

Rapport de Stage d'Observation

**Conception et Développement d'une Plateforme Innovante pour la
Recommandation de Fertilisants, la Détection des Maladies des
Cultures et l'Assistance Utilisateur**

Effectué à :



Réalisé par :

MAGHA Ahmed

NEDAJOUI Ihssane

Encadré par :

Mr. NMISSI Rachid

1 ère année Génie Informatique et Intelligence Artificielle

Période de Stage : Du 01/08/2022 à 31/08/2022

Année Universitaire : 2023/2024

DEDICACES

À Dieu, pour sa guidance inébranlable tout au long de ce voyage. Nous Le remercions pour sa lumière qui a éclairé notre chemin et pour Sa grâce qui a rendu possible notre réussite.

À nos chers parents : vos encouragements incessants, vos sacrifices et votre confiance en nous ont été les fondations sur lesquelles nous avons construit nos rêves.

À nos professeurs et mentors, pour leur dévouement sans faille à nourrir nos esprits et à élargir nos horizons. Nous vous sommes reconnaissants pour votre précieuse influence sur nos vies.

Que cette dédicace soit le reflet de notre profonde gratitude envers tous ceux qui ont contribué à notre succès.

Avec tout notre amour et nôtre reconnaissance

REMERCIEMENTS

Je dédie ce rapport de stage à toutes les personnes qui ont contribué à rendre cette expérience aussi enrichissante et mémorable.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude au Groupe OCP pour m'avoir offert l'opportunité de réaliser ce stage au sein de leur prestigieuse organisation. Leur accueil chaleureux, ainsi que les moyens et les ressources mis à ma disposition, ont été essentiels à la réussite de ce projet. Le Groupe OCP a su créer un environnement de travail stimulant et propice à la croissance de chacun, permettant ainsi à tous les membres de l'équipe de s'épanouir pleinement.

Un remerciement tout particulier à Monsieur NMISSI Rachid notre encadrant, dont le soutien constant, les conseils éclairés, et l'accompagnement tout au long de ce stage ont été déterminants. Sa disponibilité et son expertise ont joué un rôle crucial dans la réalisation de ce travail, et je lui en suis profondément reconnaissant.

Je tiens également à remercier chaleureusement toute l'équipe de travail pour leur collaboration, leur bienveillance et leur esprit d'équipe. Leur aide précieuse et leur dynamisme ont grandement enrichi cette expérience, contribuant à faire de ce stage une aventure professionnelle inoubliable.

À tous, je vous exprime ma sincère reconnaissance pour avoir fait de cette expérience une opportunité de croissance personnelle et professionnelle exceptionnelle.

LISTE DES ABREVIATIONS

HTML	Hypertext Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
BS	Bootstrap
PY	Python
FL	Flask
PT	PyTorch
TF	Tensorflow
ST	SickitLearn

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : L'histoire du groupe OCP.....	3
Tableau 2 : répartition par produit	5
Tableau 3 : répartition par activité.....	5
Tableau 4 : répartition par marché.....	5
Tableau 5 : répartition par marché.....	5
Tableau 6 : répartition des résultats financiers	5

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Logo du Group OCP.....	3
Figure 2 : Vs code.....	8
Figure 3 : Html	8
Figure 4 : Css.....	8
Figure 5 : Js	8
Figure 6 : Python	8
Figure 7 : Bootstrap	8
Figure 8 : Flask.....	9
Figure 9 : Langchain	9
Figure 10 : Diagramme du cas d'utilisation 'Fertify'	11
Figure 11 : Diagramme du cas d'utilisation 'FertiBot'	11
Figure 12 : Diagramme du cas d'utilisation 'PlantGuard'	12
Figure 13 : Architecture d'un réseau de neurones.....	13
Figure 14 : le principe de la 'Tokenization'	14
Figure 15 : le principe du 'Stemming'	14
Figure 16 : le principe du 'Bag of Words'	14
Figure 17 : Kaggle Dataset.....	15
Figure 18 : Exemple d'une photo de la dataset	16
Figure 19 : Principe du CNN.....	17
Figure 20 : Principe du 'Rag'	19
Figure 21 : Page d'accueil-section diapositive.....	20
Figure 22 : page d'accueil-section services	21
Figure 23 : page d'accueil-chatbot	21
Figure 24 : Service 'Fertify'	22
Figure 25 : Service 'FertiBot'.....	22
Figure 26 : Service 'PlantGuard'	23
Figure 27 : Service 'Contact'	24

TABLE DES MATIERES

DEDICACES.....	I
REMERCIEMENTS.....	II
LISTE DES ABREVIATIONS	III
LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES FIGURES	V
TABLE DES MATIERES	VI
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 :	
PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL	2
1. Introduction.....	2
2. Entreprise d'accueil.....	2
2.1 Group OCP.....	2
2.2 Historique du groupe OCP.....	3
2.3 OCP en chiffres(2022).....	4
3. Conclusion.....	5
CHAPITRE 2 :	
REALISATION DU CAHIER DE CHARGE ET CHOIX DES OUTILS DE DEVELOPPEMENT	7
4. Introduction.....	7
5. Cahier de charges.....	7
5.1 Problématique	7
5.2 Objectifs du Projet.....	7
6. Logiciels et outils de développement	8
6.1 Les logiciels	8
6.2 Les langages.....	8
6.3 Frameworks	8
7. Conclusion.....	9
CHAPITRE 3 :	
ETUDE FONCTIONNELLE	10
8. Introduction.....	10
9. Description du projet.....	10
10. Spécification fonctionnelle	10
10.1 Cas d'utilisation 'Fertify'.....	11
10.2 Cas d'utilisation 'FertiBot'	11
10.3 Cas d'utilisation 'PlantGuard'.....	12
11 Conclusion.....	12

CHAPITRE 4 :	
CONCEPTION DU PROJET	13
12 Introduction.....	13
13 Présentation des modèles machine Learning utilisés	13
13.1 Chatbot d' assistance	13
13.2 Modèle de prédictions de fertiliseurs 'Fertify'	15
13.3 Modèle de prédictions des maladies des plantes 'PlantGuard'	16
13.4 Chatbot d'Information sur les Fertilisants 'FertiBot'.....	18
14 Conclusion	19
CHAPITRE 5 :	
REALISATION DU PROJET.....	20
15 INTRODUCTION	20
16 Démonstration du site.....	20
16.1 Page Accueil	20
16.2 Fertify	22
16.3 FertiBot.....	22
16.4 PlantGuard	23
16.5 Page Contact	23
17 Conclusion	23
CONCLUSION GENERALE.....	25
WEBOGRAPHIE	26

INTRODUCTION GENERALE

L'agriculture occupe une place centrale dans l'économie marocaine, représentant environ 15% du PIB national et employant près de 40% de la population active. Cependant, malgré son importance cruciale, ce secteur fait face à de nombreux défis, notamment en matière d'efficacité et de durabilité. L'un des problèmes majeurs auxquels les agriculteurs marocains sont confrontés est l'optimisation de l'utilisation des fertilisants et la gestion des maladies des cultures, deux facteurs essentiels pour améliorer la productivité agricole tout en minimisant les impacts environnementaux. Dans ce contexte, la technologie et l'innovation jouent un rôle de plus en plus important pour soutenir les agriculteurs dans la prise de décisions éclairées. C'est dans cet esprit que s'inscrit le projet **Agroboost**. Cette application web vise à fournir une assistance précieuse aux agriculteurs en leur offrant des prédictions personnalisées sur les fertilisants les plus compatibles avec leurs cultures, ainsi que sur les maladies potentielles pouvant affecter leurs plantations.

Le projet **Agroboost** combine des techniques avancées de modélisation et d'analyse des données agricoles pour proposer des recommandations précises et adaptées aux spécificités de chaque exploitation. En mettant à la disposition des agriculteurs ces outils d'aide à la décision, **Agroboost** ambitionne de contribuer à une agriculture plus productive, durable et résiliente face aux aléas climatiques et sanitaires.

Ce rapport de stage détaille le processus de conception et de modélisation de l'application **Agroboost**, en mettant en lumière les choix technologiques, les défis rencontrés, et les résultats obtenus. Il illustre également l'impact potentiel de cette solution sur l'amélioration des pratiques agricoles au Maroc.

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

1. Introduction

Ce chapitre introduit le contexte général dans lequel s'est déroulé le projet. Il présente d'abord, L'OCP, l'organisme d'accueil, ses principaux secteurs d'activités et son historique.

2. Entreprise d'accueil

2.1 Group OCP

En 1917, la découverte des gisements de phosphate, considérée comme la principale richesse minière du Maroc, a été confirmée dans la région d'Oued-Zem, près de Khouribga. Le dahir du 27 janvier 1920 a accordé à l'État marocain le droit exclusif de rechercher et d'exploiter le phosphate sur l'ensemble du territoire national. Quelques mois plus tard, le 7 août 1920, un autre dahir a instauré *l'Office Chérifien des Phosphates (OCP)*, une entité publique fonctionnant comme une entreprise privée, avec les mêmes obligations fiscales et douanières, tout en bénéficiant d'une certaine flexibilité dans sa gestion.

L'OCP propose une vaste gamme de phosphates de différentes qualités, destinés à divers usages industriels. Leader mondial, l'OCP est le premier exportateur de roche de phosphate et d'acide phosphorique, ainsi qu'un acteur majeur sur le marché des engrais phosphatés. Son portefeuille de clients, répartis sur les cinq continents, comprend 130 partenaires. En tant que première entreprise du Maroc, avec un chiffre d'affaires de 43,513 milliards de dirhams, le groupe OCP joue un rôle central dans l'économie nationale. En 2010, les phosphates et leurs dérivés représentaient environ 3,5% du PIB, tandis que la valeur des exportations de l'OCP s'élevait à 35,63 milliards de dirhams, soit 24% des exportations totales du pays. Le groupe emploie directement près de 20 000 personnes.

Au fil des ans, l'OCP a noué des relations solides avec ses clients, dépassant les simples accords commerciaux. Le groupe a établi plusieurs coentreprises de transformation au Maroc et à l'étranger, en partenariat avec des acteurs majeurs du Brésil, de Belgique, d'Allemagne, D'Inde et du Pakistan.

L'OCP prévoit d'augmenter sa capacité de production de 30 à 50 millions de tonnes, tout en renforçant sa production d'engrais grâce à des partenariats stratégiques, notamment au Jorf Phosphate Hub (JPH). Ce hub en cours de développement inclura 10 nouvelles unités de production, bénéficiant d'infrastructures communes à coût réduit. Ce site sera relié au plus grand gisement de phosphates au monde, situé à Khouribga, par un pipeline de boue, garantissant ainsi un approvisionnement sécurisé.

Présent dans cinq zones géographiques du pays, avec trois sites d'exploitation minière (Khouribga, Youssoufia, Boucraâ/Laâyoune) et deux sites de transformation chimique (Safi et Jorf Lasfar), l'OCP joue un rôle crucial dans le développement régional et national.



Figure 1: Logo du Group OCP

2.2 Historique du groupe OCP

Dans ce tableau, nous retraçons l'évolution historique du Groupe OCP, acteur clé de l'industrie des phosphates depuis sa création en 1920. Cette présentation chronologique met en lumière les jalons stratégiques qui ont façonné l'ascension de l'entreprise, depuis ses débuts jusqu'à son statut actuel de leader mondial. Nous examinons également les innovations technologiques et les initiatives en faveur du développement durable qui ont caractérisé son parcours, illustrant ainsi l'engagement constant du Groupe OCP envers l'excellence industrielle et la responsabilité sociétale.

Tableau 1 : L'histoire du groupe OCP

7 août 1920	Création de l'Office Chérifien des Phosphates (OCP).
1921	Début de l'exploitation des phosphates dans la région d'Oued Zem.
23 juillet 1921	Première exportation de phosphate par l'OCP.
1930	Ouverture d'un nouveau centre de production de phosphate à <i>Yousseoufia</i> .
1950-1952	Introduction de la méthode d'extraction à ciel ouvert à <i>Khouribga</i> .
1958	Fondation d'un centre de formation professionnelle à <i>Khouribga</i> , consolidant les efforts déployés depuis des décennies dans ce domaine. Ce centre a été suivi par la création d'autres unités de formation, comme l'École de Maîtrise de <i>Boujniba</i> .
1960-1965	Développement de la mécanisation des mines souterraines à <i>Yousseoufia</i> et démarrage de Maroc Chimie à <i>Safi</i> .
1970-1975	Création du Groupe OCP, une structure organisationnelle intégrant l'OCP et ses filiales.
1980	Signature d'un partenariat industriel en Belgique.
1986	Mise en service du site de <i>Jorf Lasfar</i> avec les complexes Maroc Phosphore III et IV.
1990	Exploration de nouveaux projets de partenariats industriels et renforcement des capacités de production.
2000	Participation dans la société indienne PPL en partenariat avec le Groupe Birla.
2003	L'OCP devient l'unique actionnaire de Phosboucraâ.
2004	Création de la société "Pakistan Maroc Phosphore" S.A, une joint-venture entre l'OCP et Fauji Fertilizer Bin Qasim Limited (Pakistan).
2008	Transformation du Groupe OCP en société anonyme (SA).
18 mars 2009	Début de l'exploitation de Bunge Maroc Phosphore (BMP).

Juin 2010	Mise en service de la laverie de Merah Lahrach, située dans la commune de Mfassis.
Décembre 2010	Lancement du projet de pipeline de boue (slurry pipeline) reliant Khouribga à <i>Jorf Lasfar</i> , s'étendant sur une longueur totale de 235 km et capable de transporter 38 millions de tonnes par an.
2012	Ouverture de la mine d'Al-Hallassa, l'une des trois nouvelles mines du site de Khouribga, couvrant une superficie de 1976 hectares et ayant une capacité de production de 6,7 millions de tonnes par an.

2.3 OCP en chiffres(2022)

L'OCP gère l'ensemble de la chaîne de valeur de l'industrie phosphatière, couvrant l'extraction et le traitement du minerai, la transformation de cette matière première en acide phosphorique liquide intermédiaire, et la fabrication de produits finis, soit par concentration et granulation de cet acide, soit par purification pour obtenir des engrais et de l'acide phosphorique purifié.

Phosphate brut : Le phosphate brut est valorisé pour son contenu en phosphore. La qualité du phosphate est mesurée par la teneur en P₂O₅ (pentoxyde de phosphore), variant de 5 % à 45 %. Lorsque la teneur est inférieure à 30 %, ce qui constitue la majeure partie de la production, le minerai subit un premier traitement incluant le lavage, le séchage ou l'enrichissement à sec.

Acide phosphorique : Produit par réaction de l'acide sulfurique avec le calcium de phosphate, l'acide phosphorique intermédiaire obtenu a une teneur moyenne de 52 % de P₂O₅ après concentration. L'acide phosphorique purifié est utilisé dans des applications alimentaires et industrielles.

Engrais L'OCP fabrique quatre types d'engrais à partir de l'acide phosphorique :

DAP (Di-Ammonium Phosphate) : L'engrais le plus courant.

TSP (Triple Super Phosphate) : Un engrais exclusivement phosphaté.

MAP (Mono-Ammonium Phosphate) : Un engrais binaire contenant du phosphore et de l'azote.

NPK (Azote, Phosphore, Potassium) : Un engrais ternaire combinant azote, phosphore et potassium.

Pour soutenir ses opérations, l'OCP dispose de :

Deux centres de transformation chimique : Safi et Jorf Lasfar.

Quatre ports d'embarquement : Casablanca, Safi, Jorf Lasfar et Laâyoune.

Les principales activités de l'OCP incluent :

Prospection : Implique des forages pour délimiter les gisements, déterminer l'épaisseur des couches et leur teneur en phosphore.

Production :

Extraction : Réalisée soit à ciel ouvert, en raison de la disposition quasi- horizontale des couches de phosphate séparées par des intercalaires stériles, soit par voie souterraine.

Traitement : Le phosphate extrait est enrichi pour éliminer les impuretés et réduire la gangue.

Valorisation : En réponse à l'évolution du marché mondial des phosphates, l'OCP concentre ses efforts sur la transformation locale du phosphate brut en produits semi-finis (comme l'acide phosphorique) ou finis (comme les engrais). **Commercialisation** : Le phosphate, brut ou transformé, est vendu selon la demande des clients sur les cinq continents. Les exportations représentent entre 15 % et 30 % du commerce international du phosphate et de ses dérivés.

OCP group possède une part de marché à l'export de 29% répartie comme suit :

Tableau 2 : répartition par produit

Produit	Pourcentage
Phosphate sous toutes ses formes	35,6%
Phosphate brut	51,3%
Acide phosphorique	14,3%

La répartition par activité est répartie ainsi :

Tableau 3 : répartition par activité

Activité	Pourcentage
Mines	24,9%
Chimie	74,9%
Autres	0,2%

La répartition par marché est répartie ainsi :

Tableau 4 : répartition par marché

Le marché	Pourcentage
Export	90,4%
Marché local	9,6%

La répartition par site est illustrée par le tableau en dessous

Tableau 5 : répartition par marché

Le site	Pourcentage
Gantour	7,1%
Khouribga	16,9%
Bou Craa	2,6%
Benguerir	21,8%

Les résultats financiers sont illustrés par le tableau en dessous

Tableau 6 : répartition des résultats financiers

Le résultat financier	Pourcentage
Résultat d'exploitation	14,4 milliards de dirhams
Résultat net	8,9 milliards de dirhams

3. Conclusion

En somme, l'Office Chérifien des Phosphates (OCP) se distingue non seulement par son rôle prééminent dans l'industrie mondiale des phosphates, mais également par son engagement profond envers l'innovation et le développement durable. Depuis sa création, l'OCP a su évoluer pour

répondre aux besoins croissants du secteur agricole tout en intégrant des pratiques responsables et des technologies de pointe. À travers ses investissements continus et son leadership visionnaire, l'OCP s'affirme comme un acteur clé dans la transformation de l'agriculture mondiale, contribuant ainsi à nourrir une population en constante augmentation tout en préservant les ressources naturelles pour les générations futures.

CHAPITRE 2 : REALISATION DU CAHIER DE CHARGE ET CHOIX DES OUTILS DE DEVELOPPEMENT

4. Introduction

Ce chapitre présente le contexte général de notre projet qui se base sur l'importance de la problématique, le cahier de charge, les objectifs qu'on a fixé dès le premier jour, le planning qu'on a suivi pour les atteindre et finalement les outils du développement auxquels nous avons eu recours tout au long de la réalisation de notre projet.

5. Cahier de charges

5.1 Problématique

L'agriculture au Maroc, bien qu'étant un secteur clé de l'économie, est confrontée à de nombreux défis liés à l'optimisation de la production agricole. Les agriculteurs doivent non seulement maximiser le rendement de leurs cultures, mais aussi faire face à des problématiques complexes telles que la gestion des fertilisants et la prévention des maladies des plantes.

Les méthodes traditionnelles de gestion agricole, souvent basées sur des pratiques empiriques et des connaissances locales, ne suffisent plus à répondre aux exigences croissantes d'une agriculture moderne et durable. Le choix des fertilisants, par exemple, est souvent réalisé sans une analyse approfondie des besoins spécifiques de chaque culture, ce qui peut entraîner une inefficacité dans l'utilisation des ressources et des impacts négatifs sur l'environnement. De même, la détection tardive des maladies des plantes peut entraîner des pertes importantes en termes de rendement et de qualité des récoltes.

Dans ce contexte, comment peut-on développer une solution technologique qui assiste efficacement les agriculteurs marocains dans l'optimisation de l'utilisation des fertilisants et la prévention des maladies des plantes ? Plus précisément, comment une application web peut-elle intégrer des données agronomiques et des techniques de prédiction pour fournir des recommandations personnalisées aux agriculteurs, améliorant ainsi la productivité et la durabilité de leurs exploitations ?

5.2 Objectifs du Projet

Prédiction des Fertilisants : Développer un modèle de machine learning capable de prédire les fertilisants les plus adaptés aux cultures spécifiques des utilisateurs en fonction de divers paramètres tels que le type de sol, le climat, et les besoins de la plante.

Prédiction des Maladies des Plantes : Concevoir un modèle de machine learning pour identifier et prédire les maladies potentielles des plantes à partir de l'image fournie par l'utilisateur.

Chatbot Interactif : Mettre en place un chatbot intelligent capable de répondre aux questions fréquentes des agriculteurs concernant les fertilisants du groupe OCP.

Informations Générales : Intégrer une section sur le site web pour le contact elle constitue un pilier fondamental dans la stratégie de relation client de l'entreprise, en facilitant une communication directe et efficace avec toutes les parties prenantes.

6. Logiciels et outils de développement

6.1 Les logiciels

Visual Studio Code (VS Code) : VS Code est un éditeur de code source léger mais puissant, développé par Microsoft. Il offre un support pour le développement dans plusieurs langages, une intégration avec Git, ainsi qu'une vaste bibliothèque d'extensions, ce qui en fait un outil incontournable pour les développeurs.

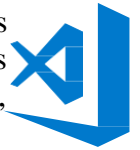


Figure 2 : Vs code

6.2 Les langages

HTML (HyperText Markup Language): HTML est le langage standard pour la création de pages Web. Il définit la structure du contenu sur le web, permettant l'insertion de textes, d'images, de liens et de divers éléments interactifs, facilitant ainsi la création d'interfaces utilisateurs.



Figure 3 : Html

CSS (Cascading Style Sheets): HTML est le langage standard pour la création de pages Web. Il définit la structure du contenu sur le web, permettant l'insertion de textes, d'images, de liens et de divers éléments interactifs, facilitant ainsi la création d'interfaces utilisateurs.



Figure 4 : Css

JavaScript(JS): JavaScript est un langage de programmation utilisé principalement pour ajouter des fonctionnalités interactives aux pages web. Il permet de manipuler les éléments du DOM, de gérer les événements utilisateur, et de réaliser des requêtes asynchrones, rendant les applications web dynamiques et réactives.



Figure 5 : Js

Python: Python est un langage de programmation polyvalent, connu pour sa syntaxe simple et lisible. Il est largement utilisé dans le développement web, la science des données, l'automatisation, et bien d'autres domaines, grâce à sa riche collection de bibliothèques et frameworks.



Figure 6 : Python

6.3 Frameworks

Bootstrap: Bootstrap est un framework CSS open-source qui facilite le développement de sites web réactifs et mobiles. Il fournit une collection de composants préconstruits comme des grilles, des boutons, des formulaires, et bien plus, permettant un développement rapide et cohérent.



Figure 7 : Bootstrap

Flask: Flask est un micro-framework web en Python, conçu pour être léger et flexible. Il permet de créer des applications web simples à complexes, en fournissant les outils de base nécessaires tout en laissant le développeur libre de choisir ses propres bibliothèques et extensions.



Figure 8 : Flask

Langchain: LangChain est un cadre de développement conçu pour faciliter la création d'applications basées sur des modèles de langage, comme les chatbots, les systèmes de réponse automatique, ou des outils d'analyse de texte.



Figure 9 : Langchain

7. Conclusion

En conclusion, la présentation du cahier des charges et des outils de développement constitue une étape cruciale dans la structuration et la réussite de tout projet. Le cahier des charges définit clairement les attentes, les exigences et les contraintes du projet, servant de référence tout au long du processus de développement. Parallèlement, la sélection rigoureuse des outils de développement, adaptée aux spécificités du projet, garantit une exécution efficace et alignée sur les objectifs fixés.

CHAPITRE 3 : ETUDE FONCTIONNELLE

8. Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter en détail les différentes fonctionnalités de l'application *Agroboost* et les interactions possibles entre l'utilisateur et l'application. *Agroboost* a été conçue pour offrir une assistance complète aux agriculteurs, leur permettant de naviguer facilement à travers diverses informations essentielles, de recevoir des conseils personnalisés, et d'accéder à des outils prédictifs pour améliorer leurs pratiques agricoles.

9. Description du projet

L'application *Agroboost* propose à ses utilisateurs une variété de pages web dédiées à la présentation d'informations essentielles concernant le Groupe OCP ainsi que le domaine de l'agriculture. Les utilisateurs peuvent consulter ces pages pour obtenir des données sur les engrais, les maladies des plantes, et les initiatives entreprises par OCP dans le secteur agricole. Ces informations sont structurées de manière à être facilement accessible et compréhensibles, offrant ainsi une base de connaissances solide pour les agriculteurs.

- **Interaction avec le Chatbot :**

L'une des fonctionnalités principales d'Agroboost est un chatbot intelligent intégré, conçu pour répondre aux questions des utilisateurs en temps réel. Ce chatbot permet aux agriculteurs de recueillir des informations spécifiques sans avoir à naviguer à travers de multiples pages. En posant simplement des questions, les utilisateurs peuvent obtenir des réponses personnalisées sur des sujets variés tels que le projet *Agroboost* et les services offerts par la plateforme. Le chatbot améliore l'expérience utilisateur en offrant un support rapide et interactif.

- **Modèle de recommandation des Fertilisants :**

Agroboost intègre également un modèle de machine Learning avancé dédié à la détection et à la recommandation des fertilisants les plus adaptés pour différentes cultures.

L'utilisateur peut entrer des informations spécifiques sur le type de sol, la culture pratiquée, et d'autres variables pertinentes. En se basant sur ces données, le modèle analyse et propose les fertilisants les plus compatibles, optimisant ainsi la fertilité du sol et la productivité des cultures.

- **Modèle de Détection des Maladies des Plantes :**

L'application propose un modèle de détection des maladies des plantes, un outil crucial pour les agriculteurs souhaitant préserver la santé de leurs cultures. En utilisant ce modèle, l'utilisateur peut identifier les maladies potentielles affectant leurs plantations en téléchargeant des images. Le modèle analyse ces informations et fournit un diagnostic probable.

10. Spécification fonctionnelle

La technique des cas d'utilisation, reposant sur le langage UML, a été choisie comme méthode de modélisation graphique. Cette approche permet une compréhension approfondie des besoins fonctionnels du système, en offrant une représentation standardisée et claire de sa conception. Grâce à cette méthode, il devient possible de visualiser et de documenter de manière rigoureuse les interactions entre les acteurs et le système, facilitant ainsi la communication et la validation des exigences fonctionnelles tout au long du projet.

10.1 Cas d'utilisation 'Fertify'

Fertify est un service innovant conçu pour optimiser l'utilisation des engrais en agriculture, en offrant des recommandations personnalisées basées sur des analyses approfondies de divers facteurs clés. En tenant compte des caractéristiques du sol, du type de culture, des conditions environnementales, et des besoins spécifiques des plantes.

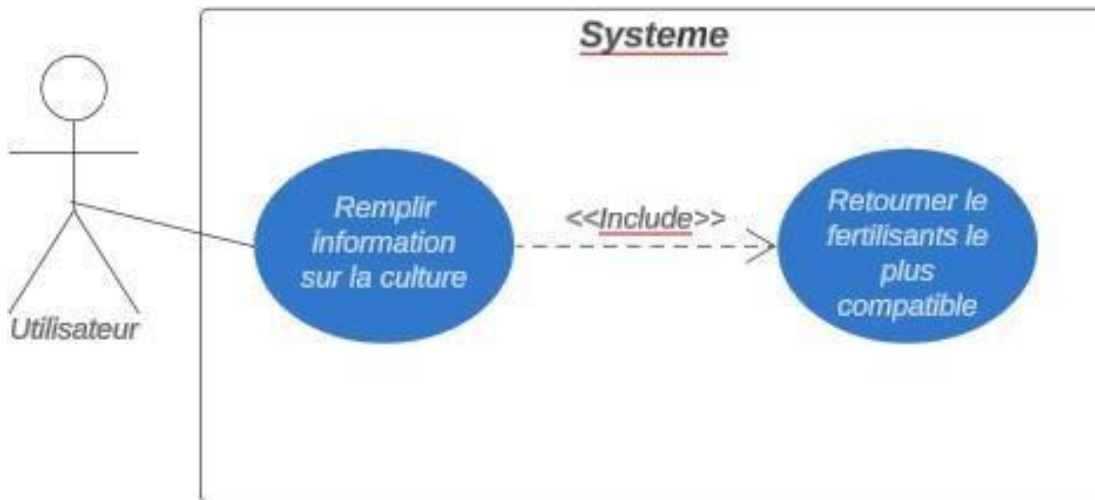


Figure 10 : Diagramme du cas d'utilisation 'Fertify'

10.2 Cas d'utilisation 'FertiBot'

Fertibot est un service de pointe conçu pour offrir une assistance experte et instantanée aux agriculteurs à travers une interface de chatbot intelligente. Basé sur un modèle de langage avancé, Fertibot répond aux questions et fournit des informations détaillées sur les différents engrais brevetés par OCP Group, ainsi que des recommandations personnalisées pour leur utilisation.

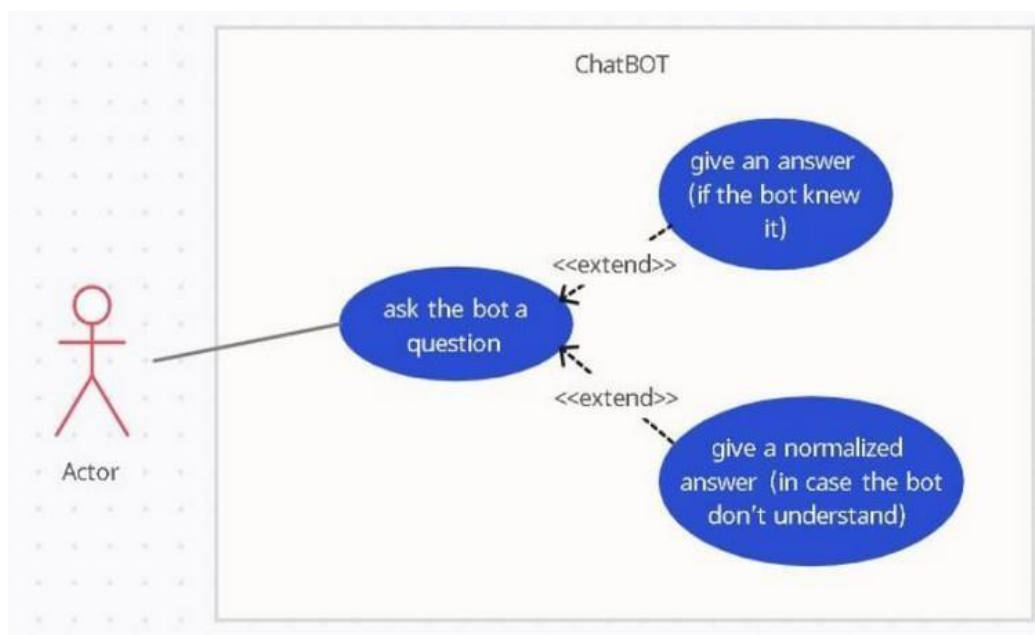


Figure 11 : Diagramme du cas d'utilisation 'FertiBot'

10.3 Cas d'utilisation 'PlantGuard'

Plantguard identifie les risques potentiels pour les cultures, tels que les maladies, les parasites, et les conditions environnementales défavorables. Grâce à ce service, les agriculteurs peuvent prendre des mesures préventives efficaces et ciblées, assurant ainsi la santé et la productivité optimales de leurs cultures.

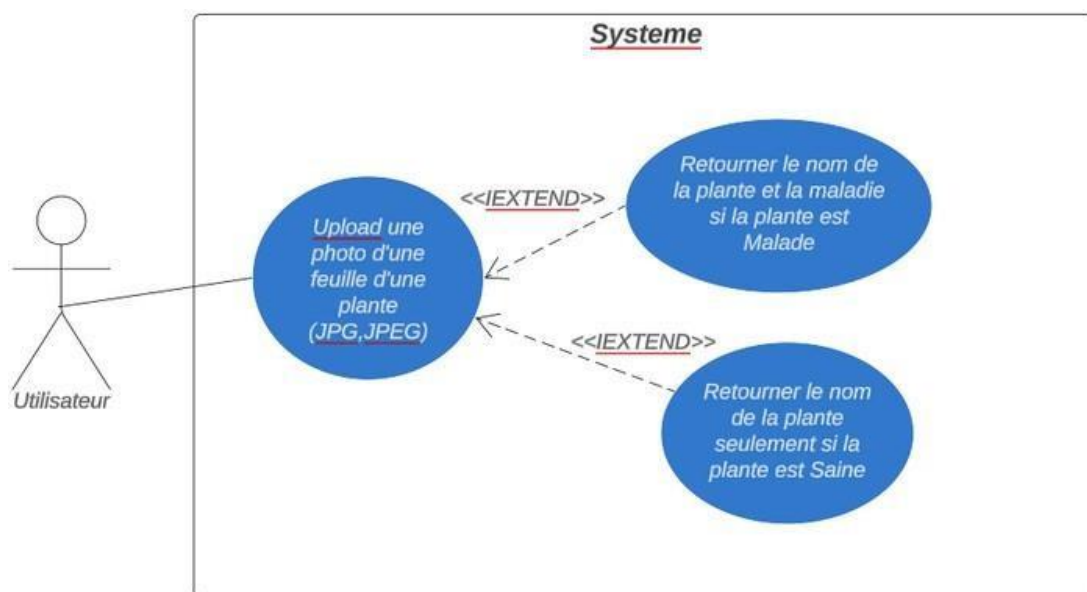


Figure 12 : Diagramme du cas d'utilisation 'PlantGuard'

11 Conclusion

En conclusion, la phase de conception et l'illustration des cas d'utilisation ont permis de structurer de manière rigoureuse les différentes composantes du système, tout en clarifiant les interactions essentielles entre les acteurs et les fonctionnalités. La modélisation graphique à travers le langage UML a offert une vue d'ensemble cohérente, assurant une compréhension commune des objectifs et structurant la réalisation du projet. Cette approche méthodique a posé les bases solides pour le développement ultérieur du projet, en garantissant que chaque exigence fonctionnelle est clairement définie et alignée sur les besoins des utilisateurs.

13.1.2 Prétraitement des Données :

Les données sont prétraitées avant d'être utilisées pour entraîner le modèle NLP. Cela inclut la tokenisation, le stemming et la conversion en sacs de mots.

- **Tokenisation** : Cette méthode consiste à diviser le texte en unités plus petites appelées tokens (mots ou phrases). Cela permet au modèle de comprendre et de traiter chaque unité de manière individuelle.

Tokenization: splitting a string into meaningful units
(e.g. words, punctuation characters, numbers)

"what would you do with 1000000\$?"
→ ["what", "would", "you", "do", "with", "1000000", "\$", "?"]

"aren't you happy with so much money?"
→ ["are", "n't", "you", "happy", "with", "so", "much", "money", "?"]

Figure 14 : le principe de la 'Tokenization'

- **Stemming** : Cette méthode réduit les mots à leur racine ou à leur forme de base. Par exemple, les mots "running", "runner", et "ran" sont réduits à la racine "run".

NLP Basics

Stemming: Generate the root form of the words.
Crude heuristic that chops off the ends of words

"organize", "organizes", "organizing"
→ ["organ", "organ", "organ"]

"universe", "university"
→ ["univers", "univers"]

Figure 15 : le principe du 'Stemming'

- **Sacs de Mots (Bag of Words)** : Cette méthode convertit les phrases en vecteurs numériques en comptant la présence de chaque mot dans une phrase. Cela permet au modèle de traiter les phrases comme des données

bag of words							
all words							
["Hi", "How", "are", "you", "bye", "see", "later"]							
"Hi"	→	[1,	0,	0,	0,	0,	0]
"How are you?"	→	[0,	1,	1,	1,	0,	0]
"Bye"	→	[0,	0,	0,	0,	1,	0]
"See you later"	→	[0,	0,	0,	1,	0,	1]
				X			
				y			

Figure 16 : le principe du 'Bag of Words'

13.2 Modèle de prédictions de fertiliseurs 'Fertify'

Fertify est un service sophistiqué qui offre des recommandations personnalisées pour l'application des engrais, en prenant en compte des facteurs variés tels que le type de sol, la culture spécifique, et les conditions environnementales. Ce service utilise des algorithmes avancés pour analyser les données et fournir des conseils ciblés, visant à optimiser la fertilisation et améliorer les rendements agricoles.

13.2.1 Présentation de la Dataset :

Le dataset utilisé pour la prédiction des fertilisants provient de la plateforme Kaggle et se concentre sur l'identification du meilleur fertilisant pour différentes cultures en fonction de divers paramètres agricoles. Ce dataset comprend plusieurs indicateurs clés, tels que le type de sol, l'humidité, la température, le niveau de pH du sol, ainsi que les niveaux de nutriments (azote, phosphore, et potassium). Chaque ligne de données représente une observation unique qui relie ces indicateurs à une recommandation spécifique de fertilisant. Cette base de données est cruciale pour entraîner des modèles de machine Learning capables de fournir des recommandations précises et adaptées aux besoins des agriculteurs.



Figure 17 : Kaggle Dataset

13.2.2 Description des techniques utilisées :

Pour prédire le meilleur fertilisant en fonction des conditions spécifiques d'une culture, un modèle de machine learning basé sur un *Random Forest Classifier* a été développé. Le processus a débuté par le prétraitement des données issues du dataset "Fertilizer Prediction" récupéré sur Kaggle. Les étapes suivantes ont été suivies pour la mise en place du modèle :

- Préparation des données :

Les colonnes 'Soil Type' et 'Crop Type' ont été encodées en variables numériques à l'aide de la technique 'One-Hot Encoding'. Les autres caractéristiques numériques telles que la température, l'humidité, et les niveaux de nutriments (azote, potassium, phosphore) ont été standardisées à l'aide d'un 'StandardScaler'.

- Entraînement du Modèle :

Le modèle de classification 'Random Forest' a été choisi pour son efficacité et sa capacité à gérer les données complexes. Ce modèle construit plusieurs arbres de décision lors de l'entraînement et sort la classe qui est la mode des classes (c'est-à-dire la classe la plus fréquemment prédite) de chaque arbre individuel.

-Le modèle a été entraîné sur 70% des données disponibles, et les 30% restants ont été utilisés pour évaluer ses performances.

- Évaluation du Modèle :

Les performances du modèle ont été mesurées à l'aide de **la précision** sur les données de test, atteignant une précision notable de ?? , **une matrice de confusion** a été générée pour visualiser les prédictions correctes et incorrectes pour chaque classe de fertilisant. De plus, les précisions par classe ont été illustrées, montrant l'efficacité du modèle pour chaque type de fertilisant.

- **Prédiction du Fertilisant :**

Une fonction a été développée pour permettre à l'utilisateur d'entrer des données spécifiques sur les conditions de la culture (température, humidité, type de sol, etc.), sur la base desquelles le modèle prédit le fertilisant optimal. Cette approche interactive améliore l'expérience utilisateur et offre des recommandations personnalisées.

Ce modèle offre une solution robuste pour aider les agriculteurs à optimiser leurs rendements en choisissant le fertilisant le plus adapté à leurs cultures, en tenant compte des spécificités de leurs sols et des conditions environnementales.

13.3 Modèle de prédictions des maladies des plantes 'PlantGuard'

PlantGuard est un service de pointe dédié à la surveillance et à la protection des cultures, conçu pour identifier et gérer les risques phytosanitaires de manière proactive. PlantGuard surveille les menaces potentielles telles que les maladies, les parasites et les conditions environnementales défavorables.

13.3.1 Présentation de la Dataset :

Le dataset '*New Plant Diseases Dataset*' disponible sur *Kaggle* est un ensemble de données dédié à la classification des maladies des plantes. Elle comprend environ 87 000 images réparties en 38 catégories, couvrant 14 espèces de plantes et plusieurs types de maladies. Chaque image est étiquetée selon l'espèce de plante et le type de maladie qui l'affecte, ou elle est classée comme étant saine. Ce vaste ensemble de données est conçu pour entraîner et évaluer des modèles de vision par ordinateur capables de détecter et d'identifier automatiquement les maladies des plantes, ce qui est essentiel pour l'agriculture de précision et la gestion proactive des cultures.



Figure 18 : Exemple d'une photo de la dataset

13.3.2 Description des techniques utilisées :

Pour prédire les maladies des plantes à partir d'images, un modèle de réseau de neurones convolutifs (CNN) a été développé en utilisant TensorFlow et Keras. Les étapes suivantes ont été suivies pour la mise en place du modèle :

- Prétraitement des Images d'Entraînement et de Validation :

Les ensembles de données d'entraînement et de validation ont été chargés à partir du répertoire d'images. Chaque image a été redimensionnée à une taille de 128x128 pixels pour standardiser les entrées. Les images ont été converties en lot (batch) de 32 images pour accélérer l'entraînement du modèle.

- Construction du Modèle :

Le modèle CNN a été construit en empilant plusieurs couches convolutives pour extraire les caractéristiques essentielles des images. Les premières couches utilisent des filtres de petite taille (3x3) avec une activation ReLU, suivies par des couches de Pooling pour réduire la dimensionnalité des caractéristiques tout en conservant les informations pertinentes. Il existe des couches convolutives plus profondes avec des filtres plus nombreux ont été ajoutées pour capturer des caractéristiques plus complexes.

- Compilation et Entraînement :

Le modèle a été compilé avec l'optimiseur Adam et une fonction de perte categorical_crossentropy. L'entraînement a été réalisé sur 10 époques, en utilisant à la fois les ensembles de données d'entraînement et de validation pour ajuster les poids du modèle.

13.3.2 Description des réseaux de neurones convolutifs :

Les réseaux de neurones convolutifs, ou CNN (Convolutional Neural Networks), sont un type spécifique de réseau de neurones artificiels largement utilisé pour le traitement des images et la reconnaissance des formes. Ils sont particulièrement efficaces pour les tâches de vision par ordinateur, telles que la classification d'images, la détection d'objets, et la segmentation d'images.

Les CNN sont constitués de plusieurs couches qui extraient progressivement des caractéristiques de plus en plus complexes d'une image. Voici un aperçu des principales couches d'un CNN :

Couches Convolutionnelles : Ces couches appliquent des filtres (ou noyaux) à l'image d'entrée pour détecter des motifs locaux, tels que des bords, des textures, ou des formes simples. Chaque filtre produit une carte de caractéristiques, révélant la présence de ces motifs dans différentes régions de l'image.

Couches de Pooling (Sous-échantillonnage) : Ces couches réduisent la dimensionnalité des cartes de caractéristiques en sous-échantillonnant les données, tout en conservant les informations les plus importantes. Le pooling aide à rendre le modèle plus résistant aux petites translations ou distorsions dans l'image.

Couches Complètement Connectées (Fully Connected) : Ces couches sont situées en aval dans le réseau et traitent les caractéristiques extraites pour faire des prédictions. Elles sont similaires aux couches des réseaux de neurones traditionnels.

Fonctions d'Activation : À chaque étape du traitement, les fonctions d'activation (comme ReLU) sont utilisées pour introduire de la non-linéarité, permettant au réseau de modéliser des relations complexes entre les caractéristiques

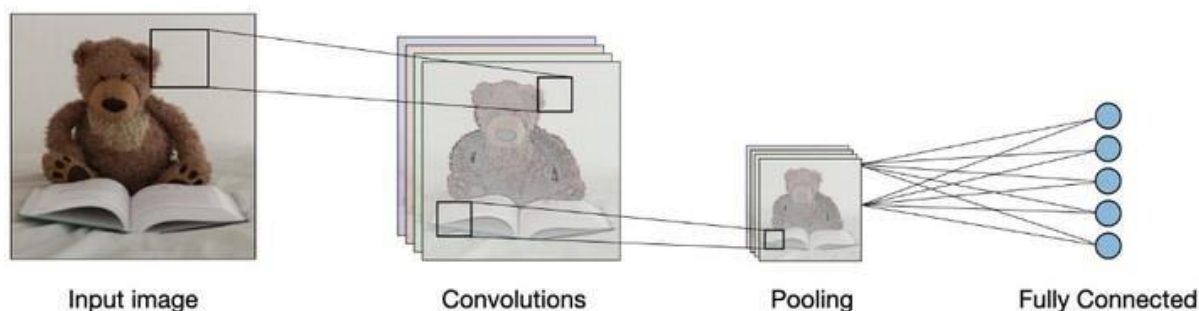


Figure 19 : Principe du CNN

13.4 Chatbot d'Information sur les Fertilisants 'FertiBot'

Fertibot représente une application avancée des modèles de langage (LLM) et de la technique Retrieval-Augmented Generation (RAG) pour fournir des informations détaillées et pertinentes sur les fertilisants proposés par OCP Group. En intégrant ces technologies, Fertibot permet de répondre de manière précise aux demandes des utilisateurs en accédant à une vaste base de données d'informations et en générant des réponses contextualisées.

13.4.1 Présentation de la dataset :

Les données utilisées par Fertibot proviennent principalement de documents PDF disponibles sur le site officiel d'OCP Group. Ces sources comprennent des fiches techniques, des études de recherche, et des rapports détaillés sur les fertilisants proposés par OCP. Ces documents fournissent des informations approfondies sur les caractéristiques et les applications. En exploitant ces ressources, Fertibot est capable d'accéder à des données précises et actualisées, permettant ainsi de fournir des conseils éclairés et des réponses adaptées aux questions des utilisateurs concernant les fertilisants.

13.4.2 Description des techniques utilisées :

Fertibot utilise la technique Retrieval-Augmented Generation (RAG) pour offrir des réponses précises et informatives. RAG combine la génération de texte avec la recherche d'information en temps réel pour améliorer la qualité des réponses fournies par le chatbot. Voici les deux composants clés de cette approche :

Modèles de Langage (LLM) : Les modèles de langage, comme GPT, sont utilisés pour comprendre et générer du texte de manière fluide. Ils permettent à Fertibot de traiter les requêtes des utilisateurs avec une compréhension approfondie du langage et de formuler des réponses pertinentes et cohérentes en se basant sur une vaste base de connaissances.

Base de Données Vectorielle : La base de données vectorielle, intégrée dans le cadre de RAG, permet la récupération efficace d'informations spécifiques à partir de documents et de sources externes. En stockant les données sous forme vectorielle, elle facilite la recherche et l'extraction de données pertinentes, comme les PDF et les publications scientifiques sur les fertilisants, pour enrichir les réponses générées par le modèle de langage.

13.4.3 Description du RAG :

La technique Retrieval-Augmented Generation (RAG) intègre de manière sophistiquée la récupération d'information et la génération de texte pour optimiser la précision des réponses fournies par les systèmes de traitement du langage naturel. Le processus se déroule en plusieurs étapes clés :

- **Chargement des PDF dans la Base de Données :** Les documents PDF, contenant des informations sur les fertilisants et d'autres données pertinentes, sont d'abord chargés dans un système de gestion de base de données. Ces documents sont convertis en un format numérique exploitable par les algorithmes de traitement.
- **Création d'Embeddings :** Les informations extraites des PDF sont transformées en embeddings, c'est-à-dire en représentations vectorielles dans un espace multidimensionnel. Ces embeddings capturent les caractéristiques sémantiques des textes et facilitent leur recherche et comparaison.
- **Recherche par Similarité des Embeddings :** Lorsqu'une requête est reçue, le système utilise les embeddings pour effectuer une recherche par similarité. Cela implique de comparer les vecteurs de la requête avec ceux stockés dans la base de données afin d'identifier les segments de texte les plus pertinents et similaires.
- **Récupération et Génération :** Les segments de texte pertinents identifiés lors de la recherche sont ensuite utilisés pour enrichir les réponses générées par le modèle de langage. Le modèle de génération de texte intègre ces informations pour produire des réponses détaillées et contextuellement adaptées.

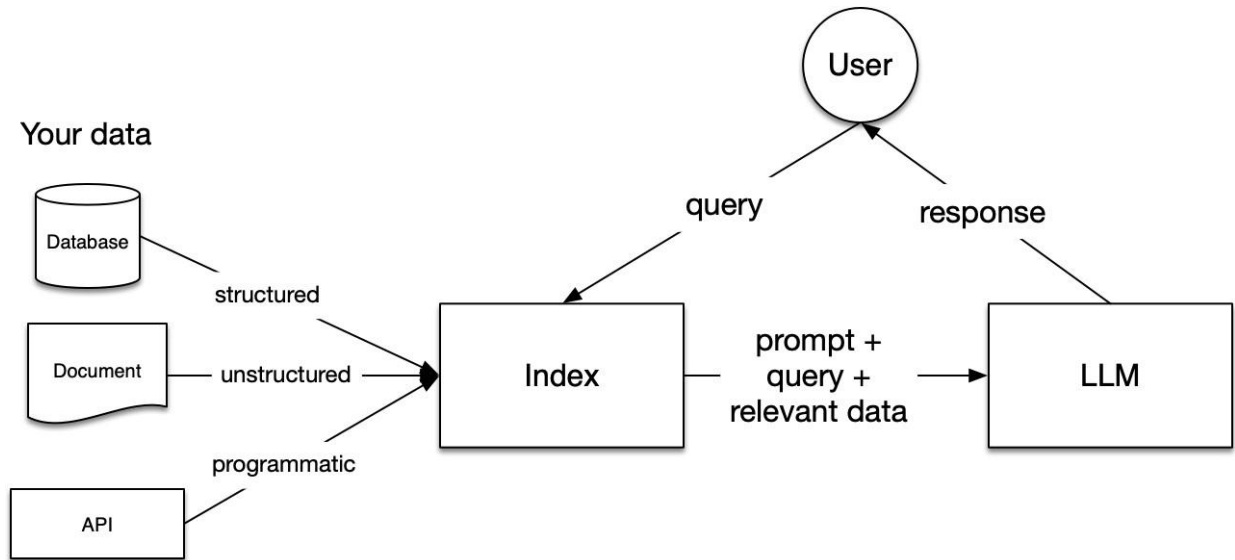


Figure 20 : Principe du 'Rag'

En combinant ces étapes, RAG permet de fournir des réponses précises et informatives en utilisant à la fois des capacités avancées de recherche d'information et de génération de texte.

14 Conclusion

En conclusion, ce chapitre a détaillé les diverses techniques appliquées au projet, en mettant particulièrement l'accent sur les modèles de langage et la technique Retrieval-Augmented Generation (RAG) pour la génération et la récupération d'informations. En outre, l'exploration d'autres modèles pour l'analyse d'images, les prédictions, et les recommandations a enrichi l'approche globale du projet.

CHAPITRE 5 : REALISATION DU PROJET

15 INTRODUCTION

Ce chapitre met en avant la matérialisation des efforts déployés jusqu'à présent. Il expose les résultats obtenus pour chaque interface et fonctionnalité de notre site, traduisant ainsi notre avancement depuis la phase de la collection des besoins jusqu'à l'élaboration finale de la solution.

16 Démonstration du site

16.1 Page Accueil

La page d'accueil reflète l'engagement du Groupe OCP dans l'innovation et la réponse aux défis mondiaux. Elle dévoile, à travers ses différentes sections, comment OCP concrétise sa vision en intégrant des technologies de pointe et l'intelligence artificielle. Au cœur de cette démarche, le projet Agroboost se distingue comme une révolution agricole, incarnant les solutions intelligentes et durables que le groupe propose pour répondre aux besoins alimentaires mondiaux.

16.1.1 Section Diapositive

Les slides de cette page sont conçus pour vous offrir un aperçu captivant de chacun des services innovants proposés par le projet Agroboost. Chaque diapositive met en lumière une solution spécifique, soigneusement élaborée pour répondre aux besoins en matière d'agriculture durable



Figure 21 : Page d'accueil-section diapositive

16.1.2 Section Service:

Cette section est conçue pour vous offrir un aperçu clair et concis des services innovants que nous proposons, chacun répondant à des besoins spécifiques en agriculture. Elle vous permet de comprendre rapidement le rôle et les avantages de chaque service, tout en vous invitant à explorer plus en profondeur les solutions qui peuvent transformer et optimiser vos pratiques agricoles.

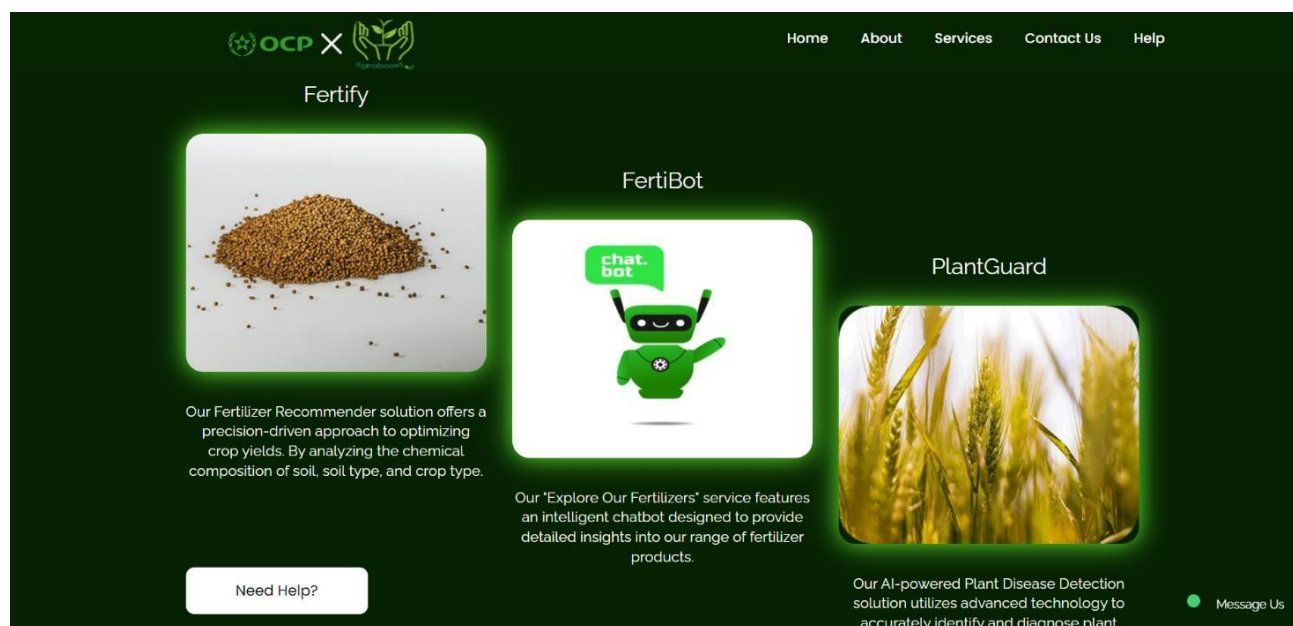


Figure 22 : page d'accueil-section services

16.1.3 Section Chatbot:

Notre chatbot est votre guide interactif, conçu pour répondre à toutes vos questions et faciliter votre navigation sur notre site web. Il est là pour vous fournir des informations précises sur nos services, vous aider à trouver rapidement ce que vous cherchez, et vous accompagner tout au long de votre exploration.

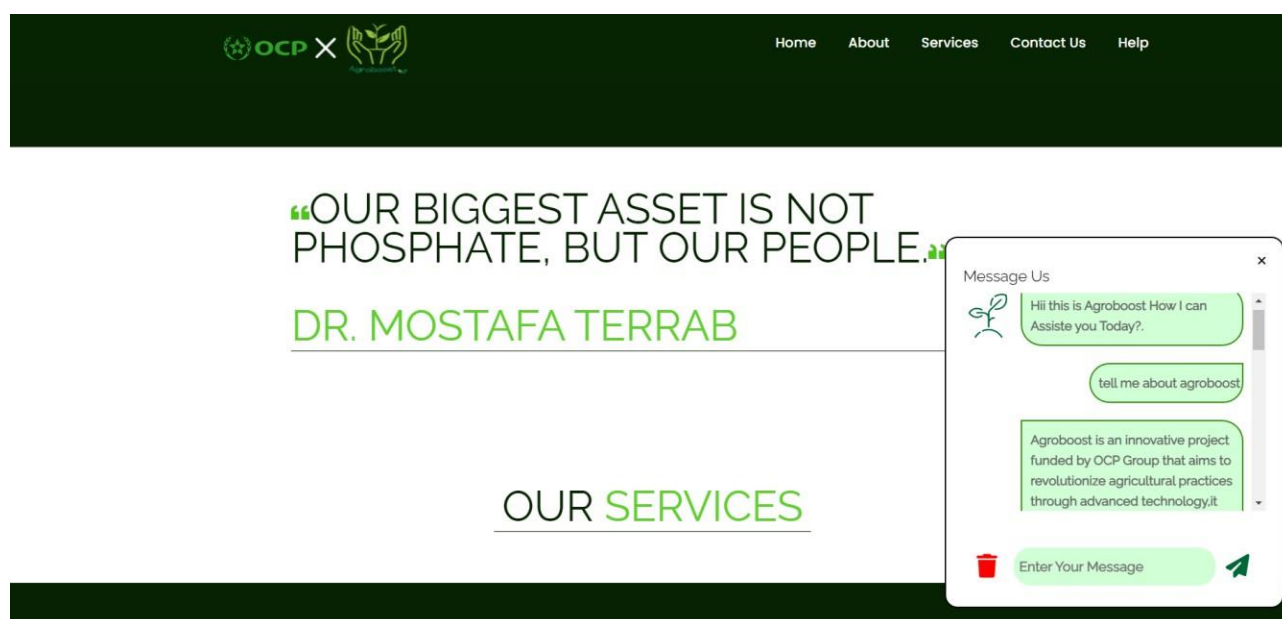


Figure 23 : page d'accueil-chatbot

16.2 Fertify

Fertify est un outil de recommandation de fertilisants conçu pour vous accompagner dans le choix du fertilisants. Basé sur une analyse approfondie de multiples facteurs, tels que le type de sol, le type de culture, les conditions environnementales, et l'état du sol.

The screenshot shows the Fertify web application. On the left, there's a section titled "ABOUT FERTIFY" with the subtitle "BOOST YOUR CROPS WITH SMART FERTILIZER". Below this, a paragraph introduces Fertify as a go-to solution for advanced fertilizer recommendations, powered by AI technology. A button labeled "Top Fertilizer : Urea" is visible. On the right, there's a form titled "SOIL CONDITIONS" with input fields for Temperature (2), Humidity (3), Moisture (8), Nitrogen (9), Potassium (3), and Phosphorus (3). Below these are radio buttons for "Sol Type" (Loamy, Sandy, Clayey, Black, Red) and "Crop Type" (SugarCane, Cotton, Millets, Paddy, Pulses, Mais, Tobacco, Barley, Wheat, Oil seeds, Ground Nuts). A "Discover Top Fertilizer" button is at the bottom right.

Figure 24 : Service 'Fertify'

16.3 FertiBot

Fertibot est un chatbot intelligent basé sur un modèle de langage avancé (LLM), dédié à vous fournir des informations précises sur les fertilisants brevetés du Groupe OCP.

The screenshot shows the FertiBot chatbot interface. On the left, there's a text box introducing FertiBot as a go-to fertilizer expert, revolutionizing agriculture with AI-driven recommendations. On the right, there's a chat window titled "FertiBot" with a message input field and a "Send" button. The chat history shows a user asking "how can i assist you today?", followed by a response from FertiBot asking "tell me about nutridrop". The user then asks "tell me about a fertilizer you know", and FertiBot responds with information about NUTRIDROP® 12.61, a high quality soluble MAP (Monoammonium Phosphate) suitable for fertigation and foliar application. The response mentions it is a fully water soluble fertilizer, highly concentrated in phosphorus (61%) and rich in nitrogen (12%).

Figure 25 : Service 'FertiBot'

16.4 PlantGuard

PlantGuard est un outil avancé de détection des maladies des feuilles, spécialement conçu pour surveiller la santé de vos cultures.

PlantGuard analyse les feuilles des plantes pour identifier les signes précoces de maladies ou de stress. Ce service vous aide à prendre des mesures rapides pour protéger vos cultures et optimiser leur rendement. Grâce à PlantGuard, vous bénéficiez d'une surveillance continue et précise, garantissant une gestion proactive et efficace des risques pour vos plantations.

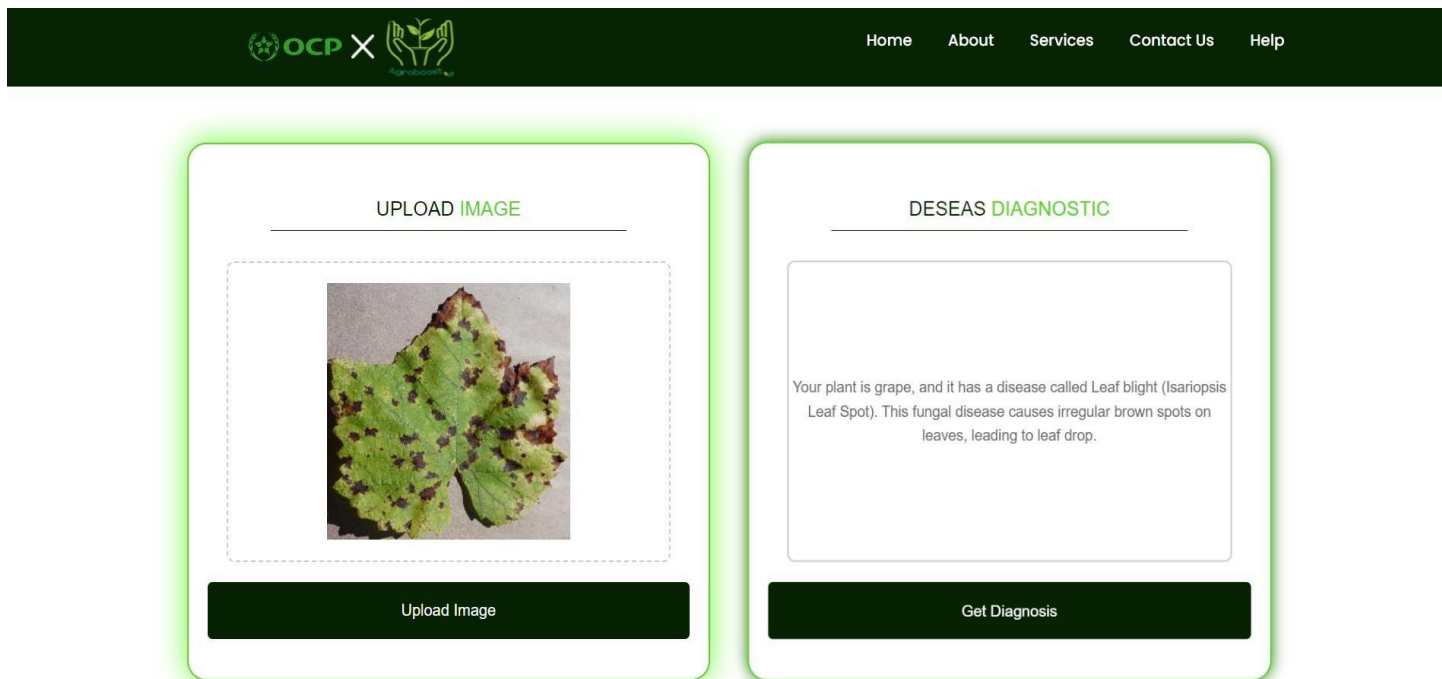


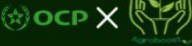
Figure 26 : Service 'PlantGuard'

16.5 Page Contact

Notre section "Contact Us" est votre point de connexion direct avec notre équipe, un véritable outil d'écoute et d'engagement client. Nous valorisons chaque retour et chaque question, et nous nous engageons à répondre rapidement et efficacement à vos demandes. Que vous ayez des questions sur nos services, des suggestions à partager ou besoin d'une assistance particulière, notre équipe est là pour vous écouter et vous accompagner. Utilisez ce formulaire pour nous faire part de vos besoins, et nous nous ferons un plaisir de vous aider et d'améliorer continuellement notre offre en fonction de vos retours (figure ci-dessous).


17 Conclusion

La phase de réalisation a marqué une étape décisive dans l'avancement du projet, concrétisant les concepts et les stratégies élaborés lors des phases précédentes. À travers une mise en œuvre rigoureuse des techniques et modèles discutés, chaque composante du projet a été développée avec précision, en assurant une intégration harmonieuse des différentes fonctionnalités. Cette réalisation témoigne de la robustesse des choix technologiques et méthodologiques adoptés, aboutissant à une solution opérationnelle qui répond aux exigences initiales. Les résultats obtenus lors de cette phase reflètent non seulement la qualité de l'exécution, mais aussi la capacité du projet à atteindre ses objectifs de manière efficace et durable.




[Home](#)[About](#)[Services](#)[Contact Us](#)[Help](#)

CONTACT FORM




First name

Jane




Last name

Cooper




Mail

jhon@mail.com



Phone

(212) 688062914




Which service are you contacting us about?

☐ Fertify

☐ FertiBot

☐ PlantGuard



Message

Type your message

GET DIRECTION

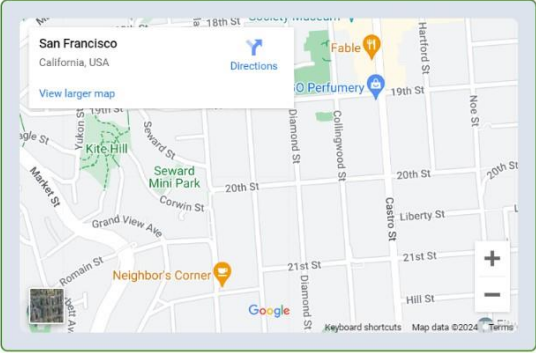


Figure 27 : Service ‘Contact’

24

CONCLUSION GENERALE

En conclusion, l'application développée au cours de ce projet incarne une avancée significative pour le secteur agricole au Maroc. En offrant des solutions personnalisées pour l'optimisation des rendements agricoles, elle répond à des défis majeurs auxquels sont confrontés les agriculteurs, tels que la sélection des fertilisants adaptés et la détection précoce des maladies des plantes. L'intégration de technologies de pointe, telles que l'apprentissage automatique, dans le domaine agricole, ouvre la voie à une agriculture plus intelligente, durable et efficace.

Cette application ne se limite pas seulement à fournir des recommandations, mais elle contribue également à la modernisation de l'agriculture marocaine en permettant aux agriculteurs d'accéder à des outils technologiques innovants. Cela pourrait non seulement améliorer la productivité agricole, mais aussi renforcer la compétitivité du secteur agricole marocain sur les marchés locaux et internationaux. En fin de compte, l'adoption généralisée de telles solutions pourrait jouer un rôle clé dans le développement économique du Maroc, en garantissant la sécurité alimentaire et en soutenant le bien-être des agriculteurs.

WEBOGRAPHIE

• https://medium.com/@callumjmac/implementing-rag-in-langchain-with-chroma-a-step-by-step-guide-16fc21815
• https://www.sklearn.org
• https://www.python.org
• https://www.sklearn.org
• https://www.tensorflow.org .