



PROJET BLOCKCHAIN

Présenté à

L'École Nationale d'Ingénieurs de Sfax

3^{ème} année Génie Informatique et Mathématiques Appliquées

**Gestion et sécurisation d'un système
de gestion d'une serre intelligente
embarquée via blockchain**

Par

Hadil Ben Rhouma

Siwar Zghal

Chaima Maalej

Remerciements

Avec une profonde gratitude et un immense respect, cette page est dédiée à exprimer notre reconnaissance envers Monsieur Tarek Frikha et tous ceux qui ont joué un rôle essentiel dans le succès et la réalisation de notre projet Blockchain. Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce projet, par leur implication et leur soutien inestimable.

Introduction générale

Les agriculteurs font face à plusieurs défis majeurs, parmi lesquels la gestion complexe des stocks agricoles, comprenant le suivi des quantités, de la qualité et de la rotation des produits, ainsi que la surveillance météorologique pour prendre des décisions éclairées concernant les pratiques culturales et la protection des cultures contre les conditions climatiques extrêmes.

Ces défis soulignent la nécessité de solutions innovantes pour transformer l'agriculture traditionnelle. Notre projet vise précisément à introduire des technologies innovantes, telles que la blockchain, afin d'améliorer l'efficacité et la transparence de la chaîne d'approvisionnement agricole.

En offrant une gestion optimisée des stocks, une surveillance météorologique en temps réel et des mécanismes de traçabilité, notre projet répond aux besoins croissants de durabilité et de traçabilité des consommateurs, tout en permettant aux agriculteurs de relever ces défis de manière plus efficace.

Table des matières

Chapitre 1 : Serre Intelligente :	1
• 1.1. Description de la serre intelligente.....	1
• 1.2. Collecte et traitement des données de la serre intelligente.....	1
• 1.3. Optimisation des équipements pour une serre intelligente	2
• 1.4. Processus de sauvegarde des données via la blockchain	4
Chapitre 2 : Blockchain.....	5
• 2.1. Introduction de la Blockchain	5
• 2.2. Définition de la Blockchain	5
• 2.3. Evolution de la Blockchain	6
• 2.4. Utilisation de la Blockchain.....	7
• 2.5. Les différents types de la Blockchain.....	8
• 2.6. Notre choix du type de la Blockchain : Ethereum	9
• 2.7. Les environnements de Blockchain de test	10
• 2.8. Notre choix de l'environnement de Blockchain de test : Ganache.....	11
• 2.9. Notre choix de l'environnement de développement de contrats intelligents Ethereum : Remix	12
• 2.10. Intégration d'Express.js pour la Gestion des Données Météorologiques dans une Serre Intelligente basée sur Blockchain.....	13
Chapitre 3 : Analyse et Conception.....	15
• 3.1. Introduction.....	15
• 3.2. Description des besoins fonctionnels.....	15
• 3.2.1. Objectifs à atteindre.....	15
• 3.2.2. Description de l'application	16
• 3.3. Modélisation UML	17
• 3.3.1. Diagrammes des cas d'utilisations.....	18
• 3.3.2. Diagrammes des classes.....	19
Chapitre 4 : Les outils de développement	20
• 4.1. Introduction.....	20
• 4.2. Langages de programmation	20
• 4.3. Environnement de développement.....	22
• 4.4. Outil de gestion de base de données.....	22
Chapitre 5 : Les interfaces de l'application	23
• 5.1. Interface Home	23
• 5.1. Interface User	27
• 5.2. Interface Admin.....	32
• 5.3. Interface Farmer.....	36
Conclusion	39

Chapitre 1 : Serre Intelligente

1.1. Description de la serre intelligente embarquée

La serre intelligente embarquée est un système de gestion automatisé conçu pour optimiser la culture des plantes en fournissant un environnement contrôlé et adapté à leurs besoins spécifiques. Elle utilise des technologies avancées telles que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets (IoT) et la blockchain pour améliorer l'efficacité, la productivité et la durabilité de l'agriculture.



1.2. Collecte et traitement des données de la serre intelligente

La serre intelligente est équipée de capteurs qui collectent des données en temps réel sur les conditions environnementales telles que la température, l'humidité du sol et l'humidité de l'air. Ces capteurs transmettent les données à un système central qui les analyse et prend des décisions en conséquence pour optimiser les paramètres de l'environnement de la serre.

Chapitre 1 : Serre Intelligente

1.3. Optimisation des Équipements pour une Serre Intelligente : L'Alliance Stratégique des Capteurs DHT et du Raspberry Pi

La sélection minutieuse des capteurs, tels que le DHT11 et le DHT22, pour mesurer la température, l'humidité du sol et de l'air dans la serre, est renforcée par l'intégration du Raspberry Pi. Ce choix réfléchi offre une combinaison puissante pour le contrôle et la gestion avancée de l'environnement de la serre intelligente.

Capteur de Température et d'Humidité (DHT11/DHT22): Ces capteurs sophistiqués garantissent une surveillance précise de la température et de l'humidité, deux paramètres cruciaux pour le bien-être des cultures. Leur polyvalence permet une surveillance approfondie du microclimat, offrant des données précieuses pour des décisions agricoles éclairées.

Raspberry Pi : En tant qu'ordinateur monocarte compact, le Raspberry Pi joue un rôle central dans cette synergie technologique. Il offre une puissance de calcul considérable, des fonctionnalités avancées et une adaptabilité inégalée pour répondre aux exigences diverses d'une serre intelligente.

Avantages de l'Intégration Raspberry Pi :

Flexibilité : La polyvalence du Raspberry Pi s'illustre par sa capacité à exécuter divers systèmes d'exploitation tels que Raspbian et Windows IoT Core. Cette flexibilité offre un large éventail de choix en matière de logiciels et d'applications pour personnaliser l'expérience de gestion de la serre.

Puissance de Calcul : Comparé aux microcontrôleurs conventionnels, le Raspberry Pi excelle grâce à son processeur ARM intégré, permettant une gestion efficace des tâches complexes et le traitement rapide de grandes quantités de données provenant des capteurs de la serre.

Connectivité : Doté de Wi-Fi, Bluetooth et de ports Ethernet, le Raspberry Pi facilite la connexion à d'autres dispositifs. Cette connectivité étendue permet la collecte de données à distance et offre un accès distant pour la surveillance et le contrôle de la serre intelligente.

Chapitre 1 : Serre Intelligente

GPIO (General Purpose Input/Output) : Les broches GPIO du Raspberry Pi simplifient la connexion et le contrôle des capteurs, actionneurs et autres périphériques électroniques. Cette fonctionnalité facilite l'extension et la personnalisation du système de gestion de la serre intelligente, offrant ainsi une adaptabilité accrue.

En associant les avantages spécifiques des capteurs DHT et du Raspberry Pi, notre approche technologique optimisée garantit une gestion intelligente et efficace de la serre, contribuant ainsi à l'optimisation des rendements agricoles.

Chapitre 1 : Serre Intelligente

1.4. Processus de sauvegarde des données via la blockchain

Le processus de sauvegarde des données relatives à une serre intelligente en utilisant la blockchain implantée sur une carte programmable peut être décrit en plusieurs étapes :

- Collecte des données : Les capteurs de la serre intelligente collectent les données environnementales, telles que la température, l'humidité du sol et l'humidité de l'air. Ces données sont transmises à la carte programmable.
- Traitement des données : La carte programmable reçoit les données collectées des capteurs et les traite pour les préparer à l'enregistrement sur la blockchain. Cela peut inclure des étapes de filtrage, de normalisation et de conversion des données au format approprié.
- Création d'une transaction : Une fois que les données ont été traitées, la carte programmable crée une transaction qui comprend les informations à enregistrer sur la blockchain. Cette transaction peut inclure les données elles-mêmes, ainsi que des métadonnées telles que des horodatages et des identifiants de capteurs.
- Validation de la transaction : Avant d'être ajoutée à la blockchain, la transaction doit être validée pour garantir son intégrité. La carte programmable utilise des mécanismes de validation tels que des algorithmes de hachage et des signatures numériques pour vérifier l'authenticité des données et empêcher toute altération non autorisée.
- Enregistrement sur la blockchain : Une fois que la transaction a été validée, la carte programmable l'ajoute à un bloc qui sera ensuite ajouté à la chaîne de blocs existante. Chaque bloc contient un ensemble de transactions et est lié de manière cryptographique au bloc précédent, créant ainsi une chaîne immuable de données.
- Consensus et sécurisation : La carte programmable utilise des mécanismes de consensus pour s'assurer que toutes les parties impliquées dans le réseau blockchain sont d'accord sur l'ordre et la validité des transactions. Cela garantit la sécurité et l'intégrité des données en empêchant les modifications non autorisées.
- Accessibilité et vérification : Les données enregistrées sur la blockchain peuvent être accessibles par les parties autorisées. L'utilisation de la blockchain offre également

Chapitre 2 : Blockchain

2.1. Introduction de la Blockchain

Le 31 octobre 2008, un inconnu utilisant le pseudonyme « Satoshi Nakamoto » a écrit dans une liste de diffusion d'e-mails réservée aux cypherpunks (un mouvement de personnes utilisant la cryptographie pour protéger la vie privée) : "Je travaille sur un nouveau système de monnaie électronique entièrement de pair-à-pair, sans tiers de confiance". Ce texte est accompagné d'un lien qui amène vers Bitcoin.org et sur lequel est hébergé le livre blanc du Bitcoin, rédigé dans un anglais impeccable, résumant le fonctionnement du nouveau protocole. Le premier concept de Blockchain a été appliqué le 03 janvier 2009 dans le cadre de Bitcoin. La technologie à la base de Bitcoin et d'autres crypto-monnaies, est une base de données de grand livre distribuée pour l'enregistrement des transactions, permettant ainsi aux utilisateurs de partager leur grand livre de transactions.

2.2. Définition de la Blockchain

La blockchain est une technologie révolutionnaire qui permet de stocker et de sécuriser des données de manière décentralisée. Il fonctionne comme un registre numérique partagé entre plusieurs participants, éliminant ainsi le besoin de faire confiance à une entité centrale. Les transactions sont regroupées en blocs et ajoutées à une chaîne de blocs, assurant ainsi leur immuabilité.



La blockchain offre la transparence, l'intégrité des données et la réduction des coûts de transaction. Dans ce rapport, nous étudierons les applications de la blockchain, ses avantages et ses défis, ainsi que ses cas d'utilisation spécifiques dans notre projet.

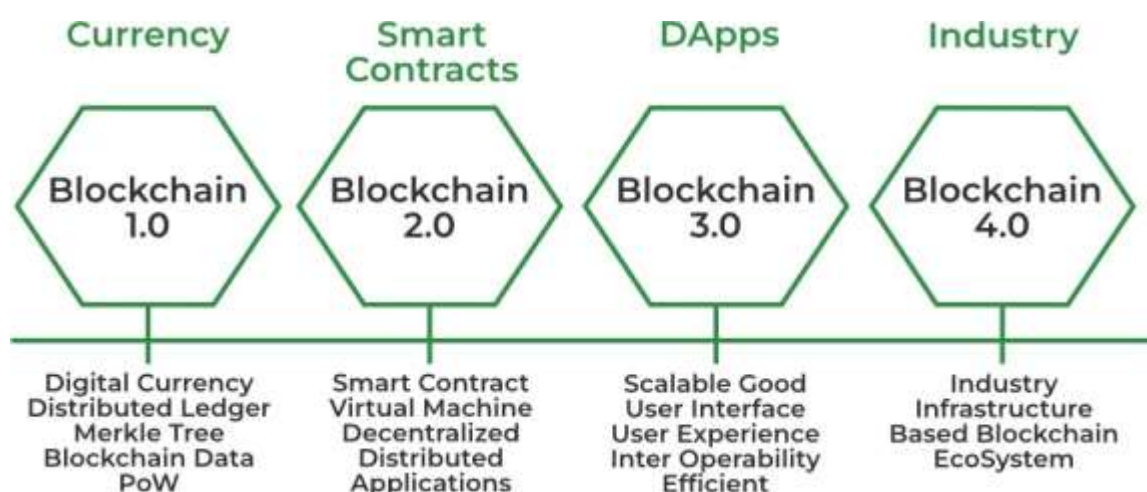
Chapitre 2 : Blockchain

2.3. Évolution de la Blockchain

La blockchain a connu une évolution remarquable depuis son introduction. Depuis sa première utilisation pour la gestion des transactions financières avec Bitcoin, de nombreuses améliorations ont été apportées. Les technologies de blockchain de deuxième et troisième génération ont émergé, offrant des fonctionnalités avancées telles que l'évolutivité, la confidentialité et la programmabilité.

Des plateformes blockchain ont été développées pour répondre à des besoins spécifiques tels que l'échange d'actifs numériques, la gouvernance décentralisée et les contrats intelligents. De plus, des efforts sont en cours pour intégrer la blockchain avec d'autres technologies émergentes telles que l'intelligence artificielle et l'Internet des objets, créant ainsi de nouvelles possibilités d'innovation.

L'évolution continue de la blockchain ouvre la voie à de nouvelles applications et à une adoption plus large dans divers secteurs, transformant ainsi la façon dont les entreprises opèrent et interagissent avec les données.



Chapitre 2 : Blockchain

2.4. Utilisation de la Blockchain

Dans un monde en constante évolution, l'intégration de la blockchain s'impose comme une solution novatrice et cruciale dans divers secteurs. En particulier, notre projet agricole embrasse cette technologie révolutionnaire pour maximiser la sécurité et la transparence des données météorologiques au sein de notre serre intelligente.

L'intégration de la blockchain dans notre projet agricole représente une solution idéale, tirant parti des avantages significatifs offerts par cette technologie révolutionnaire. En enregistrant de manière sécurisée les données météorologiques au sein de la blockchain, notre projet garantit la transparence, la sécurité et la fiabilité des informations essentielles à la prise de décision dans le secteur agricole. Dans le contexte de notre serre intelligente dédiée à l'agriculture, la blockchain offre une infrastructure décentralisée qui élimine le besoin de tiers de confiance. Cela assure une traçabilité transparente des données météorologiques, renforçant la confiance des clients dans la qualité des produits. Les enregistrements immuables de la blockchain serviront de clé de choix pour les consommateurs soucieux de la provenance et de la qualité des produits agricoles.

De plus, la blockchain permet la mise en place de contrats intelligents, automatisant l'exécution d'accords prédéfinis. Dans notre cas, cela peut se traduire par l'automatisation des actions de contrôle de la serre intelligente basées sur les données météorologiques enregistrées. Cette automatisation réduit les risques d'erreurs humaines et améliore l'efficacité opérationnelle, contribuant ainsi à la production de produits agricoles sains et bio.

La blockchain, en tant que technologie sécurisée et décentralisée, s'aligne parfaitement avec les principes fondamentaux de l'agriculture moderne axée sur la durabilité et la transparence. Son adoption dans notre projet ouvre de nouvelles perspectives pour une gestion des données météorologiques, offrant ainsi une base solide pour des pratiques agricoles intelligentes

Chapitre 2 : Blockchain

2.5. Les différents types de la Blockchain

La blockchain publique est une infrastructure décentralisée ouverte à tous les participants, offrant une transparence totale et une accessibilité sans autorisation. Toute personne peut participer en tant que validateur, effectuer des transactions et déployer des contrats intelligents. En revanche, la blockchain privée est limitée à un groupe restreint d'acteurs préalablement autorisés, offrant une gestion plus restreinte des données et une sécurité renforcée.

Quant à la blockchain hybride, elle combine des caractéristiques des deux précédentes, permettant une certaine flexibilité dans le contrôle des données tout en profitant des avantages de la décentralisation.

Dans notre projet de serre intelligente, nous avons choisi d'utiliser une blockchain publique. Cette décision découle de notre besoin d'assurer une transparence maximale et une accessibilité universelle aux données météorologiques. La blockchain publique garantit non seulement la confiance des utilisateurs grâce à sa nature ouverte, mais elle offre également une sécurité et une immutabilité essentielles pour enregistrer de manière fiable les informations cruciales liées à la gestion de la serre intelligente.

Chapitre 2 : Blockchain

2.6 Notre choix du type de la Blockchain : Ethereum

Parmi les types les plus connus de la Blockchain, on trouve Ethereum, qui a joué un rôle majeur dans l'évolution de cette technologie.

Ethereum est une plateforme blockchain programmable, qui permet la création et l'exécution de contrats intelligents. Cette blockchain offre de nombreux avantages, notamment sa capacité à exécuter des applications décentralisées (DApps) et sa compatibilité avec les normes de l'industrie...

Notre choix de travailler avec Ethereum dans notre projet s'explique par sa popularité, sa large adoption dans l'industrie, sa communauté de développeurs dynamique et son écosystème solide. De plus, Ethereum dispose d'une technologie mature et d'outils de développement bien établis, ce qui facilite l'implémentation de notre solution basée sur la blockchain.

Ethereum offre aussi une flexibilité et une programmabilité exceptionnelles. Il permet aux développeurs de créer et d'exécuter des contrats intelligents, ce qui ouvre la porte à un large éventail d'applications décentralisées (DApps) et de protocoles personnalisés.

Ensuite, Ethereum dispose d'une large adoption et d'une solide communauté de développeurs. Cela signifie qu'il existe un écosystème dynamique d'outils, de bibliothèques et de ressources pour faciliter le développement sur la plateforme. La communauté active fournit également un support continu, des mises à jour et des améliorations à travers des propositions d'amélioration d'Ethereum (EIP).

Enfin, Ethereum a fait ses preuves en tant que blockchain sécurisé et robuste. Bien qu'il ait connu des problèmes de scalabilité dans le passé, des efforts significatifs ont été déployés pour améliorer sa capacité à traiter un grand nombre de transactions.



Chapitre 2 : Blockchain

2.7. Les environnements de Blockchain de test

Les environnements de blockchain de test jouent un rôle essentiel dans le développement et la mise à l'épreuve des applications basées sur la technologie blockchain.

Ces environnements permettent aux développeurs d'expérimenter et de tester leurs smart contracts et leurs applications dans un environnement contrôlé et isolé, sans avoir besoin d'interagir avec le réseau principal de la blockchain.

Ces environnements de test offrent des fonctionnalités telles que la création de comptes de test, la génération de faux tokens ou de faux ethers, et la simulation de transactions et de contrats intelligents. Ils permettent aux développeurs de détecter et de corriger les erreurs, d'optimiser les performances et de valider les fonctionnalités de leurs applications avant de les déployer sur le réseau réel.

Certains des environnements de test populaires incluent Ganache (pour Ethereum), Truffle Develop, Remix IDE, et TestRPC. Grâce à ces environnements de test, les développeurs peuvent gagner en efficacité, en fiabilité et en confiance dans leurs développements blockchain, contribuant ainsi à la création d'applications de qualité et à la réduction des risques associés aux déploiements en production.



Chapitre 2 : Blockchain

2.8. Notre choix de l'environnement de Blockchain de test Ganache

En relation avec Ethereum, Ganache est un outil de développement essentiel pour les développeurs d'applications décentralisées (DApps) basées sur Ethereum. Ganache est un environnement de blockchain de test local qui permet aux développeurs de simuler un réseau Ethereum en local sur leur machine. Cela facilite le processus de développement, de test et de débogage des smart contracts et des applications avant leur déploiement sur le réseau Ethereum réel.

Ganache fournit une interface utilisateur conviviale, où les développeurs peuvent créer facilement des comptes Ethereum de test avec de faux ethers pour effectuer des transactions et observer l'exécution des contrats intelligents en temps réel. Cela permet aux développeurs de valider et d'affiner leurs applications plus rapidement, en éliminant les coûts et les risques associés à l'utilisation du réseau Ethereum en direct pendant la phase de développement.

En utilisant Ganache, les développeurs peuvent gagner du temps, améliorer leur productivité et assurer une meilleure qualité de leurs DApps sur la plateforme Ethereum.

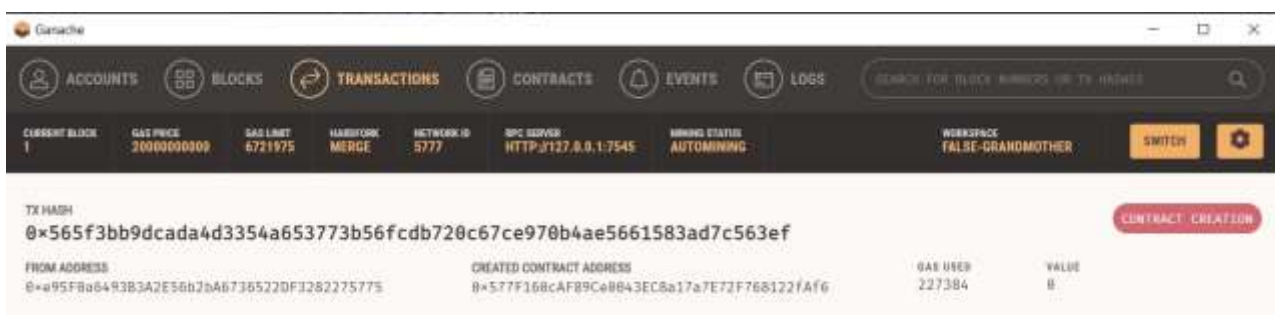


Figure 1.1

Chapitre 2 : Blockchain

2.9. Notre choix de l'environnement de développement de contrats intelligents Ethereum

Remix

Pour réellement comprendre le fonctionnement des différents smart-contracts qui existent, et des blockchains sur lesquelles ils sont déployés, il est préférable d'en développer soi-même. Malgré les ressources et outils qui simplifient ce processus, développer un smart-contract n'est pas très aisé pour le néophyte, car il faut souvent télécharger et installer des logiciels externes pour parvenir à ses fins. Cependant, il existe un très bon site internet qui nous simplifie la tâche : il s'agit de l'environnement de développement Remix

Remix est une plateforme de développement d'applications décentralisées (DApps) basées sur la blockchain Ethereum. C'est un environnement de développement intégré (IDE) en ligne qui offre une gamme complète d'outils et de fonctionnalités pour faciliter la création, le test et le déploiement de contrats intelligents

Cela permet de faciliter la découverte du développement blockchain puisque n'importe qui peut se lancer dans cette activité sur n'importe quel support.

Remix et Ganache sont deux outils complémentaires utilisés dans le développement d'applications décentralisées (DApps) sur la blockchain Ethereum. L'utilisation de Remix avec Ganache simplifie le processus de développement et de test de vos contrats intelligents Ethereum. On peut itérer rapidement sur le développement, déployer des contrats intelligents sur votre environnement de test local fourni par Ganache.

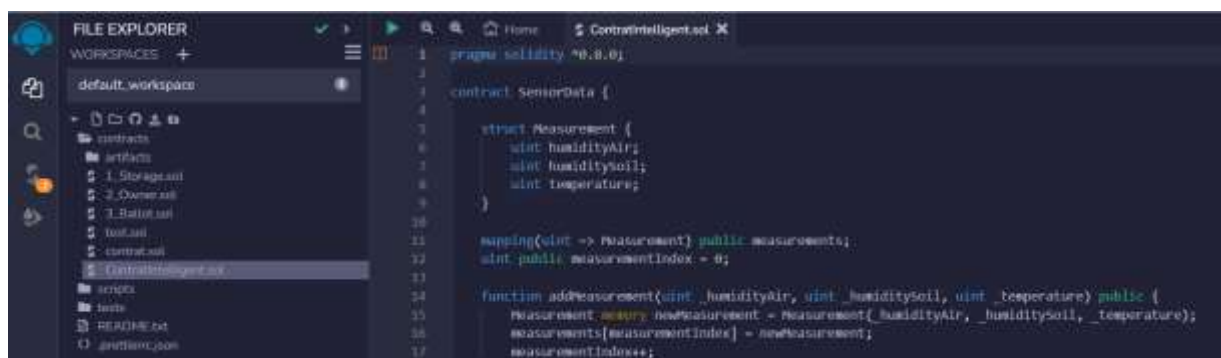


Figure 1.2

Chapitre 2 : Blockchain

2.10. Intégration d'Express.js pour la Gestion des Données Météorologiques dans une Serre Intelligente basée sur Blockchain

Dans cette section, nous approfondissons davantage l'intégration d'Express.js, mettant en lumière son rôle central dans la conception et la gestion du flux de données météorologiques entre les capteurs d'une serre intelligente et la Blockchain Ethereum. Cette intégration vise à assurer une collecte sécurisée, une transmission fiable et un accès convivial aux informations météorologiques cruciales.

2.10.1. Rôle Central d'Express.js dans la Collecte et la Transmission des Données

Express.js occupe une position centrale en tant que middleware essentiel, orchestrant la réception, la validation et la transmission des données météorologiques depuis les capteurs jusqu'à la Blockchain. Nous approfondirons les mécanismes sophistiqués mis en œuvre par Express.js pour garantir la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité des données tout au long de leur parcours, du moment de la capture jusqu'à leur inscription immuable sur la Blockchain.

2.10.2. Création d'une API RESTful pour l'Interaction avec la Blockchain

Une attention particulière sera portée à la conception et à la mise en œuvre d'une API RESTful robuste grâce à Express.js. Cette interface standardisée permet aux agriculteurs d'interagir de manière transparente avec les données météorologiques stockées sur la Blockchain. Nous explorerons comment Express.js facilite la communication efficace avec les contrats intelligents Ethereum, garantissant ainsi une expérience utilisateur fluide et intuitive.

Chapitre 2 : Blockchain

2.10.3. Sécurisation des Transactions et Gestion des Autorisations

Dans le contexte spécifique de notre application agricole, nous disséquerons les mesures de sécurité rigoureuses instaurées par Express.js. Ces mesures visent à protéger les transactions et à gérer les autorisations d'accès aux données météorologiques sensibles. Des éléments tels que l'authentification robuste et la gestion fine des autorisations seront détaillés, veillant à ce que seuls les utilisateurs autorisés puissent interagir de manière sécurisée avec les informations météorologiques stockées sur la Blockchain.

Enrichie par ces détails, cette section offre une vision approfondie de la manière dont l'intégration soignée d'Express.js optimise la sécurité, l'efficacité et la convivialité de notre projet Blockchain dédié à la collecte et à l'affichage des données météorologiques dans le contexte d'une serre intelligente pour les agriculteurs.

Chapitre 3 : Analyse et Conception

3.1. Introduction :

La conception est l'étape principale dans le cycle de vie de création d'une application, elle a pour but de réaliser l'étude des données et les traitements à faire, elle aide également à réduire la complexité du système. C'est dans cette phase que s'appliquent les techniques de modélisation.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les objectifs à atteindre de notre projet suivi d'une description générale de l'application, finalement nous allons présenter la modélisation de notre projet.

3.2. Description des besoins fonctionnels

3.2.1. Objectifs à atteindre

- Optimiser la gestion des stocks agricoles : Mettre en place un système de gestion des stocks agricoles qui permettra aux agriculteurs de suivre avec précision les quantités, la qualité et la rotation des produits. Cela facilitera la planification des cultures, la gestion des récoltes et la réduction des pertes.
- Améliorer la surveillance météorologique : Intégrer des capteurs et des technologies de surveillance météorologique pour fournir des informations en temps réel sur les conditions climatiques à l'intérieur et à l'extérieur de la serre. Cela aidera les agriculteurs à prendre des décisions éclairées concernant les pratiques culturales, l'irrigation et la protection des cultures contre les conditions climatiques extrêmes.
- Faciliter l'achat en ligne : Développer une plateforme en ligne conviviale où les consommateurs pourront consulter la liste des produits disponibles, ajouter des articles à leur panier et effectuer des achats en ligne en utilisant des méthodes de paiement sécurisées. Cela offrira aux consommateurs une expérience pratique et transparente d'achat de produits agricoles frais.

Chapitre 3 : Analyse et Conception

3.2.2. Description de l'application

L'application se compose de plusieurs espaces :

- Index : Contient une présentation de l'application et de tous les services présents.
- Espace d'authentification : L'utilisateur doit s'authentifier en utilisant un e-mail et un mot de passe (Il doit faire l'inscription avant), ensuite il dispose d'un accès facile à ses informations selon son rôle :

Espace Administrateur (Admin) : Cet espace est dédié à la gestion complète de tous les agriculteurs, des consommateurs et de la récolte. L'administrateur dispose de fonctionnalités avancées pour gérer les utilisateurs, superviser les activités des agriculteurs et assurer le bon déroulement de l'ensemble du système.

Espace Agriculteur (Farmer) : Les agriculteurs ont leur propre espace où ils peuvent gérer leur récolte. Ils peuvent enregistrer et mettre à jour les informations sur les cultures, consulter les mesures de l'humidité du sol, de la température et de l'humidité, et prendre des décisions éclairées en fonction de ces données. Cet espace leur permet de suivre et d'optimiser leurs pratiques de culture.

Espace Consommateur (User) : Les consommateurs ont accès à cet espace où ils peuvent consulter les produits disponibles. Ils peuvent parcourir la liste des produits proposés par les agriculteurs, obtenir des informations détaillées sur chaque produit, et effectuer des achats en fonction de leurs préférences. Cela offre aux consommateurs une expérience conviviale et pratique pour trouver et acheter des produits agricoles de qualité.

Chapitre 3 : Analyse et Conception

3.3. Modélisation UML

3.3.1. Diagrammes des cas d'utilisations

La modélisation des cas d'utilisation est une technique utilisée dans l'ingénierie logicielle pour décrire les interactions entre les acteurs (utilisateurs ou systèmes externes) et un système donné. Les cas d'utilisation représentent des scénarios spécifiques d'utilisation du système et permettent de capturer les besoins fonctionnels du système du point de vue des utilisateurs.

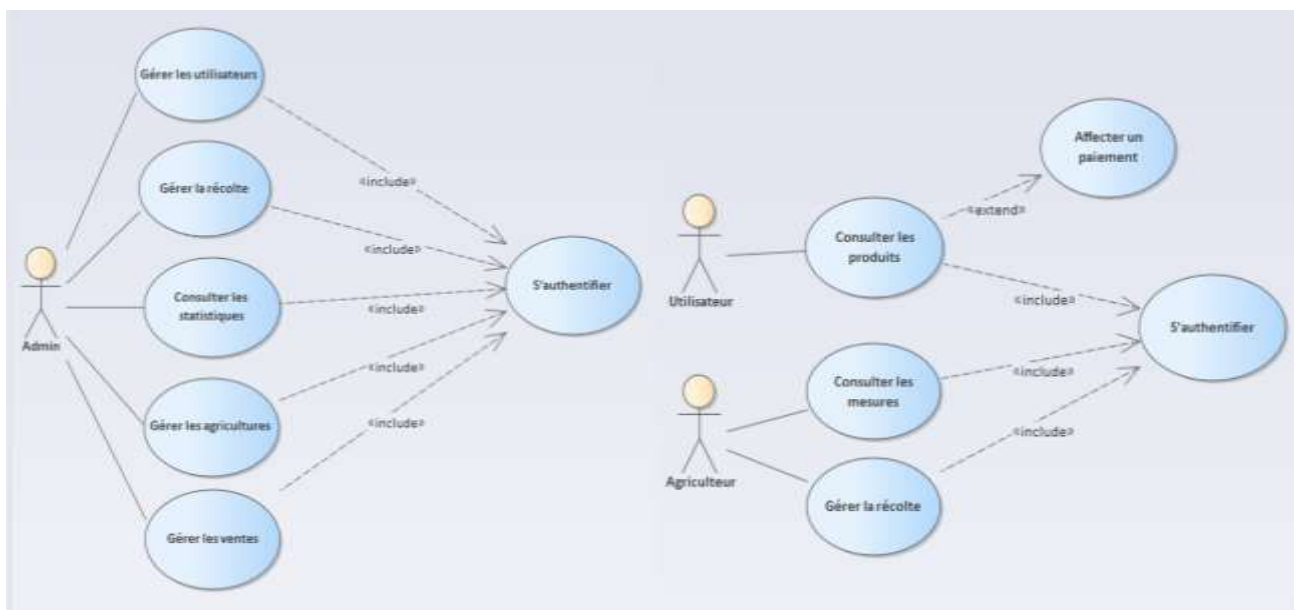


Figure 2.1 - Diagramme de cas d'utilisation

Chapitre 3 : Analyse et Conception

3.3.2. Diagrammes des classes

Le diagramme de classes est un outil de modélisation largement utilisé en génie logiciel pour représenter la structure statique d'un système logiciel. Il offre une vision claire des classes, de leurs attributs, de leurs méthodes, ainsi que des relations qui existent entre ces classes. Dans le contexte d'un système lié à l'agriculture, comprenant des fonctionnalités telles que la gestion des utilisateurs, la catégorisation des promotions, l'authentification, les détails de connexion, les mesures des agriculteurs, etc., le diagramme de classes peut être développé pour refléter ces différentes entités et leurs interconnexions.

Les classes telles que UserCrop (UtilisateurCulture), PromotionsCategory (Catégorie de Promotions), LoginDetails (Détails de Connexion), et FarmerMeasurements (Mesures de l'Agriculteur) peuvent être définies pour représenter respectivement les informations sur la culture associée à un utilisateur, les catégories de promotions, les détails de connexion des utilisateurs, et les mesures spécifiques aux agriculteurs.

Chaque classe est caractérisée par des attributs spécifiques, comme la superficie de la culture, le type de culture, le nom d'utilisateur, le mot de passe, etc. Les méthodes associées à chaque classe décrivent les opérations pouvant être effectuées sur ces entités, telles que les calculs liés à la croissance des cultures, la gestion des promotions, l'authentification des utilisateurs, et la collecte des mesures des agriculteurs.

Les relations entre les classes sont établies pour refléter les liens logiques entre les entités. Par exemple, une association entre UserCrop et FarmerMeasurements indique qu'un utilisateur peut avoir plusieurs mesures liées à ses cultures. De même, des associations entre UserCrop et PromotionsCategory, ainsi qu'entre UserCrop et LoginDetails, permettent de modéliser les relations entre la culture d'un utilisateur, les catégories de promotions, et ses détails de connexion.

Chapitre 4 : Les outils de développement

4.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous présenterons les outils que nous avons utilisés tout au long de la réalisation de notre projet.

Nous fournirons une description détaillée de chaque fonctionnalité pour chaque acteur impliqué dans le système.

4.2. Langages de programmation :

Les différents langages de programmation utilisés pour développer cette application :

- PHP : PHP est un langage de script côté serveur utilisé principalement pour le développement web. Il permet de créer des sites web dynamiques et interactifs en générant du contenu côté serveur.
Pourquoi PHP ?

Nous avons choisi PHP en raison des fonctionnalités et des avantages qu'il offre, comme indiqué ici :

- PHP est un langage polyvalent qui prend en charge une large gamme de fonctionnalités et peut être intégré facilement avec des bases de données, des serveurs web et d'autres technologies web.
- PHP est connu pour sa capacité à générer du contenu dynamique côté serveur. Cela signifie que les pages web peuvent être générées en temps réel, en fonction des interactions de l'utilisateur et des données stockées dans la base de données.



Chapitre 4 : Les outils de développement

- **Solidity** : Solidity est un langage de programmation utilisé pour écrire des contrats intelligents sur la plateforme Ethereum. Il permet de développer des applications décentralisées (dApps) en utilisant la technologie de la blockchain.
 - Solidity offre des fonctionnalités de sécurité avancées, notamment la gestion des permissions et la protection contre les attaques courantes telles que les débordements d'entiers.
 - Solidity est étroitement intégré à l'environnement de développement Ethereum, ce qui facilite le déploiement et l'interaction avec les contrats intelligents.



- **JavaScript (JS)** : JavaScript est un langage de programmation polyvalent utilisé pour développer des fonctionnalités interactives sur les sites web. Il est principalement utilisé côté client et permet d'ajouter des animations, des validations de formulaires, des manipulations DOM, etc.
 - JavaScript est basé sur un modèle de programmation orienté événements, où les actions de l'utilisateur ou les événements du navigateur déclenchent des fonctions spécifiques.
 - L'utilisation de JavaScript comme langage de programmation des microservices peut offrir une architecture souple, évolutive et modulaire.



Chapitre 4 : Les outils de développement

4.3 Environnement de développement :

- Visual Studio Code : Visual Studio Code est un éditeur de code source développé par Microsoft. Il offre des fonctionnalités avancées telles que la coloration syntaxique, la complétion automatique, le débogage et l'intégration avec des outils de gestion de versions. Il est très populaire parmi les développeurs pour son interface utilisateur conviviale et sa grande flexibilité.



4.4. Outil de gestion de base de données :

- PhpMyAdmin est un outil de gestion de base de données très populaire et largement utilisé dans le développement web avec PHP et MySQL.
 - PhpMyAdmin permet d'exécuter des requêtes SQL directement depuis son interface. Cela permet d'effectuer des opérations complexes sur votre base de données.



Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

Nous allons maintenant présenter les différentes interfaces de l'application.

5.1. Interface Home :

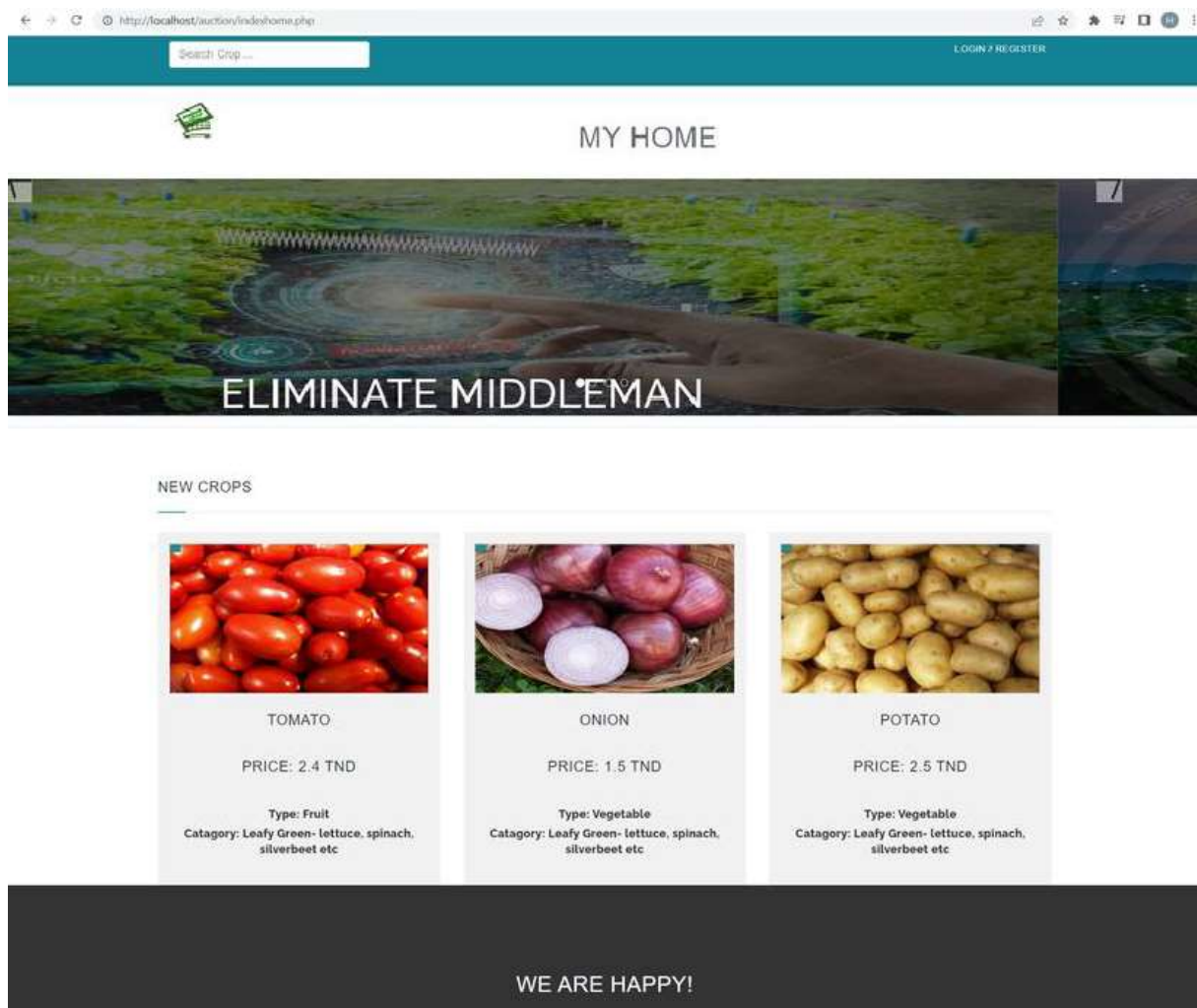


Figure 3 - Interface d'accueil "MY HOME"

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

L'inscription est obligatoire pour voir les détails.



Figure 4

Lorsqu'on clique sur la barre de recherche, les produits seront filtrés selon le mot clé.

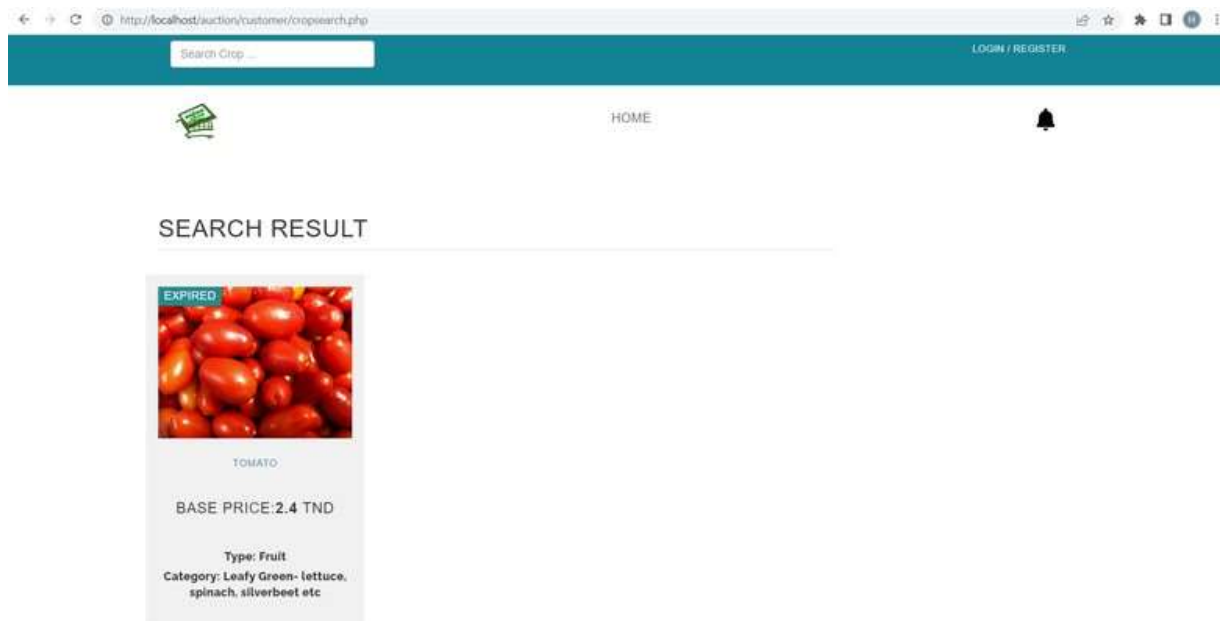
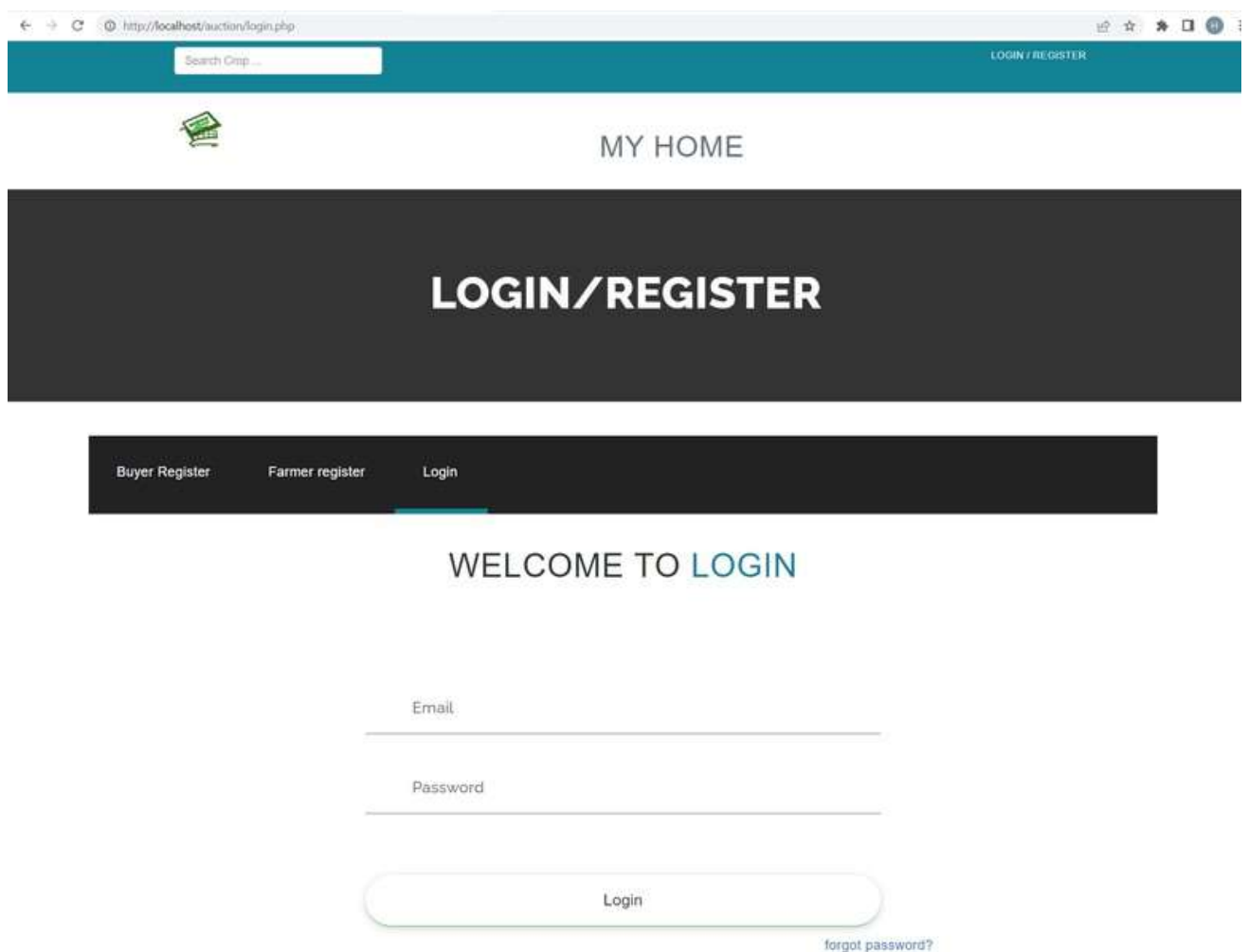


Figure 5

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

Chaque utilisateur doit s'authentifier, et selon son rôle il va être renvoyé vers son espace approprié (Il y a une vérification des identifiants du compte, si le compte n'existe pas ou si un des identifiants est erroné le système affiche un message d'erreur).

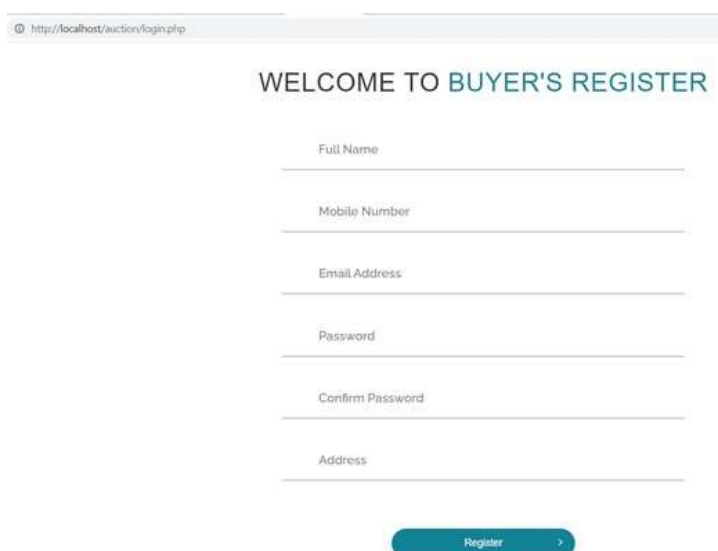


The screenshot shows a web browser window with the URL `http://localhost/auktion/login.php`. The page has a teal header with a search bar labeled "Search Crop ..." and a "LOGIN / REGISTER" link. Below the header is a "MY HOME" section with a small icon. The main content area is a dark grey rectangle with the text "LOGIN/REGISTER" in white. Below this is a navigation bar with three links: "Buyer Register", "Farmer register", and "Login". The "Login" link is highlighted with a teal underline. Below the navigation bar is a "WELCOME TO LOGIN" section. This section contains two input fields: "Email" and "Password". Below these fields is a large, rounded "Login" button. To the right of the button is a link labeled "forgot password?".

Figure 6

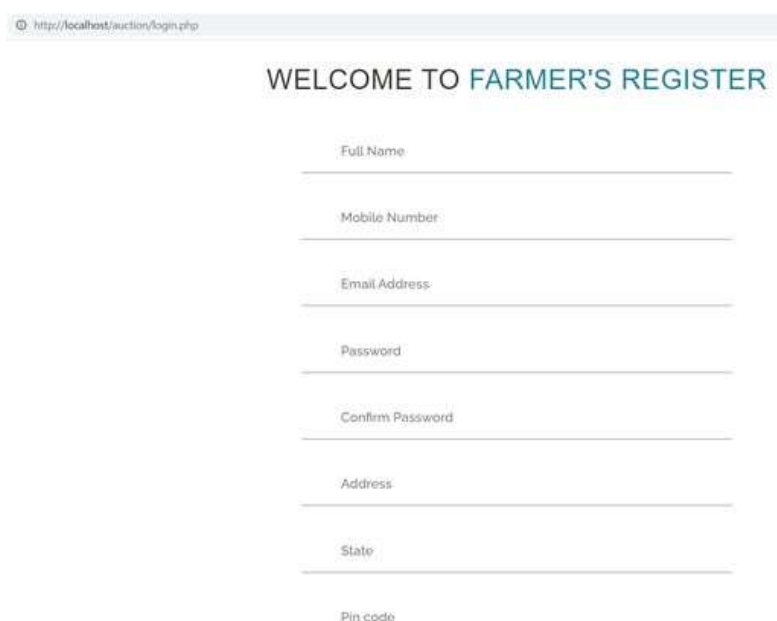
Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

Un nouvel utilisateur ou agriculteur peut s'inscrire en remplissant un formulaire d'inscription précis. Le formulaire demande les informations essentielles telles que le nom complet, le numéro de téléphone, l'adresse e-mail, le mot de passe et l'adresse.



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'http://localhost/auction/login.php'. The page title is 'WELCOME TO BUYER'S REGISTER'. Below the title, there is a registration form with the following fields: 'Full Name', 'Mobile Number', 'Email Address', 'Password', 'Confirm Password', and 'Address'. Each field is represented by a text input box with its label above it. At the bottom of the form, there is a teal-colored button with the text 'Register' and a right-pointing arrow.

Figure 7.2



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'http://localhost/auction/login.php'. The page title is 'WELCOME TO FARMER'S REGISTER'. Below the title, there is a registration form with the following fields: 'Full Name', 'Mobile Number', 'Email Address', 'Password', 'Confirm Password', 'Address', 'State', and 'Pin code'. Each field is represented by a text input box with its label above it. The 'State' and 'Pin code' fields are located below the 'Address' field.

Figure 7.2

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

5.2. Interface User :

Une fois inscrit, chaque utilisateur dispose d'un profil personnel où il peut accéder à diverses fonctionnalités. L'une de ces fonctionnalités clés est la possibilité de consulter les produits disponibles. En accédant à son profil, l'utilisateur peut explorer notre vaste catalogue de produits. Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur de rechercher des articles spécifiques, de filtrer les résultats en fonction de ses préférences, et d'obtenir des informations détaillées sur chaque produit, telles que le type, les prix, la catégorie. Ainsi, l'utilisateur peut prendre des décisions d'achat éclairées en se basant sur les informations disponibles dans son profil.

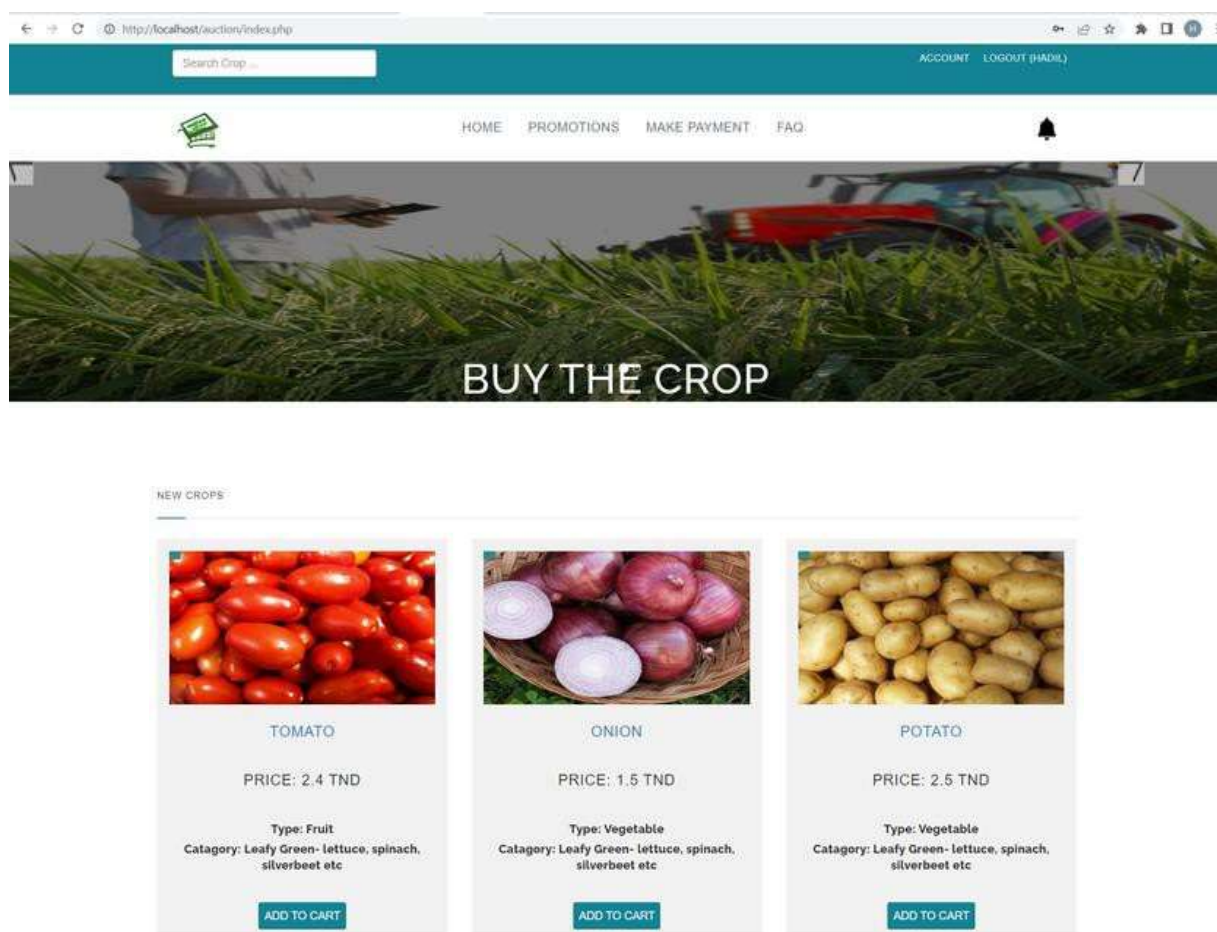


Figure 8.1

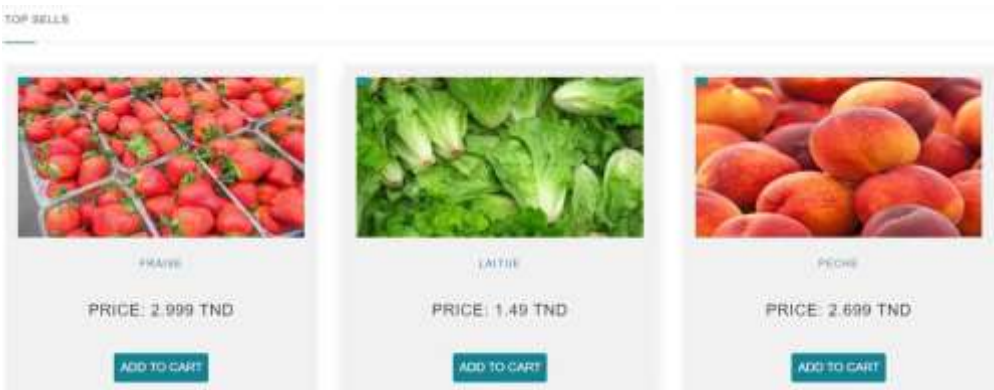


Figure 8.2

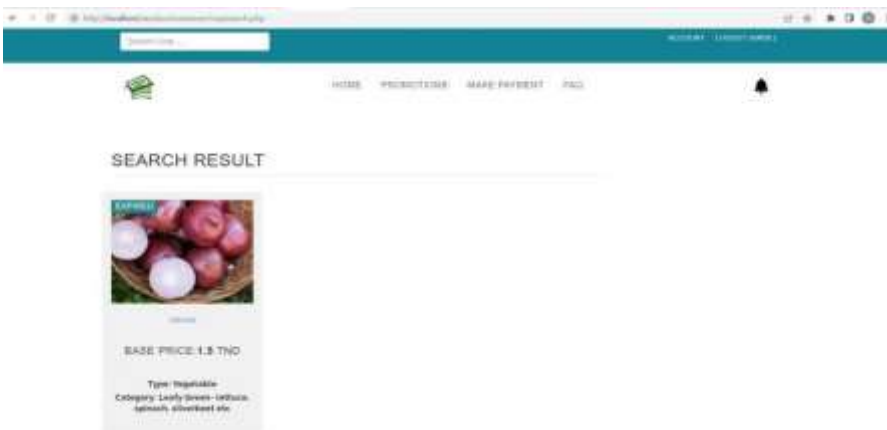


Figure 8.3

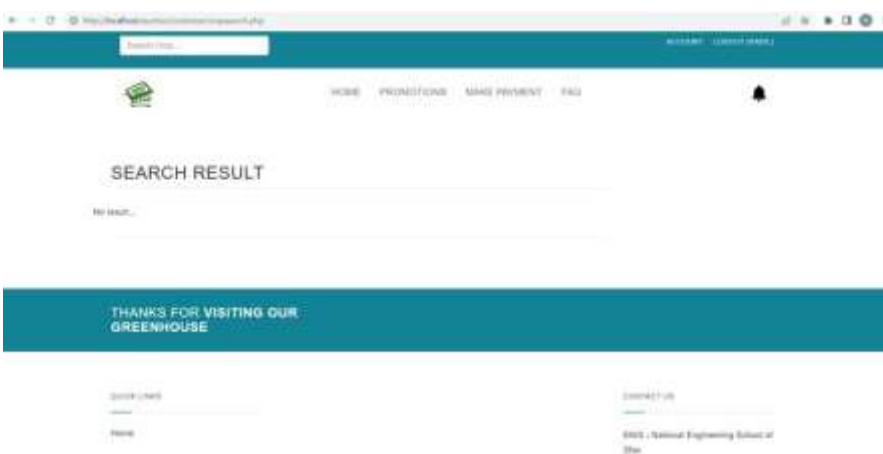


Figure 8.4

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

Pour accéder aux promotions en cours, l'utilisateur peut simplement cliquer sur un bouton 'Promotions' clairement visible dans la barre de navigation. De plus, il a la possibilité d'ajouter un produit de son choix à son panier comme le montre Figure, lui permettant ainsi de profiter des offres promotionnelles disponibles. Les figures 9.1 et la figure 9.2 illustrent ça.

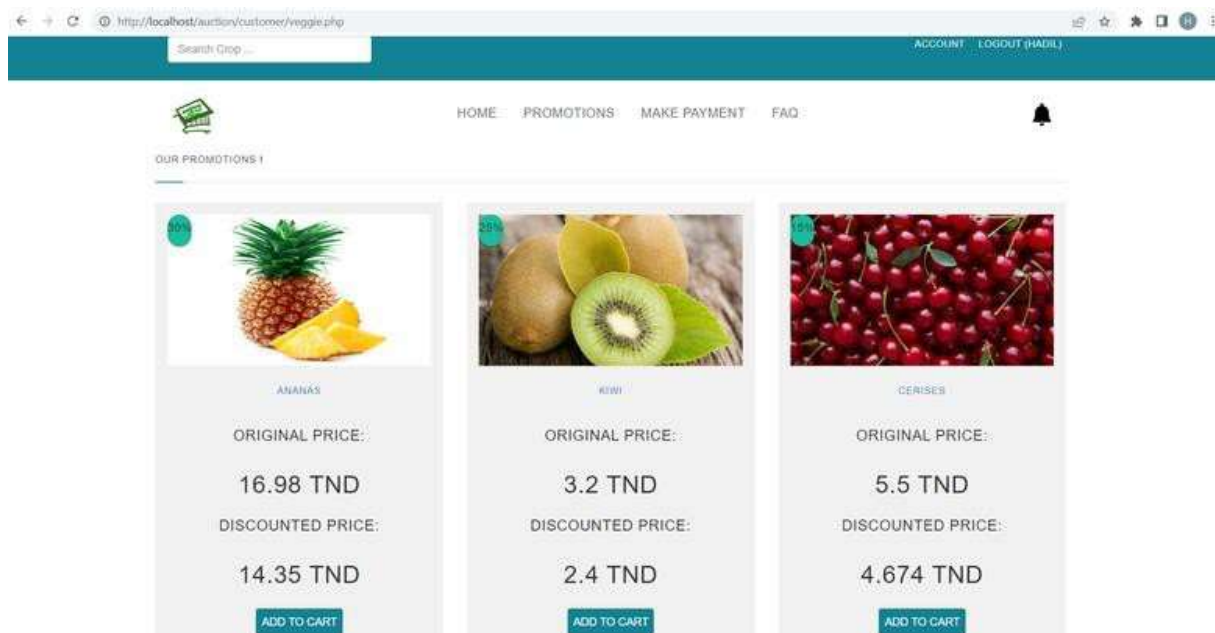


Figure 9.1

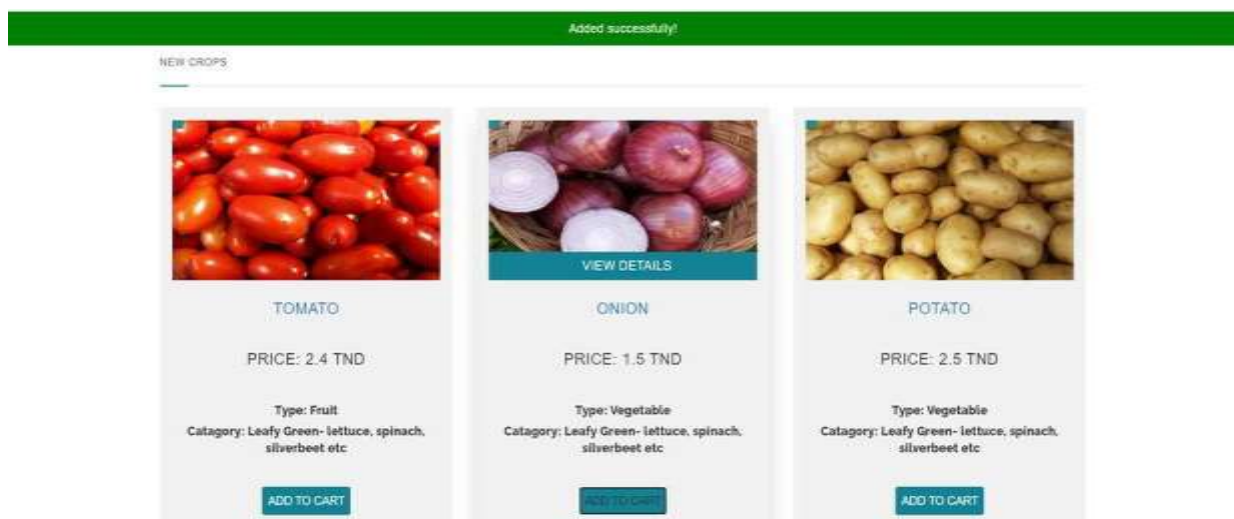
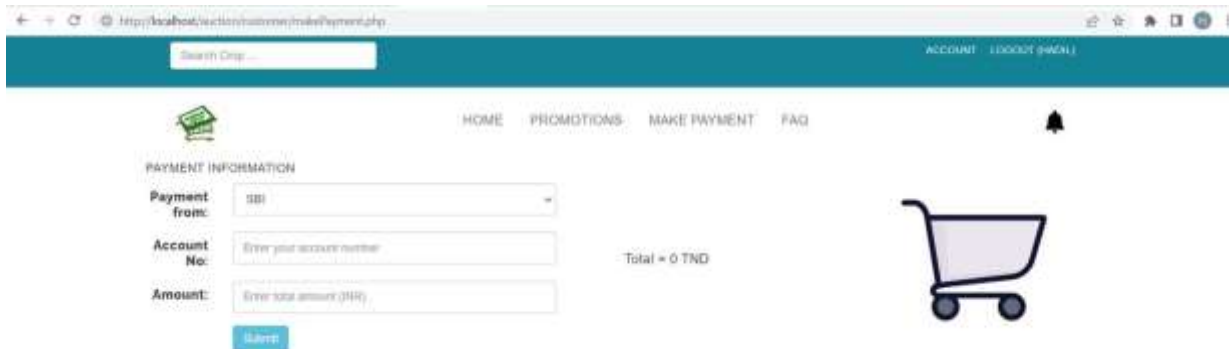


Figure 9.2

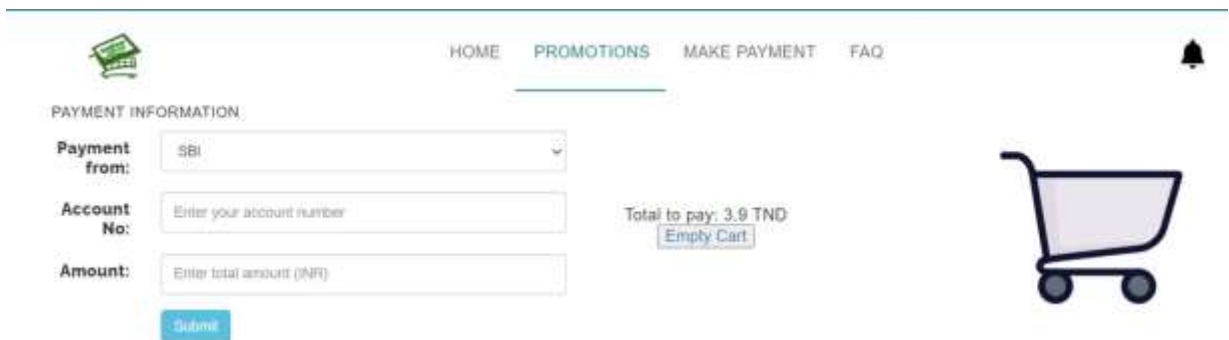
Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

Une fois que l'utilisateur a fait son choix, il peut procéder au paiement en sélectionnant le mode de paiement de son choix, soit en saisissant son numéro de compte et le montant à payer comme le montre figure 10.3 . Cette étape lui permet de finaliser sa transaction en toute sécurité et simplicité.



The screenshot shows a web browser window with the URL `http://localhost:8080/section8/home/makePayment.php`. The page has a teal header with a search bar and links for ACCOUNT, LOGIN (if not), HOME, PROMOTIONS, MAKE PAYMENT, and FAQ. A bell icon is in the top right. The main content area is titled 'PAYMENT INFORMATION' and contains three input fields: 'Payment from:' with a dropdown menu showing 'SBI', 'Account No:' with a text input field, and 'Amount:' with a text input field. A blue 'Save' button is below the 'Amount' field. To the right, a shopping cart icon is shown with the text 'Total = 0 TND'.

Figure 10.1



The screenshot shows the same 'MAKE PAYMENT' page. The 'Payment from:' dropdown is still 'SBI'. The 'Account No:' field now has the placeholder text 'Enter your account number'. The 'Amount:' field has the placeholder text 'Enter total amount (INR)'. A blue 'Submit' button is below the 'Amount' field. To the right, the shopping cart icon is shown with the text 'Total to pay: 3.9 TND' and a link 'Empty Cart'.

Figure 10.2



The screenshot shows the 'MAKE PAYMENT' page with a green success message at the top: 'Deposit information successfully submitted'. The 'Payment from:' dropdown menu is open, showing a list of banks: SBI, HDFC, ICICI, and Other. The 'Account No:' field has the placeholder text 'Enter total amount (INR)'. A blue 'Submit' button is below the 'Amount' field.

Figure 10.3

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

Pour fournir des informations claires et précises aux utilisateurs, une liste de questions fréquemment posées (FAQ) est disponible en cliquant sur le bouton "FAQ" dans le menu. En accédant à cette section, les utilisateurs peuvent trouver des réponses aux questions courantes et dissiper toute ambiguïté qu'ils pourraient avoir cela est illustré par la figure 11.

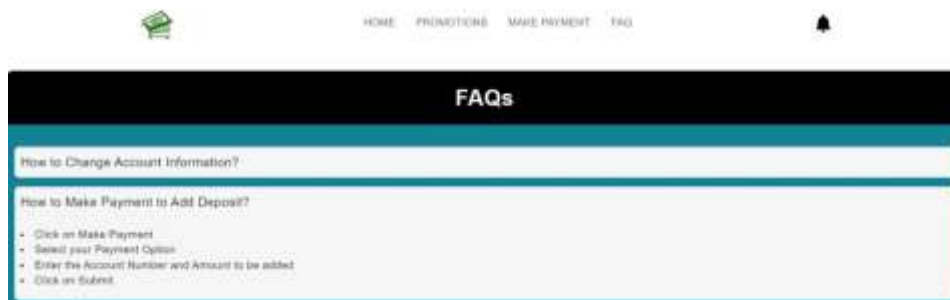


Figure 11

Pour accéder à leurs informations personnelles, les utilisateurs peuvent simplement cliquer sur le bouton "account" dans la barre. En cliquant sur ce bouton, ils seront dirigés vers une page où toutes leurs informations personnelles seront affichées, telles qu'illustrées dans la figure 12. Cela permet aux utilisateurs de visualiser facilement leurs données personnelles, y compris leur nom, adresse, coordonnées de contact, historique d'achat, etc. Ils peuvent également changer leurs mots de passe. Ce changement sera confirmé par un email envoyé de confirmation comme le montre Figure.

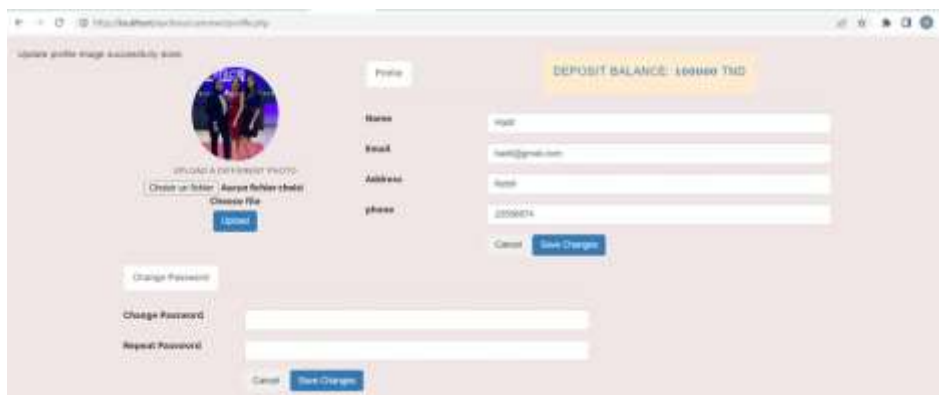


Figure12

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

5.3. Interface Admin :

Voici la page d'accès de l'administrateur, où vous trouverez un tableau de bord complet, tel qu'illustré dans la Figure 13.1. Sur ce tableau de bord, l'administrateur peut consulter plusieurs statistiques importantes, notamment : le nombre total des utilisateurs, d'agriculteurs, de la quantité de récolte et de livraison.



Figure 13.1

Il peut également consulter la liste des produits en promotion comme la montre la figure 13.2.

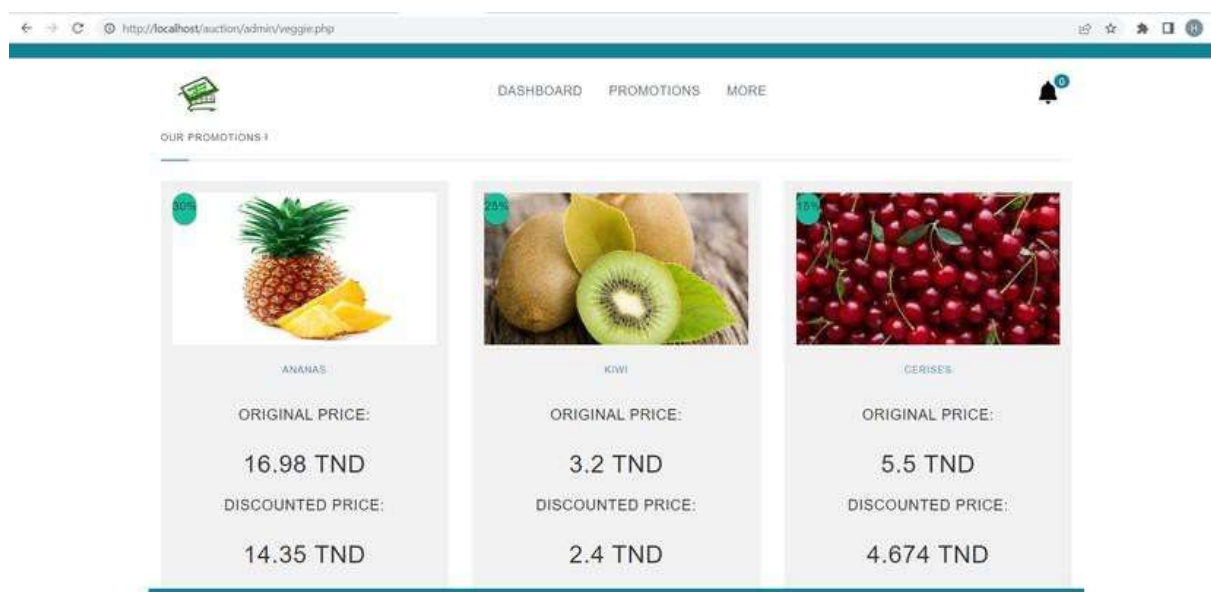


Figure 13.2

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

L'application offre une interface utilisateur conviviale et intuitive, permettant à l'administrateur de gérer efficacement la serre à distance. Lorsque l'administrateur clique sur le bouton 'MORE' du menu, il peut accéder à plusieurs fonctionnalités clés, telles que la 'Crop List', la 'Crop Delivery List', la 'User List', la 'Farmer List' et la 'Deposit Checking', comme le montre la figure 13.3.



Figure 13.3

La fonctionnalité 'Crop List' permet à l'administrateur de consulter tous les détails des produits de la serre et de retirer facilement un produit du marché si nécessaire. La figure 13.4 montre cette fonctionnalité.

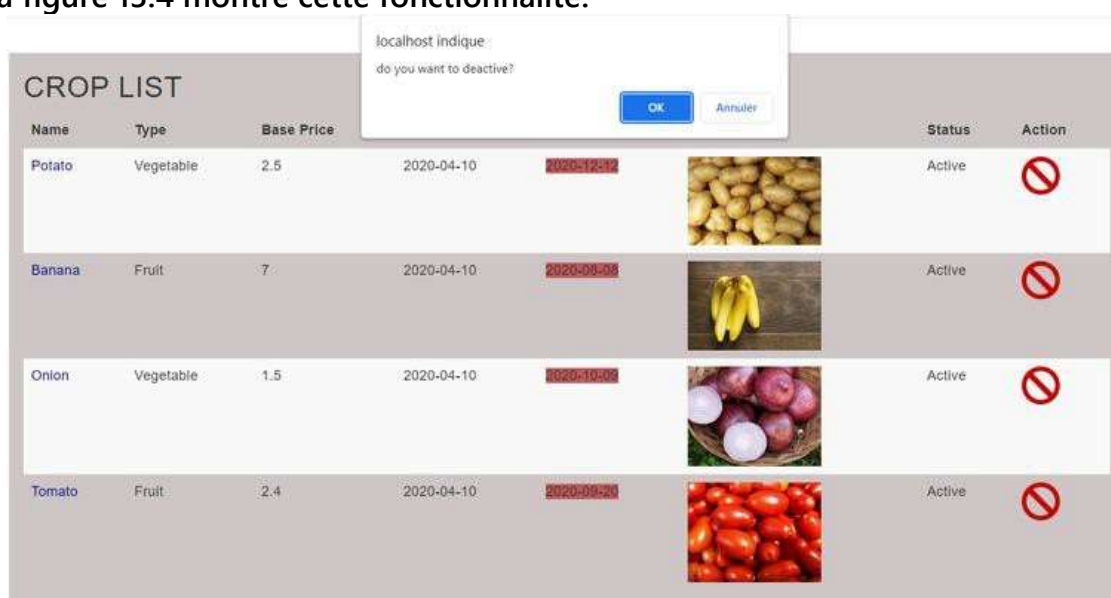


Figure 13.4

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

Image	Status	Action
	Deactive	
	Deactive	
	Active	
	Active	

Figure 13.5

La fonctionnalité 'Crop Delivery List' offre à l'administrateur la possibilité de consulter tous les détails des ventes réalisées via la plateforme en ligne. Cette fonctionnalité joue un rôle crucial dans la gestion efficace des livraisons des produits de la serre en lui permettant d'accepter ou refuser une livraison. Cela est décrit par cette figure :

CROP DELIVERY LIST						
Buyer Email	Vehicle Name	Confirm Date	Image	Total price	Type	Action
ramzi@gmail.com	Banana	2023-05-31		14	Fruit	

Figure 13.6

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

Les deux boutons 'USER LIST' et 'FARMER LIST' offrent à l'administrateur la possibilité de consulter la liste des utilisateurs inscrits et des agriculteurs partenaires, respectivement, avec leurs informations personnelles. De plus, l'administrateur a la possibilité de bloquer un utilisateur ou un agriculteur spécifique pour garantir un environnement sûr et respectueux. Les figures montrent ces deux fonctionnalités :

User name	Email	Phone	Address	Status	Action
Ali	ali@gmail.com	0900000000	Paris	Blocked	
Hadis	hadis@gmail.com	0900000000	Nairobi	Active	
Hadis	hadis@gmail.com	0900000000	Nairobi	Active	
Hadis	hadis@gmail.com	0900000000	Nairobi	Active	
Hadis	hadis@gmail.com	0900000000	Nairobi	Active	

Figure 13.7

User name	Email	Phone	Address	IDNo	Plot size	Status	Action
Hadis	hadis@gmail.com	0900000000	Nairobi	0900000000	100000	Active	
Farah	farah@gmail.com	0900000000	Nairobi	0900000000	100000	Active	
Farah	farah@gmail.com	0900000000	Nairobi	0900000000	100000	Active	
Farah	farah@gmail.com	0900000000	Nairobi	0900000000	100000	Active	

Figure 13.8

La fonctionnalité 'DEPOSIT CHECKING' permet à l'administrateur de consulter les détails des ventes réalisées, y compris le client, le numéro de compte et le montant reçu. Cette fonctionnalité est essentielle pour une gestion précise des paiements et des transactions sur la plateforme. La figure 13.9 illustre cela :

Email	Payment From	Account No	Amount	Action
hadis@gmail.com	NexusPay	100	200	<button>Accept</button>
hadis@gmail.com	DBBL online banking	222	100	<button>Accept</button>
hadis@gmail.com	NexusPay	20	30	<button>Accept</button>
hadis@gmail.com	DBBL online banking	20	30	<button>Accept</button>
hadis@gmail.com	NexusPay	20	8	<button>Accept</button>
ali@gmail.com	DBBL		0	<button>Accept</button>
ali@gmail.com	DBBL		0	<button>Accept</button>
ali@gmail.com	DBBL		0	<button>Accept</button>
steve@gmail.com	DBBL	35832532421	200000	<button>Accept</button>
hadis@gmail.com	DBBL	387645169	100000	<button>Accept</button>

Figure 13.9

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

5.4. Interface Farmer :

Lorsque l'agriculteur s'authentifie il sera dirigé vers la page montrée ci-dessus par la figure 14.1. Il peut consulter la liste de la récolte avec tous détails.



Figure 14.1

L'agriculteur peut modifier les informations d'un produit choisi en cliquant sur le bouton 'EDIT'. La figure 14.2 illustre ça.

Update crop Details

Name:

Type:

Weight:

Harvest Date:

Season:

State:

Region:

Soil Type:

Temperature Requirement:

Image:

Image:

Description:

Figure 14.5

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

L'agriculteur peut également ajouter un produit en tapant toutes les informations nécessaires et en ajoutant une image convenable. La figure 14.3 illustre ça.

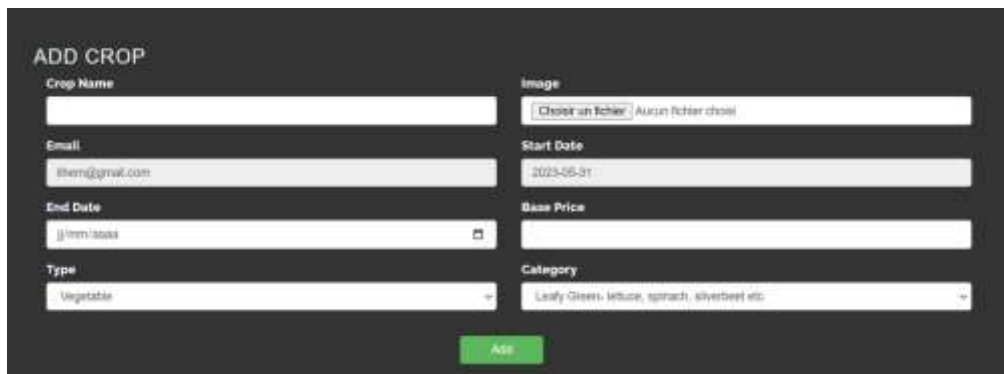


Figure 14.3

L'application offre une fonctionnalité importante pour les agriculteurs, qui leur permet d'accéder aux informations météorologiques externes en temps réel. Cette fonctionnalité est accessible en cliquant sur le bouton 'Mesures' dans le menu principal. Les figures ci-dessous illustrent clairement l'interface de cette fonctionnalité.



Figure 14.4



Figure 14.5

Chapitre 5 : Les interfaces de l'application

Grâce à l'intégration de la blockchain, l'agriculteur peut accéder en temps réel aux mesures de la température, de l'humidité et de l'humidité du sol. Cette technologie assure la sécurité, l'intégrité et la traçabilité des données, offrant ainsi à l'agriculteur une confiance accrue dans les informations collectées.

Cette figure illustre cela.



Figure 15

Conclusion

En conclusion, notre projet Blockchain a été axé sur le développement d'une application de gestion de serre à distance, en intégrant la technologie blockchain pour faciliter la vente des cultures en ligne.

L'application de gestion de serre à distance offre de nombreux avantages, tant pour les agriculteurs que pour les consommateurs. Elle permet aux agriculteurs de surveiller et de contrôler leurs serres à distance, en optimisant les ressources et en maximisant la productivité. Les consommateurs, quant à eux, peuvent accéder à des produits frais et de haute qualité.

L'intégration de la technologie blockchain dans notre solution apporte une transparence et une confiance accrues dans le processus de vente en ligne

Ce projet nous a permis d'explorer et de mettre en pratique de nombreux concepts et technologies, tels que la gestion à distance, la vente en ligne et la blockchain. Nous avons également acquis une expérience précieuse dans le développement d'applications web, ainsi que dans la conception d'interfaces utilisateur attrayantes et intuitives.

Nous espérons que notre projet servira de base pour de futures innovations dans le domaine de l'agriculture numérique et contribuera à la promotion d'une agriculture plus durable et efficiente.