

République algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



## UNIVERSITÉ ABDELHAMID MEHRI – CONSTANTINE 2

Faculté des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC)

Technologies des Logiciels et des Systèmes d'Information (TLSI)

# MÉMOIRE DE MASTER

*pour obtenir le diplôme de Master en Informatique*

**Option: Génie logiciel (GL)**

---

## SmartFarm Solution "Greenhouse"

---

**Réalisé par :**

Mr. Gharzouli Abderahmane Mahdi

Mr. Sadi Belkacem

**Sous la direction de :**

Mr. Smain Nasr-Eddine Bouzenada

Juin 2023



---

# Remerciements



Nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté de terminer ce parcours. Nous tenons aussi, à exprimer avec tous notre respect, notre sincère remerciement à nos enseignants qui nous ont aidé à acquérir les compétences nécessaires pour bien mener cette recherche, pour leur encadrement exceptionnel leur disponibilités, leur conseils et leur aides précieuse durant notre parcours. Nous sommes profondément reconnaissant envers eux et envers les tous gens à qui nous avons l'honneur de les rencontrer ; tous notre remerciements s'adressent également à tous nos enseignants et particulièrement envers notre encadreur Mr. Smain Nasr-Eddine Bouzenada pour son soutien et son effort son encouragement tout au long de notre parcours universitaire et durant la préparation de ce présent mémoire de Master. Votre expertise et votre patience ont été des facteurs déterminants dans l'aboutissement de notre travail, et nous sommes vraiment reconnaissant pour tout le temps que vous nous avez accordé pour discuter de nos idées et nous guider dans la bonne direction.

Enfin, nous exprimons notre profonde gratitude surtout envers nos parents et nos proches qui nous ont soutenu tout au long de notre études et ont toujours cru en nous. Encore une fois, merci infiniment pour votre précieuse contribution à notre parcours universitaire.

---

# Résumé



## Abstract

Smartfarm in greenhouse is an advanced agricultural system that integrates smart technologies and data analytics to optimize crop growth and yield in a controlled environment. The proposed system uses a network of sensors and monitoring devices to collect data on various environmental parameters such as temperature, humidity and light intensity. All these collected data are using machine learning algorithms to provide insights into crop growth patterns, predict yield. Smartfarm is designed to provide real-time feedback to farmers and greenhouse managers, allowing them to make informed decisions about crop management. The proposed system also provides remote access to monitor and control the environment, such as adjusting temperature and humidity levels, and ensuring optimal growing conditions. The integration of Smartfarm has numerous benefits, including increased efficiency, reduced resource consumption, and improved crop yields. The proposed system allows also, farmers to optimize their operations to produce more food sustainably while reducing costs and minimizing environmental impact. Overall, Smartfarm represents a significant step forward in sustainable agriculture, and its potential to revolutionize the industry is significant. By leveraging advanced technology and data-driven insights, Smartfarm in greenhouse offers a new and more efficient way to grow crops in a controlled environment.

## Résumé

Ferme intelligente en serre est un système agricole avancé qui intègre des technologies intelligentes et de l'analyse de données pour optimiser la croissance et le rendement des cultures dans un environnement contrôlé. Le système utilise un réseau de capteurs et de dispositifs de surveillance pour collecter des données sur divers paramètres environnementaux tels que la température, l'humidité et l'intensité lumineuse. Ces données sont analysées à l'aide d'algorithmes d'apprentissage automatique pour fournir des informations sur les modèles de croissance des cultures, prédire le rendement. ferme intelligente est conçu pour fournir des commentaires en temps réel aux agriculteurs et aux gestionnaires de serre, leur permettant de prendre des décisions éclairées en matière de gestion des cultures. Le système fournit également un accès à distance pour surveiller et contrôler l'environnement, comme régler les niveaux de température et d'humidité, et assurer des conditions de croissance optimales.

L'intégration de ferme intelligente présente de nombreux avantages, notamment une efficacité accrue, une consommation de ressources réduite et une amélioration des rendements des cultures. Le système permet aux agriculteurs d'optimiser leurs opérations pour produire plus de nourriture de manière durable, tout en réduisant les coûts et en minimisant l'impact sur l'environnement.

Dans l'ensemble, ferme intelligente représente une avancée significative dans l'agriculture durable, et son potentiel de révolutionner l'industrie est important. En tirant parti de technologies avancées et d'informations fondées sur les données, ferme intelligente offre une nouvelle manière plus efficace de cultiver les cultures dans un environnement contrôlé.

## ملخص

المزرعة الذكية في البيوت البلاستكية هو نظام زراعي متقدم يدمج التقنيات الذكية وتحليل البيانات لتحسين نمو المحاصيل والحصاد في بيئة مراقبة. يستخدم النظام شبكة من الحساسات وأجهزة المراقبة لجمع البيانات عن مختلف المعلمات البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة وشدة الإضاءة. يتم تحليل هذه البيانات باستخدام خوارزميات التعلم الآلي لتوفير إدراكات حول أنماط نمو النباتات، وتوقعات الحصاد. تم تصميم المزرعة الذكية لتوفير ردود فعل في الوقت الحقيقي للمزارعين ومديري البيوت الزراعية، مما يتيح لهم اتخاذ قرارات مدروسة بشأن إدارة المحاصيل. كما يوفر النظام الوصول عن بعد لمراقبة والتحكم في البيئة، مثل ضبط درجة الحرارة والرطوبة، وضمان الظروف المثلى للنمو. تتميز تكامل المزرعة الذكية بالعديد من الفوائد، بما في ذلك زيادة الكفاءة، وتقليل استهلاك الموارد، وتحسين حصاد المحاصيل. يتيح النظام للمزارعين تحسين عملياتهم لإنتاج المزيد من الغذاء بشكل مستدام، مع تقليل التكاليف وتقليل الأثر على البيئة. بشكل عام، يمثل المزرعة الذكية خطوة مهمة في الزراعة المستدامة، وإمكاناته لتحويل الصناعة هامة. من خلال الاستفادة من التكنولوجيا المتقدمة.

---

# Table des matières



---

## Liste de figures





---

# Liste des abréviations

**IoT** Internet Of Things

**UML** Unified Modeling Language

**SI** Serre Intelligente

---

# Général Introduction



## Domaine d'étude

L'agriculture a largement contribué à l'économie de l'Algérie pendant des siècles. L'Algérie est l'un des principaux exportateurs de produits agricoles. Ces dernières années, le gouvernement algérien a pris des mesures pour stimuler le secteur agricole en investissant dans la technologie, les infrastructures et la formation et il s'agit notamment du Plan national de développement agricole (PNDA), qui est conçu pour stimuler l'efficacité et la compétitivité. Dans son rapport [1], le bureau d'étude « Bureau Business France d'ALGER » précise qu'il a été décidé d'orienter les efforts vers une agriculture intelligente et solide face au changement climatique en tenant compte de l'environnement et de l'équilibre des écosystèmes sans négliger le gaspillage, grâce à une bonne gestion des excédents de production.

## Problématique

Les serres intelligentes (SI) et l'Internet des Objets (IoT) sont des technologies émergentes qui ont transformé l'agriculture. SI sont des structures utilisées pour cultiver des plantes sous un environnement contrôlé, offrant ainsi une solution efficace pour la production de cultures dans des conditions météorologiques défavorables ou dans des régions où les terres sont limitées. Les serres intelligentes utilisent des technologies de pointe pour optimiser les conditions de croissance des plantes. Ces technologies peuvent inclure des capteurs de température, d'humidité et de lumière, des systèmes d'irrigation automatisés et des logiciels d'analyse de données pour suivre les conditions de croissance des plantes. SI permettent également une surveillance et un contrôle précis des conditions environnementales. L'utilisation de l'IoT dans les SI offre une connectivité en réseau aux appareils électroniques, des capteurs..., afin de collecter une grande quantité de don-

nées, pour qu'elles puissent être analysées et interprétées de manière efficace en faveur d'augmenter la productivité.

## Objectifs

Pour bien répondre à notre problématique, nous nous sommes fixés les objectifs suivants :

1. Etudier les exigences pour l'obtention d'une bonne productivité agricole, en qualité et en quantité. Pour bien cerner cet objectif, nous concentrons cette étude sur la production de la tomate industrielle, en raison de sa forte productivité et la sa maîtrise en Algérie Cette phase permettra de ressortir les paramètres importants pour atteindre les objectifs définie par un agriculteur .
2. Retrouver les capteurs nécessaires qui répondent au mieux à la collecte des informations .
3. Etudier les différents algorithmes d'analyse de données pour retrouver le plus adéquat à notre cas particulier .
4. Proposer une solution à notre système, éventuellement proposer un algorithme spécifique de classification .
5. Proposer une architecture pour permettant une bonne exploitation d'une ferme agricole .
6. Tester le système sur un cas particulier sur un type de production agricole, la tomate par exemple.

## Organisation de mémoire

Notre mémoire est structuré comme suite :

**Chapitre 1:** Présentation générale de l'agriculture sous Serres

**Chapitre 2:** Présentation général de l'IOT

**Chapitre 3:** Présentation générale du Conception d'Analyse des données

**Chapitre 4:** Proposition d'un système de contrôle d'une ferme intelligente « Smart Greenhouse »

**Chapitre 5:** Implémentation de : Smart Greenhouse

**Chapitre 6:** Conclusion

---

# Présentation générale sur l'agriculture sous Serres

## 1.1 Introduction

L'agriculture sous serres est une méthode de production de cultures à l'aide de structures en plastique, en verre ou en polycarbonate pour créer un environnement contrôlé pour les plantes. Cette méthode est utilisée pour cultiver des plantes dans des environnements qui ne sont pas adaptés à leur croissance naturelle. Les serres permettent également de contrôler les niveaux d'humidité, de température, de lumière et de ventilation, ce qui permet aux agriculteurs de produire des cultures tout au long de l'année, indépendamment des conditions météorologiques extérieures. Cette méthode de production de cultures est de plus en plus utilisée dans le monde entier pour répondre aux besoins alimentaires croissants de la population mondiale et pour assurer la sécurité alimentaire dans des conditions climatiques changeantes. Bien que l'agriculture sous serres puisse offrir des avantages tels que des rendements plus élevés et une utilisation plus efficace des ressources.

## 1.2 Tomates de serre

La tomate est l'une des cultures les plus couramment cultivées sous serres en raison de sa rentabilité et de sa popularité auprès des consommateurs. Les serres permettent également de cultiver des variétés de tomates qui ne seraient pas viables dans des conditions extérieures. Les tomates de serre peuvent être cultivées tout au long de l'année, ce qui permet aux producteurs d'offrir des tomates fraîches en dehors de la saison de croissance traditionnelle. La culture des tomates en serre est un moyen de production de tomates efficace et peu coûteux en Algérie.

Figure 1.1: Exemple de calendrier de production de la tomate

	Période	Stade physiologique à venir
Fin janvier, début février	Semis des variétés et porte-greffes (il est suggéré d'utiliser des plateaux de 72 cellules)	
Mi-février	Greffage dans les mêmes plateaux	
Mars	Empotage en pots d'au moins 10 cm (4 po) de diamètre	
Fin mars à début avril	Transplantation en serre	Implantation
Début mai (ou un peu plus tard selon la région)	5 sem. après transplantation (entre 4 et 6 semaines)	5 grappes (stade critique car le plant est très chargé) Mise à fruit
	6 sem. après	Mise à fruit et grossissement des fruits
Début juin	8 sem. après	Début récolte
	10 sem. après	Forte récolte
Début juillet	12 sem. après	Fin forte récolte, début récolte stable (il peut y avoir des « poussées » de récolte pendant les vagues de chaleur)
Début août	14 sem. après	Récolte stable

## 1.3 Caractéristiques

### 1.3.1 Température et Humidité

Dans le rapport qui rédigé par Anne Weill et Jean Duval [3] exprime que La température est le facteur le plus déterminant dans la production de la tomate. Celle-ci réagit énormément aux variations thermiques. Un écart de température d'un ou deux degrés Celsius entre le jour et la nuit est favorable à la production de fruits. Pour la production des plants et avant l'apparition des premières fleurs, il est préférable toutefois de maintenir la température plus constante à environ 20 °C. En été, l'aération doit être suffisante pour que la température ne dépasse pas 28 °C. Idéalement, il ne faudrait pas que la température dépasse 25 °C, car au dessus de cette température la tomate ne fait plus aucun gain. L'humidité devrait être maintenue entre 60 et 80 %. La culture elle-même génère beaucoup d'humidité et, par conséquent, le taux d'humidité de la serre est souvent trop élevé. Il faut donc ventiler et même souvent chauffer la serre pour déshumidifier.

### 1.3.2 Lumière

Eclairage Comme il explique dans l'article "Principes agronomiques de la tomate" [4] Les tomates sont sensibles aux conditions de faible luminosité. Elles exigent un minimum de 6 heures d'ensoleillement direct pour fleurir. Toutefois, en cas de trop grande intensité du rayonnement solaire, des fentes, des brûlures solaires et une coloration inégale peuvent

apparaître au stade de maturité. Il est donc essentiel, dans le cas des cultures sous serre, de s'assurer que les fruits disposent de suffisamment d'ombre. La longueur du jour n'influence pas la production de tomates. Les cultures sous serre sont par conséquent répandues sous un large éventail de latitudes.

### **1.3.3 Sol**

En général, la tomate n'a pas d'exigences de sol. Cependant, elle s'adapte bien dans les sols profonds, meubles, bien aérés. Une texture sablonneuse ou sabloli-moneuse est préférable.

### **1.3.4 Irrigation**

les tomates cultivées sous serre dépendront de l'arrosage que vous leur apporterez. Comme précisé Antoine de France Serres[5] L'arrosage est essentiel pour réussir vos cultures de tomates. Il doit être régulier, c'est-à-dire que vous ne devrez pas arroser beaucoup d'un coup puis plus du tout pendant une longue période au risque de voir les fruits éclater. Environ 2 ou 3 litres d'eau sont nécessaires chaque jour à vos plants. Les apports en eau devront être plus importants entre la période de floraison et de développement des fruits. Un manque d'eau durant la phase de nouaison peut ruiner votre culture (la nouaison est la phase de formation initiale des fruits, lorsque l'ovaire de la fleur se transforme en fruit après fécondation). Au contraire, lorsque les tomates sont en phase de maturation, soit peu avant la récolte, vous devrez fortement limiter l'arrosage de façon à concentrer le goût et les saveurs de vos tomates. Veillez à arroser vos plants au niveau des pieds, jamais au niveau du feuillage. Mouiller les feuilles pourrait conduire au développement de maladies. Les systèmes de goutte à goutte sont un dispositif bien adapté pour la culture de tomates, car régulier et ciblé sur les pieds des plants. Laissez tout de même une certaine distance avec la base des plants de façon à optimiser le développement des racines en largeur.

## **1.4 Conclusion**

En conclusion, les serres peuvent être utilisées pour produire des cultures de haute qualité, en particulier dans des environnements contrôlés où les conditions environnementales sont optimales pour la croissance des cultures. Les serres peuvent également être utilisées pour faire pousser des cultures plus rapidement et plus efficacement, augmentant ainsi la production alimentaire tout en réduisant les coûts.

---

# Présentation général de l'IOT

## 2.1 Définition de IOT

L'Internet des objets (IdO) est un système d'appareils informatiques interconnectés, de machines mécaniques et numériques, d'objets, d'animaux ou de personnes avec des identifiants uniques (UID) qui nécessitent une communication inter-humaine. Interaction humaine Nécessite une connexion humaine. Interaction homme ou homme-ordinateur.[6] ses fondamentaux caractéristiques sont comme shivalibhadaniya écrit [7]:

### Connectivité

La connectivité est une exigence importante de l'infrastructure IoT. Les objets de l'IoT doivent être connectés à l'infrastructure IoT. N'importe qui, n'importe où, n'importe quand peut se connecter, cela devrait être garanti à tout moment. Par exemple, la connexion entre les personnes via des appareils Internet tels que les téléphones mobiles et d'autres gadgets, ainsi que la connexion entre les appareils Internet tels que les routeurs, les passerelles, les capteurs, etc.

### Intelligence et identité

L'extraction de connaissances à partir des données générées est très importante. Par exemple, un capteur génère des données, mais ces données ne seront utiles que si elles sont correctement interprétées. Chaque appareil IoT a une identité unique. Cette identification est utile pour suivre l'équipement et parfois pour interroger son état.

### Évolutivité

Le nombre d'éléments connectés à la zone IoT augmente de jour en jour. Par conséquent, une configuration IoT devrait être capable de gérer l'expansion massive. Les données générées en tant que résultat sont énormes et doivent être traitées de manière appropriée.

### Dynamique et auto-adaptatif (complexité)

Les appareils IoT doivent s'adapter de manière dynamique aux contextes et scénarios changeants. Supposons une caméra destinée à la surveillance. Il doit être adaptable pour

travailler dans différentes conditions et différentes situations d'éclairage (matin, après-midi, nuit).

#### Architecture

l'architecture IoT ne peut pas être de nature homogène. Il doit être hybride, prenant en charge les produits de différents fabricants pour fonctionner dans le réseau IoT. IoT n'appartient à aucune branche d'ingénierie. L'IoT est une réalité lorsque plusieurs domaines se rejoignent.

#### Sécurité

Il existe un risque que les données personnelles sensibles des utilisateurs soient compromises lorsque tous leurs appareils sont connectés à Internet. Cela peut entraîner une perte pour l'utilisateur. La sécurité des données est donc le défi majeur. De plus, l'équipement impliqué est énorme. Les réseaux IoT peuvent également être à risque. Par conséquent, la sécurité des équipements est également essentielle.



---

## Références



[1] Bureau Business France d'ALGER , "Point sur l'agriculture en 2020 - Algérie" , Presse République Française Liberté Égalité Fraternité , 10 Janvier 2021 (<https://www.businessfrance.fr/algerie-point-sur-l-agriculture-en-2020>).

[2]

[3] Module 4, Production de transplants et de légumes en serres - Chapitre 7, « Cultures en serre », manuscrit du Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée, rédigé par Anne Weill et Jean Duval , page 4.

[4] Article sur Nutrition de la tomate "Principes agronomiques de la tomate" , Knowledge grows yara france, paragraph 2.  
(<https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cutomate/principes-agronomiques-tom>)

[5] Article « La culture de tomates de A à Z » publiée par Antoine de France Serres.  
(<https://www.france-serres.com/blog/culture/culture-de-tomates>)

[6] Alexander S. Gillis, (<https://www.techtarget.com/contributor/Alexander-S-Gillis>) Technical Writer and Editor, "What Is IoT (Internet of Things) and How Does It Work?" IoT Agenda, TechTarget, 11 Feb 2020. (<https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>)

[7] Article written by shivalibhadaniya and translated by Acervo Lima, "Caractéristiques de l'Internet des objets", StackLima, juillet 5, 2022  
(<https://stacklima.com/caracteristiques-de-l-internet-des-objets/>).