

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 52535 A1** (51) Cl. internationale : **A01G 25/00; A01G 25/00**

(43) Date de publication :
31.08.2022

(21) N° Dépôt :
52535

(22) Date de Dépôt :
19.02.2021

(71) Demandeur(s) :
SIRECOM, Lot Bab El Kheir, Lot 8 Z. I, Lissasfa, Casablanca (MA)

(72) Inventeur(s) :
Lahbib ELIDRISS ; AAMER Brahim

(54) Titre : **Agriculture digitale**

(57) Abrégé : L'innovation consiste en irrigation et fertilisation automatique, ainsi que la prédiction des maladies en se basant sur l'intelligence artificielle, en matière de la consommation d'eau, les plantes seront irriguées en fonction de leur besoin.

Abrégé :

L'innovation consiste en irrigation et fertilisation automatique, ainsi que la prédiction des maladies en se basant sur l'intelligence artificielle, en matière de la consommation d'eau, les plantes seront irriguées en fonction de leur besoin.

1. Domaine d'invention

Automatisation de l'irrigation et la fertilisation dans le domaine de l'agriculture Economie d'eau et fertilisants. Le système utilise des capteurs intelligent et des algorithmes basés sur l'intelligences artificielle.

2. Art antérieur

Actuellement on connaît l'existence des systèmes électronique centralisés non intelligent et non automatique.

Cependant il y a un besoin pour avoir un système intelligent qui permet la gestion centralisée, automatique et contrôle à distance de l'irrigation et fertilisation dans le domaine de l'agriculture. Notre système permettra également une économie de l'eau et fertilisants.

3. Objectifs de l'invention

Dans ce nouveau contexte mondial socioéconomique, la digitalisation, automatisation et introduction de l'intelligence dans le secteur de l'agriculture n'est plus un choix au Maroc, elle est plutôt une nécessité.

La demande mondiale en produit d'agriculture est en croissance continue, le Maroc qui est un acteur important dans ce domaine, les stratégies mises en place par le gouvernement vont renforcer la position de notre pays dans le secteur. Les produits marocains arrosent plusieurs pays du monde. L'agriculture joue un rôle capital dans l'économie de notre pays.

Plus que les deux tiers de la population marocaine dépendent de l'agriculture, cependant les pratiques agricoles actuelles sont peu efficaces en termes d'économie, préservation des ressources naturelles et protection d'environnement.

D'une part, La rareté et manque d'information structurées (non digitale) rend les pratiques des agriculteurs peu efficaces. Ce qui conduit à une male exploitation de la terre cultivée et un manque à gagner au niveau de la compétitivité de nos agriculteurs dans un marché mondial très concurrentiel.

D'autre part, l'eau est une ressource rare dont la disponibilité dépend des précipitations et de la façon de son usage. Certes les systèmes goutte à goutte utilisés actuellement permettent des économies dans l'usage de l'eau mais ce n'est pas assez suffisant, la technologie que nous développons place la première priorité à l'utilisation efficiente des ressources hydriques.

L'automatisation de l'irrigation moyennant un système scientifique et intelligent permettra une utilisation rationnelle est efficace de l'eau.

L'usage d'un système automatique pour le traitement et fertilisation des plantes serra d'un apport capital à la productivité et efficacité de l'agriculture marocaine.

Finalement ce nouveau système smart et automatique permettra la digitalisation de l'agriculture. Il assurera la disponibilité des cartes, géolocalisation, données et mesures qui rendront l'exploitation de l'eau et de la terre plus efficiente.

4. Description d'un mode de réalisation de l'invention

Le système permet d'assurer le contrôle à distance, une gestion automatique de l'irrigation, fertilisation automatique, et traitement des plantes intelligemment. En parallèle le système assure la collecte, visualisation, stockage et traitement des données et mesures terrain.

C'est un système complet de contrôle et aide à la décision dans le domaine de l'agriculture. Le traitement des " Big data" et la mise en place des mécanismes de l'intelligence artificielle nous permettra des actions par anticipation et prévision des actions.

a. Contrôle à distance :

A l'aide du système le propriétaire et/ou gestionnaire surveille la ferme à distance. En option le système peut être doté de camera avec accès temp réel et enregistrement pour historique.

Le gestionnaire de la ferme sera assisté par un programme de notifications (SMS et/ou email) pour mieux contrôler la ferme, une panoplie d'informations personnalisables sont disponibles.

b. Irrigation automatique :

Le système est conçu pour économiser et rationaliser l'usage de l'eau qu'est une ressource rare est vitale. A travers un réseau de capteurs et un système intelligent, la collecte des mesures et commandes des électrovannes permettent une irrigation cent pour cent automatique. La gestion de l'irrigation sera faite selon 3 modes (figure 1) :

- **Mode Automatique** : le lancement de l'irrigation dépend de la variation du niveau de l'humidité et température du sol en fonction du type de la plante, du type du sol et des conditions météorologiques.
- **Mode Semi-automatique** : l'irrigation est planifiée par le gestionnaire de la ferme à distance via une application intuitive et facile à utiliser sur PC et smartphone.
- **Mode Manuel** : Ce mode permet au gestionnaire de la ferme de contrôler sa ferme à distance et lancer et arrêter l'irrigation instantanément

c. Tableau de bord et suivi de la ferme :

Le système assure un reporting temps réel pour un suivi détaillé à distance de la ferme. Des tableaux de bord seront définis avec des modèles proposés et qui peuvent être adaptés aux spécificités et besoin particulier du gestionnaire de la ferme (figure2).

d. Notification et Alarmes :

Le système est doté d'un programme de notifications par email/SMS. Il permettra d'une part de confirmer le bon fonctionnement des différents éléments, d'autre part le gestionnaire de la ferme sera alerté s'il y a un dysfonctionnement, exemple : irrigation

terminée et la quantité d'eau dans le sol reste faible, niveau de fertilisant hors norme, température élevée, etc. Ce qui peut être résultat d'une électrovanne défectueuse ou d'un blocage au niveau d'un gouteur ou fuite d'eau dans les conduites...

Les notifications permettront une veille temps réel de la ferme et minimiseront les délais d'intervention en cas de dysfonctionnement. Le gestionnaire sera notifié de chaque détail et action lancée dans la ferme.

e. Stockage données et traitement Big data / Intelligence artificielle :

Toutes les mesures, notifications et alarmes seront stockées dans des serveurs puissants et dédiés. Cet Big Data géolocalisée sera traité et analysé moyennant des algorithmes basés sur l'intelligence artificielle. Ainsi le système offrira de l'aide à la décision aux agriculteurs pour l'analyse du sol, plantes à cultiver et bonnes pratiques.

f. Intelligence artificielle au service de l'agriculture 4.0 :

Le système est doté d'un ensemble d'algorithmes et modèles basés sur l'intelligence artificielle. Ces modèles permettent de réaliser des prédictions précises en s'appuyant sur les dernières avancées technologiques en Machine Learning : réseaux de neurones, times séries, ...

i. Prédiction maladie des plantes

Cette prédiction permettait aux agriculteurs d'anticiper le traitement des plantes, car dans certains cas quand on attend l'apparition du problème pour agir c'est trop tard et les pertes peuvent être lourdes.

A base du « Deep Learning » la prédiction se fait en fonction de l'humidité et de la température ambiantes des plantes. Voir figure4, avec Hum = humidité, Temp = température et VV = Vitesse du vent, GPS= Longitude / Latitude, heure = heure des mesures. Bien évidemment en prenant en considération les paramètres d'environnement : type de la plante, type agent pathogène et la température / humidité (voir figure3).

On utilisant un model AI basé sur les réseaux de neurones on prédit avec grande précision la probabilité d'occurrence de la maladie. Voir le model figure ci-dessus.

ii. Prédiction long période évolution humidité et température a base des « times series »

« Machine learning » offre deux principale variantes d'algorithmes « times series » pour la prédiction des variables récurrentes dans le temps à savoir LSTM et GRU. Nous avons opté pour Multi-step GRU (Gated Recurrent Unit) pour son faible cout de calcul et la flexibilité qu'il offre pour la personnalisation de l'algorithme (voir figure5). Avec $x(t)$: l'humidité ou la température, $h(t)$: la prédiction a l'instant (t), $h(t-1)$ est la prédiction antécédente.

A noter que $h(t)$ peut être une seule valeur ou plusieurs valeurs successives. Dans notre algorithme c'est 2 ou 3 mois selon la taille des expériences antérieures pour alimenter le model.

Ces prévisions vont permettre aux agriculteurs de choisir les plantes saisonnières à cultiver en fonction de l'évolution prévisible de la température et de l'humidité. Ils permettront également une anticipation de prévision en termes des agents pathogènes qui risquent d'attaquer les plantes, car chaque agent pathogène évolue dans des conditions spécifiques en termes de plage des températures et plage d'humidité.

iii. Classification et catégorisation AI pour agriculture

La catégorisation et « Clustering » à base du Machine Learning sont appliquées pour mieux comprendre le comportement et besoin des différentes plantes en fonction de l'environnement. A titre d'exemple à l'aide de la big data qui sera générée par nos réseaux de capteurs et mesures automatisés une répartition géolocalisée intelligente des plantes sera faite en fonction de leurs besoins en irrigation et traitement. Cette répartition automatique sera d'une grande valeur ajoutée pour l'agriculteur exploitant et les futurs agriculteurs comme aide à la décision

REVENDEICATIONS

- Système Intelligent et automatique de gestion centralisée de l'irrigation et fertilisation :
 1. Automatisation de l'irrigation en fonction du besoin réel des plantes à l'aide d'un réseau des capteurs du sol connectés et une plateforme logicielle intelligente de gestion centralisée à base d'algorithme enrichies par l'intelligence artificielle.
 2. Automatisation de la fertilisation en fonction des besoins réels des plantes à l'aide d'un réseau des capteurs du sol connectés et une plateforme logicielle intelligente de gestion centralisée à base d'algorithme enrichies par l'intelligence artificielle.
 3. Système de programmation d'irrigation automatique en fonction des conditions et prévisions climatiques
 4. Supervision centralisée de la ferme avec un tableau de bord des indicateurs détaillés de la ferme accessible à l'agriculteur en temps réel en plus d'un système de vidéo-surveillance
 5. Système de notifications et alertes préventif de l'agriculteur en fonction de l'évolution des indicateurs de la ferme
 6. Système de prévision des maladies des plantes en se basant sur les mesures du réseau de capteurs, paramètres d'environnement et des algorithmes d'intelligence artificielle
 7. Développement d'applications web, Android et IOS pour faciliter aux agriculteurs la gestion automatique, centralisé et à distance de la ferme.
-

FIGURES :

Figure1 : Irrigation automatique

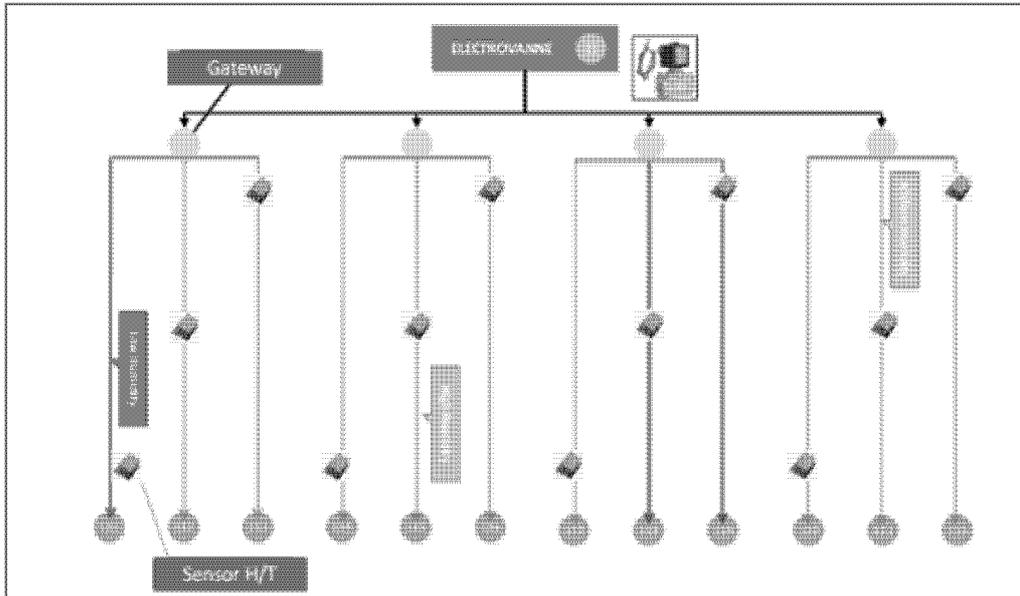


Figure2 : Tableau de bord

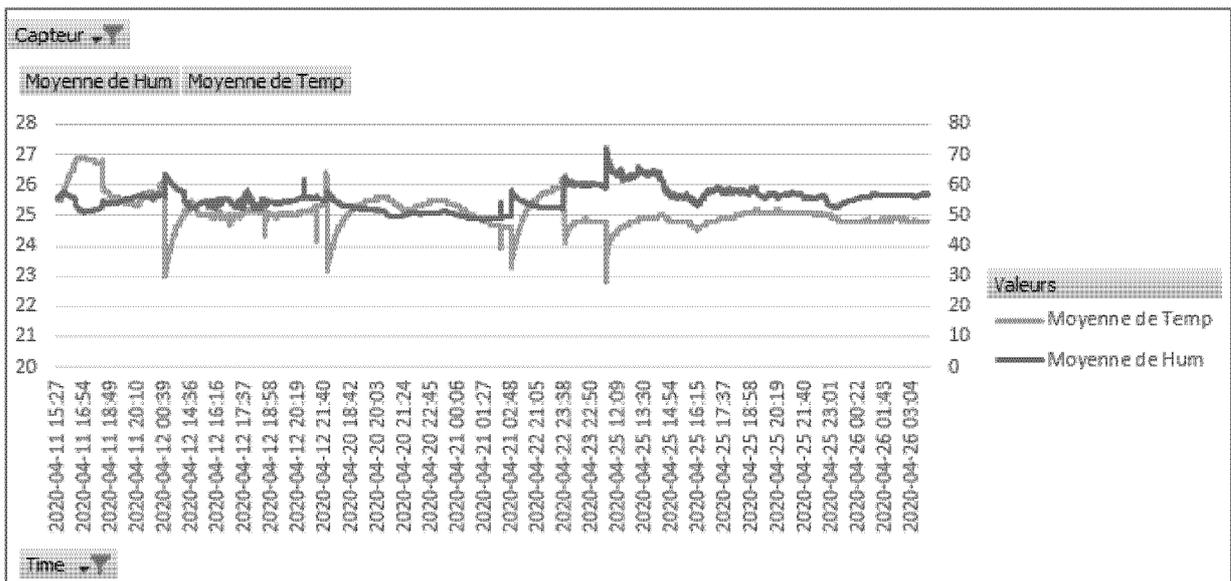


Figure3 : Facteurs maladies des plantes (Wikipédia)

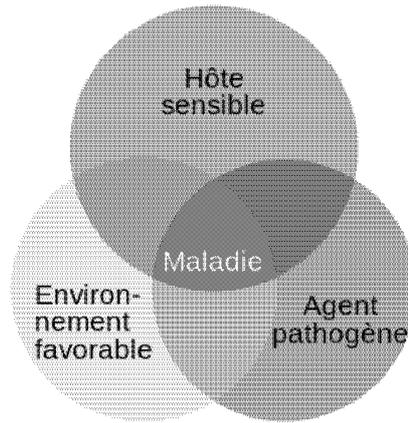


Figure4 : Prédiction maladie des plantes avec DNN (Deep Neural Network)

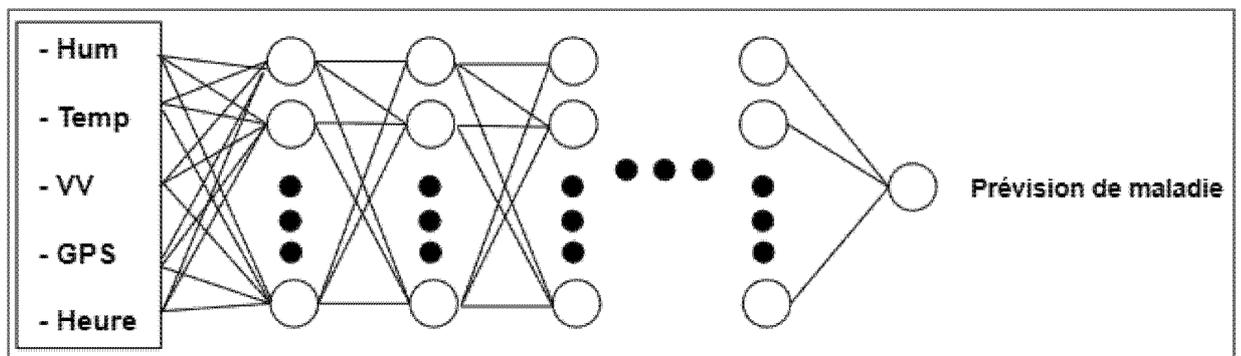
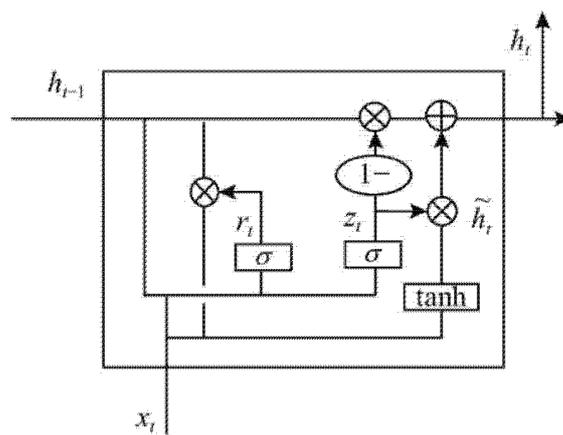


Figure5 : Cellule GRU pour prédiction Evolution Humidité / Température



**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 52535	Date de dépôt : 19/02/2021
Déposant : SIRECOM	
Intitulé de l'invention : Agriculture digitale	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: BAMI MOHAMMED	Date d'établissement du rapport : 18/05/2021
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
4 Pages
- Revendications
1
- Planches de dessin
2 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : A01G25/00

CPC : A01G25/00

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	CN105573277B ; SHANDONG FENGSHI AUTOMATIC SYSTEM CO LTD ; 09/02/2018	1
A	CN103548647A ; GUO YANLING; NING LIJIA; UNIV NORTHEAST FORESTRY ; 05/02/2014	1

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté**

*La revendication 1 n'est pas rédigée en deux parties. Il importe donc de reformuler la revendication pour contenir un préambule et une partie caractérisante contenant les caractéristiques de l'invention.
L'objet de la revendication 1 manque donc de clarté au sens de l'article 35 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.*

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté	Revendications 1	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : CN105573277B

1. Nouveauté

Aucun document ne divulgue l'objet de la revendication 1 qui est donc nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

2. Activité inventive

Le document D1 est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 et divulgue (voir description) :

Un système intelligent et automatique de gestion centralisée de l'irrigation et fertilisation caractérisé par :

- Des capteurs de sol connectés.
- Automatisation de la fertilisation en fonction des besoins réels des plantes.
- Programmation d'irrigation en fonction des conditions et prévisions climatiques.

L'objet de la revendication 1 diffère essentiellement de D1 en ce que :

- La gestion centralisée est basée sur un algorithme d'intelligence artificielle.
- Système de prévision des maladies des plantes en se basant sur les mesures du réseau de capteurs, paramètres d'environnement et des algorithmes d'intelligence artificielle.

Le problème objectif que la présente demande se propose de résoudre peut donc être considéré comme : Améliorer le système de gestion de l'irrigation et de la fertilisation.

Aucun document de l'état de la technique ne contient un enseignement ou une suggestion sur la solution proposée.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.