



**OPTIMISATION DE LA PRODUCTION AGRICOLE EN AFRIQUE
CENTRALE AVEC L'AIDE DE L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE : CAS DE PRODUCTION DU MAÏS, HARICOT ET
ARACHIDE AU CAMEROUN**

Présenté et soutenu par :

GOULMEMEI BASSIME AMRAM

En vue de l'obtention du

« Diplôme d'Architecte des systèmes d'informations »

ECOLE-IT (Campus Bruxelles)

Année académique 2024/2025

Résumé

L'agriculture joue un rôle fondamental dans l'économie du Cameroun, assurant des revenus à une grande majorité de la population et contribuant activement au développement social et économique du pays. Cependant, les pratiques agricoles, en particulier pour les cultures essentielles comme le maïs, le haricot et l'arachide, restent difficiles et éprouvantes pour de nombreux agriculteurs. Cette difficulté est encore plus accentuée chez les nouveaux cultivateurs qui, par manque d'expérience ou de conseils adéquats, s'épuisent rapidement face aux décisions agricoles complexes telles que le choix approprié des semences, les quantités optimales ou encore les périodes propices aux semailles.

Avec l'avènement des technologies modernes et particulièrement de l'intelligence artificielle, il devient envisageable d'optimiser ces pratiques agricoles. C'est dans ce contexte précis que je me suis posé la question suivante : est-il possible, grâce à la technologie, notamment l'intelligence artificielle, de réduire l'essoufflement d'un agriculteur novice ou expérimenté sur une terre ?

Mon objectif dans cette recherche est ainsi de démontrer que l'intelligence artificielle peut jouer un rôle déterminant dans l'optimisation des pratiques agricoles, permettant de réduire significativement l'effort mental et physique des agriculteurs. Pour atteindre cet objectif, je suis passé par le développement d'un modèle IA entraîné sur des données agricoles collectées directement auprès des agriculteurs camerounais, puis nettoyées et traitées. Grâce à cet entraînement, le modèle est capable de générer des recommandations sur les quantités optimales de semences à utiliser, le type de sol adapté, les périodes favorables aux semailles, ainsi que des prévisions fiables des récoltes attendues.

Enfin, ce modèle d'intelligence artificielle est intégré à une plateforme numérique simple à utiliser, permettant ainsi même aux utilisateurs novices en informatique d'y accéder facilement. Cette approche vise à maximiser la réduction des pertes agricoles durant les semailles tout en favorisant une prise de décision agricole simple, rapide et efficace pour tous les agriculteurs, contribuant ainsi durablement à l'amélioration des rendements agricoles locaux.

Table de Contenu

Résumé.....	I
Table de Contenu.....	II
Liste des figures	V
Liste des tableaux.....	VI
Glossaire.....	VII
Remerciements.....	VIII
Introduction Générale.....	1
PARTIE 1. CONTEXTE GÉNÉRAL ET CADRE CONCEPTUEL.....	3
Chapitre 1. Contexte général et concepts clés.....	3
1.1 L'agriculture en Afrique centrale	3
1.2 Intelligence artificielle et agriculture intelligente	5
1.2.1 Intelligence Artificielle	5
1.2.2 Agriculture intelligente	5
1.3 Enjeux technologiques et sociaux	8
1.3.1 Les défis d'adoption des technologies agricoles	8
1.3.2 Impact potentiel de l'intelligence artificielle sur l'économie agricole	11
Chapitre 2. Collecte et traitement des données	13
2.1 Identification des données nécessaires.....	13
2.1.1 Données sur les sols, les climats, les périodes de semence.	13
2.1.2 Données utilisateur (besoins, expérience agricole).	20
2.2 Méthodes de collecte des données	22
2.2.1 Formulaires pour les agriculteurs : structure et pertinence des questions	22
2.2.2 Exploitation des sources secondaires	28
2.2.3 Défis et solutions pour une collecte efficace	30
2.3 Prétraitement des données.....	31
2.3.1 Nettoyage des données	32
2.3.2 Normalisation des données.....	33
2.3.3 Structuration des données.....	34
2.4 Challenges dans la collecte des données agricoles	36
2.4.1 Manque d'accès aux données fiables.....	36
2.4.2 Variabilité des données selon les régions.....	38

2.4.3 Le manque de volonté des agriculteurs	39
PARTIE 2. MODÉLISATION ET MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE	44
Chapitre 3. Modèle théorique et méthodologie	44
3.1 Cadre théorique.....	44
3.1.1 Théories et algorithmes d'intelligence artificielle pertinents	44
3.1.2 Notion d'apprentissage supervisé et non supervisé.....	45
3.1.3 Synthèse et choix du modèle	45
3.2 Méthodologie générale.....	47
3.2.1 Étapes de conception et de mise en œuvre de la solution.....	47
3.2.2 Justification des choix méthodologiques	48
3.3 Architecture globale de la solution	50
3.3.1 Structure de la plateforme.....	50
3.3.2 Collecte des données	51
3.3.3 Moteur de recommandation.....	52
3.3.4 Interface utilisateur	52
3.3.5 Scalabilité de la plateforme	53
Chapitre 4. Développement et implémentation.....	54
4.1 Design et développement de la plateforme FieldGenius	54
4.1.1 Détails techniques d'implémentation	54
4.1.2 Hébergement et Déploiement	55
4.1.3 Pourquoi ces choix techniques ?.....	55
4.2 Fonctionnement du système de recommandations.....	56
4.3 Scénarios d'utilisation.....	58
Diagramme de séquence globale :	58
Scénario graphique de la plate-forme :	58
Exemple de scénario d'utilisation.....	60
Images de manipulation de la plateforme.....	60
PARTIE 3. ÉVALUATIONS ET RÉSULTATS.....	64
Chapitre 5. Résultats et analyses	64
5.1 Tests et évaluations	64
5.1.1 Méthodologie de test et choix des échantillons	64
5.1.2 Critères de performance évalués.....	65
5.1.3 Indicateurs de performance mesurés	66
5.1.4 Indicateurs mesurés et résultats obtenus.....	66

5.2 Analyse des performances.....	70
5.2.1 Performances observées avant l'introduction de FieldGenius.....	70
5.2.2 Performances observées avec FieldGenius (résultats prédictifs).....	70
5.2.3 Points forts identifiés dans les performances du modèle.....	71
5.3 Retours d'expérience des utilisateurs.....	73
5.3.1 Quelques feedback obtenus	74
5.3.2 Synthèse globale des retours utilisateurs	76
5.3.3 Réponse à la question de la révolution agricole	77
Conclusion.....	79
Postface	i
Bibliographie.....	ii
Annexes.....	iv
Annexe 1. Formulaire des questions envoyés aux utilisateurs.....	iv

Liste des figures

Figure 1 : Shamsuddeen Jibril et un drone. Source (Bagaldi, 2024).....	9
Figure 2 : Un employé de Sasini met de l'engrais à l'intérieur d'un drone. Source (VOA Afrique, 2024)	10
Figure 3 : Position du Cameroun sur la carte du monde. Source (mapsofworld)	13
Figure 4 : Aperçu globale du climat et des saisons au Cameroun. Source (Partirou)	15
Figure 5 : Variation des températures au Cameroun. Source (Partirou).....	16
Figure 6 : Comparaison des cumules de pluie en millimètres pour chaque mois. Source (Partirou)	16
Figure 7 : Climat au Cameroun. Source (Partirou)	17
Figure 8 : 4 Types de sols. Source (eos.com)	18
Figure 9 : Data Preprocessing : Les différentes étapes. Source (Robert, 2022).....	31
Figure 10 : Recherche des données sur FAO. Source (FAO).....	37
Figure 11 : Manque de disponibilité des données pour le Cameroun. Source (FAO)	37
Figure 12 : Flyer d'offre de mégas internet pour attirer les utilisateurs. (Amram, 2024).....	42
Figure 13 : Le nom du projet avec le logo et slogan pour une identité forte. Source (Amram, 2024)	42
Figure 14 : Architecture simplifié de la solution.....	50
Figure 15 : Architecture en couches	51
Figure 16 : Teste de données de mon fichier de données	56
Figure 17 : Diagramme de séquence globale	58
Figure 18 : Scénario de parcours d'un utilisateur	59
Figure 19 : Page d'accueil	61
Figure 20 : Sélection du type de culture.....	61
Figure 21 : Insertion des paramètres	62
Figure 22 : Recommandations fournis par le système	62
Figure 23 : Visualisation graphique des prédictions vs valeurs réelles pour le maïs	68
Figure 24 : Visualisation graphique des prédictions vs valeurs réelles pour le haricot.....	69
Figure 25 : Visualisation graphique des prédictions vs valeurs réelles pour les arachides	69
Figure 26 : Données réelles pour la culture du maïs, quantités de semence en entré et sortié (fournies par les agriculteurs expérimentés)	71
Figure 27 : Données de semence en entré fournies au modèle.....	72
Figure 28 : Prédiction du rendu par le modèle	72
Figure 29 : Feedback des testeurs sur la plateforme	78

Liste des tableaux

Tableau 1 : Structure du formulaire.....	23
Tableau 2 : Différence entre données primaires et secondaires.....	29
Tableau 3 : Indicateurs mesurés et résultats obtenus pour le maïs	66
Tableau 4 : Indicateurs mesurés et résultats obtenus pour le haricot	67
Tableau 5 : Indicateurs mesurés et résultats obtenus pour l'arachide	67

Glossaire

IA: Intelligence Artificielle

DBSCAN: Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise

PHP: Hypertext Preprocessor

HTML: Hypertext Markup Language

CSS: Cascading Style Sheets

NLP : Natural Language Processing

ML : Apprentissage Automatique (Machine Learning)

RMSE : Racine Carrée de l'Erreur Quadratique Moyenne (Root Mean Squared Error)

MAE : Erreur Absolue Moyenne (Mean Absolute Error)

R^2 : Coefficient de Détermination (Coefficient of Determination)

ANN : Réseaux de neurones artificiels (Artificial Neural Networks)

K-means : Algorithme de clustering K-means

API : Interface de Programmation Applicative (Application Programming Interface)

JSON : JavaScript Object Notation

SQL : Structured Query Language (Langage de requête structuré)

Remerciements

Je tiens, avant de présenter mon travail, à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui m'ont accompagné et soutenu de près ou de loin tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je tiens tout d'abord à rendre grâce au bon Dieu, qui est ma force, ma lumière, mon protecteur, mon refuge et mon salut.

J'exprime ma profonde gratitude à M. Nadi BILANI.

J'exprime mes plus sincères remerciements à M. Cyril Pachon, mon professeur de mémoire, pour son aide précieuse, ses conseils et son soutien constant. Ses remarques constructives ont grandement contribué à l'orientation et à la qualité de ce travail.

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements à l'ensemble du corps administratif et enseignant de l'ECOLE-IT, Ecole supérieure des technologies et de l'information, pour avoir porté un vif intérêt à ma formation académique, et pour avoir accordé de l'attention et de l'énergie, et ce, dans un cadre agréable de respect.

Je ne saurais oublier de remercier mes proches, amis et camarades pour leur patience, leur compréhension et leur soutien moral tout au long de cette période de travail intense.

Enfin, je souhaite remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire, en apportant leur expertise, leur aide ou leurs encouragements.

À tous, un grand merci.

Introduction Générale

L'agriculture constitue le pilier économique et social de nombreux pays d'Afrique centrale, assurant les moyens de subsistance d'une majorité de la population. Cependant, ce secteur vital fait face à des défis croissants qui entravent son développement. Parmi ces obstacles figurent la faible productivité, les variations climatiques imprévisibles et le manque d'accès à des technologies modernes adaptées aux réalités locales. Les cultures de base telles que le maïs, le haricot et l'arachide, essentielles à l'alimentation et à l'économie, subissent souvent des pertes importantes dues à des pratiques inadaptées, une gestion inefficace des ressources naturelles et une utilisation peu optimale des intrants agricoles.

Les agriculteurs débutants sont particulièrement affectés par ces problématiques. Leur manque d'expérience et de connaissances techniques les expose à des erreurs coûteuses, réduisant leur motivation et augmentant leur vulnérabilité économique. Les professionnels, quant à eux, malgré leur expertise, s'essouffent face à l'intensité des efforts requis pour maintenir des rendements acceptables, notamment dans un contexte où la demande pour des produits agricoles de qualité ne cesse de croître. Ces réalités rendent nécessaire l'adoption de solutions novatrices permettant de maximiser les rendements tout en réduisant les contraintes liées à la production agricole.

Dans ce contexte, l'intelligence artificielle (IA) se présente comme une solution prometteuse. En permettant l'analyse de grandes quantités de données, l'IA offre la possibilité de fournir des recommandations précises et personnalisées. Par exemple, elle peut aider à choisir les semences les mieux adaptées à un type de sol et à une saison donnée, calculer les doses optimales d'engrais. Ces avancées technologiques pourraient révolutionner les pratiques agricoles en Afrique centrale en rendant ces solutions accessibles à tous, qu'il s'agisse d'agriculteurs novices ou expérimentés.

Face à cette problématique, une question centrale se pose qui est « Est-il possible d'éviter ou de réduire l'essoufflement d'un cultivateur sur une terre ? » À travers ce travail, je vais démontrer que l'IA peut non seulement améliorer les rendements agricoles, mais aussi réduire les pertes dans le quotidien des agriculteurs.

Pour atteindre cet objectif, j'analyserai d'abord les défis actuels auxquels l'agriculture en Afrique centrale est confrontée, notamment en termes de planification et de gestion des ressources. Ensuite, je concevrai un modèle basé sur l'intelligence artificielle, capable de fournir des recommandations agricoles adaptées aux conditions locales. Une fois développé, ce modèle sera testé et validé afin d'évaluer son efficacité et son impact sur les rendements. Enfin, j'intégrerai ce

modèle dans une plateforme intuitive, rendant ces solutions accessibles même aux agriculteurs débutants.

Ce mémoire se structurera en plusieurs parties. Je commencerai par une exploration approfondie des défis actuels de l'agriculture en Afrique centrale et des opportunités qu'offre l'intelligence artificielle pour transformer ce secteur. Ensuite, j'aborderai la collecte et le traitement des données nécessaires à la mise en place d'un système intelligent. Enfin, je présenterai la conception et l'application d'un modèle d'IA adapté, tout en évaluant son impact potentiel sur les pratiques agricoles locales.

L'objectif final de ce travail est de démontrer que l'intelligence artificielle peut jouer un rôle central dans l'optimisation durable des pratiques agricoles en Afrique centrale. En renforçant la résilience et l'efficacité de ce secteur clé, l'IA peut offrir une solution innovante aux défis auxquels sont confrontés les agriculteurs, tout en contribuant à la sécurité alimentaire et au développement économique de la région.

PARTIE 1. CONTEXTE GÉNÉRAL ET CADRE CONCEPTUEL

Chapitre 1. Contexte général et concepts clés

1.1 L'agriculture en Afrique centrale

Au jour d'aujourd'hui, l'agriculture occupe une place centrale dans l'économie des pays en Afrique Centrale, et elle représente une source essentielle de subsistance pour une grande partie de la population. Concernant la production agricole Africaine, sur jeuneafrique.com l'auteur « Loza Seleshie » est vu entrain de dire « *La production agricole subsaharienne connaît la plus forte croissance au monde depuis 20 ans. Pourtant la majorité des denrées alimentaires sont importées* ». Cet article publié le 21 Février 2022 prends environs 7 minutes de lecture et il se concentre essentiellement sur l'agriculture Africaine. Par-là, il y'a une idée faisant comprendre que l'agriculture en Afrique ne joue pas seulement le rôle d'un moteur économique, mais également le rôle d'un pilier de sécurité alimentaire et du développement rural. Les cultures de base comme le maïs, haricot et arachide jouent un rôle crucial dans cette dynamique, fournissant des denrées alimentaires essentielles et des revenus pour des millions de familles.

Source [\(Seleshie, 2022\)](#)

Cependant, ce secteur fait face à de nombreux défis. Les conditions climatiques parfois imprévisibles, les sols souvent dégradés et le manque d'accès à des intrants agricoles de qualité, tels que les semences et les engrais, peuvent considérablement compliquer les efforts des agriculteurs. Ces contraintes impactent particulièrement les cultures de maïs, de haricot et d'arachide, qui nécessitent des conditions spécifiques pour atteindre leur plein potentiel de rendement. Par exemple, un sol insuffisamment fertile ou une mauvaise gestion des saisons de semis peut entraîner des pertes considérables.

Face à ce problème, les acteurs les plus souvent touchés sont les nouveaux agriculteurs en particulier, qui ressentent durement ces difficultés. Sans une formation adéquate ou un encadrement technique approprié, ils se retrouvent souvent dépassés par les exigences du métier. Même lorsqu'un encadrement est disponible, leur manque d'expérience les empêche de tirer pleinement parti des conseils ou des ressources mises à leur disposition. Ce manque de maîtrise entraîne non seulement des rendements faibles, mais aussi des pertes économiques significatives, les décourageant parfois de poursuivre dans ce domaine.

Les agriculteurs expérimentés, bien qu'ayant une meilleure connaissance des pratiques agricoles, doivent également relever de nombreux défis car maintenir un bon niveau de production exige des efforts considérables, surtout dans un contexte où les conditions environnementales et économiques évoluent rapidement. L'augmentation de la demande pour des produits de qualité et la nécessité d'adopter des méthodes plus durables exercent une pression constante sur ces professionnels, les obligeant à s'adapter continuellement et à innover.

Ainsi, les agriculteurs, qu'ils soient novices ou expérimentés, partagent un besoin urgent de solutions adaptées à leurs réalités, capables de les aider à surmonter les obstacles liés aux cultures de base et à optimiser leurs pratiques pour des rendements plus élevés et plus durables.

1.2 Intelligence artificielle et agriculture intelligente

1.2.1 Intelligence Artificielle

L'intelligence artificielle (IA) est définie comme un ensemble de technologies capables de simuler l'intelligence humaine en effectuant des tâches complexes telles que l'analyse de données, la prise de décisions, et la prédiction. Elle repose sur des approches telles que les suivantes.

Premièrement l'**Apprentissage Automatique (Machine Learning)** qui est une sous-discipline de l'IA où les machines apprennent à partir de données. Les algorithmes de machine learning permettent aux systèmes de s'améliorer automatiquement grâce à l'expérience.

Deuxièmement le **Traitement du Langage Naturel (NLP)**. Cette branche de l'IA permet aux machines de comprendre et de répondre au langage humain de manière naturelle. Les assistants virtuels comme Copilot, ChatGpt utilisent le NLP pour interagir avec les utilisateurs.

En troisième position je citerai l'**Analyse de données massives Big Data**. Il s'agit là de la collecte, du stockage et de l'analyse de grandes quantités de données pour en extraire des informations utiles. Les techniques de big data sont utilisées pour traiter des volumes de données trop importants pour être gérés par des méthodes traditionnelles.

L'objectif principal de l'IA est de fournir des solutions automatisées, précises et adaptées à des problématiques spécifiques, et son application dans le domaine agricole ouvre des perspectives prometteuses.

1.2.2 Agriculture intelligente

L'agriculture intelligente (aussi connu sous le nom d'agriculture de précision), est une approche moderne de la gestion agricole qui utilise des technologies avancées pour optimiser la production et la gestion des ressources.

Une autre définition plus explicative est retrouvée sur safetyculture.com dans un article publié en 2024 et selon cet article, L'agriculture intelligente est « *une pratique de production agricole qui consiste à utiliser des technologies telles que la robotique, les drones et l'IA, entre autres, pour gérer les exploitations agricoles, augmenter la production et réduire les impacts environnementaux.* ». La leçon tirée ainsi ici est que l'agriculture intelligente vise à améliorer la qualité et la quantité des produits agricoles tout en optimisant l'efficacité du travail humain pour obtenir les meilleurs résultats possibles.

Source [_ \(SafetyCulture, 2024\)](https://safetyculture.com)

Quelques aspects clés de l'agriculture intelligente sont les suivantes.

L'aspect 1 est « Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) ».

Utilisation de capteurs, drones, GPS, et autres outils pour collecter des données en temps réel sur les conditions du sol, la météo, la croissance des cultures, et plusieurs autres facteurs ne pouvant être énumérés. Dans ce cadre spécifique, lors de ma recherches j'ai pu obtenir l'information sur un reportage d'un nigérian ; « Shamsudeen Jibril », qui a créé un drone capable de détecter les maladies sur les plantes et fournir un diagnostic rapide des produits chimiques à appliquer. Je discuterai de ça plus en profondeur dans les autres parties du mémoire.

L'aspect 2 est « l'Analyse de Données ». Les données collectées sont analysées pour prendre des décisions éclairées sur l'irrigation, la fertilisation, la lutte contre les parasites, et d'autres aspects de la gestion agricole.

L'aspect 3 est « l'Automatisation ». Utilisation de machines et de robots pour effectuer des tâches agricoles de manière plus efficace et précise, réduisant ainsi la main-d'œuvre nécessaire et augmentant la productivité.

L'aspect 4 est « Gestion Durable des Ressources ». L'agriculture intelligente vise à utiliser les ressources de manière plus durable, en réduisant les déchets, en optimisant l'utilisation de l'eau et des engrais, et en minimisant l'impact environnemental.

L'aspect 5 est « Connectivité ». Les fermes intelligentes sont souvent connectées à des réseaux de communication qui permettent de surveiller et de contrôler les opérations à distance.

En résumé, la leçon retenue de l'agriculture intelligente est qu'elle combine la technologie et l'innovation pour améliorer l'efficacité, la productivité et la durabilité de l'agriculture.

Dans le cadre de l'agriculture, l'IA se positionne comme un outil stratégique pour faire face aux nombreux défis rencontrés par les agriculteurs, en particulier au Cameroun, où les contraintes environnementales et économiques limitent souvent la productivité. L'IA est capable de fournir des recommandations personnalisées en analysant des paramètres tels que la qualité du sol, les conditions climatiques, les besoins en intrants (semences, engrais) et les cycles de culture. Ces recommandations permettent non seulement d'optimiser les ressources, mais aussi d'éviter les erreurs coûteuses souvent commises par les cultivateurs.

Un exemple pertinent d'application de l'IA est la modélisation des recommandations de semences. Pour des cultures comme le maïs, le haricot et l'arachide, qui jouent un rôle crucial dans l'économie agricole camerounaise, l'IA peut analyser les caractéristiques spécifiques d'un terrain (composition chimique, humidité, pH, superficie) et proposer les variétés de semences les mieux adaptées. De plus, l'IA peut prévoir les périodes de semis les plus favorables en utilisant les données météorologiques locales dont elle dispose, réduisant ainsi les risques d'échec liés à

des conditions climatiques défavorables (Ceci sera très utile pour tout cultivateur en particulier les novices).

Dans le contexte de ma recherche, l'optimisation des ressources est une autre contribution clé de l'IA. Par exemple, les systèmes intelligents peuvent calculer avec précision les quantités d'engrais nécessaires, évitant ainsi le gaspillage et réduisant l'impact environnemental. Ces outils sont particulièrement utiles dans des contextes comme celui du Cameroun, où les ressources agricoles sont souvent limitées et où les agriculteurs doivent maximiser leur productivité tout en minimisant les coûts.

Dans la perspective de ce mémoire, l'accent sera mis sur la manière dont l'IA peut répondre à la question fondamentale suivante « *Est-il possible d'éviter ou de réduire l'essoufflement d'un cultivateur sur une terre ?* » En effet, l'essoufflement, tant physique qu'économique, est un problème récurrent chez les agriculteurs camerounais. L'intégration d'outils basés sur l'IA offre une solution pour alléger la charge de travail, améliorer les rendements, et garantir une utilisation optimale des terres.

Ainsi, l'agriculture intelligente, alimentée par l'IA, ne se limite pas à la modernisation des pratiques agricoles. Elle offre une approche systématique et durable pour transformer le secteur agricole au Cameroun, en garantissant non seulement des rendements accrus, mais également une meilleure qualité de vie pour les cultivateurs, qu'ils soient novices ou expérimentés.

1.3 Enjeux technologiques et sociaux

1.3.1 Les défis d'adoption des technologies agricoles

L'adoption de technologies modernes dans l'agriculture camerounaise reste confrontée à plusieurs défis majeurs, particulièrement lorsqu'il s'agit d'outils basés sur l'intelligence artificielle. Tout d'abord, il y a une faible familiarité des agriculteurs avec les outils technologiques. La majorité des exploitants agricoles en Afrique centrale, notamment au Cameroun, sont issus de milieux ruraux où l'accès aux technologies numériques est limité. Selon **FAO (2021)**, environ 70 % des agriculteurs dans ces régions utilisent encore des pratiques traditionnelles, sans recours aux outils numériques, car ils n'en comprennent pas l'usage ou n'ont pas accès à des infrastructures telles qu'internet ou smartphones. Source [\(FAO\)](#)

Ensuite, l'illettrisme numérique et technologique constitue un autre frein. La maîtrise des applications et logiciels agricoles nécessite une certaine compétence que beaucoup d'agriculteurs, surtout les novices, ne possèdent pas encore. Ces derniers manquent d'expérience pratique et théorique dans le domaine agricole, ce qui les rend encore plus vulnérables à l'échec face à des défis comme les saisons irrégulières, la gestion des intrants ou les maladies des plantes.

Même les agriculteurs expérimentés ne sont pas à l'abri de ces problèmes. Malgré leur expertise, ils peinent souvent à adopter des solutions numériques. En raison de l'intensité de leurs efforts physiques, couplés à une méconnaissance des bénéfices des outils modernes, ils s'épuisent à maintenir un rendement constant.

1.3.1.1 Étude de cas sur le Drone agricole de Shamsudeen Jibril

Un exemple frappant d'innovation technologique dans le domaine agricole en Afrique de l'Ouest est celui de **Shamsudeen Jibril**, un jeune Nigérian qui a conçu un drone capable de détecter les maladies des plantes. Ce drone collecte des images des cultures à l'aide de capteurs, puis utilise des algorithmes d'intelligence artificielle pour identifier les maladies présentes sur les feuilles.



Figure 1 : Shamsuddeen Jibril et un drone. Source [\(Bagaldi, 2024\)](#)

Pour expliquer le contexte et l'histoire, elle se déroule dans une période où l'insécurité alimentaire constitue un problème crucial dans le Nigeria. Alors que des millions de Nigériens luttent pour accéder à des aliments de qualité, un vent d'innovation souffle dans le secteur agricole. De jeunes entrepreneurs et startups s'investissent pour transformer les pratiques agricoles en y intégrant la technologie. L'exemple le plus marquant de cette révolution est porté par Shamsuddeen Jibril, un jeune ingénieur de 24 ans basé dans l'État de Kaduna, au nord-ouest du pays. Ce dernier, avec son équipe, développe des drones spécialisés dans la détection des maladies qui touchent les cultures agricoles. Source [\(VOA-Afrique, 2024\)](#)

Dans un modeste atelier, Jibril et son entreprise Vora Robotics travaillent à des solutions technologiques ayant un impact direct sur l'efficacité des pratiques agricoles. Grâce à une enquête nationale de 2022, le problème des ravageurs et maladies des cultures a été largement documenté et certains agriculteurs ont subi des pertes atteignant jusqu'à 80 % de leurs récoltes. Face à ce constat alarmant, Jibril et son équipe proposent une réponse innovante et locale, des drones fabriqués avec des matériaux accessibles au niveau national.

Ces drones, véritables bijoux technologiques, remplissent une double fonction. Premièrement, ils prennent des photographies des cultures, analysées ensuite par une application spécialement conçue par l'équipe de Vora Robotics. Cette analyse permet de détecter des maladies rapidement, parfois bien avant qu'elles ne deviennent visibles à l'œil nu. Deuxièmement, ces drones sont capables de pulvériser des insecticides là où cela est nécessaire, réduisant considérablement les pertes agricoles dues aux ravageurs. Source [\(Gahima, 2024\)](#)

Le potentiel de cette innovation est immense. En 2024, les producteurs de gingembre nigériens ont perdu plus de sept millions de dollars en raison de maladies agricoles. Une technologie comme celle mise en avant par Jibril pourrait empêcher de telles pertes à l'avenir, en aidant les agriculteurs à prendre des mesures proactives et ciblées.

L'expérience des producteurs eux-mêmes illustre l'importance du projet. Lawal Ibrahim Danbushiya, un agriculteur local, partage son enthousiasme face à cette technologie. Il souligne que les agriculteurs, en raison d'un manque d'expertise et de technologies adéquates, peinent souvent à détecter les maladies à un stade précoce. Grâce aux drones de Vora Robotics, cette dynamique pourrait changer, offrant aux cultivateurs un meilleur contrôle sur la santé de leurs plantations.

Le projet de Jibril dépasse la simple innovation technologique et ainsi il représente un exemple frappant de l'ingéniosité et de la détermination des jeunes Nigériens. En utilisant des matériaux locaux et en concentrant ses efforts sur les besoins spécifiques des agriculteurs, Vora Robotics propose une solution sur mesure qui répond non seulement aux défis agricoles, mais également aux enjeux économiques. Ce genre de projets démontre que la technologie peut devenir un puissant catalyseur pour le développement durable, même dans des contextes marqués par des obstacles économiques et sociaux.

En conclusion, le travail de Shamsuddeen Jibril et de son entreprise incarne un espoir renouvelé pour les agriculteurs nigériens. À travers l'intégration de la robotique et de l'intelligence artificielle dans l'agriculture, ces jeunes entrepreneurs montrent qu'il est possible de faire face aux défis nationaux de manière innovante et efficace. Le drone créé par Jibril pourrait bien devenir un outil clé dans la transformation agricole du Nigeria, offrant des solutions durables et accessibles à ceux qui en ont le plus besoin.



Figure 2 : Un employé de Sasini met de l'engrais à l'intérieur d'un drone. Source *(VOA Afrique, 2024)*

Ce projet, bien qu'ingénieux, rencontre aujourd'hui des défis importants. Selon des rapports (**Premium Times, 2023**), le drone nécessite un entretien coûteux, et sa fabrication locale n'est pas suffisamment industrialisée pour répondre à la demande. En outre, son utilisation nécessite

une formation spécialisée pour piloter le drone et interpréter les résultats, ce qui limite son accessibilité aux petits agriculteurs. Enfin, l'infrastructure d'appui, comme les centres techniques capables de réparer ou d'améliorer les drones, est quasi inexistante dans plusieurs régions rurales du Nigeria.

1.3.1.2 Différence entre le projet de Shamsudeen Jibril et mon projet

Le projet de Shamsudeen Jibril vise principalement à résoudre les problèmes liés aux maladies des cultures en fournissant un diagnostic précis basé sur des images capturées par drone. Mon projet, quant à lui, se concentre sur l'optimisation des semences et des récoltes grâce à un plan de semences personnalisé.

Alors que le drone de Shamsudeen repose sur l'analyse visuelle des plantes pour prévenir les pertes dues aux maladies, ma solution prend en compte des données clés telles que la **superficie du terrain**, le **type de sol**, et la **saison agricole** afin de fournir des recommandations sûres en ce qui concerne les éléments suivants.

Premièrement, l'élément 1 est le type et la quantité de semences à utiliser, Deuxièmement, l'élément 2 est les prévisions optimales des récoltes en cas d'engrais appliqué ou pas, Enfin, l'élément 3 est le moment le plus approprié pour semer et récolter.

Ainsi, contrairement à une technologie qui intervient après le démarrage de la culture pour limiter les pertes, ma solution agit **en amont**, lors de la planification, pour maximiser les chances de succès et réduire l'effort des cultivateurs.

1.3.2 Impact potentiel de l'intelligence artificielle sur l'économie agricole

L'introduction de solutions basées sur l'intelligence artificielle a le potentiel de transformer profondément l'économie agricole locale. Une étude menée par **World Bank (2022)** montre que les outils d'IA dans l'agriculture peuvent augmenter les rendements de 25 à 30 %, tout en réduisant les coûts d'intrants agricoles d'environ 15 %. Cela signifie que les agriculteurs pourraient générer davantage de revenus tout en réduisant leurs dépenses, ce qui renforcerait la résilience économique des zones rurales. Source [\(Jenane, 2025\)](#)

En outre, ces technologies pourraient jouer un rôle clé dans l'inclusion des jeunes et des femmes dans l'agriculture, car elles rendent ce secteur plus accessible et attrayant. Par exemple, les

applications mobiles peuvent être traduites en langues locales et utilisées sur des smartphones basiques, éliminant ainsi les barrières linguistiques et technologiques.

Recommandations pour une adoption réussie

Pour surmonter les défis culturels et technologiques, il est essentiel d'adopter une approche holistique. Les gouvernements et les ONG doivent travailler ensemble pour favoriser un nombre de facteurs tel que cité ci-bas.

Améliorer les infrastructures technologiques. Installer des réseaux internet fiables dans les zones rurales et subventionner l'achat d'outils numériques.

Former les agriculteurs. Organiser des sessions pratiques pour les initier à l'utilisation des outils numériques et les sensibiliser aux avantages de l'intelligence artificielle.

Développer des solutions adaptées. Créer des interfaces simplifiées et accessibles, intégrant des recommandations claires dans les langues locales.

Favoriser les partenariats public-privé. Les entreprises technologiques et les gouvernements devraient collaborer pour développer des technologies agricoles accessibles, à l'instar de mon projet.

En conclusion, bien que des défis importants subsistent, l'intégration de l'intelligence artificielle dans l'agriculture camerounaise constitue une opportunité révolutionnaire. En optimisant les pratiques agricoles, elle pourrait non seulement augmenter les rendements, mais aussi alléger l'effort des cultivateurs, qu'ils soient novices ou expérimentés, tout en renforçant la sécurité alimentaire et l'économie locale.

Source [\(Sakyi, 2024\)](#)

Chapitre 2. Collecte et traitement des données

2.1 Identification des données nécessaires

L'optimisation des pratiques agricoles par l'intelligence artificielle repose sur la collecte et l'analyse de données variées et précises. Ces données couvrent plusieurs aspects essentiels, notamment les caractéristiques des sols, les conditions climatiques, les périodes de semence, les semences ainsi que les besoins et l'expérience des agriculteurs.

2.1.1 Données sur les sols, les climats, les périodes de semence.

L'agriculture est fortement influencée par les conditions du sol et du climat. Dans le cadre de cette étude, il est essentiel de collecter des données précises sur le type de sol, le climat local, et les périodes de semence adaptées aux cultures ciblées (maïs, haricot, arachide).

Le **Cameroun**, bien que situé en Afrique centrale, présente une diversité climatique remarquable en raison de sa position géographique. Selon la position géographique du Cameroun tel que donnée par [Cameroun-plus](#), il s'étend sur une « latitude entre 1°40 et 13° (nord) puis en longitude entre 8°80 et 16°10 (ouest) ». Source [\(Cameroun-plus\)](#)

Alors vu ces données et sa position géographique, il est clair que le Cameroun est un pays de l'hémisphère nord.



Figure 3 : Position du Cameroun sur la carte du monde. Source [\(mapsofworld\)](#)

Dans les pays de l'hémisphère nord, les saisons sont bien distinctes, influençant fortement les pratiques agricoles. L'année y est généralement divisée en quatre saisons qui sont **l'hiver, le printemps, l'été et l'automne**, chacune ayant des températures et des conditions climatiques spécifiques qui déterminent les périodes de semis et de récolte des cultures. Chaque saison est expliquée dans les lignes suivantes.

La première saison qui est l'hiver, qui s'étend généralement de **décembre à février**, est marqué par des températures très basses, souvent en dessous de **0°C** dans de nombreuses régions, voire largement négatives dans les zones plus froides (Scandinavie, Canada, Russie). À cette période, le sol est souvent gelé, rendant l'agriculture impossible en extérieur. Les agriculteurs doivent donc attendre la fin de l'hiver pour commencer les nouvelles cultures, sauf dans le cas de cultures sous serre.

La deuxième saison qui est le printemps, de **mars à mai**, correspond à la période où les températures commencent à remonter, avec des moyennes situées entre **10°C et 20°C** selon les régions. C'est une période clé pour l'agriculture, car c'est à ce moment que les semis de nombreuses cultures sont effectués, notamment celles qui nécessitent des températures modérées et un sol réchauffé. Le **maïs**, par exemple, étant une culture d'été, doit être semé dès que la température du sol dépasse **10°C** pour assurer une bonne germination des graines. Ainsi, dans l'hémisphère nord, le maïs peut être semé entre **mi-mars et fin mai**, ce qui permet d'exploiter pleinement la saison estivale pour sa croissance.

La troisième saison qui est l'été, de **juin à août**, est la saison la plus chaude, avec des températures moyennes variant entre **20°C et 35°C** selon les régions. Cette période est cruciale pour la croissance des cultures semées au printemps, car l'ensoleillement et la chaleur favorisent leur développement. Cependant, dans certaines régions plus arides, comme le sud de l'Europe ou certaines parties des États-Unis, le manque d'eau peut devenir un défi majeur, nécessitant des techniques d'irrigation pour éviter les stress hydriques des plantes.

La quatrième saison, l'automne, de **septembre à novembre**, marque la fin du cycle de nombreuses cultures, avec des températures qui commencent à baisser progressivement (entre **10°C et 20°C**). C'est à cette période que les agriculteurs récoltent leurs cultures avant l'arrivée du froid hivernal. Certains types de cultures, comme le blé

d'hiver, peuvent être semés en automne pour germer avant l'hiver et poursuivre leur croissance au printemps suivant.

Cette structuration climatique impose aux agriculteurs de **suivre un calendrier précis** et d'adapter leurs pratiques en fonction des cycles de gel et de dégel. L'hémisphère nord contraint donc les cultivateurs à planifier rigoureusement les périodes de semis et de récolte. Le **choix des variétés de semences** doit également tenir compte de la résistance au froid et de la durée du cycle de croissance.

Ainsi, l'agriculture dans l'hémisphère nord repose sur une gestion rigoureuse des saisons et une adaptation aux contraintes climatiques spécifiques. Les agriculteurs doivent non seulement sélectionner les périodes optimales de semis, mais aussi utiliser des techniques comme l'irrigation, la protection des cultures contre le gel et parfois des serres chauffées pour maximiser leur production malgré les conditions climatiques contraignantes.

Contrairement aux pays situés dans l'hémisphère nord, où les saisons sont marquées par l'alternance de l'hiver et de l'été, le Cameroun est caractérisé par un climat tropical avec des saisons de pluies et des saisons sèches qui varient selon les régions. La raison pour laquelle elle se distingue des pays de l'hémisphère nord est son rapprochement de l'équateur. Selon [PartirOu.com](https://www.partirou.com), les précipitations au Cameroun débutent en mars et se prolongent jusqu'en novembre, avec une intensité variable selon les zones. Cette variabilité climatique a un impact direct sur les périodes de semence, car la disponibilité de l'eau est un facteur clé pour la croissance des cultures. Source [_\(Partirou\)](https://www.partirou.com)

Climat, Saisons et Meilleure Période au Cameroun



Figure 4 : Aperçu globale du climat et des saisons au Cameroun. Source [_\(Partirou\)](https://www.partirou.com)

Dans les **régions tropicales**, les températures restent relativement constantes toute l'année, avec une distinction majeure entre la saison sèche et la saison des pluies. Ci-dessous sont des données

sous forme de diagramme analytique des températures et pluies au Cameroun obtenu sur partirou.com.

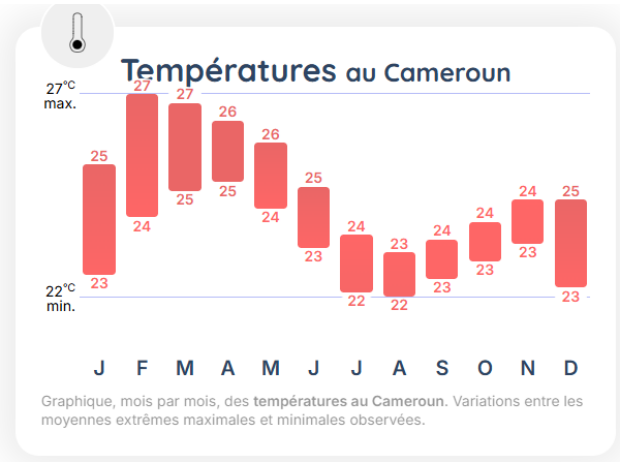


Figure 5 : Variation des températures au Cameroun. Source [_\(Partirou\)](http://partirou.com)

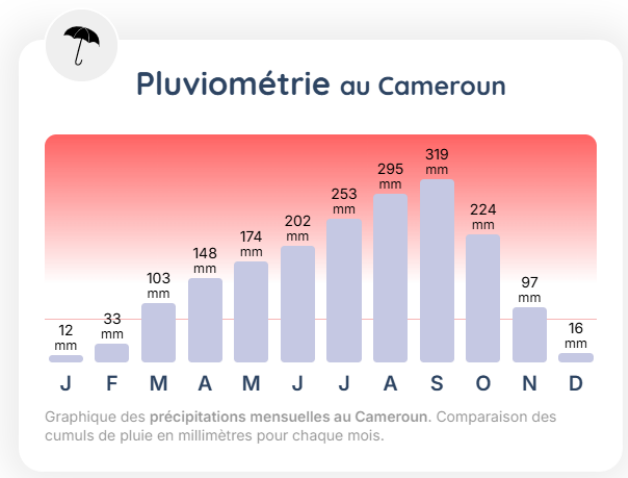


Figure 6 : Comparaison des cumules de pluie en millimètres pour chaque mois. Source [_\(Partirou\)](http://partirou.com)

Cette différence est cruciale pour l’agriculture, car elle influence le choix des cultures et le calendrier des semis. Les cultures comme le maïs, le haricot et l’arachide nécessitent une humidité suffisante pour leur croissance optimale, ce qui les rend dépendantes des saisons de pluie.

	Température			Précipitation	Note climat
	Moy.	Min.	Max.		
Janvier	24 °C	23 °C	25 °C	12 mm	
Février	25 °C	24 °C	27 °C	33 mm	
Mars	26 °C	25 °C	27 °C	103 mm	
Avril	25 °C	25 °C	26 °C	148 mm	
Mai	25 °C	24 °C	26 °C	174 mm	
Juin	24 °C	23 °C	25 °C	202 mm	
Juillet	23 °C	22 °C	24 °C	253 mm	
Août	23 °C	22 °C	23 °C	295 mm	
Septembre	23 °C	23 °C	24 °C	319 mm	
Octobre	24 °C	23 °C	24 °C	224 mm	
Novembre	24 °C	23 °C	24 °C	97 mm	
Décembre	24 °C	23 °C	25 °C	16 mm	

Figure 7 : Climat au Cameroun. Source *(Partirou)*

Les données collectées doivent donc inclure les éléments suivants.

2.1.1.1 Premier élément est le type de sol *(Cherlinka)*

La connaissance des « **types de sols** » est cruciale en agriculture, car elle détermine directement la réussite des cultures. Chaque sol possède des caractéristiques physiques et chimiques propres, influençant sa fertilité, sa capacité de rétention d'eau, sa réaction aux amendements, et bien sûr, sa compatibilité avec certaines espèces végétales. Cette classification permet ainsi aux agriculteurs, chercheurs et ingénieurs agronomes de choisir les techniques les plus appropriées pour améliorer les rendements. Quelques types de sols sont.

Premièrement les « **Sols volcaniques (bon pour cultiver)** » qui sont très fertiles et riches en minéraux essentiels. Idéaux pour le maïs, l'arachide et le haricot. Deuxièmement des « **Sols alluviaux (bon pour cultiver)** », qui sont riches en nutriments et bien drainés. Parfaits pour le maïs, l'arachide et le haricot. Un autre style de sol est le « **Sol latéritique (nécessitant des fertilisants)** » qui est Riche en fer et aluminium mais pauvre en matière organique. Nécessitent des fertilisants pour améliorer leur fertilité. Utilisables pour le maïs, l'arachide et le haricot avec

des amendements appropriés. D'autres types de sols sont les « **Sols sableux (nécessitant des fertilisants)** », Bien drainés mais pauvres en nutriments. Nécessitent des fertilisants et une gestion de l'eau pour être productifs. Utilisables pour le maïs, l'arachide et le haricot avec des fertilisants. Il y'en a également des « **Sols acides (pas bons pour cultiver)** » qui ont un pH bas, limitant la disponibilité des nutriments pour les plantes. Peu fertiles sans amendements. Difficiles pour le maïs, l'arachide et le haricot sans traitement. D'autres types de sols sont les « **Sols salins (pas bons pour cultiver)** » qui Contiennent des niveaux élevés de sels, toxiques pour les plantes. Difficiles à cultiver sans techniques de gestion spécifiques. Peu adaptés pour le maïs, l'arachide et le haricot.



Figure 8 : 4 Types de sols. Source (eos.com)

Pour une description plus élargie de quelques types de sols, je vais expliquer 4 types avec leurs avantages, inconvénients ainsi que les types de cultures qui peuvent être pratiqués.

Le premier type de sol est le « Sol sableux »

Le sol sableux est léger, bien drainé, et se réchauffe rapidement au printemps, ce qui le rend idéal pour les semis précoces et les cultures qui craignent l'humidité stagnante. Grâce à sa texture granuleuse, il est facile à labourer et présente une faible tendance au compactage. Cependant, sa grande perméabilité le rend pauvre en éléments nutritifs, car l'eau s'y infiltre rapidement en emportant les nutriments vers les couches profondes, et son pH est souvent acide. Malgré cela, il convient bien à des cultures telles que les tomates, les melons, les fraises, la laitue, la betterave sucrière, les carottes, les pommes de terre, et des herbes méditerranéennes comme le

romarin, l'origan ou la lavande. En revanche, les cultures exigeantes en eau ou en nutriments comme les pois, les haricots ou certains choux sont moins adaptées à ce type de sol.

Le deuxième type de sol est le « Sol limoneux »

Le sol limoneux, constitué de particules de taille intermédiaire entre celles du sable et de l'argile, combine bonne capacité de rétention d'eau et fertilité naturelle, ce qui en fait un excellent support pour la plupart des cultures, notamment les légumes, les plantes vivaces, les graminées, les arbres comme les saules ou les bouleaux, et plusieurs arbustes. Il est doux au toucher, facile à travailler lorsqu'il est humide, mais il se compacte facilement en période de sécheresse, ce qui peut nuire à l'aération des racines et compliquer le labour. Bien que polyvalent, il est moins favorable aux plantes qui demandent un drainage rapide comme les carottes, les panais ou certaines plantes désertiques. Lorsqu'un bon système de drainage est mis en place, le sol limoneux devient l'un des types de sols les plus fertiles et productifs.

Le troisième type de sol est le « Sol argileux »

Le sol argileux se distingue par sa forte densité, sa capacité exceptionnelle à retenir l'eau et les nutriments, ce qui en fait un sol riche et favorable à des cultures exigeantes comme les brocolis, les choux-fleurs, les pois, les pommes de terre, les arbres fruitiers, ainsi que des plantes ornementales telles que les asters ou le cognassier à fleurs. Toutefois, il est difficile à travailler, car il se réchauffe lentement, devient collant en hiver, dur en été, et présente souvent un pH alcalin qui peut limiter la disponibilité de certains nutriments. Ce sol est donc plus adapté aux plantes nécessitant un sol humide, mais moins à celles qui ont besoin d'un sol meuble et bien drainé comme les légumes-racines ou les baies tendres. Malgré ces défis, il offre un grand potentiel agricole s'il est bien géré avec des techniques de travail adaptées.

Le quatrième type de sol dont je parlerai est le « sol humifère »

Le sol humifère, riche en matière organique décomposée, est noir, spongieux et aéré, ce qui favorise la respiration des racines et permet un bon équilibre entre rétention d'eau et drainage. Il se réchauffe rapidement au printemps, ne se compacte pas facilement et est naturellement exempt de pathogènes, ce qui en fait un substrat idéal pour le démarrage des semis ou la culture des légumineuses, salades, plantes à racines, myrtilles et autres plantes acidophiles. Toutefois, son acidité naturelle peut limiter la disponibilité des nutriments, nécessitant un apport d'engrais pour certaines cultures comme les tomates ou les poivrons qui s'y développent difficilement. De plus,

étant non renouvelable, son exploitation excessive contribue à la libération de gaz à effet de serre, ce qui en fait un sol précieux à utiliser de manière responsable. Source [\(Cherlinka, 2024\)](#)

Dans la collecte des données lors de ma recherche, j'ai regroupé ces types de sols en 3 grandes catégories (fertile, non-fertile et normal)

2.1.1.2 Le deuxième élément est les températures moyennes annuelles

2.1.1.3 Les précipitations mensuelles

2.1.1.4 Type de semence et rendu selon la superficie du sol

Ceci est important pour avoir une bonne marge de calcul lors de l'entraînement du modèle

L'analyse de ces données permettra à la plateforme de proposer aux agriculteurs des recommandations adaptées à leur environnement local, améliorant ainsi le rendement de leurs cultures.

2.1.2 Données utilisateur (besoins, expérience agricole).

Outre les données environnementales, il est essentiel de prendre en compte les **caractéristiques des utilisateurs**, car chaque agriculteur possède un niveau d'expérience et des besoins spécifiques.

Les agriculteurs au Cameroun peuvent être regroupés en plusieurs catégories tel que les suivantes.

Catégorie 1 est « Les agriculteurs novices ». Il s'agit souvent de jeunes entrepreneurs agricoles ou de personnes se lançant dans l'agriculture sans connaissances approfondies. Ils nécessitent une assistance détaillée sur le choix des semences, les techniques de plantation, et l'entretien des cultures.

Catégorie 2 est « Les agriculteurs expérimentés ». Bien qu'ayant une certaine expertise, ils peuvent rencontrer des difficultés liées aux changements climatiques, à l'érosion des sols, ou aux maladies des cultures. Ils recherchent généralement des recommandations pour améliorer leurs rendements.

Catégorie 3 est « Les agriculteurs commerciaux ». Ils exploitent de grandes surfaces et sont intéressés par l'optimisation des rendements grâce à des technologies avancées et des analyses précises des conditions de culture.

La collecte des **données utilisateurs** inclura donc.

Premièrement le **niveau d'expérience** de l'agriculteur, en suite les **cultures pratiquées** et leur historique de rendement, La **localisation géographique** pour adapter les recommandations aux conditions climatiques locales.

Grâce à ces données, la plateforme pourra personnaliser ses recommandations et fournir aux utilisateurs des conseils pratiques adaptés à leurs réalités agricoles. L'identification et l'exploitation de ces données constituent une étape cruciale pour garantir l'efficacité de la plateforme d'optimisation agricole. L'intelligence artificielle, en traitant ces informations, permettra d'offrir aux agriculteurs camerounais des recommandations précises et adaptées, leur permettant ainsi d'améliorer leurs pratiques et d'accroître leur productivité.

2.2 Méthodes de collecte des données

L'efficacité d'un système d'intelligence artificielle destiné à l'optimisation des pratiques agricoles repose sur la **qualité et la pertinence des données collectées**. Ces données doivent refléter avec précision les conditions agricoles locales afin que les recommandations fournies aux cultivateurs soient adaptées aux réalités du terrain. Pour assurer cette collecte de données, plusieurs **méthodes complémentaires** peuvent être utilisées, notamment des **formulaires dédiés aux agriculteurs** et l'exploitation de **sources secondaires** fiables.

2.2.1 Formulaires pour les agriculteurs. Structure et pertinence des questions

Les **formulaires de collecte de données** jouent un rôle central dans l'acquisition d'informations auprès des agriculteurs locaux. Ces formulaires permettent de recueillir des données sur,

Le profil des agriculteurs. âge, expérience en agriculture, formation éventuelle.

Les caractéristiques des terres exploitées. superficie, type de sol, localisation géographique.

Les pratiques agricoles actuelles. méthodes de plantation, types d'engrais utilisés, rotation des cultures.

Les défis rencontrés. problèmes liés aux conditions climatiques, maladies des cultures, rendements agricoles.

L'accès aux technologies. utilisation ou non de smartphones, accès à Internet, familiarité avec les outils numériques.

Ces informations permettent d'adapter les recommandations aux besoins spécifiques des agriculteurs, en tenant compte des facteurs locaux qui influencent la productivité.

Conception des formulaires

La conception des formulaires doit être pensée de manière **ergonomique et accessible**. Il est essentiel de privilégier des questions **simples, précises et compréhensibles** pour que les agriculteurs puissent y répondre facilement, même s'ils ne sont pas familiers avec les outils numériques.

2.2.1.1 Format des questions

Premièrement des Questions à choix multiples pour limiter les réponses trop subjectives et faciliter l'analyse automatisée.

Deuxièmement des Questions ouvertes permettant d'obtenir des précisions sur les pratiques agricoles spécifiques.

Troisièmement des Échelles de notation (un exemple est un niveau de difficulté perçu sur une échelle de 1 à 5 pour certaines problématiques).

2.2.1.2 Canaux de diffusion des formulaires

Le premier canaux est celui des « Formulaires en ligne » accessibles sur smartphone et ordinateur pour les agriculteurs ayant accès à Internet.

En deuxième position vient les « Interviews » menées pour assister les agriculteurs qui ont des difficultés avec la lecture et l'écriture.

Exemple de structure d'un formulaire

Tableau 1 : Structure du formulaire

Section	Exemples de questions
Profil de l'agriculteur	Depuis combien d'années pratiquez-vous l'agriculture ? Avez-vous suivi une formation en agriculture ?
Caractéristiques des terres	Quelle est la superficie de votre exploitation ? Quel type de sol prédomine sur votre terrain ?
Pratiques agricoles	Utilisez-vous des engrais ? Si oui, lesquels ? Quelle méthode de rotation des cultures utilisez-vous ?
Problèmes rencontrés	Quels sont les principaux défis que vous rencontrez (sécheresse, maladies, faibles rendements) ?
Accès aux technologies	Possédez-vous un smartphone ? Avez-vous un accès régulier à Internet ?

Ces formulaires constituent donc une **source de données essentielle** pour mieux comprendre les besoins des agriculteurs et calibrer les recommandations fournies par la plateforme d'intelligence artificielle. Ci-dessous, le formulaire des questions qui ont été diffusé en ligne pour recueillir les données. J'ai également expliqué le but de chaque question.

Section 1. Profil du participant

Q1. Quel est votre âge ?

Cette question permet d'identifier clairement les tranches d'âge dominantes chez les agriculteurs participant à l'étude. L'âge est un critère important, car les approches technologiques et les perceptions des pratiques agricoles peuvent varier fortement selon l'âge. Les jeunes agriculteurs pourraient être plus ouverts à l'usage d'outils numériques, tandis que les agriculteurs plus âgés pourraient être moins familiers avec ces technologies.

Q2. Quel est votre genre ?

Le genre constitue un critère clé pour comprendre la participation des hommes et des femmes à l'agriculture au Cameroun. Cette information permet d'évaluer l'impact potentiel de la plateforme sur l'inclusion sociale et la réduction des inégalités dans le domaine agricole.

Q3. Depuis combien de temps pratiquez-vous l'agriculture ?

Cette question vise à mesurer l'expérience agricole des participants. Il est essentiel de comprendre comment l'expérience influence leurs pratiques agricoles, leurs décisions en matière de semences, et leur ouverture à utiliser un outil technologique comme FieldGenius.

Q4. Quel type de cultivateur êtes-vous ?

Cette question approfondit l'évaluation du niveau d'expérience et du professionnalisme des agriculteurs participants. La distinction entre débutants, amateurs et agriculteurs expérimentés permet d'évaluer si la plateforme peut être adoptée facilement par des agriculteurs de niveaux variés, en répondant spécifiquement à leurs besoins et compétences respectives.

Q5. Dans quelle région du Cameroun êtes-vous basé ?

Cette information géographique est cruciale pour comprendre les variations régionales, tant sur le plan des pratiques agricoles que des réalités climatiques ou pédologiques. Elle permet d'affiner davantage les recommandations de la plateforme FieldGenius.

Section 2. Pratiques agricoles actuelles

Q6. Quels types de cultures semez-vous ?

Cette question permet d'identifier précisément les cultures pratiquées par les participants, afin d'optimiser les recommandations de la plateforme. Comprendre ces choix agricoles garantit que FieldGenius propose des solutions adaptées aux besoins réels des cultivateurs.

Q7. Quelle superficie moyenne de terre exploitez-vous ?

Cette donnée révèle l'échelle des exploitations agricoles concernées. Elle est cruciale pour adapter les conseils sur la quantité optimale de semences et d'engrais nécessaires, et pour estimer les rendements potentiels selon la taille des terrains.

Q8. Quel type de sol avez-vous sur votre terrain principal ?

Connaître le type de sol est essentiel, car les recommandations agricoles doivent être adaptées aux sols noirs ou rouges, sachant que leur fertilité varie considérablement au Cameroun. Cette question aide FieldGenius à fournir des conseils précis en fonction des caractéristiques spécifiques du terrain.

Q9. Utilisez-vous des engrais ou fertilisants sur vos terres ?

Cette question détermine si l'utilisation d'engrais est courante chez les répondants, permettant ainsi de mieux comprendre les besoins en recommandations liées à l'utilisation optimale des fertilisants pour maximiser les rendements agricoles.

Q10. Si vous utilisez des engrais, comment choisissez-vous leur quantité ?

Il est primordial de savoir comment les agriculteurs prennent leurs décisions concernant les quantités d'engrais, afin d'identifier les pratiques actuelles, les lacunes éventuelles et les besoins précis auxquels FieldGenius pourrait répondre en matière de conseils techniques.

Q11. Quand semez-vous habituellement vos cultures ?

Cette information permet de comprendre les pratiques actuelles concernant le calendrier agricole, pour vérifier la nécessité d'une amélioration des décisions sur les périodes optimales de semences et adapter précisément les recommandations saisonnières fournies par la plateforme.

Section 3. Défis et besoins

Q12. Quelles sont vos principales difficultés liées à la semence ?

Identifier clairement les difficultés rencontrées par les agriculteurs permet de s'assurer que FieldGenius répond directement à leurs besoins prioritaires. Ces informations aideront à affiner les fonctionnalités proposées pour résoudre ces défis spécifiques.

Q13. Avez-vous déjà eu des pertes à cause d'une mauvaise planification de semence ?

Cette question permet de valider l'importance du problème traité par le projet. Identifier clairement l'impact négatif d'une mauvaise planification permet de justifier l'utilité pratique et économique de la solution proposée.

Q14. Pensez-vous que des outils numériques pourraient vous aider dans vos pratiques agricoles ?

Cette question évalue directement l'ouverture et la perception générale des agriculteurs envers les outils technologiques et numériques, confirmant ainsi la pertinence d'une solution comme FieldGenius dans leur contexte.

Q15. Si une application existait pour vous aider à planifier vos semences, quelles fonctionnalités aimeriez-vous y trouver ?

Cette question cible directement les attentes des utilisateurs potentiels en termes de fonctionnalités pratiques. Cette information est cruciale pour assurer que FieldGenius intègre effectivement les outils les plus désirés par ses futurs utilisateurs.

Section 4. Attentes spécifiques vis-à-vis de la plateforme

Q16. Quel type d'appareil utilisez-vous principalement ?

Connaître les types d'appareils utilisés permet de garantir que l'interface utilisateur de la plateforme soit parfaitement adaptée aux supports technologiques disponibles chez les utilisateurs finaux.

Q17. Avez-vous un accès régulier à Internet ?

Cette question est essentielle pour déterminer si la plateforme doit prévoir une option de fonctionnement hors ligne, afin d'assurer un accès continu aux recommandations agricoles même dans des zones rurales peu connectées.

Q18. Souhaitez-vous que l'application soit utilisable sans connexion Internet ?

Cette question précise davantage les besoins techniques des utilisateurs, en confirmant directement l'importance de la fonctionnalité hors ligne.

Q19. Seriez-vous prêt à partager des données sur votre terrain pour des recommandations plus précises ?

La volonté de partager des données personnelles est fondamentale pour affiner et améliorer continuellement les performances du modèle prédictif de FieldGenius, assurant ainsi une qualité optimale des recommandations agricoles.

Q20. Quelles langues parlez-vous couramment ?

Cette information permet de s'assurer que FieldGenius propose une interface multilingue, garantissant son accessibilité et son adoption efficace par tous les utilisateurs potentiels.

Section 5. Suggestions et remarques

Q21. Quelles améliorations souhaitez-vous voir dans le domaine de l'agriculture au Cameroun ?

Cette question ouverte permet aux utilisateurs d'exprimer librement leurs attentes générales sur l'amélioration du secteur agricole camerounais, fournissant ainsi des pistes précieuses pour les futures évolutions de FieldGenius ou pour des recherches ultérieures.

Q22. Avez-vous des remarques ou suggestions concernant le projet de plateforme ?

Cette question finale donne l'occasion aux utilisateurs de partager toute remarque ou suggestion supplémentaire qu'ils jugent utile. Ce retour d'expérience direct est crucial pour garantir l'amélioration continue de la plateforme et une meilleure adéquation aux besoins réels des utilisateurs finaux.

Ce formulaire a permis de collecter des données précises et diversifiées pour bien cerner les besoins des agriculteurs et orienter le développement de la plateforme.

2.2.2 Exploitation des sources secondaires

Outre les données collectées directement auprès des agriculteurs, l'intelligence artificielle exploitera **des sources secondaires** afin d'enrichir et d'affiner les recommandations. Ces sources comprennent des **bases de données agricoles**, des **rapports météorologiques**, ainsi que d'autres études et documents spécialisés.

Bases de données agricoles

Plusieurs bases de données fournissent des **informations précieuses sur les cultures**, notamment celles suivantes.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). Cette organisation publie régulièrement des rapports sur l'agriculture mondiale, incluant des données spécifiques sur la production du maïs, du haricot et de l'arachide.

Agristat, une plateforme qui recense des données agricoles détaillées par pays, incluant le Cameroun.

Données gouvernementales nationales. Les ministères de l'Agriculture mettent souvent à disposition des statistiques sur les rendements agricoles et les conditions de production locale.

Ces bases de données permettent de **comparer les pratiques locales avec celles d'autres régions**, d'évaluer l'évolution des rendements et d'anticiper les défis agricoles à venir. Dans le cadre de mon étude, j'analyserai les données présents dans ces différents cadres pour pouvoir obtenir des résultats plus d'informations.

Rapports météorologiques

Le climat joue un rôle déterminant dans la productivité agricole, et il est indispensable d'intégrer **des données climatiques précises** dans l'algorithme d'optimisation des cultures. Parmi les sources les plus fiables figurent

Les prévisions climatiques de Météo Cameroun. Ces prévisions permettent d'anticiper les périodes de sécheresse ou de fortes pluies et d'ajuster les recommandations aux cultivateurs.

Différence entre données primaires et secondaires

Tableau 2 : Différence entre données primaires et secondaires

Type de données	Source	Avantages	Défis
Données primaires	Formulaires remplis par les agriculteurs	Reflètent précisément les conditions locales	Peuvent être biaisées si les réponses sont imprécises
Données secondaires	Bases de données agricoles, rapports météorologiques	Fournissent une vision plus large et des comparaisons avec d'autres régions	Disponibilité et mise à jour des données parfois limitées

2.2.3 Défis et solutions pour une collecte efficace

La collecte des données agricoles présente plusieurs **défis** qui doivent être anticipés pour garantir la qualité des recommandations générées par l'IA. Parmi ces défis, je peu citer les points suivants.

2.2.3.1 L'accessibilité et la connectivité

De nombreux agriculteurs en milieu rural n'ont pas accès à Internet, ce qui limite leur participation aux formulaires en ligne. **La solution est** d'utiliser des personnes qui ont accès à ces outils pour aller sur le terrain et recueillir les données et les numériser ensuite.

2.2.3.2 La précision des données fournies

Certains agriculteurs peuvent donner des réponses imprécises, soit par manque d'information, soit par méfiance. **La solution est de** sensibiliser les agriculteurs à l'importance des données pour améliorer leurs rendements et recouper les informations avec des sources secondaires.

2.2.3.3 La mise à jour des données

L'agriculture étant une activité dynamique, il est nécessaire d'actualiser régulièrement les données pour refléter les changements climatiques et les nouvelles pratiques agricoles. **La solution est** d'intégrer un système d'actualisation automatique basé sur les données renseignées par les agriculteurs. Pour ceci, il faudra encourager les agriculteurs à renseigner leurs données périodiquement.

La **collecte des données agricoles** est une étape essentielle pour assurer l'efficacité de l'intelligence artificielle dans l'optimisation des cultures au Cameroun. En combinant **données primaires** (formulaires des agriculteurs) et **données secondaires**, il est possible de construire un modèle robuste et précis permettant d'améliorer les rendements agricoles. Toutefois, la réussite de cette collecte repose sur **une bonne structuration des formulaires, une accessibilité adaptée aux agriculteurs et une mise à jour constante des informations.**

2.3 Prétraitement des données

Le prétraitement des données est une étape indispensable pour garantir la qualité des informations qui seront utilisées par le modèle d'intelligence artificielle. Dans le contexte de l'optimisation des pratiques agricoles au Cameroun, cette phase consiste à traiter les données collectées auprès des agriculteurs, des bases de données météorologiques et des études sur les sols afin d'en assurer la cohérence et la pertinence. Ci-dessous est un schéma des étapes lors du traitement des données ;

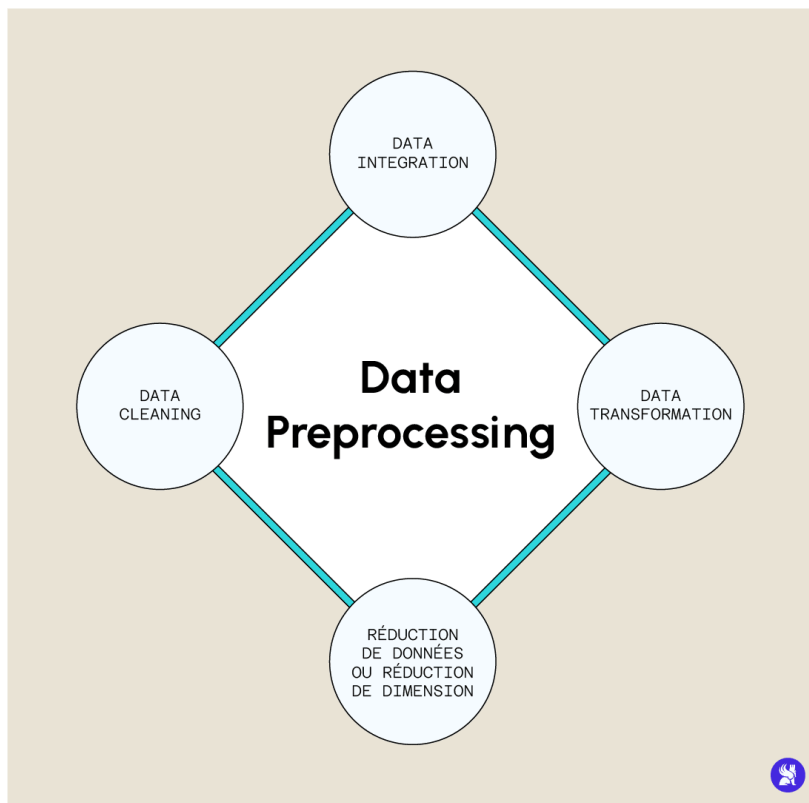


Figure 9 : Data Preprocessing : Les différentes étapes. Source [\(Robert, 2022\)](#)

Ce processus se déroule en plusieurs étapes essentielles tel que **le nettoyage des données, la normalisation et la structuration des informations**. Sans ces étapes, les recommandations fournies risquent d'être inexactes, entraînant ainsi des décisions agricoles inefficaces. Source [\(Robert, 2022\)](#)

Source [\(Khan, 2025\)](#)

2.3.1 Nettoyage des données

Le nettoyage des données est la première étape du prétraitement. Il vise à **supprimer les erreurs**, **combler les lacunes**, et **corriger les incohérences** présentes dans les jeux de données collectés.

2.3.1.1 Identification des erreurs courantes dans les données agricoles

Dans un contexte agricole, plusieurs types d'erreurs peuvent survenir lors de la collecte des données tels que.

Données manquantes. Par exemple, un agriculteur peut ne pas avoir renseigné la superficie exacte de son champ ou le type de sol qu'il exploite.

Valeurs extrêmes ou incohérentes. Une température du sol enregistrée à 80°C ou un taux d'humidité de 200 % sont des anomalies qui doivent être corrigées.

Problèmes d'unité de mesure. Certaines sources peuvent exprimer la superficie en hectares, d'autres en acres ou en mètres carrés, ce qui nécessite une conversion.

Erreurs humaines. Des fautes de frappe, des chiffres mal renseignés (ex. 100000 hectares au lieu de 10 hectares) ou des erreurs de saisie dans les formulaires peuvent fausser les données.

2.3.1.2 Méthodes de correction et d'imputation des valeurs manquantes

Il y'a plusieurs techniques qui sont utilisées pour nettoyer les jeux de données tels que celles suivantes.

Premièrement la **Suppression des données inutilisables**. Si une entrée contient trop de valeurs manquantes, elle peut être supprimée du jeu de données.

Ensuite en deuxième point vient l'**Imputation des valeurs manquantes**. Ce point peut être divisé en deux sous points tel que l'utilisation de la moyenne ou de la médiane des autres données similaires pour compléter une valeur absente et l'application d'algorithmes de prédiction pour estimer une donnée manquante en fonction d'autres variables (ex. la température moyenne du sol peut être estimée selon la région et la période de l'année).

En troisième point vient la **Correction des erreurs d'unité**. Si une donnée est exprimée en pouces alors que toutes les autres sont en millimètres, une conversion est appliquée.

Des outils comme **Pandas en Python** ou des logiciels spécialisés en traitement de données (ex. Excel, R) sont souvent utilisés pour automatiser ces tâches. Source [\(Pykes, 2025\)](#)

2.3.2 Normalisation des données

Une fois les erreurs corrigées, il est essentiel d'uniformiser les données pour éviter les biais et garantir que les modèles d'intelligence artificielle puissent interpréter correctement les informations.

2.3.2.1 Importance de la normalisation dans l'IA agricole

Les données agricoles proviennent de sources diverses (formulaires d'agriculteurs, capteurs, bases de données météorologiques), ce qui signifie qu'elles sont souvent hétérogènes. Par exemple

Les précipitations peuvent être enregistrées en millimètres ou en pouces.

Les températures peuvent être exprimées en degrés Celsius ou Fahrenheit.

Les superficies peuvent être en hectares, en acres ou en mètres carrés.

Si ces différences ne sont pas corrigées, les algorithmes d'IA risquent de mal interpréter les données et de produire des résultats erronés.

2.3.2.2 Techniques de normalisation

Pour résoudre ces problèmes, plusieurs méthodes sont utilisées comme.

Mise à l'échelle Min-Max. Cette technique transforme toutes les valeurs d'une variable dans un même intervalle, généralement entre 0 et 1. Par exemple, une température de sol comprise entre 10°C et 40°C peut être transformée en une valeur normalisée entre 0 et 1.

Z-score (Standardisation). Cette méthode soustrait la moyenne de chaque valeur et divise par l'écart-type pour recentrer les données autour de 0 avec une variance de 1.

Encodage des données catégoriques. Dans l'encodage des données les deux éléments qui font surface sont le Label encoding et One-hot encoding.

Le **Label encoding** est le fait d'attribuer un chiffre unique à chaque catégorie (ex. sol non fertile = 0, sol normal = 1, sol fertile = 2).

Le **One-hot encoding** dans le fait de transformer une catégorie en plusieurs colonnes binaires (ex. un champ en sol argileux sera représenté comme [1,0,0], un sol sableux comme [0,1,0]).

Grâce à ces techniques, les données deviennent exploitables par les modèles d'apprentissage automatique, améliorant ainsi la précision des recommandations.

2.3.3 Structuration des données

Après le nettoyage et la normalisation, il est crucial de structurer les données afin de garantir une utilisation optimale.

2.3.3.1 Organisation des informations collectées

Les données sont organisées en **trois grandes catégories** qui sont cités dans les points suivants.

En première grande catégorie il y'a les **données sur les sols**.

Dans cette catégorie intervient des éléments tels que le Type de sol (argileux, sableux, limoneux, qui sont regroupés en 3 catégories qui sont fertile, normale et non-fertile), le niveau de fertilité, le pH du sol

En deuxième grande catégorie il y'a les **données climatiques et météorologiques**.

Cette catégorie comprend les précipitations par mois et par région ou encore les périodes de sécheresse et saisons des pluies.

Et en fin en troisième grande catégorie, il y'a les **données utilisateur**.

Dans cette troisième catégorie intervient les éléments comme la superficie du champ, le type de culture envisagée (maïs, haricot, arachide), le niveau d'expérience de l'agriculteur, et également l'objectifs de rendement.

2.3.3.2 Structuration en base de données

Les informations collectées sont stockées dans une **base de données**.

Base de données SQL (ex. MySQL, PostgreSQL). Idéale pour structurer les données sous forme de tableaux avec des relations bien définies.

Le prétraitement des données est une **étape clé** dans la construction d'un système intelligent destiné à améliorer la productivité agricole. En appliquant un nettoyage rigoureux, une normalisation efficace et une structuration bien pensée, les données deviennent exploitables pour fournir des recommandations de semence précises et adaptées aux spécificités de chaque agriculteur.

Une fois ces données prêtes, elles peuvent être utilisées pour **entraîner des modèles d'intelligence artificielle** et optimiser les pratiques agricoles en fonction des conditions locales.

2.4 Challenges dans la collecte des données agricoles

La collecte des données agricoles est essentielle pour améliorer la productivité et optimiser les recommandations pour les agriculteurs. Cependant, plusieurs obstacles rendent cette tâche complexe, en particulier dans les pays en développement comme le Cameroun. Parmi ces défis, je peux citer **le manque d'accès aux données fiables, la variabilité des données selon les régions** et en fin, **le manque de volonté de plusieurs agriculteurs**.

2.4.1 Manque d'accès aux données fiables

L'un des principaux défis est le manque de bases de données centralisées et accessibles, contenant des informations actualisées sur les sols, le climat et les pratiques agricoles. Contrairement aux pays développés, où les données agricoles sont souvent disponibles via des plateformes gouvernementales et scientifiques, le Cameroun souffre d'une dispersion des sources d'information et d'un accès limité aux technologies de collecte.

2.4.1.1 Absence de bases de données centralisées

Dans de nombreux pays développés, les ministères de l'agriculture et les instituts de recherche publient régulièrement des données sur les types de sols, les conditions météorologiques et les tendances agricoles. En revanche, au Cameroun, il existe un déficit de bases de données bien structurées, ce qui oblige les agriculteurs à se fier à des informations provenant de différentes sources, parfois contradictoires.

En exemple, [la FAO \(Food and Agriculture Organization\)](#) qui est l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture met à disposition une [base de données mondiale sur l'agriculture](#), mais celle-ci n'offre pas toujours des informations précises et détaillées sur le Cameroun.

Structural data from agricultural censuses

[DOWNLOAD DATA](#)
[VISUALIZE DATA](#)
[METADATA](#)

[COUNTRIES](#)
[REGIONS](#)
[SPECIAL GROUPS](#)

☐ Burkina Faso
☐ Cabo Verde
☐ Cambodia
☒ Cameroon
☐ Canada
☐ Central African Republic

Select All

Clear All

Cameroon x

[ITEMS](#)

☒ Holdings
☒ Holdings by land size > (List)
☒ Parcels
☒ Holdings by tenure > (List)
☒ Holdings by legal status > (List)
☒ Holders by gender > (List)

Select All

Clear All

Civil persons x

Hired permanent workers x

Holder's household members > (List) x

Holders by gender > (List) x

Holdings x

[ELEMENTS](#)

☒ Area
☒ Average area
☒ Average number of parcels per holding
☒ Percentage of total area
☒ Number
☒ Percent of total number

Select All

Clear All

Area x

Average area x

Average number of parcels per holding x

Average persons per holding x

Number x

Percent of total number x

Percent of total persons x

[WCA ROUND](#)

☒ 2020
☐ 2010
☐ 2000
☐ 1990
☐ 1980
☐ 1970

Select All

Clear All

2020 x

Figure 10 : Recherche des données sur FAO. Source (FAO)

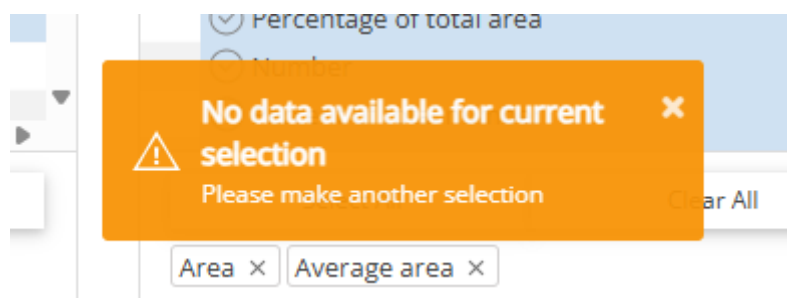


Figure 11 : Manque de disponibilité des données pour le Cameroun. Source (FAO)

2.4.1.2 Fiabilité des données collectées sur le terrain

Une grande partie des données agricoles est collectée par le biais d'enquêtes directes auprès des agriculteurs. Cependant, ces informations peuvent être biaisées ou imprécises pour plusieurs raisons tel que cité dans les lignes suivantes.

En première raison, certains agriculteurs surestiment ou sous-estiment la fertilité de leurs sols ou la quantité de semences utilisées.

La deuxième raison qui est également fréquente est que les données collectées manquent souvent de mises à jour, ce qui entraîne des écarts entre les pratiques actuelles et les informations disponibles.

2.4.2 Variabilité des données selon les régions

Le Cameroun possède une diversité géographique et climatique qui influe sur la collecte et l'exploitation des données agricoles. Contrairement aux pays de l'hémisphère nord, où les saisons sont bien définies et prévisibles, le Cameroun connaît une **grande variabilité climatique** d'une région à une autre, compliquant l'uniformisation des données agricoles.

2.4.2.1 Diversité des types de sols et de climats au Cameroun

Le Cameroun est souvent qualifié de "miniature de l'Afrique" en raison de la diversité de ses écosystèmes. Les principales zones climatiques du pays incluent les suivantes.

Premièrement les **Régions sahéliennes (Nord)**, qui contiennent de Faibles précipitations, des sols sableux et arides.

Deuxièmement les **Régions forestières (Sud et Est)**, qui ont un Climat équatorial avec de fortes précipitations, et des sols fertiles mais souvent acides.

Et en fin les **Plateaux de l'Ouest** qui a un Climat tempéré, sols volcaniques très fertiles.

Le **site PartirOu.com** fournit un aperçu détaillé du climat au Cameroun et de la répartition des saisons. Source [\(Partirou\)](#)

2.4.2.2 Impact du changement climatique sur la fiabilité des données

Le changement climatique modifie les tendances agricoles, rendant certaines données obsolètes. Par exemple les facteurs suivants peuvent affecter,

Le premier facteur j'évoquerai **Les saisons des pluies deviennent parfois de plus en plus irrégulières**, affectant les périodes de semis.

En deuxième facteur, je citerai **L'augmentation des températures perturbe la productivité des cultures**, notamment pour des plantes sensibles comme le maïs.

“Global Warming of 1.5 °C: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty”. Source [\(Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC\)](#)

D'après le texte ci-dessus, le [GIEC \(Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat\)](#) montre que les précipitations en Afrique centrale connaissent des fluctuations imprévisibles, rendant difficile la planification agricole.

La conclusion tirée sur les challenges dans la collecte des données agricoles au Cameroun est qu'elle est entravée par plusieurs défis, notamment **le manque de bases de données fiables, la variabilité régionale des informations et l'accès limité aux technologies avancées**. Pour donc garantir le succès de ces initiatives, il est essentiel d'assurer une meilleure coordination entre les institutions agricoles et de faciliter l'accès aux technologies pour les agriculteurs locaux.

2.4.3 Le manque de volonté des agriculteurs

Le manque de volonté des agriculteurs représentait un obstacle particulièrement sérieux à mon projet. Malgré les avantages évidents que pouvaient leur apporter une application basée sur l'intelligence artificielle, j'ai constaté rapidement une réticence marquée chez beaucoup d'agriculteurs à participer activement à la collecte de données. Cette réticence avait plusieurs origines, mais j'ai particulièrement identifié deux points importants. Tout d'abord, un faible niveau de familiarisation avec les outils technologiques modernes, et ensuite, un manque général d'intérêt ou de motivation à consacrer du temps à remplir un questionnaire en ligne, particulièrement chez les agriculteurs vivant dans les zones rurales ou reculées.

Premièrement, il était évident que de nombreux agriculteurs, particulièrement ceux des villages les plus isolés, ne disposaient pas de l'expérience ou du confort nécessaire pour interagir avec une plateforme numérique telle que Google Forms. Cette difficulté ne résultait pas uniquement d'une absence de connexion internet stable ou d'équipement adéquat, mais également d'un véritable manque d'habitude et de confiance face aux nouvelles technologies numériques. Cette réticence

était souvent exacerbée par un manque d'information et une appréhension vis-à-vis des outils en ligne, entraînant une méfiance naturelle à leur égard.

Toutefois, au-delà de ces barrières technologiques et éducatives, je me suis également heurté à un obstacle plus subtil, mais tout aussi problématique qui est l'absence d'une réelle volonté ou d'intérêt chez de nombreux agriculteurs pour participer à la collecte d'informations via le formulaire en ligne que j'avais créé. La plupart considéraient le fait de remplir ce formulaire comme une tâche supplémentaire sans bénéfice immédiat apparent. Pour eux, cette action était perçue comme une perte de temps, sans retour concret à court terme. En conséquence, je remarquais un taux de réponse très faible au début de mon enquête.

Face à ces obstacles, j'ai dû réfléchir de façon approfondie afin de surmonter ce manque d'engagement. À ce stade précis, j'ai décidé de m'inspirer des connaissances acquises lors du cours intitulé « Gestion des talents », suivi dans mon parcours académique. Ce cours m'avait particulièrement marqué par deux grandes notions fondamentales qui m'ont aidé à résoudre le problème ; « le recrutement numérique et la rétention des talents ». Source [\(Ecole IT\)](#)

2.4.3.1 Recrutement numérique et utilisation des réseaux sociaux

Dans le cours de Gestion des talents, l'une des leçons majeure donnée est que le recrutement numérique se focalise principalement sur l'utilisation des plateformes numériques et des réseaux sociaux professionnels ou grand public pour atteindre une audience ciblée. Cette stratégie comprend notamment la mise en place de campagnes publicitaires ciblées sur des plateformes comme Facebook, Twitter et Instagram.

Inspiré par cette approche, j'ai décidé de lancer des campagnes ciblées sur Facebook pour toucher spécifiquement les agriculteurs camerounais potentiellement concernés par le projet. Pour démontrer plus de sérieux devant les utilisateurs, j'ai donné un nom à mon projet et c'est ce nom que je citerai tout au long de cette recherche pour faire référence à la plateforme. Le nom est « FieldGenius ». Concernant le recrutement numérique concrètement, j'ai créé plusieurs publications explicatives présentant clairement mon projet, en décrivant précisément l'objectif de FieldGenius, ses avantages potentiels pour leurs pratiques agricoles, et surtout l'importance de leur contribution via le formulaire en ligne. Ces publications, diffusées pendant plusieurs jours consécutifs, visaient directement les utilisateurs camerounais en fonction de critères tels que leur localisation géographique, leurs centres d'intérêt en agriculture, et leurs habitudes en ligne. Le lien de la publication facebook est la suivante.

<https://www.facebook.com/GoulBAM/posts/pfbid02NYnuf8aYhGYz2E8uzkacuxivDRrtv8NBP E8puFqV5u5WnUDr1Lb3bFdzoPoraK3fl>

Grâce à cette stratégie de recrutement numérique adaptée au contexte camerounais, j'ai réussi à atteindre rapidement un grand nombre d'agriculteurs ciblés qui, initialement, auraient été très difficiles à joindre par des méthodes traditionnelles ou via un simple formulaire partagé par mail ou sur un site web classique.

2.4.3.2 Rétention des talents et motivation des utilisateurs

Une autre notion précieuse tirée du cours de Gestion des talents était celle de la rétention des talents, qui met l'accent sur la mise en place de stratégies et de mécanismes permettant aux employés de rester engagés et motivés au sein d'une entreprise. Bien que mon contexte ne concerne pas directement une entreprise ou des employés, j'ai su adapter intelligemment ce concept pour mieux comprendre comment motiver les agriculteurs à remplir durablement le formulaire de collecte de données.

Ainsi, je me suis demandé concrètement « Qu'est-ce qui pourrait réellement attirer les agriculteurs et les inciter à remplir ce formulaire ? Quel bénéfice immédiat et concret pourraient-ils retirer de leur participation active ? ». La réponse s'est rapidement imposée à moi en observant le contexte économique camerounais, « la connexion internet est coûteuse, particulièrement dans les zones rurales ». J'ai donc compris que la possibilité de bénéficier gratuitement d'une certaine quantité de données internet constituerait une motivation très attractive pour les agriculteurs.

En conséquence, j'ai mis en place une offre claire et immédiatement avantageuse, « chaque agriculteur qui acceptait de remplir entièrement le formulaire recevait directement en échange un forfait internet gratuit de 500 mégabytes (500 Mo), transférés directement sur son téléphone ». Cette approche stratégique, inspirée directement des principes de rétention des talents, s'est avérée particulièrement efficace car elle a permis de considérablement augmenter le taux de réponse et de lever efficacement la barrière liée au manque d'intérêt initial.



Figure 12 : Flyer d'offre de mégas internet pour attirer les utilisateurs. *_(Amram, 2024)*

2.4.3.3 Création d'une identité forte pour le projet

En parallèle à ces stratégies de recrutement numérique et de motivation directe des utilisateurs, j'ai jugé indispensable de renforcer l'attractivité et la crédibilité globale du projet aux yeux des utilisateurs potentiels. Pour ce faire, tel que j'ai décrits dans le point précédent, j'ai choisi de créer une identité forte et cohérente, qui renforce la confiance des agriculteurs envers l'initiative. J'ai ainsi attribué à mon projet un nom explicite et professionnel, « FieldGenius », accompagné d'un slogan évocateur et simple à retenir , « L'intelligence pour des récoltes optimales ».



Figure 13 : Le nom du projet avec le logo et slogan pour une identité forte. Source *_(Amram, 2024)*

Le choix réfléchi de ce nom et de ce slogan avait un objectif clair qui était de montrer aux agriculteurs camerounais que mon projet représentait une solution sérieuse, innovante et directement utile à leurs activités agricoles quotidiennes. Ce choix d'identité visuelle et de communication a également permis de renforcer la crédibilité générale du projet, facilitant ainsi l'engagement actif des utilisateurs et améliorant encore le taux de participation à l'enquête en ligne.

2.4.3.4 Résultats obtenus grâce à ces stratégies

Grâce à ces actions stratégiques inspirées directement des concepts clés acquis dans le cours « Gestion des talents », j'ai pu surmonter efficacement le manque initial de volonté des agriculteurs à participer activement à la collecte des données agricoles nécessaires au développement de FieldGenius. L'initiative de proposer un forfait internet en échange d'une réponse complète au questionnaire s'est révélée particulièrement efficace et a permis d'obtenir finalement un nombre significatif de réponses fiables, diversifiées et pertinentes pour alimenter mon modèle d'intelligence artificielle.

En somme, cette expérience démontre clairement l'importance des stratégies de recrutement et de rétention numérique appliquées au contexte spécifique du Cameroun. Elle souligne également l'efficacité d'une approche proactive et adaptée aux réalités locales pour résoudre les défis complexes liés à la collecte des données en milieu agricole. Grâce à ces initiatives ciblées, j'ai pu non seulement atteindre mes objectifs initiaux, mais aussi confirmer l'importance d'une adaptation constante des méthodes technologiques et humaines au contexte réel des utilisateurs finaux.

PARTIE 2. MODÉLISATION ET MISE EN ŒUVRE TECHNIQUE

Chapitre 3. Modèle théorique et méthodologie

3.1 Cadre théorique

Le projet vise à développer une application web intelligente permettant aux agriculteurs d'obtenir un plan de semences optimisé et des prédictions de rendement basées sur des données telles que la quantité de semences, la période de semis, le type de sol, la dimension du terrain et l'engrais disponible. Le système utilise des algorithmes d'intelligence artificielle, notamment des systèmes de recommandation et des modèles de machine learning supervisés et non supervisés, pour fournir des suggestions adaptées.

3.1.1 Théories et algorithmes d'intelligence artificielle pertinents

L'intelligence artificielle (IA) est au cœur de cette application, et plusieurs approches et modèles sont utilisés pour traiter les entrées et fournir des recommandations précises.

3.1.1.1 Systèmes de recommandation

Un système de recommandation permet d'offrir des suggestions personnalisées aux utilisateurs en fonction de leurs entrées. Dans ce projet, le système recommande la meilleure période pour les semis en fonction du climat et du type de sol, la quantité de semence nécessaire pour une surface donnée, l'impact de l'engrais sur la production attendue, une estimation du rendement prévisible en fonction des paramètres entrés.

Un type de système de recommandation pertinent ici est le « **Filtrage basé sur le contenu** » car les recommandations sont générées à partir des caractéristiques des entrées (exemple, sol fertile = rendement plus élevé).

3.1.1.2 Clustering (Apprentissage non supervisé)

L'algorithme de clustering permet de grouper les types de sols, les conditions climatiques et les résultats des cultures en fonction de caractéristiques similaires. Des algorithmes comme **K-Means** ou **DBSCAN** sont utilisés pour regrouper les données en catégories telles que les sols fertiles vs sols non fertiles, les périodes climatiques favorables vs non favorables pour un type de semence, les rendements faibles, moyens ou élevés.

3.1.1.3 Apprentissage supervisé (Modèle de prédiction)

L'algorithme de régression permet de prédire la quantité de récolte en fonction des entrées. À partir des données récoltées, un modèle de **régression linéaire multiple** ou de **réseaux de neurones artificiels (ANN)** sera entraîné pour estimer la quantité de semence nécessaire en fonction de la dimension du terrain, le rendement attendu en fonction du type de sol et de l'utilisation d'engrais et la meilleure période de semis.

Le modèle sera entraîné avec des données collectées via le formulaire envoyé auprès des agriculteurs et des données agricoles obtenues des sources sur internet tels que [PartirOu](#).

3.1.2 Notion d'apprentissage supervisé et non supervisé

3.1.2.1 Apprentissage supervisé

L'apprentissage supervisé repose sur des données labellisées pour entraîner un modèle à prédire un résultat. Dans ce projet, il sera utilisé pour prédire le rendement agricole à partir des entrées utilisateur, également identifier la meilleure période de semis, et aussi estimer la surface nécessaire pour une quantité de semences donnée.

Des algorithmes comme la **régression linéaire**, les **forêts aléatoires** et les **réseaux neuronaux** seront explorés.

3.1.2.2 Apprentissage non supervisé

L'apprentissage non supervisé est utilisé lorsque les données ne sont pas étiquetées. Pour ce projet dans cette recherche, il permettra de regrouper les types de sols selon leur fertilité, également de catégoriser les saisons agricoles en fonction de données climatiques, et en fin de segmenter les régions selon leur potentiel agricole.

Des algorithmes comme **K-Means** et les **réseaux neuronaux auto-encodeurs** seront utilisés.

3.1.3 Synthèse et choix du modèle

Sur la base des considérations précédentes, l'application utilisera une combinaison des éléments suivants.

Premièrement le **Système de recommandation** pour suggérer des pratiques agricoles adaptées, en suite le deuxième élément qui est le **Modèle de régression supervisé** pour prédire les récoltes, et en fin le dernier élément qui est les **Algorithmes de clustering** pour regrouper les données agricoles.

L'objectif est de fournir aux agriculteurs un outil intelligent, basé sur des données, pour améliorer leurs rendements et optimiser l'utilisation des ressources agricoles, ce qui réduira considérablement l'essoufflement lors des pratiques agricoles.

3.2 Méthodologie générale

3.2.1 Étapes de conception et de mise en œuvre de la solution

La mise en place de la solution d'optimisation des semailles et des récoltes à l'aide de l'intelligence artificielle repose sur plusieurs étapes clés qui vont de la collecte des données à l'implémentation et l'évaluation du modèle. Ces étapes sont les suivantes.

3.2.1.1 Collecte des données

Dans la collecte de données, la première phase est celle des **Sources de données**. Cette première phase consiste à récolter des données provenant de plusieurs sources, notamment des formulaires remplis par les agriculteurs, des données météorologiques.

Un point important à ne pas à ne pas négliger est celui des **Types de données collectées**. Là il est question de la quantité de semences disponibles (maïs, arachide ou haricot), la période pour connaître le climat, le type de sol (fertile, normal ou non fertile), la dimension du sol et aussi la disponibilité d'engrais.

3.2.1.2 Prétraitement des données

Le prétraitement des données comprend plusieurs phases.

La première est le **Nettoyage des données** qui est la suppression des incohérences et des valeurs aberrantes.

Deuxième phase est la **Normalisation et structuration**, où il y'a la standardisation des unités de mesure (hectares, kilogrammes, types de sols).

En dernière position vient l'**Encodage**, qui est la transformation des données catégorielles en données exploitables par le modèle d'intelligence artificielle.

3.2.1.3 Développement du modèle d'intelligence artificielle

Dans le développement du modèle IA, il y'a plusieurs éléments à ne pas négliger. Parmi ces éléments,

Le premier élément est le **Choix de l'algorithme**. Ici il est question de l'utilisation d'un modèle hybride combinant l'apprentissage supervisé et l'apprentissage non supervisé.

En deuxième élément c'est l'**Entraînement du modèle**. Utilisation des données collectées pour améliorer la précision des recommandations.

En dernière position, c'est la **Validation du modèle**, Tests de prédiction avec des données de validation.

3.2.1.4 Conception et développement de l'application web

Dans cette étape, plusieurs points peuvent être cités tel que,

Architecture logicielle, Mise en place d'une interface web permettant aux agriculteurs d'entrer leurs données et d'obtenir des recommandations.

Intégration de l'IA, Connexion du modèle d'intelligence artificielle à l'application pour fournir des prédictions.

Test utilisateur, Phase de bêta-test avec des agriculteurs pour recueillir des retours et améliorer l'expérience utilisateur.

3.2.1.5 Déploiement et maintenance

Hébergement et mise en ligne, Utilisation d'un serveur cloud pour garantir un accès stable.

Maintenance et mises à jour, Surveillance continue du modèle pour améliorer les recommandations en fonction des retours utilisateurs.

3.2.2 Justification des choix méthodologiques

3.2.2.1 Choix de l'intelligence artificielle

L'utilisation de l'intelligence artificielle repose sur la capacité de cette technologie à analyser des données complexes et à fournir des recommandations adaptées aux conditions agricoles réelles. Le système est conçu pour apprendre des données recueillies et affiner ses prédictions au fil du temps.

3.2.2.2 Modèle hybride supervisé et non supervisé

Le choix d'un modèle combinant apprentissage supervisé et non supervisé se justifie par les facteurs suivants.

L'apprentissage supervisé permet d'entraîner le modèle sur des données historiques pour prédire la meilleure période et les meilleures conditions de semences.

L'apprentissage non supervisé permet d'identifier des modèles cachés et de regrouper les exploitations agricoles en fonction de caractéristiques communes.

3.2.2.3 Approche web pour l'accessibilité

Le choix d'une plateforme web permet à un maximum d'agriculteurs d'accéder aux recommandations sans besoin d'installer un logiciel.

Les utilisateurs peuvent interagir avec le système via un smartphone ou un ordinateur, facilitant ainsi l'adoption.

3.2.2.4 Collecte participative et sources de données ouvertes

La collecte de données via des formulaires interactifs permet d'adapter le modèle aux réalités locales.

L'utilisation des données agricoles et climatiques reconnues permet de garantir la fiabilité des recommandations.

La méthodologie adoptée repose sur une approche rigoureuse combinant intelligence artificielle, collecte de données participative et accessibilité web. Ce choix permet de proposer une solution efficace et accessible aux agriculteurs, en tenant compte des contraintes technologiques et environnementales locales.

3.3 Architecture globale de la solution

L'architecture globale de la solution repose sur une structure modulaire, facilitant l'intégration et l'évolution des différentes composantes du système. La plateforme se compose principalement de trois éléments fondamentaux qui sont la collecte des données, le moteur de recommandation et l'interface utilisateur. Cette section détaille le rôle de chaque composant et leur interaction au sein de l'application.

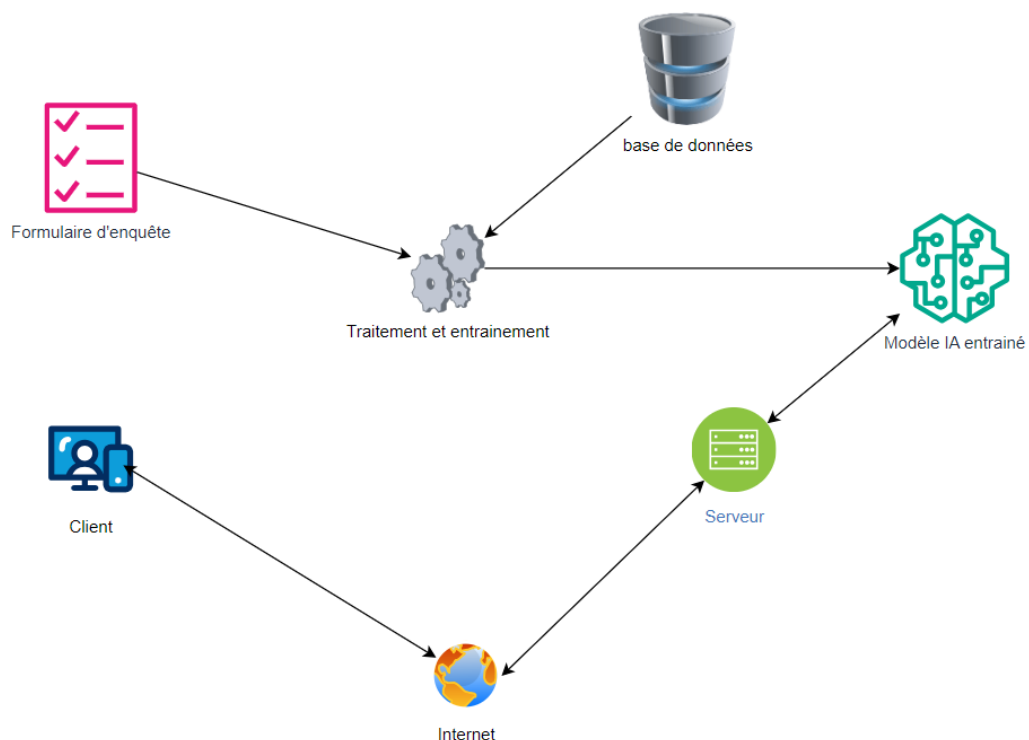


Figure 14 : Architecture simplifiée de la solution

3.3.1 Structure de la plateforme

La plateforme est conçue sous forme d'une application web accessible à toute personne disposant d'un accès Internet. Elle s'appuie sur des technologies modernes permettant une interaction fluide entre les utilisateurs et le système d'intelligence artificielle (IA). La structure générale repose sur une architecture en trois couches,

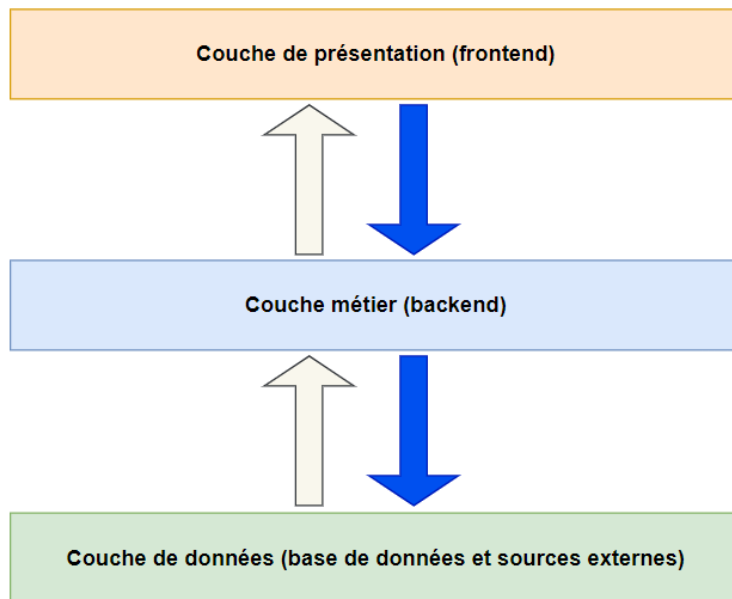


Figure 15 : Architecture en couches

La première couche est la **Couche de présentation (frontend)**. Interface utilisateur permettant aux agriculteurs d'entrer leurs données et de visualiser les recommandations.

La deuxième couche est la **Couche métier (backend)**. Contient le moteur de recommandation, qui analyse les données et génère des plans de semences optimisés.

La troisième couche est la **Couche de données (base de données et sources externes)**. Stocke les données agricoles collectées et intègre des bases de connaissances externes.

3.3.2 Collecte des données

La collecte des données est essentielle pour alimenter le moteur de recommandation. Deux sources principales sont exploitées.

La première source est les **Données utilisateur**.

Quantité de semences disponible (maïs, arachide, haricot), période d'ensemencement, type de sol (fertile, normal, non fertile), dimensions de la parcelle, engrais

La deuxième sources est celle les **Sources secondaires** qui sont les suivantes.

Données météorologiques (saisons), Bases de données agricoles (pratiques optimales), Études sur la productivité des cultures

Les informations sont normalisées et stockées dans une base de données afin d'être traitées par le moteur de recommandation.

3.3.3 Moteur de recommandation

Le moteur de recommandation constitue le cœur du système. Il repose sur plusieurs algorithmes d'intelligence artificielle et de traitement de données,

Systèmes experts, Pour associer les bonnes pratiques agricoles aux conditions spécifiques fournies par l'utilisateur.

Réseaux neuronaux et modèles de régression, Pour prédire les rendements agricoles en fonction des conditions initiales.

Filtrage collaboratif, Basé sur les données d'autres agriculteurs ayant des conditions similaires.

Le moteur de recommandation est conçu pour fonctionner avec différents niveaux d'informations. Si un utilisateur fournit uniquement la quantité de semence disponible, le système propose la période optimale de semis, le type de sol recommandé, la superficie nécessaire et une estimation des rendements. À l'inverse, si plusieurs données sont renseignées, l'algorithme affine ses recommandations pour proposer un plan de culture optimisé.

3.3.4 Interface utilisateur

L'interface utilisateur est un élément clé pour assurer une adoption facile de la plateforme. Elle est conçue pour être,

Premièrement l'**Accessible** pour une disponibilité sur mobile et ordinateur.

Deuxièmement, **Intuitive**. Interface simple avec des instructions claires pour entrer les données.

Et également **Interactive**. Affichage dynamique des recommandations

Les agriculteurs peuvent effectuer les tâches suivantes dans le système tel que.

Saisir leurs données sous forme de formulaires simples.

Consulter des recommandations personnalisées sur leurs cultures.

3.3.5 Scalabilité de la plateforme

La plateforme est conçue avec une infrastructure qui permet de gérer un grand nombre d'utilisateurs en parallèle.

Chapitre 4. Développement et implémentation

4.1 Design et développement de la plateforme FieldGenius

Pour développer la plateforme FieldGenius, j'ai utilisé plusieurs technologies qui me semblaient bien adaptées au projet. J'ai choisi principalement Python, PHP, HTML et CSS, parce qu'elles correspondent bien à mes connaissances techniques et aux besoins précis du projet.

Pour la partie intelligence artificielle, j'ai opté pour Python, car c'est un langage assez simple à apprendre et très populaire en data science. Python m'a permis d'utiliser plusieurs bibliothèques comme NumPy et Pandas pour nettoyer et structurer les données récoltées. J'ai ensuite entraîné mon modèle prédictif avec Scikit-learn, une librairie très connue et bien documentée, qui m'a permis de tester plusieurs approches telles que les arbres de décision et la régression linéaire. Une fois mon modèle entraîné, je l'ai sauvegardé sous forme de fichier (pickle), pour l'utiliser facilement ensuite dans mes prédictions.

Pour connecter ce modèle d'intelligence artificielle à mon interface utilisateur, j'ai choisi PHP, surtout parce que c'est un langage très répandu, facile à intégrer avec Python via des fonctions simples comme `shell_exec()` ou `exec()`. PHP récupère les informations entrées par l'utilisateur via l'interface, valide ces informations, les passe au script Python que j'ai nommé `predict.py` (ce fichier qui est connecté à mon modèle entraîné), puis affiche les résultats retournés par Python à l'utilisateur.

Concernant l'interface, j'ai utilisé HTML et CSS parce qu'ils sont incontournables pour faire des pages web. J'ai aussi utilisé Bootstrap pour que le site soit joli et fonctionnel sur les téléphones comme sur les ordinateurs. Je voulais que les agriculteurs, même sans beaucoup d'expérience technologique, puissent facilement entrer leurs données et comprendre les recommandations fournies.

4.1.1 Détails techniques d'implémentation

4.1.1.1 Le modèle prédictif en Python

J'ai commencé par récolter les données en faisant remplir des formulaires aux agriculteurs et en utilisant des bases de données agricoles externes. Ensuite, avec Python et Pandas, j'ai préparé ces données en supprimant les erreurs et en uniformisant les formats pour éviter des incohérences lors des prédictions.

J'ai choisi la régression linéaire et les forêts aléatoires parce que ce sont des méthodes simples mais puissantes pour prédire des résultats à partir de données complexes. Une fois mon modèle bien entraîné et validé avec des données réelles, je l'ai sauvegardé dans un fichier afin de pouvoir facilement l'utiliser plus tard dans mon script Python (predict.py).

Le script Python que j'ai créé prend les informations des utilisateurs comme la quantité de semences, la taille du terrain, et génère des recommandations très précises. Ensuite, il retourne ces résultats au serveur PHP.

4.1.2 Hébergement et Déploiement

Pour héberger FieldGenius, j'ai utilisé un serveur Apache sur un hébergement web classique. Cela permet au site de bien tourner même quand plusieurs personnes l'utilisent en même temps. C'était important pour moi que la plateforme soit stable et accessible tout le temps pour les agriculteurs.

4.1.3 Pourquoi ces choix techniques ?

J'ai fait ces choix techniques pour plusieurs raisons simples comme ceux suivantes.

Premièrement Python, parce qu'il est très bon en machine learning et facile à intégrer, deuxièmement le PHP pour son intégration rapide et sa compatibilité facile avec d'autres technologies et en dernière position le HTML/CSS avec Bootstrap pour avoir rapidement une belle interface qui marche sur tous les appareils.

Ces choix m'ont permis de développer rapidement une solution robuste et facile à utiliser, idéale pour les agriculteurs novices et expérimentés au Cameroun, qui peuvent ainsi mieux planifier leur agriculture avec moins de risques.

Avec ces choix technologiques, FieldGenius permet à n'importe quel utilisateur, débutant ou non, de recevoir facilement des conseils personnalisés pour améliorer ses récoltes, sans forcément maîtriser des compétences techniques poussées.

4.2 Fonctionnement du système de recommandations

Pour créer le système de recommandations de FieldGenius, j'ai principalement utilisé un modèle de régression linéaire avec Python. Plus précisément, j'ai choisi l'algorithme de régression linéaire parce qu'il convient très bien aux types de données que j'ai utilisées et à la nature prédictive du projet.

Le processus de création du modèle a débuté par l'importation des bibliothèques Python nécessaires telles que Pandas pour gérer les données, NumPy pour les calculs numériques, Scikit-learn pour l'apprentissage automatique, ainsi que Joblib pour sauvegarder et réutiliser facilement le modèle une fois entraîné.

Ensuite, j'ai importé mes données agricoles depuis un fichier Excel nommé `synthetic_agriculture_data.xlsx`. Ce fichier contient toutes les données synthétiques et historiques nécessaires pour entraîner mon modèle, comme le type de sol, la quantité de semence utilisée, les dimensions des terrains. À l'aide de Pandas, j'ai chargé ces données dans un DataFrame que j'ai vérifié en affichant les premières lignes pour m'assurer de leur intégrité et de leur format correct.

```
Drive already mounted at /content/drive; to attempt to forcibly remount, call drive.mount("/content/drive", force_remount=True).
```

/content/drive/MyDrive/GoulBAN/Work/Field Genius

Aperçu des données :

	superficie	type_de_terre	experience	maisin	maissout	haricotin	haricotout	arachidein	arachideout	Unnamed: 9	maisin_final	maissout_final	haricotin_final	haricotout_final	arachidein_final	arachideout_final
0	1	noir	2	4.0	12.5	2.5	8.5	3.0	6.0	NaN	4.00	12.50	2.50	8.5	3.00	6.00
1	1	rouge	2	4.5	9.5	3.5	7.5	2.5	6.0	NaN	4.50	9.50	3.50	7.5	2.50	6.00
2	1	rouge	2	4.5	11.0	2.5	6.0	2.5	5.0	NaN	4.50	11.00	2.50	6.0	2.50	5.00
3	1	noir	0	4.5	11.5	3.5	8.0	2.5	5.5	NaN	2.25	5.75	1.75	4.0	1.25	2.75
4	1	noir	1	4.5	12.0	3.0	8.5	2.5	6.5	NaN	3.60	9.60	2.40	6.8	2.00	5.20

Figure 16 Teste de données de mon fichier de données

Après avoir chargé et inspecté les données, je les ai nettoyées et préparées pour l'entraînement. J'ai notamment géré les valeurs manquantes, normalisé les variables et organisé les données de manière appropriée pour l'entraînement du modèle. Cette étape est essentielle car elle garantit la fiabilité des prédictions fournies par le système. Je tiens à noter ici que avant de passer mes données du fichier dans l'entraînement de mon modèle, j'ai effectué une réorganisation dans le fichier concerné notamment en créant d'autre champs pour effectuer des calculs par exemple tenir compte beaucoup plus des réponses des cultivateurs expérimentés par rapport aux cultivateurs moins expérimentés.

J'ai utilisé la bibliothèque Scikit-learn pour appliquer une régression linéaire. Cette méthode d'apprentissage automatique permet de prédire précisément des variables continues telles que les rendements agricoles ou les quantités optimales de semences, à partir des paramètres fournis par l'utilisateur. Il est également important de préciser que dans l'entraînement du modèle, son rendu

repose essentiellement sur 3 types de sol (fertile, non-fertile, normal). Lors de l'entretien avec certains utilisateurs, la majorité ont parlé du fait que un sol fertile peut augmenter la productivité de jusqu'à 40% et un sol non-fertile peut réduire la productivité jusqu'à -30%. J'ai donc entraîné le modèle directement en tenant compte de ces facteurs. Un autre facteur est celui des fertilisants (engrais) qui boostent la production jusqu'à 30% (en général) dépendant du type de produit. Une fois le modèle entraîné, je l'ai enregistré avec Joblib afin de pouvoir le réutiliser facilement dans mes prédictions ultérieures sans devoir réentraîner à chaque fois.

Lorsqu'un utilisateur entre ses informations dans la plateforme FieldGenius (comme la superficie du terrain, la quantité de semence), mon script Python utilise ce modèle entraîné pour générer des recommandations précises et personnalisées. Par exemple, il indique la quantité de semence nécessaire selon la taille du terrain renseignée, la période optimale pour les semailles en fonction du climat local.

En résumé, la mise en place de la régression linéaire avec Python offre à FieldGenius la capacité de fournir des recommandations agricoles efficaces et fiables, facilitant ainsi le travail des agriculteurs, qu'ils soient expérimentés ou novices, en optimisant leurs résultats agricoles.

4.3 Scénarios d'utilisation

Pour bien illustrer le parcours d'un utilisateur sur la plateforme, Je vais présenter les diagrammes et expliquer par la suite ;

Diagramme de séquence globale

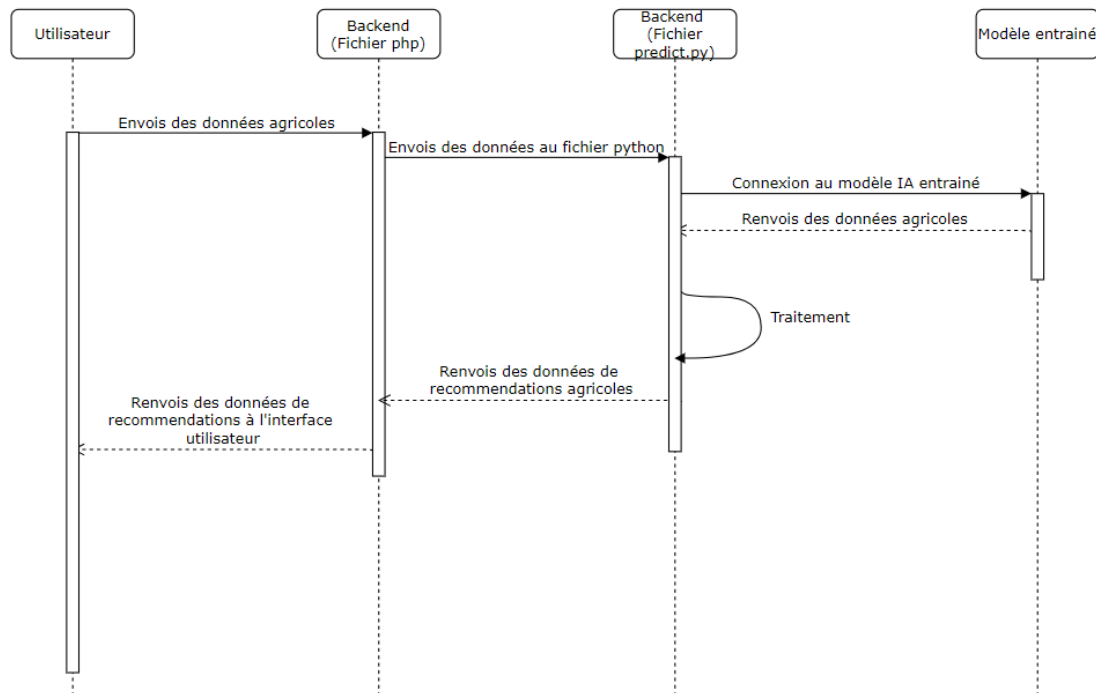


Figure 17 : Diagramme de séquence globale

Scénario graphique de la plate-forme

Pour la plate-forme, vu que les utilisateurs peuvent contenir ceux qui ne sont pas apte à l'utilisation des outils informatique, j'ai opté partir sur une interface et utilisation connu sous le nom de « user-friendly ».

C'est quoi user friendly ?

Source [_uxpin.com](https://uxpin.com)

« Convivial est un terme qui décrit les produits, les interfaces ou les systèmes conçus pour la facilité d'utilisation et la commodité de l'utilisateur. Cela signifie que l'élément en question est intuitif, facile à comprendre et à parcourir, permettant aux utilisateurs d'accomplir des tâches avec un minimum d'effort et de frustration.

Dans un dictionnaire anglais, « user-friendly » est généralement défini comme un adjectif qui décrit quelque chose (comme un produit, un système ou une interface) qui est facile à utiliser ou

à comprendre, en particulier pour l'utilisateur final. Cela suggère que l'élément ou le système est conçu pour la commodité et la facilité d'interaction de l'utilisateur. »

Après la définition dont donne uxpin sur « user-friendly », il est clair que le système conçu doit impérativement fonctionner comme tel (facile à utiliser pour l'utilisateur final, avec des processus et textes facile à comprendre et interpréter). Alors dans le diagramme qui suit, je présenterai le scénario de parcours étape par étape par l'utilisateur

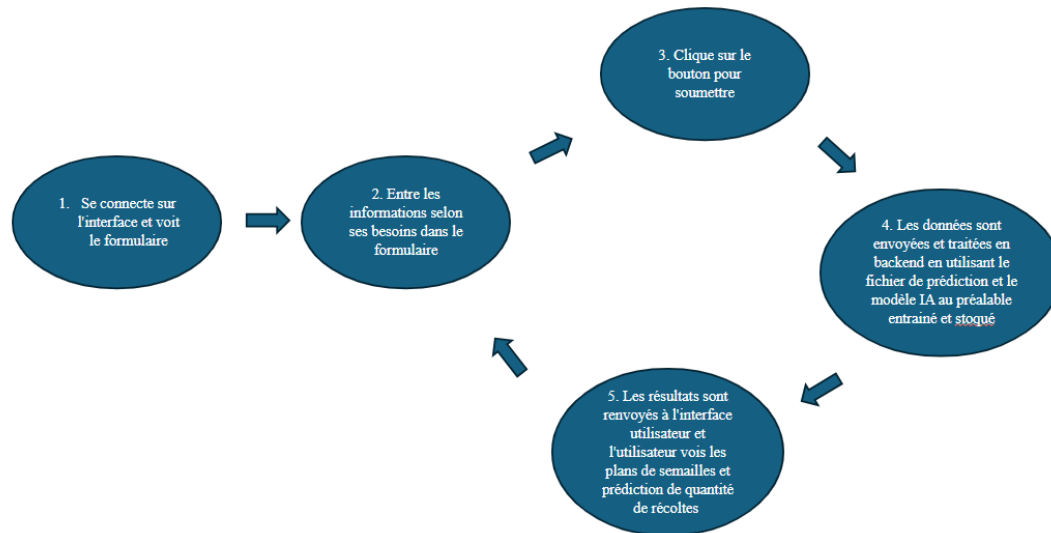


Figure 18 : Scénario de parcours d'un utilisateur

Description du schéma

Premièrement en étape 1, Quand un utilisateur se connecte sur la plateforme, il a premièrement un formulaire qui s'affiche sur son écran lui demandant d'entrer ses données ; Culture qui est le type de semence, Superficie du champ et quantité de semailles disponible. Le type de semence est obligatoire mais par contre la superficie du champ et la quantité de semailles disponible ne sont pas obligatoire par contre, l'un des deux doit être fourni.

Deuxièmement en étape 2, Il entre les données selon ses convenances (soit type de culture et Quantité de semailles disponible ou type de culture et superficie du champ). La dimension du champ ici selon le système a pour unité de mesure « hectare » et la quantité de semailles est calculée en seaux de 15 litres.

Troisièmement, en étape 3, Après avoir entré les données il clique sur le bouton « calculer » pour soumettre

Quatrièmement, en étape 4, Les données sont transportées par le backend et apportées dans le fichier de prédiction. Le fichier de prédiction utilise le modèle IA enregistré pour calculer avec précision et fournir un plan de semailles et récoltes optimisé.

Dernièrement, en étape 5, Après que les résultats soient fournis par le fichier python de prédiction, les données sont transportées par le backend pour être affiché à l'interface utilisateur qui auras ainsi un bon plan de semailles optimisé. Il peut décider de s'arrêter là ou alors recommencer la phase deux (insérer d'autres données à nouveau)

Exemple de scénario d'utilisation

Pour mieux illustrer comment FieldGenius fonctionne concrètement, l'exemple le mieux adapté est celui d'un agriculteur nommé Alex qui souhaite optimiser ses pratiques agricoles. Alex dispose d'un terrain agricole mais n'est pas sûr des meilleures pratiques à adopter. Grâce à la plateforme FieldGenius, Alex commence par entrer des informations de base telles que la taille du terrain, le type de sol, les quantités de semence dont il dispose ainsi que la disponibilité de l'engrais. Une fois ces informations renseignées, le système génère automatiquement des recommandations précises et personnalisées. FieldGenius indique clairement la période idéale pour les semailles, la quantité optimale de semences à utiliser, ainsi qu'une estimation fiable du rendement potentiel tout en tenant compte des paramètres renseignés comme le type de sol.

Images de manipulation de la plateforme

Prédiction de Rendement Agricole

Field Genius

Culture :

Haricot

Superficie du champ (optionnel) :

Estimé en hectare

Ex: 10

Quantité de semailles disponible (optionnel) :

Estimé en seaux de 15L

Ex: 50

Type de sol :

Normal

☐ Utiliser l'engrais

Calculer

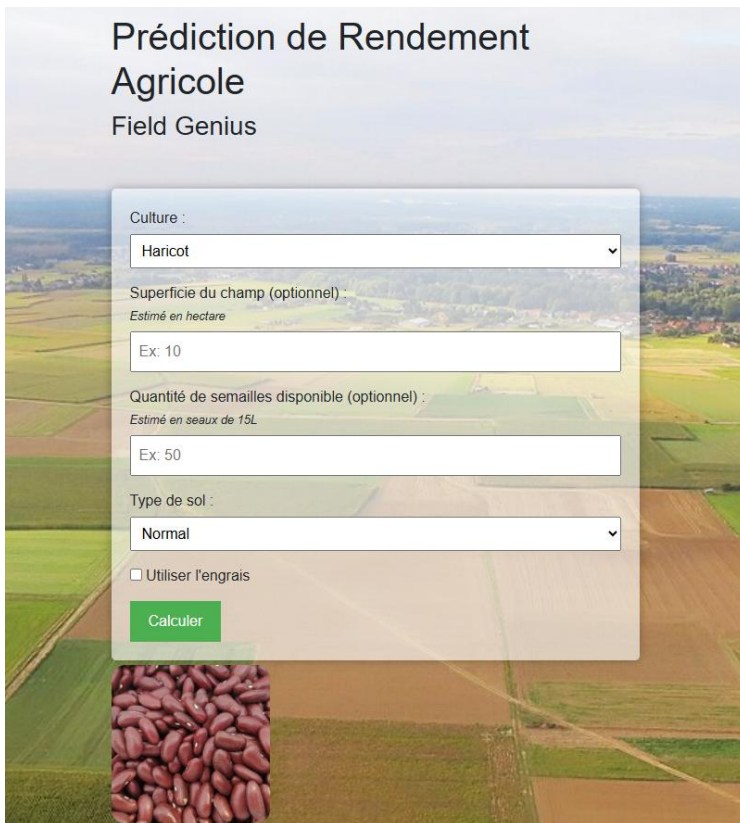


Figure 19 : Page d'accueil

Culture :

Mais

Mais

Haricot

Arachide

Ex: 10

Quantité de semailles disponible (optionnel) :

Estimé en seaux de 15L

Ex: 50

Type de sol :

Normal

☐ Utiliser l'engrais

Calculer

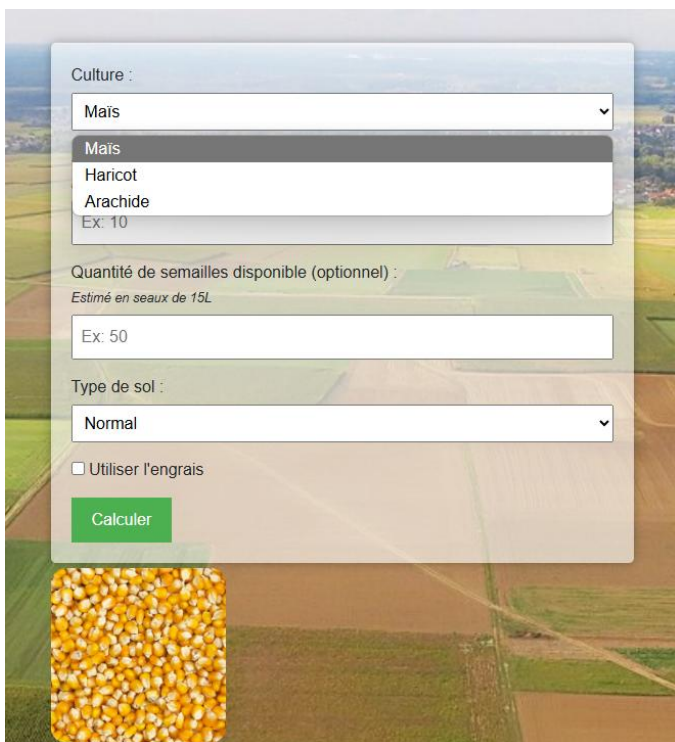
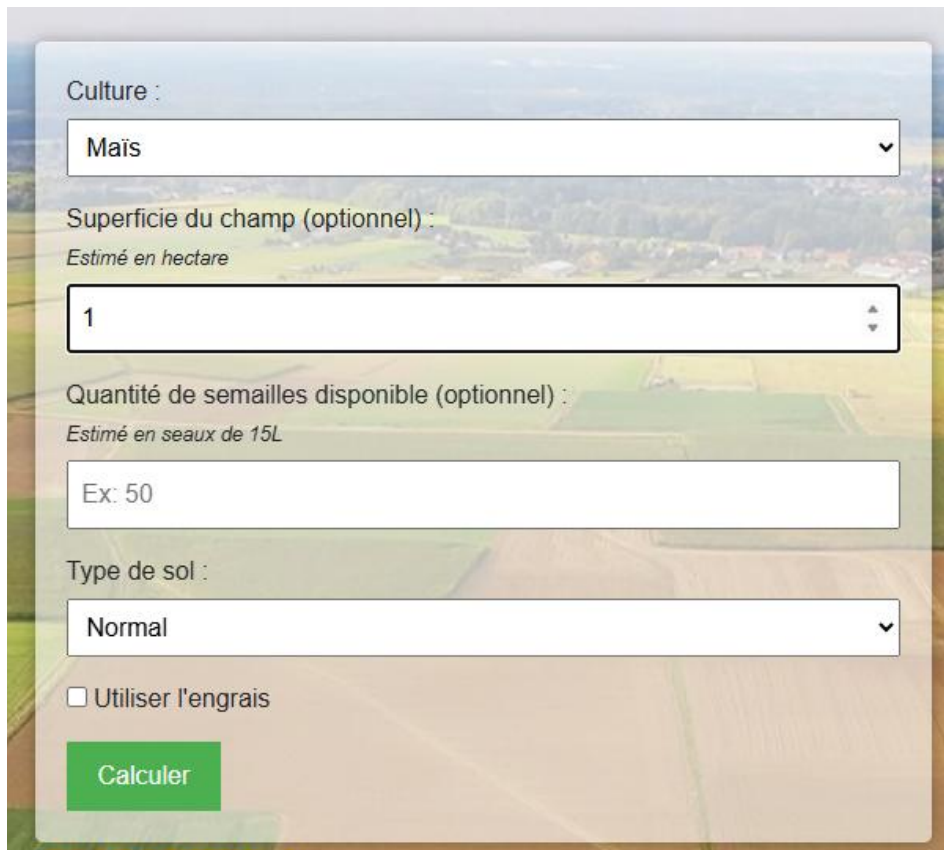


Figure 20 : Sélection du type de culture



Culture :

Maïs

Superficie du champ (optionnel) :

Estimé en hectare

1

Quantité de semences disponible (optionnel) :

Estimé en seaux de 15L

Ex: 50

Type de sol :

Normal

☐ Utiliser l'engrais

Calculer

Figure 21 : Insertion des paramètres



Résultat :

culture: Maïs

period: Mars à Mai et Août à Septembre

soil_type: normal

use_engrais:

superficie: 1

seeds_needed: 3.5338383838384

predicted_yield: 9.9751323824383

Figure 22 : Recommandations fournis par le système

Ce scénario unique montre bien comment FieldGenius aide les agriculteurs à prendre des décisions éclairées, améliorer leurs pratiques agricoles et maximiser leurs rendements.

PARTIE 3. ÉVALUATIONS ET RÉSULTATS

Chapitre 5. Résultats et analyses

5.1 Tests et évaluations

Pour m'assurer que l'application FieldGenius était bien efficace et fiable avant de la proposer aux agriculteurs, j'ai réalisé des tests approfondis sur plusieurs types d'échantillons représentatifs des scénarios réels que les agriculteurs camerounais peuvent rencontrer. Cette étape était très importante pour être sûr que l'application répond concrètement aux besoins, et surtout qu'elle propose de bonnes recommandations.

5.1.1 Méthodologie de test et choix des échantillons

Pour les tests, j'ai choisi deux types d'échantillons principaux pour être le plus proche possible des réalités sur le terrain.

5.1.1.1 Échantillon aléatoire

J'ai pris de manière aléatoire **plusieurs ensembles de données** collectées lors de mon enquête réalisée avec les formulaires en ligne et sur le terrain auprès des agriculteurs. Parmi ces données, je me suis assuré d'avoir un mélange varié de cas suivants.

Sol fertile, moyennement fertile (sol normal), non fertile ;

Différentes superficies de champs. petits (moins de 1 hectare), moyens (entre 1 et 5 hectares), grands (plus de 5 hectares) ;

Différentes périodes

Disponibilité d'engrais ou pas ;

Différents types de semences.

Concrètement, j'avais.

Certains scénarios où les agriculteurs n'avaient jamais pratiqué la culture du maïs auparavant.

D'autres scénarios avec des agriculteurs expérimentés, mais avec des défis particuliers comme une mauvaise récolte passée.

5.1.1.2 Échantillon Spécifique

Ensuite, j'ai choisi un deuxième groupe d'échantillons spécifiques, qui concernait des cas précis, plus délicats à prédire. Ce groupe comprenait **également des scénarios spécifiques**, par exemple.

Des scénarios où l'agriculteur dispose uniquement de la superficie de son champ, sans savoir quelle quantité de semence utiliser ;

Des scénarios avec seulement le type de sol connu, sans autres détails ;

Des scénarios où l'agriculteur dispose uniquement de la quantité de semence disponible, mais ne connaît pas quelle superficie du champs cela prendra ;

Des scénarios avec un sol non fertile mais l'engrais disponibles ;

Des cas extrêmes où plusieurs informations étaient absentes sauf une seule entrée (par exemple juste la quantité d'engrais disponible).

Des scénarios avec un sol fertile et avec l'engrais disponibles ;

Ces scénarios m'ont permis d'évaluer réellement si la plateforme peut gérer des situations où l'utilisateur donne très peu d'informations à la base.

5.1.2 Critères de performance évalués

Pendant les tests, je me suis concentré principalement sur trois critères majeurs pour vérifier la performance et la pertinence des recommandations fournies.

Précision des recommandations. Vérification du taux de correspondance entre les prédictions générées par le modèle et les résultats réels collectés auprès d'agriculteurs. Plus cette correspondance est forte, meilleure est la qualité des recommandations.

Adaptabilité du modèle. Capacité de la plateforme à gérer efficacement une grande variété de scénarios, allant du plus simple au plus complexe.

Rapidité et fluidité de réponse. Étant donné que l'application sera utilisée sur smartphone et ordinateur, j'ai aussi vérifié si les recommandations s'affichaient rapidement, sans délai important.

5.1.3 Indicateurs de performance mesurés

Pour être sûr que les résultats fournis par le modèle étaient fiables, j'ai utilisé plusieurs indicateurs quantitatifs importants.

Coefficient de détermination (R^2), Pour vérifier la cohérence entre mes prédictions et les résultats réels obtenus sur le terrain.

Erreur Quadratique Moyenne (RMSE), Pour mesurer le niveau moyen des erreurs effectuées par la plateforme.

Erreur Absolue Moyenne (MAE), Pour comprendre précisément l'ampleur moyenne des écarts entre les prédictions et les résultats réels.

5.1.4 Indicateurs mesurés et résultats obtenus

Après avoir entraîné mon modèle, j'ai testé ses performances séparément pour chacune des cultures (Maïs, Haricot et Arachide), car chacune de ces cultures réagit différemment aux conditions agricoles locales. Les résultats obtenus étaient les suivants.

Pour le Maïs

Tableau 3 : Indicateurs mesurés et résultats obtenus pour le maïs

Indicateur	Valeur observée
Précision (R^2)	0.53
Erreur Quadratique Moyenne (RMSE)	1.718
Erreur Absolue Moyenne (MAE)	1.380

Pour le Haricot

Tableau 4 : Indicateurs mesurés et résultats obtenus pour le haricot

Indicateur	Valeur observée
Précision (R^2)	0.58
Erreur Quadratique Moyenne (RMSE)	1.129
Erreur Absolue Moyenne (MAE)	0.892

Pour l'Arachide

Tableau 5 : Indicateurs mesurés et résultats obtenus pour l'arachide

Indicateur	Valeur observée
Précision (R^2)	0.66
Erreur Quadratique Moyenne (RMSE)	0.755
Erreur Absolue Moyenne (MAE)	0.587

À partir de ces résultats, j'ai pu observer que le modèle avait des performances variables selon la culture étudiée. Par exemple, l'arachide a obtenu les meilleurs résultats, avec un R^2 de 0,66. Cela signifie que le modèle explique environ 66 % de la variabilité observée dans les données réelles pour l'arachide. Cette bonne performance peut s'expliquer par la meilleure qualité ou cohérence des données récoltées concernant cette culture ou par le fait que les variables utilisées (type de sol, quantité d'engrais, climat) influencent plus clairement les rendements en arachide. Quant au maïs, le modèle a eu des résultats $R^2 = 0,53$. Ici, le modèle a pu expliquer environ 53 % des variations réelles. Pour le haricot, les résultats étaient intermédiaires ($R^2 = 0,58$). Cela suggère que le modèle prédit correctement la majorité des cas, mais qu'il reste encore des facteurs non identifiés ou non intégrés qui peuvent impacter la production.

Concernant les erreurs (RMSE et MAE), elles étaient plus élevées pour le maïs, moyennes pour le haricot, et plus faibles pour l'arachide. Cela confirme encore que le modèle prédit de manière plus précise les rendements en arachide et un peu plus moyennement ceux du haricot et du maïs.

Ces écarts montrent clairement que les données dont je disposais pour entraîner mon modèle influencent directement la qualité des prédictions. Ils soulignent aussi l'importance de collecter davantage de données pour améliorer les performances, surtout pour le maïs.

Malgré ces résultats variables, FieldGenius reste un outil fiable pour les recommandations agricoles et démontre clairement que la plate-forme est un grand outil dans le domaine d'optimisation des pratiques agricoles et réduit considérablement le temps que peut prendre un agriculteur pour l'analyse de sa culture. Ceci est une bonne nouvelle car en faisant cela, l'épuisement de l'agriculteur est minimisé.

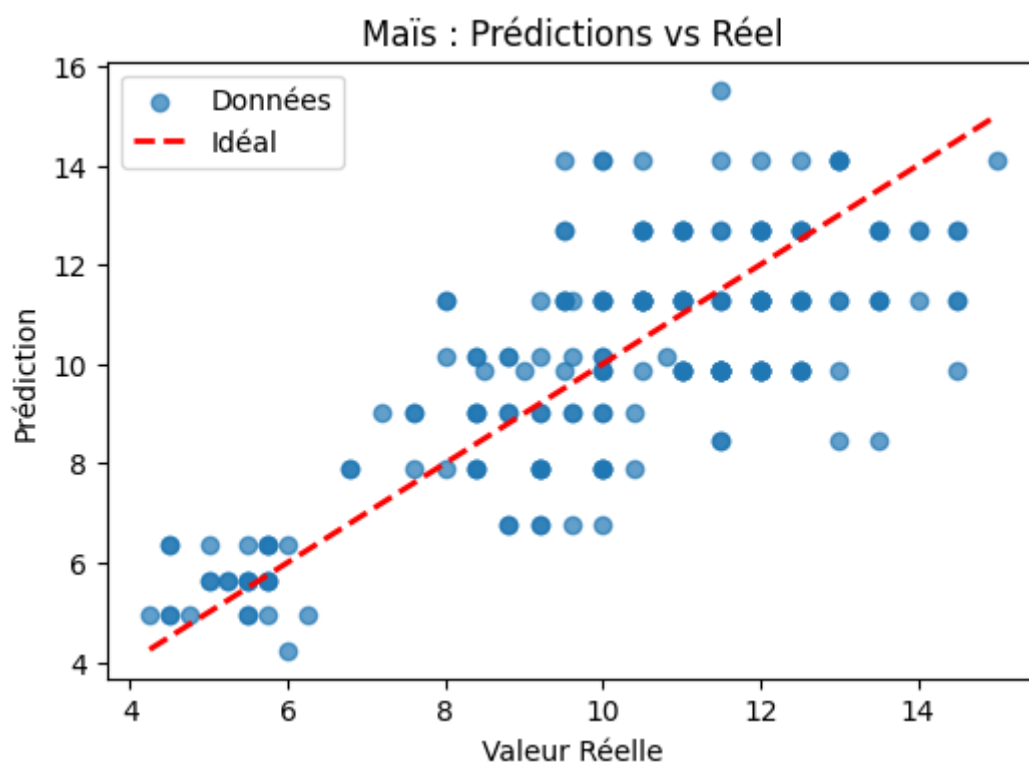


Figure 23 : Visualisation graphique des prédictions vs valeurs réelles pour le maïs

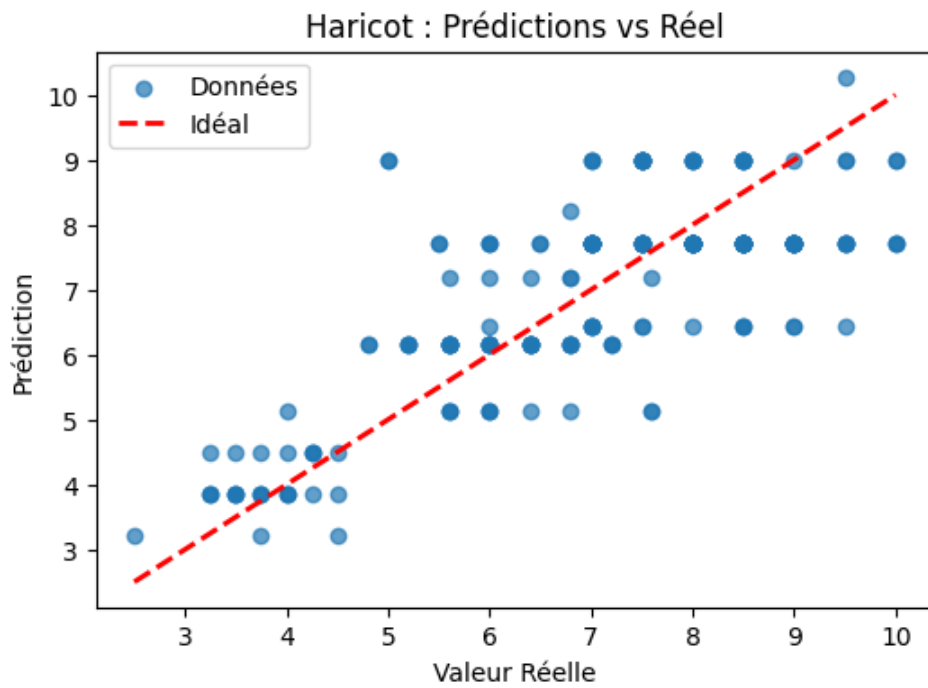


Figure 24 : Visualisation graphique des prédictions vs valeurs réelles pour le haricot

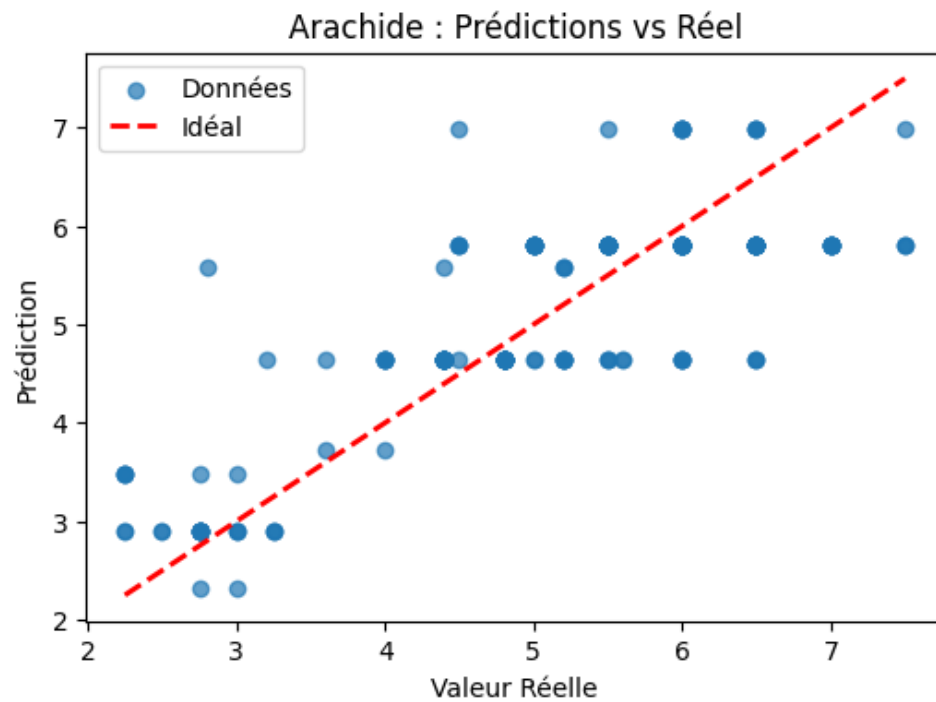


Figure 25 : Visualisation graphique des prédictions vs valeurs réelles pour les arachides

5.2 Analyse des performances

Pour mesurer l'impact potentiel de l'introduction de l'intelligence artificielle dans les pratiques agricoles, j'ai comparé les résultats générés par FieldGenius aux pratiques agricoles habituelles rapportées par les agriculteurs locaux. Mon but ici était d'évaluer si les recommandations produites par mon modèle se rapprochaient suffisamment de celles issues de l'expérience réelle des cultivateurs expérimentés.

5.2.1 Performances observées avant l'introduction de FieldGenius

Avant l'arrivée d'une solution technologique comme FieldGenius, les agriculteurs reposaient principalement sur leur savoir-faire traditionnel et leur propre expérience, souvent héritée de générations précédentes. Ces méthodes étaient et sont généralement empiriques, avec peu ou pas de paramètres précis. En conséquence, cela entraînait souvent,

Des choix parfois inadaptés concernant la période idéale pour semer les cultures ;

Des quantités approximatives de semences utilisées, provoquant souvent du gaspillage ou des pénuries ;

Un rendement global bien inférieur aux attentes théoriques, principalement dû à un manque d'informations claires et objectives.

D'après les réponses obtenues via mes enquêtes terrain, j'ai pu observer que les agriculteurs, même ceux expérimentés, avaient souvent des rendements qui restaient en-dessous du potentiel réel des cultures de maïs, de haricot ou d'arachide. Ces écarts atteignaient souvent des pertes significatif, principalement en raison de choix inadaptés aux conditions locales réelles.

5.2.2 Performances observées avec FieldGenius (résultats prédictifs)

J'ai réalisé plusieurs simulations approfondies basées sur les données réelles fournies par les agriculteurs. En comparant les prédictions de rendement et les recommandations proposées par mon modèle aux pratiques actuelles rapportées par les agriculteurs expérimentés, j'ai constaté une grande similitude, ce qui démontre la pertinence et l'efficacité potentielle du modèle d'IA développé.

Par exemple, lorsqu'un agriculteur expérimenté indiquait habituellement utiliser un nombre déterminé de seaux de semence de maïs sur un hectare de terrain en sol fertile, le modèle FieldGenius recommandait sensiblement la même quantité (avec des écarts très faibles). De

même, les recommandations liées à la période optimale de semis et aux quantités d'engrais se rapprochaient également fortement des pratiques actuellement jugées efficaces sur le terrain par ces mêmes agriculteurs.

Cette similarité des résultats démontre clairement que le modèle est capable de proposer des recommandations réalistes et conformes aux bonnes pratiques agricoles locales, confirmant ainsi sa fiabilité potentielle dès qu'il sera déployé concrètement.

5.2.3 Points forts identifiés dans les performances du modèle

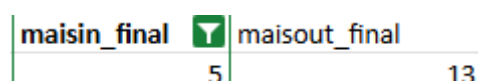
Lors de l'analyse approfondie de ces résultats prédictifs, j'ai pu identifier plusieurs points forts tel que.

Cohérence avec l'expertise locale. Le modèle produit des recommandations très proches des pratiques agricoles jugées efficaces par les cultivateurs expérimentés, confirmant ainsi que l'intégration des données locales lors de l'entraînement du modèle a été efficace.

Fiabilité des prédictions pour l'arachide. En particulier, la culture d'arachide présente un taux élevé de précision, avec un coefficient de détermination (R^2) d'environ 0,66, ce qui montre que les recommandations de FieldGenius sur cette culture sont particulièrement robustes.

En résumé, même si FieldGenius n'a pas encore été testé en conditions réelles sur une large échelle, l'analyse approfondie de ses prédictions démontre clairement son potentiel pour améliorer significativement les pratiques agricoles locales. Les résultats obtenus jusqu'à présent montrent que le modèle produit des recommandations très proches de l'expérience des agriculteurs expérimentés, confirmant ainsi sa pertinence et sa capacité potentielle à réduire les erreurs de choix agricoles.

Pour mieux illustrer la similarité des résultats, voici ci-dessous deux captures d'écrans montrant la comparaison directe entre les recommandations prédites et les données réelles fournies par les agriculteurs expérimentés.



maisin_final	maisout_final
5	13

Figure 26 : Données réelles pour la culture du maïs, quantités de semence en entrée et sortie (fournies par les agriculteurs expérimentés)

Quantité de semailles disponible
Estimé en seaux de 15L

Figure 27 : Données de semence en entrée fournies au modèle

seeds_needed: 5
predicted_yield: 14.113735970579

Figure 28 : Prédiction du rendu par le modèle

5.3 Retours d'expérience des utilisateurs

Afin d'avoir une idée claire de l'efficacité concrète et de l'impact potentiel de la plateforme FieldGenius auprès des agriculteurs, j'ai organisé une session d'évaluation en sélectionnant un groupe constitué de 10 utilisateurs testeurs, issus de différents profils agricoles au Cameroun. Cette démarche était particulièrement importante car elle m'a permis de recueillir des avis objectifs, réalistes et directement issus des personnes susceptibles d'utiliser concrètement la plateforme au quotidien.

Le retour utilisateur constitue en effet une étape cruciale dans un projet technologique, particulièrement lorsqu'il implique l'intelligence artificielle. Dans ce cas précis, recueillir les avis des utilisateurs était essentiel pour vérifier si l'IA, en tant que technologie innovante, est effectivement capable d'optimiser les pratiques agricoles dans les conditions spécifiques du Cameroun. Il était nécessaire de comprendre si les recommandations fournies par FieldGenius permettaient concrètement d'améliorer les choix agricoles quotidiens (quantité de semences, périodes de semailles), de simplifier les décisions techniques, et donc de répondre directement à l'objectif principal du mémoire, qui est l'optimisation des pratiques agricoles grâce à l'IA.

De plus, ces retours me permettent d'évaluer dans quelle mesure FieldGenius pourrait réduire l'essoufflement des cultivateurs sur leurs terres, en diminuant leur charge mentale grâce à des recommandations fiables et personnalisées.

Pour faciliter cette démarche et centraliser efficacement les réponses, j'ai créé un formulaire simple via Google Forms, comprenant les questions suivantes.

Question 1 « Entrer votre nom », Pour permettre de savoir qui a donné le feedback

Question 2 « Entrer votre numéro de téléphone ». Ce champ est destinée à récupérer les numéro pour contacter les utilisateurs en cas de besoin

Question 3 « Entrer votre email », Pour être capable d'entrer en contact avec l'individu en cas de besoin

Question 4 « Entrez vos impressions sur la plateforme FieldGenius ». Ce champ est pour récupérer le feedback de l'utilisateur par rapport à la plateforme

Question 5 « Pensez-vous que cet outil apportera une révolution dans l'agriculture ? ». Question à Choix multiple avec les options « Oui » ou « Non », elle est là pour savoir la façon dont les utilisateurs pensent par rapport à l'aspect révolution de l'outil.

Les réponses collectées ont été ensuite regroupées et organisées dans un fichier Google Sheets pour faciliter leur analyse. À partir de ces réponses, j'ai pu dégager plusieurs enseignements utiles sur l'impact potentiel de la plateforme et sur sa pertinence par rapport à la problématique centrale du mémoire, « Est-il possible d'éviter ou de réduire l'essoufflement d'un cultivateur sur une terre ? ».

5.3.1 Quelques feedback obtenus

1. **Motos Daniel** (tél. +237 691925989, email. motsobreakstyle@gmail.com) a affirmé que,

« Cette plateforme permet réellement d'optimiser mes dépenses sur l'achat des semences. »

Cette réponse indique clairement que FieldGenius aide concrètement les agriculteurs à éviter des dépenses inutiles et à mieux gérer leurs ressources financières, réduisant ainsi l'incertitude et le stress liés aux coûts agricoles.

2. **Ousmane Beloko** (tél. 651033424, email. travel.ciaei@gmail.com) a mentionné que,

« Ce système rassure quant à l'investissement agricole sur une culture spécifique qui prend en compte les paramètres du sol ainsi que ceux du climat. Elle nous aide dans la prise des décisions sur la culture à mener. ».

Ce témoignage démontre l'efficacité de FieldGenius dans la prise en compte des réalités locales telles que les conditions pédologiques et climatiques, permettant ainsi une prise de décision plus sereine et raisonnée.

3. **Touka Esdras** (tél. 697765225, email. esdrastouka@gmail.com) a simplement déclaré que,

« Intéressant. J'ai apprécié les statistiques qui aident à la prise des décisions. »

Ce feedback montre que même les agriculteurs disposant déjà de connaissances de base en agriculture trouvent dans FieldGenius un outil pertinent pour approfondir leurs analyses et prendre des décisions plus précises et mieux informées.

4. **Reoube Mouyal** (tél. 672773849, email. reoubesmouyal@gmail.com), responsable d'une association de lutte contre les violences faites aux femmes, a partagé,

« Nous sommes une association qui lutte contre les violences faites aux femmes et, dans notre mission, nous les encourageons dans plusieurs projets rentables comme l'agriculture. De ce fait, cette application vient optimiser notre accompagnement auprès de ces jeunes victimes. Merci ! »

Ce retour révèle un aspect social significatif de FieldGenius, démontrant sa capacité à soutenir efficacement des projets agricoles ayant un impact social positif, notamment en aidant des populations vulnérables à devenir autonomes sur le plan économique.

5. **Olemba Douglas Zacharie** (tél. 689812811, email. aldjana@gmail.com) a indiqué que.

« Nous avons testé cette application et sommes satisfaits de la facilité d'utilisation et de son ergonomie. Nous attendons quelques semaines pour juger son efficacité dans le traitement de nos données. »

Ce témoignage souligne un point clé concernant la convivialité et l'ergonomie de la plateforme, des aspects essentiels pour garantir l'adoption d'une nouvelle technologie par des agriculteurs ayant parfois peu d'expérience avec les outils numériques.

6. **Erica Dahoua** (tél. +237 677489008, email. erica.dahouak18@gmail.com) a partagé que,

« J'aime la simplicité de l'interface car elle permet même aux agriculteurs moins expérimentés (subsistance farming) de l'utiliser sans problème malgré l'avancée technologique. »

Ce retour indique clairement que FieldGenius est accessible même aux agriculteurs sans expérience technologique préalable, renforçant ainsi son impact potentiel à grande échelle.

7. **Lysette Nkamgue** (tel. +237 677492710, email. Lysettenkamgue@gmail.com) a partagé que,

« C'est un excellent outil ! Il m'a fait gagner du temps et m'a permis de prendre des décisions éclairées pour mes cultures. Je le recommande vivement. »

Cette réponse souligne l'impact direct de FieldGenius sur la gestion optimisée du temps et sur l'amélioration qualitative des décisions agricoles.

8. **Judith Laure** (tel. +237 691234323, email. judithlaure7@gmail.com) a partagé que,

« Les informations sur les saisons de récoltes sont claires et précises... »

Ce témoignage illustre bien comment l'outil répond spécifiquement à l'objectif principal du mémoire qui est le fait d'optimiser les pratiques agricoles grâce à des recommandations précises.

9. **Maeva Ngwana** (tel. +237 692914549, email. maevangwana@gmail.com) a mentionné que,

« L'outil fonctionne rapidement, et les prévisions de quantités sont très utiles. Je me sens plus confiante dans mes choix de semences. Je le recommande à tous les agriculteurs. »

Ici, je constate directement comment l'IA améliore la confiance de l'agriculteur dans ses choix agricoles, réduisant ainsi le stress et l'essoufflement mental.

10. **Virginie Pouomegne** (tel. +237 658729998, email. virginiepouomegne@gmail.com) a mentionné que,

« Cet outil a vraiment transformé ma façon de travailler. La simplicité d'utilisation m'a permis de l'adopter rapidement, et les résultats sont impressionnants. Les prévisions de récoltes sont précises et m'ont aidée à maximiser mes rendements. J'apprécie également la rapidité avec laquelle je peux accéder aux informations. Je le recommande à tous mes collègues agriculteurs. »

Ce témoignage complet illustre parfaitement l'impact global et profond de FieldGenius sur l'activité agricole quotidienne.

5.3.2 Synthèse globale des retours utilisateurs

À travers ces retours, j'ai pu observer que FieldGenius est globalement très bien accueillie par les utilisateurs testeurs, tant sur l'aspect pratique qu'économique et social. Ceci montre qu'il apporte donc plusieurs aspects à l'agriculture tel qui sont.

Le premier aspect est la **Facilité d'utilisation**. Les utilisateurs ont apprécié la simplicité et l'ergonomie de la plateforme. Cela est essentiel, surtout dans un contexte où beaucoup d'agriculteurs ne sont pas encore très familiers avec les outils technologiques avancés.

Le deuxième aspect est la **Réduction de l'incertitude et de l'effort mental**. Plusieurs utilisateurs ont mentionné explicitement que l'outil leur permettait de prendre des décisions beaucoup plus facilement et avec moins d'hésitations. Cela correspond précisément à l'objectif initial de réduire l'essoufflement et la fatigue mentale qui affectent souvent les cultivateurs lorsqu'ils doivent choisir leurs méthodes agricoles.

Le troisième aspect est l'**Optimisation économique et réduction du gaspillage**. L'impact positif sur les dépenses des agriculteurs (notamment en matière d'achat de semences et d'engrais) est ressorti clairement dans les réponses fournies. La plateforme est donc perçue comme un outil efficace pour optimiser les ressources financières et matérielles.

Le quatrième et dernier aspect est l'**Impact social positif**. Le témoignage de l'association représentée par Reoube Mouyal a particulièrement souligné l'aspect bénéfique sur le plan social, montrant que FieldGenius pourrait être une ressource précieuse pour des associations ou organisations qui accompagnent des populations en situation de vulnérabilité.

5.3.3 Réponse à la question de la révolution agricole

Une question spécifique posée aux testeurs était « Pensez-vous que cet outil apportera une révolution dans l'agriculture ? ». À cette question, la totalité des 10 testeurs, y compris les cinq exemples mentionnés ci-dessus, ont répondu « Oui ». Cela montre clairement que les utilisateurs perçoivent FieldGenius non seulement comme une simple amélioration technique, mais comme une véritable innovation capable de transformer significativement les pratiques agricoles actuelles au Cameroun.

Conclusion intermédiaire des retours utilisateurs

En conclusion, les retours d'expérience des utilisateurs ont confirmé que FieldGenius est perçue comme une plateforme particulièrement pertinente, qui répond efficacement à la problématique initiale qui est de fournir des recommandations précises aux agriculteurs afin de réduire significativement leur incertitude et leur effort mental lié aux choix agricoles. L'unanimité des réponses positives sur son potentiel révolutionnaire indique clairement que l'outil pourrait jouer un rôle majeur dans l'amélioration durable et significative des pratiques agricoles locales, tout en facilitant l'activité quotidienne des agriculteurs camerounais.

Entrer votre nom	Entrer votre numéro de téléphone	Entrer votre email	Entrez vos impressions sur la plateforme Fiel	Pensez-vous que cette outil apportera une ré
Motos Daniel	+237691925989	motsobreakstyle@gmail	Cette plateforme permet réellement d'optimiser rr	Oui
Ousmane Beloko	651033424	travel.ciaeil@gmail.com	Ce système a rassure quant à l'investissement ag	Oui
Touka Esdras	697765225	esdrastouka@gmail.com	Intéressant. J'ai apprécié les statistiques qui aide	Oui
Reoube mouyal	672773849	reoubesmouyal@gmail.c	Nous sommes une association lutte contre les vic	Oui
Olemba Douglas Zachar	689812811	aldjana@gmail.com	Nous avons tester cette application et sommes s	Oui
Dahoua	+237 6 774 89 00 8	erica.dahouak18@gmail	J'aime la simplicité de l'interface car elle permet	Oui
Lysette	6 774 92 71 0	Lysettenkamgue@gmail	C'est un excellent outil ! Il m'a fait gagner du temp	Oui
Laure	+237691234323	judithlaure7@gmail.com	Les informations sur les saisons de récoltes sont	Oui
Maeva	+237 6 92 91 45 49	maevangwana@gmail.c	L'outil fonctionne rapidement, et les prévisions de	Oui
Virginie	+2376 58 72 99 98	virginiepouomegne@gm	Cet outil a vraiment transformé ma façon de trava	Oui

Figure 29 : Feedback des testeurs sur la plateforme

Conclusion

Tout au long de ce mémoire, mon objectif principal était d'explorer et de démontrer concrètement comment l'intelligence artificielle pouvait être utilisée pour optimiser les pratiques agricoles au Cameroun, avec une application spécifique aux cultures de maïs, de haricot et d'arachide. À travers le développement et l'évaluation de la plateforme FieldGenius, j'ai cherché à répondre à une problématique centrale, celle de l'absence de solutions technologiques adaptées, menant les agriculteurs à des décisions souvent hasardeuses, inefficaces, et génératrices d'efforts inutiles. Ma question de recherche, clairement formulée, était « Est-il possible d'éviter ou de réduire l'essoufflement d'un cultivateur sur une terre ? ».

Les résultats obtenus grâce aux tests et simulations effectués montrent clairement que l'intelligence artificielle peut apporter des solutions pertinentes, pratiques et adaptées aux réalités agricoles. Mon modèle d'IA, développé sur la base de données concrètes récoltées auprès d'agriculteurs locaux, a fourni des recommandations précises sur la quantité optimale de semences, la période idéale pour les semailles, et l'utilisation adaptée des engrais. Les résultats de mes analyses démontrent que les prédictions fournies par FieldGenius sont proches des méthodes et pratiques agricoles utilisées par des agriculteurs expérimentés, confirmant ainsi l'efficacité et la pertinence de l'outil développé.

Les retours positifs des agriculteurs ayant testé la plateforme montrent par ailleurs que FieldGenius peut réduire significativement l'incertitude et le stress associés à la prise de décision agricole. Cette réduction notable de l'effort mental constitue une réponse claire et directe à ma question de recherche. Alors grâce à l'intelligence artificielle, il est effectivement possible d'éviter ou de réduire considérablement l'essoufflement des cultivateurs sur leur terre.

Par ailleurs, cette recherche a permis de confirmer que l'intelligence artificielle représente une réelle opportunité pour améliorer durablement les pratiques agricoles en Afrique centrale. En apportant des informations fiables, accessibles, et adaptées aux réalités locales, l'IA permet d'accroître non seulement les rendements agricoles, mais également de faciliter les choix techniques quotidiens des cultivateurs. En ce sens, FieldGenius constitue une preuve tangible que l'intégration de l'intelligence artificielle dans l'agriculture camerounaise peut conduire à une gestion agricole plus efficace, rentable, et moins pénible pour tous les agriculteurs, débutants comme expérimentés.

En définitive, ce mémoire a démontré avec succès que l'application de l'intelligence artificielle au domaine agricole répond favorablement à la problématique initialement posée et confirme sans ambiguïté la possibilité de réduire l'essoufflement des cultivateurs sur leur terre. L'introduction d'une plateforme intelligente comme FieldGenius ouvre ainsi la voie à une agriculture moderne, durable, et nettement moins stressante pour les acteurs agricoles au Cameroun.

Postface

Durant l'élaboration de ce mémoire, j'ai pris conscience de nombreux défis méthodologiques et pratiques liés à la collecte des données agricoles nécessaires pour construire un modèle d'intelligence artificielle performant. Outre la difficulté à inciter les agriculteurs à collaborer, un autre obstacle majeur a été l'absence presque totale de bases de données agricoles fiables pour le Cameroun. Cette rareté des sources secondaires m'a obligé à repenser ma stratégie de recherche, en privilégiant la collecte directe d'informations via des enquêtes de terrain.

Par ailleurs, le recours à une stratégie incitative impliquant des investissements financiers personnels, combinée à une identité forte du projet, a démontré son efficacité. J'ai ainsi appris que, pour garantir l'adoption effective d'un outil technologique, il est nécessaire de prendre en compte non seulement les contraintes techniques mais aussi les réalités humaines, sociales et économiques du terrain. Ce mémoire m'a finalement permis de mieux comprendre comment intégrer l'intelligence artificielle de manière réaliste et efficace dans le contexte agricole.

Bibliographie

- Amram. 2024.** Post Facebook sur FieldGenius. [En ligne] 4 12 2024.
<https://www.facebook.com/GoulBAM/posts/pfbid0K8oEiKyv2nPrmuuHXYZky4vwHzKZEuVdD2WMqNXgon6aRGeggowGhH9SddTC3yzRI/>.
- Anonyme.** Booster la production agricole grâce à l'intelligence artificielle. CamerounWeb. [En ligne] <https://www.camerounweb.com/CameroonHomePage/NewsArchive/Cameroun-Booster-la-production-agricole-gr-ce-l-intelligence-artificielle-774504/>.
- Bagaldi, Shamsuddeen Jibril. 2024.** Twitter post. [En ligne] 2024.
<https://x.com/BagaldiJibril/status/1766759830012748137/>.
- Cameroun-plus.** GEOGRAPHIE DU CAMEROUN. [En ligne] https://www.cameroun-plus.com/index.php?p_nid=44010/.
- Cherlinka, Vasyli.** Types De Sol Pour Une Croissance Efficace Des Cultures. *eos*. [En ligne] <https://eos.com/fr/blog/types-de-sol/>.
- . **2024.** Types De Sol Pour Une Croissance Efficace Des Cultures. [En ligne] EOS Data Analytics, 2024. <https://eos.com/fr/blog/types-de-sol/>.
- Ecole IT.** *Gestion des talents*.
- FAO.** Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2021 - 2030. [En ligne] <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5328f9eb-32c6-45fb-b86d-c85e1fa6deca/content/>.
- Farmonaut. 2024.** *Relance agricole au Cameroun : défis et stratégies pour moderniser la production agro-industrielle en 2024*. 2024.
- Gahima, Lionel. 2024.** Des drones pour lutter contre l'insécurité alimentaire. [En ligne] 2024.
<https://www.voaafrique.com/a/nigeria-des-drones-pour-lutter-contre-l-ins%C3%A9curit%C3%A9-alimentaire/7751464.html?withmediaplayer=1/>.
- IA et souveraineté des données agricoles en Afrique. Management & Data Science.* **Anonyme. 2024.** 2024.
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC.** IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C. [En ligne] <https://www.ipcc.ch/2017/10/23/ipcc-special-report-on-global-warming-of-1-5-oc-expert-review-of-the-first-order-draft-and-start-of-the-third-lead-author-meeting/>.
- Jenane, Chakib. 2025.** Is Artificial Intelligence the future of farming? Exploring opportunities and challenges in Sub-Saharan Africa. [En ligne] 2025.
<https://blogs.worldbank.org/en/agfood/artificial-interelligence-in-the-future-of-sub-saharan-africa-far/>.
- Khan, Fasih. 2025.** Qu'est-ce que le prétraitement des données ? Définition, concepts, importance, outils. [En ligne] 2025. <https://www.astera.com/fr/type/blog/data-preprocessing/>.

mapsofworld. Localisation du Cameroun. [En ligne]

<https://fr.mapsofworld.com/cameroon/cameroun-carte-de-localisation.html> .

Melatagia, P. 2024. *Paulin Melatagia, chercheur camerounais : « L'IA est très utilisée pour les prédictions agricoles en Afrique ».* *Radio France Internationale (RFI)*. 2024.

Moyouzame, Aïsha. 2023. Cameroun : des jeunes se servent de l'intelligence artificielle pour améliorer les récoltes agricoles. Agence Ecofin. [En ligne] 2023.

<https://www.agenceecofin.com/entreprendre/0203-74400-cameroun-des-jeunes-se-servent-de-l-intelligence-artificielle-pour-ameliorer-les-recoltes-agricoles/>.

Pages Jaunes du Cameroun. 2024. Cameroun : État des lieux de l'agriculture et défis à relever. [En ligne] 2024. <https://www.pagesjaunes.online/blog/cameroun-etat-des-lieux-de-l-agriculture-et-defis-a-relever/>.

Partirou. Climat, Saisons et Meilleure Période au Cameroun. [En ligne]

<https://www.partirou.com/quand/voyager/cameroun/>.

Pykes, Kurtis. 2025. Prétraitement des données : Un guide complet avec des exemples en Python. [En ligne] 2025. <https://www.datacamp.com/fr/blog/data-preprocessing/>.

Robert, JérémY. 2022. Préprocessing: Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? *datascientest.com*. [En ligne] 2022. <https://datascientest.com/guide-du-data-preprocessing/>.

SafetyCulture. 2024. Regard sur le Smart Farming ou l'avenir de l'agriculture. [En ligne] 2024. <https://safetyculture.com/fr/themes/smart-farming/>.

Sakyi, Edward. 2024. This aerospace student is behind Nigeria's rising agricultural drone startup. *globalsouthworld*. [En ligne] 2024. <https://globalsouthworld.com/article/this-aerospace-student-is-behind-nigerias-rising-agricultural-drone-startup/>.

Seleshie, Loza. 2022. Agriculture africaine : produire plus... pour importer mieux ? *Jeuneafrique*. [En ligne] 2022. <https://www.jeuneafrique.com/1298402/economie-entreprises/agriculture-africaine-produire-plus-pour-importer-mieux/>.

uxpin.com. What is the definition of user-friendly ? [En ligne]

<https://www.uxpin.com/studio/blog/user-friendly-what-does-it-mean-and-how-to-apply-it/>.

VOA Afrique. 2024. Un Nigérian invente un drone pour détecter les maladies des cultures. [En ligne] 2024. <https://www.voaafrrique.com/a/un-nigérian-invente-un-drone-pour-détecter-les-maladies-des-cultures-/7742059.html/>.

VOA-Afrique. 2024. Un jeune Nigérian de 24 ans invente un drone pour détecter les maladies des cultures. [En ligne] 2024. <https://businessfinanceint.com/un-jeune-nigerian-de-24-ans-invente-un-drone-pour-detecter-les-maladies-des-cultures/>.

Annexes

Annexe 1. Formulaire des questions envoyés aux utilisateurs

Section 1. Profil du participant

Q1. Quel est votre âge ?

Moins de 20 ans

20-30 ans

31-40 ans

41-50 ans

Plus de 50 ans

Q2. Quel est votre genre ?

Homme

Femme

Q3. Depuis combien de temps pratiquez-vous l'agriculture ?

Je débute (moins de 1 an)

1-5 ans

Plus de 5 ans

Q4. Quel type de cultivateur êtes-vous ?

Débutant (aucune expérience préalable)

Amateur (agriculture à petite échelle, non professionnelle)

Expérimenté (agriculture professionnelle ou à grande échelle)

Q5. Dans quelle région du Cameroun êtes-vous basé ?

(Zone de texte pour réponse libre)

Section 2. Pratiques agricoles actuelles

Q6. Quels types de cultures semez-vous ? (plusieurs réponses possibles)

Maïs

Haricot

Arachide

Autre : *(précisez)*

Q7. Quelle superficie moyenne de terre exploitez-vous ?

Moins de 1 hectare

Entre 1 et 5 hectares

Plus de 5 hectares

Q8. Quel type de sol avez-vous sur votre terrain principal ?

Sol noir (très fertile)

Sol rouge (parfois fertile)

Mélange des deux

Je ne sais pas

Q9. Utilisez-vous des engrais ou fertilisants sur vos terres ?

Oui

Non

Parfois

Q10. Si vous utilisez des engrais, comment choisissez-vous leur quantité ?

Je me base sur les recommandations des vendeurs

Je me base sur mon expérience personnelle

Je me base sur les conseils d'autres agriculteurs

Autre : *(précisez)*

Q11. Quand semez-vous habituellement vos cultures ?

Au début de la saison des pluies

Pendant toute la saison des pluies

Autre : *(précisez)*

Section 3. Défis et besoins

Q12. Quelles sont vos principales difficultés liées à la semence ? (plusieurs réponses possibles)

Choisir la bonne période pour semer

Calculer la quantité de semence nécessaire

Estimer la quantité d'engrais à utiliser

Identifier le bon type de sol pour chaque culture

Autre : *(précisez)*

Q13. Avez-vous déjà eu des pertes à cause d'une mauvaise planification de semence ?

Oui

Non

Parfois

Q14. Pensez-vous que des outils numériques pourraient vous aider dans vos pratiques agricoles ?

Oui

Non

Je ne sais pas

Q15. Si une application existait pour vous aider à planifier vos semences, quelles fonctionnalités aimeriez-vous y trouver ? (plusieurs réponses possibles)

Estimation de la quantité de semence nécessaire

Suggestions sur le type de sol adapté à chaque culture

Calendrier optimal pour les semences en fonction des saisons

Recommandations sur l'utilisation d'engrais

Informations sur les conditions météorologiques locales

Suivi des rendements agricoles

Autre : *(précisez)*

Section 4. Attentes spécifiques vis-à-vis de la plateforme

Q16. Quel type d'appareil utilisez-vous principalement ?

Smartphone

Ordinateur

Aucun

Q17. Avez-vous un accès régulier à Internet ?

Oui, tout le temps

Oui, mais de manière limitée

Non

Q18. Souhaitez-vous que l'application soit utilisable sans connexion Internet ?

Oui

Non

Q19. Seriez-vous prêt à partager des données sur votre terrain (superficie, type de sol) pour des recommandations plus précises ?

Oui

Non

Q20. Quelles langues parlez-vous couramment ? (plusieurs réponses possibles)

Français

Anglais

Autre : (*précisez*)

Section 5. Suggestions et remarques

Q21. Quelles améliorations souhaitez-vous voir dans le domaine de l'agriculture au Cameroun ?

(Zone de texte pour réponse libre)

Q22. Avez-vous des remarques ou suggestions concernant le projet de plateforme ?

(Zone de texte pour réponse libre)