

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

DEPARTEMENT : GENIE RURAL

الفرع : الهندسة الريفية

SPECIALITE: SCIENCE DE L'EAU

التخصص : علم المياه

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme Master

THEME

Détection des défaillances des capteurs utilisé en smart irrigation en utilisant l'apprentissage profond (Deep Learning)

Présenté Par :

Soutenu Publiquement le 14 /12 /2024

HAMDADOUCHE Ayoub

HACINI Aymen Fekhr el islam

Devant le jury composé de :

Président (e) : Mme.LARFI Bouchra

Maitre-assistant classe A, ENSA

Mémoire dirigé par : M. DELLI Reda

Maitre de conférences classe B, ENSA

Co-promoteur : M. Ait Ali Yahia Yacine

Maitre de conférences classe B, ESI

Examineurs : Mme.LOUNIS Amal

Maitre-assistant classe A, ENSA

Promotion : 2019 /2024

Table de matière

Introduction générale	1
PARTIE I : SYNTHÈSE	5
BIBLIOGRAPHIQUE	5
Chapitre I généralité sur l’irrigation	5
I.1 Introduction.....	5
I.2 Définition.....	5
I.3 Compréhension des besoins en eau des cultures	5
I.3.1 Données climatiques	5
I.3.2 Evapotranspiration :	6
I.3.3 Pilotage d’irrigation :	8
I.3.4 Les Données pédologiques :	8
I.4 Besoin en eau d’irrigation	8
I.5 Les Méthodes d’irrigation.....	9
I.5.1 Régulation et Gestion de l’Eau en Irrigation	9
I.6 L’irrigation et les Défis du Changement Climatique	9
I.7 Technologies Modernes et Innovations en Irrigation	10
I.8 L’Évolution vers des techniques d’irrigation plus efficaces :.....	11
I.9 Conclusion	11
Chapitre II Révolution de l’Irrigation avec l’Intelligence Artificielle	12
II.1 Introduction.....	12
II.2 Intelligence artificielle	12
II.2.1 Définition.....	12
II.2.2 Importance de l’IA dans le domaine agricole	12
II.3 Applications de l’Intelligence Artificielle en Agriculture	13
II.4 Irrigation intelligente	13

II.4.1	Définition.....	13
II.4.2	Description générale du système d’irrigation intelligente	14
II.5	L’intelligence artificiel et internet des objets.....	14
II.5.1	Définition et fonctionnement de l’IoT	14
II.5.2	Application de IOT.....	15
II.5.3	Les différents Composants de IOT.....	15
II.6	Types de Capteurs Utilisés dans l’Irrigation Intelligente	16
II.6.1	Rôle des capteurs physiques dans l’irrigation intelligente.....	18
II.7	Problèmes Potentiels des Capteurs Physiques en irrigation	18
II.7.1	Fiabilité et précision des capteurs	18
II.7.2	Intégrité et interprétation des données.....	19
II.7.3	Conséquences de Dysfonctionnement des capteurs physique.....	19
II.8	Conclusion	20
Chapitre III : Évolution de l’intelligence artificielle : de l’apprentissage automatique à l’apprentissage profond.....		21
III.1	Introduction	21
III.2	Machine learning	21
III.2.1	definition	21
III.2.2	Applications courantes du Machine Learning dans l’agriculture.....	22
III.3	Principes de base du machine Learning.....	22
III.3.1	Types d’Algorithmes de Machine Learning.....	22
III.3.2	Application des Techniques de Machine Learning pour la Régression des Données Hydrauliques	23
III.4	L’apprentissage profond (DL)	23
III.4.1	Définition.....	23
III.4.2	Principes de base de L’apprentissage profond.....	24
III.5	Réseau neurologique.....	24
III.5.1	Définition.....	24

III.6	Typologies des réseaux neurones.....	25
III.6.1	Réseau neurone monocouche	25
III.6.2	Réseau neurone multicouche.....	26
III.7	Les différents types de réseaux de neurones.....	27
III.7.1	L'importance des réseaux neurones en Deep Learning et Machine Learning.....	28
III.8	Application de LSTM pour la prédiction des données	28
III.8.1	Les différentes architectures de LSTM	29
III.8.2	Amélioration de la précision des modèles prédictifs.....	29
III.9	Conclusion	30
PARTIE II : MATERIELS ET.....		31
METHODES.....		31
Chapitre I CONCEPTION DU MODELE DE RÉSEAU DE NEURONES.....		31
I.1	Introduction.....	31
I.2	Méthodologie de conception.....	31
I.3	Présentation des données :	34
I.4	Les modules et bibliothèques utilisés :.....	37
I.5	Conclusion	38
Chapitre II IMPLEMENTATION DU MODELE DE RÉSEAU DE NEURONES		39
II.1	Introduction.....	39
II.2	Sélection de l'Architecture RNN Optimale pour la Prévision.....	39
II.3	Présentation des Architectures RNN Testées	39
II.4	Analyse Comparative des Performances des Architectures	40
II.5	Implementation du modèle de réseau de neurones :.....	43
II.5.1	Importation les principaux modules et bibliothèques utilisés :.....	43
II.5.2	Préparation et Nettoyage des Données :	44
II.6	Gestion des Données Manquantes :.....	46
II.6.1	Normalisation des Données :.....	47

II.6.2	Stratégie d'Entraînement.....	51
II.6.3	Construction du modèle LSTM Dense :	52
II.6.4	Entraîner le modèle avec Early Stopping	56
II.6.5	Faire des prédictions et Inverser la normalisation des prédictions et des valeurs réelles	57
II.7	Conclusion	58
Chapitre III CONCEPTION ET IMPLEMENTATION DU SYSTÈME DE DÉTECTION		
59		
III.1	Introduction :	59
III.2	Méthodologie :.....	59
III.3	Mécanisme de Gestion des Erreurs et d'Ajustement :	60
III.3.1	Présentation du code :.....	60
III.3.2	Bibliothèques requises et chargement des données :.....	61
III.3.3	Chargement des données :.....	61
III.4	Définition des seuils	62
III.5	Conclusion	65
PARTIE III : RESULTATS ET		66
DISCUSSIONS.....		66
Chapitre I RESULTATS ET DISCUSSIONS DU MODELE DE RESEAU DE NEURONE RECURRENT.....		
66		
I.1	Introduction.....	66
I.2	Présentation des données utilisée :	66
I.3	Résultats de la normalisation des données :	67
I.4	Résultats du Modèle :	68
I.4.1	Performance de modèle.....	68
I.4.2	Évolution de l'Erreur Absolue Moyenne (MAE)	69
I.5	Présentation des Résultats des Graphiques - Entraînement et Test :	72
I.5.1	Prédictions d'entraînement :	72

I.5.2 Prédications de test :	74
I.6 Comparaison des Performances des Modèles de Réseaux Neuronaux : Notre Modèle vs. Autres Études dans Divers Domaines d'Application :	77
I.7 Conclusion	78
Chapitre II RÉSULTATS ET DISCUSSIONS DU DÉTECTEUR DE PANNES DES CAPTEURS PHYSIQUES	79
II.1 Introduction.....	79
II.2 Analyse des résultats	79
II.3 Simulation des scénarios de panne des capteurs :	81
II.3.1 Panne Complète du Capteur :	82
II.3.2 un scénario de gel des capteurs pendant l'hiver :	84
II.4 Conclusion :	87
CONCLUSION GENERALE.....	67
REFERENCES.....	89
BIBLIOGRAPHIQUES	89

RÉSUMÉ

L'utilisation de capteurs physiques basés sur l'IoT est courante, mais leur fiabilité en temps réel reste un défi majeur, notamment en cas de perturbations externes. Ce document propose une solution basée sur des réseaux neuronaux LSTM, testée dans un système d'irrigation intelligent. Un modèle prédictif remplace un capteur physique pour prédire en temps réel des valeurs de température, d'humidité et de température du sol avec une grande précision. Les résultats mettent en évidence la possibilité d'utiliser un réseau neuronal, désigné ici comme modèle prédictif, pour compléter et surveiller le fonctionnement des capteurs physiques. Cette approche permet de détecter les défaillances des capteurs physiques, rendant ainsi les systèmes d'irrigation intelligents plus fiables et performants.

Mot clés : Irrigation intelligent, intelligence artificielle (AI), apprentissage automatique (ML), apprentissage profond (DL), Les réseaux de longue mémoire à court terme (LSTM), réseau de neurones récurrents (RNN).

Abstract:

The use of IoT-based physical sensors is common, but their real-time reliability remains a major challenge, especially in the presence of external disturbances. This paper proposes a solution based on LSTM neural networks, tested in a smart irrigation system. A predictive model replaces a physical sensor to predict temperature, humidity, and soil temperature values in real-time with high accuracy. The results highlight the potential of using a neural network, referred to here as a neural sensor, to complement and monitor the operation of physical sensors. This approach enables the detection of physical sensor failures, making smart irrigation systems more reliable and efficient.

Keywords: Smart irrigation, artificial intelligence (AI), machine learning (ML), deep learning (DL), long short-term memory networks (LSTM), recurrent neural networks (RNN).

ملخص

استخدام أجهزة الاستشعار الفيزيائية القائمة على إنترنت الأشياء شائع ولكن موثوقيتها في الوقت الحقيقي تظل تحدياً رئيسياً خاصة في حالة اضطرابات خارجية تقترح هذه الأطروحة حلاً يعتمد الشبكات العصبية يستبدل المستشعر الفيزيائي بنموذج للتنبؤ بقيم درجة الحرارة ودرجة حرارة التربة ورطوبتها في الوقت الحقيقي بدرجة عالية.

تُبرز النتائج إمكانية استخدام شبكة عصبية، يُشار إليها هنا باسم "المستشعر العصبي"، لاستكمال ومراقبة عمل أجهزة الاستشعار الفيزيائية. تتيح هذه المقاربة الكشف عن أعطال أجهزة الاستشعار الفيزيائية، مما يجعل أنظمة الري الذكية أكثر موثوقية وكفاءة.

الكلمات المفتاحية:

شبكات الذاكرة طويلة وقصيرة الأجل (LSTM)، التعلم العميق (DP)، التعلم الآلي (ML) الري الذكي، الذكاء الاصطناعي (AI)