

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :  
**MA 55440 A1**

(51) Cl. internationale :  
**A01G 25/02; A01G 25/16;  
A01G 25/167; A01G 25/023**

(43) Date de publication :  
**27.09.2023**

---

(21) N° Dépôt :  
**55440**

(22) Date de Dépôt :  
**08.02.2022**

(71) Demandeur(s) :  
**Université Internationale de Rabat, PARC TECHNOPOLIS RABAT-SHORE, CAMPUS  
UNIVERSITAIRE UIR, ROCADE RABAT-SALE, 11100 SALA EL JADIDA (MA)**

(72) Inventeur(s) :  
**Bouziane Khalid ; El Ouahabi Mohamed ; IYOUBI EL MEHDI ; KRAI  
ZAKARIA ; LAAMRI HOUSSNA**

(74) Mandataire :  
**Bouya Mohsine**

---

(54) Titre : **Système intelligent d'irrigation**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un système intelligent d'irrigation permettant une gestion optimale de l'irrigation d'une plantation grâce à l'usage de l'énergie électrique solaire générée par les panneaux PV et la prise décision sur la base des données collectées des capteurs. Les capteurs d'humidité et de température utilisés sont implantés dans le sol de la plantation et à l'air ambiant. Le système combine également les bienfaits du chauffage du sol sur l'amélioration de la qualité des plantes par le biais d'un circuit fermée du chauffage exploitant la chaleur dépensée par les panneaux PV comme source chaude exploitée pour le chauffage du sol.

### **Système intelligent d'irrigation**

**Abrégé :**

La présente invention concerne un système intelligent d'irrigation permettant une gestion optimale de l'irrigation d'une plantation grâce à l'usage de l'énergie électrique solaire générée par les panneaux PV et la prise décision sur la base des données collectées des capteurs. Les capteurs d'humidité et de température utilisés sont implantés dans le sol de la plantation et à l'air ambiant. Le système combine également les bienfaits du chauffage du sol sur l'amélioration de la qualité des plantes par le biais d'un circuit fermé du chauffage exploitant la chaleur dépensée par les panneaux PV comme source chaude exploitée pour le chauffage du sol.

## Systeme intelligent d'irrigation

### Problématique

Aujourd'hui, le secteur agricole est un domaine ouvert aux applications des énergies renouvelables notamment dans le domaine d'irrigation. Compte tenu de l'énorme potentiel solaire du Maroc, avec un ensoleillement moyen de plus de 5.5 kW h/m<sup>2</sup>/j, la technologie du pompage solaire dans les régions marocaines est désormais mature et présente des conditions favorables en ce qui concerne la rentabilité et le retour sur investissement. Ce travail a comme objectif de dimensionner une installation de pompage solaire intelligente basée sur la gestion de l'irrigation en fonctions des données collectées sur l'état du sol.

### Résumé de l'invention :

Le présent système est composé d'une unité de contrôle programmable, d'un capteur d'humidité du sol et de l'air ambiant, d'un capteur de température du sol et de l'air ambiant ainsi qu'un capteur de la luminosité. L'unité de contrôle commande une pompe pour circuler de l'eau de chauffage du sol et une vanne liée au sous-système d'irrigation goutte-à-goutte. L'alimentation électrique du système est assurée par des panneaux PV liées à une batterie de stockage d'électricité. Le système assure le chauffage du sol grâce à un circuit fermé de circulation d'eau entre le sol et un serpentin installé au dos des panneau PV.

### Description de l'invention

Le présent système d'irrigation intelligent arrive pour répondre à deux problématiques. La première est celle liée à l'optimisation des ressources exploitées en termes d'eau et d'électricité. La deuxième problématique est d'offrir les meilleures conditions de culture des plantes notamment dans les zones arides.

Notre solution consiste à l'implémentation des capteurs au niveau du sol afin de collecter les données nécessaires pour la prise de décision d'irrigation. Notre solution consiste également à concevoir une solution de chauffage du sol afin d'améliorer la productivité des plates par le biais d'un circuit hydraulique auxiliaire.

Le système intelligent d'irrigation est alimenté par l'énergie solaire assurée par des panneaux PV liés à une batterie électrique.

Les capteurs utilisés sont :

- Capteur d'humidité et de température DHT11 : Le DHT11 est un capteur à faible coût qui peut être utilisé pour mesurer numériquement la température et l'humidité ambiantes. Ce capteur mesure des températures entre 0°C et 50°C et une humidité relative entre 20% et 90%. Les mesures sont prises toutes les deux secondes, avec une précision de  $\pm 2^\circ\text{C}$  pour la température et  $\pm 5\%$  pour l'humidité relative.
- Capteur d'humidité du sol : Ce capteur mesure la teneur en eau dans le sol. La mesure de l'humidité du sol est très importante pour les applications agricoles afin d'aider les agriculteurs à gérer plus efficacement leurs systèmes d'irrigation. Le capteur se branche simplement avec 2 fils sur la platine de mesure (GND et signal). La platine de mesure est alimentée directement par l'Arduino en 5V et possède deux sorties indépendantes, l'une analogique et l'autre digitale. Ce capteur est utilisé pour détecter lorsque qu'un sol donné est en déficit d'eau ou en excès. Sa tension de tension de fonctionnement est entre 3.3 V et 5 V.

- Capteur de température du sol LM35 : Le capteur LM35 est un capteur de température de sol avec une précision d'une plage de température de fonctionnement allant de 0°C à 100°C qui délivre 10 mV pour chaque degré Celsius d'augmentation de la température.
- Capteur de luminosité LDR Le capteur de lumière ou une photorésistance LDR (Light Dependent Resistor), comme son nom l'indique, change sa résistance en fonction de la lumière qui l'entoure. Quand la lumière est grande, la résistance est petite et inversement : quand la lumière est petite, la résistance est grande. Grâce aux capteurs de luminosité, l'humidité du sol, l'humidité ambiante, la température du sol et ambiante, nous pouvons détecter les besoins en eau des plantes en créant une base de données concernant l'irrigation en fonction de plusieurs paramètres.

Les signaux générés par ces capteurs sont gérés par l'unité de contrôle comportant un programme susceptible de commander l'irrigation du sol en fonction des données collectées.

La commande de l'irrigation est effectuée par le biais d'une vanne liée à un réservoir d'eau dédiée à l'irrigation. Ce réservoir est équipé d'un indicateur de niveau lié à l'unité du contrôle. Celle-ci commande le remplissage du réservoir en fonction du niveau identifié de l'indicateur.

Selon les conditions de l'air ambiant et du sol, la vanne est commandée par l'unité du contrôle. L'eau est ainsi dispensée via un système d'irrigation par gouttes-à-gouttes.

En parallèle, le sol d'implantation est chauffé grâce à un circuit hydraulique fermé. L'eau de circulation est chauffée grâce à un serpentin installé au dos des panneaux PV. Cet eau dirigée grâce à l'action de la pompe vers le circuit serpentin enterré au-dessous les plantes. L'échange thermique est ainsi effectué entre le sol et la paroi du circuit du chauffage.

La plaque photovoltaïque a été fournie avec une nouvelle technologie ; un tuyau PVC de diamètre 16 mm en serpentin lui a été intégré pour bénéficier de la chaleur du panneau PV, qui est lié avec un autre serpentin enterré dans notre parcelle via des accords, des coudes et tuyau d'ARMAFLEXE pour l'isolation thermique, et en utiliser pour irriguer et ainsi optimiser le temps de poussée de la plante arrosée dans la nôtre serre.

Le système de pompage photovoltaïque dont nous faisons l'étude est un système innovant qui fonctionne à travers le soleil pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique et ainsi l'énergie thermique pour réchauffer le sol grâce aux serpentins implémentés.

#### **Description des figures :**

- La figure 1 représente les, différentes composantes du système intelligent d'irrigation selon l'invention
- La figure 2 représente le circuit hydraulique fermé pour le chauffage du sol et le circuit hydraulique ouvert pour l'irrigation des plantations.

## Revendications :

1. Système intelligent d'irrigation composé :
  - Des capteurs d'humidité et température du sol
  - Des capteurs d'humidité et température ambiantes
  - Un circuit hydraulique fermé du chauffage du sol
  - Un circuit hydraulique ouvert pour l'irrigation des plantations par goutte-à-goutte
  - Des panneaux PV pour l'alimentation du système.
  - Une unité du contrôle liée aux capteurs et assurant la commande des circuits hydrauliques d'irrigation et du chauffage du sol.
2. Système intelligent d'irrigation selon la revendication 1 caractérisé en ce que le circuit fermé du chauffage du sol comporte une source chaude au niveau de la partie arrière des panneaux PV et une source froide au niveau du sol au-dessous de la plantation.
3. Système intelligent d'irrigation selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'échange au niveau de la source chaude est effectué grâce à un serpentin sur la partie arrière des panneaux PV.
4. Système intelligent d'irrigation selon la revendication 3 caractérisé en ce que l'échange au niveau de la source froide est effectué grâce à un serpentin enterré dans le sol, au-dessous de la plantation.
5. Système intelligent d'irrigation selon la revendication 4 caractérisé en ce que la circulation du fluide caloporteur est assurée par une pompe hydraulique commandée par l'unité du contrôle.
6. Système intelligent d'irrigation selon la revendication précédente caractérisé en ce que le fluide caloporteur est l'eau.
7. Système intelligent d'irrigation selon la revendication 1 caractérisé en ce que le circuit d'irrigation est composé d'un réservoir d'eau équipé d'un indicateur du niveau et une vanne commandée.
8. Système intelligent d'irrigation selon la revendication précédente caractérisé en ce que le circuit d'irrigation est de type goutte-à-goutte.
9. Système intelligent d'irrigation selon la revendication précédente caractérisé en ce que la vanne d'irrigation est commandée par l'unité du contrôle.

Figure 1 :

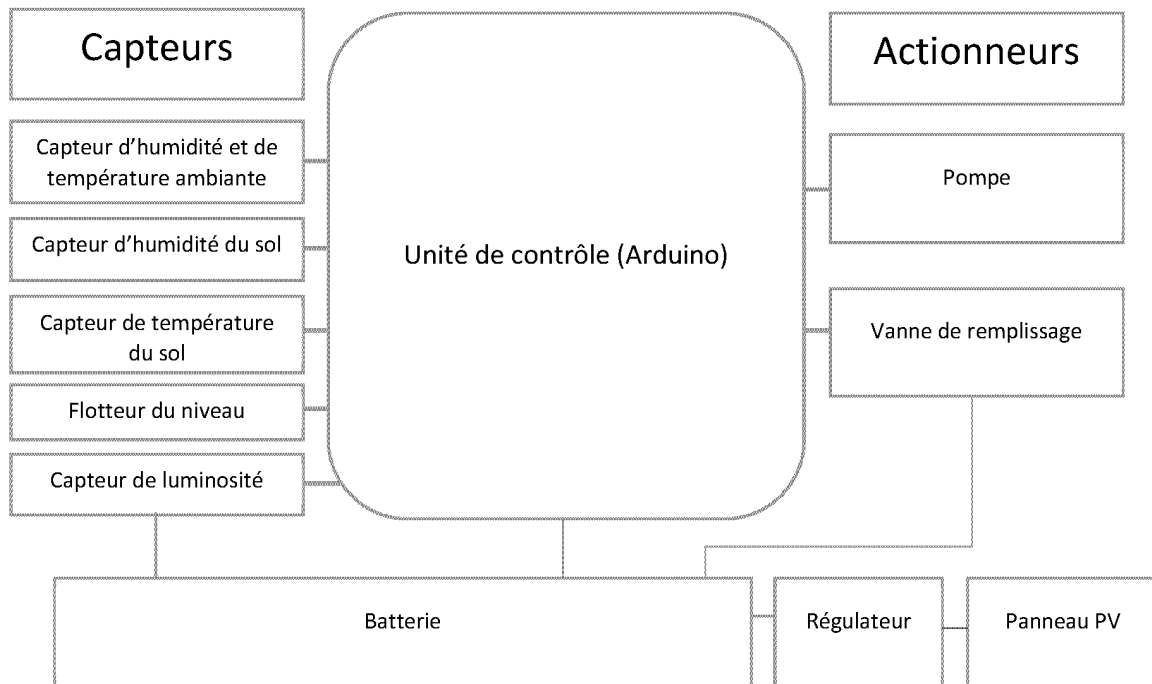
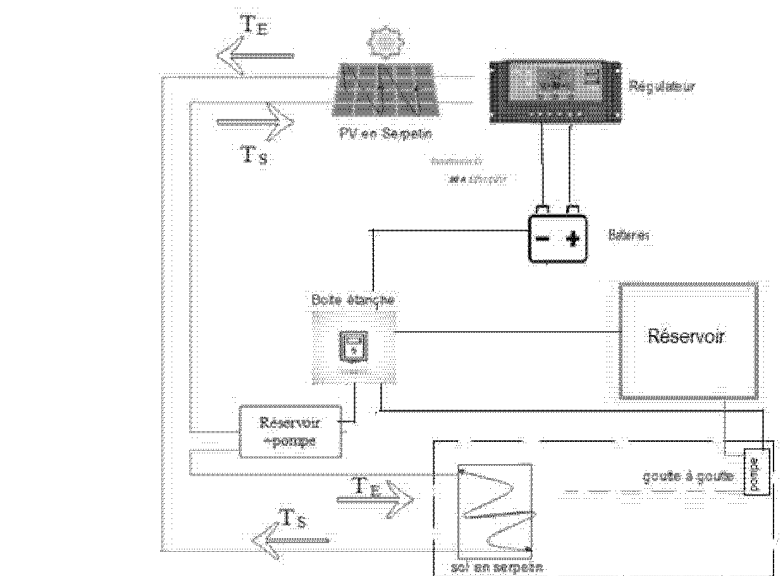


Figure 2 :



**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)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 55440	Date de dépôt : 08/02/2022
Déposant : Université Internationale de Rabat	
Intitulé de l'invention : Système intelligent d'irrigation	
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 <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , 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: Saad-eddine BOUDIH	Date d'établissement du rapport : 22/04/2022
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  
2 Pages
- Revendications  
9
- Planches de dessin  
1 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : A01G25/02 ; A01G25/16

CPC : A01G25/023 ; A01G25/167 ; Y02P60/12

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
Y	CN209563290U ; GUANGDONG INST MODERN AGRICULTURAL EQUIPMENT [CN], GUANGDONG HONGKE AGRICULTURAL MACHINERY RES & DEVELOPMENT CO LTD [CN] ; 01-11-2019 <i>Tout le document</i>	1-9
Y	CN204830527U ; GE WENJUN [CN] ; 02-12-2015 <i>Paragraphes 5-31 ; Figure 1</i>	1-9
A	CN103250614A ; UNIV ZHEJIANG SCIENCES [CN] ; 21-08-2013	1-9

**\*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***- Remarques de forme*

La revendication 1 n'est pas conforme aux dispositions de l'article 9 du décret d'application de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, il est préférable de rédiger ces revendications en deux parties, la première consistant en un préambule indiquant la désignation de l'objet de l'invention et les caractéristiques techniques qui sont nécessaires à la définition des éléments revendiqués mais qui, combinées entre elles, font partie de l'état de la technique, et la seconde (la partie caractérisante) précédée des expressions « caractérisé en » ou « caractérisé par », ou d'une formule analogue, consistant en une indication des caractéristiques énoncées dans la première partie, sont celles pour lesquelles la protection est demandée.

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

Nouveauté	Revendications 1-9	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications aucune	Oui
	Revendications 1-9	Non
Application Industrielle	Revendications 1-9	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 : CN209563290U

D2 : CN204830527U

**1. Nouveauté**

Aucun des documents cités ci-dessus, considéré isolément, ne divulgue un système intelligent d'irrigation comportant l'ensemble des caractéristiques techniques de la revendication 1. D'où l'objet de ladite revendication est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Par conséquent, les revendications dépendantes 2-9 sont aussi nouvelles.

**2. Activité inventive**

**2.1-** Le document D1 (les références entre parenthèses s'appliquant à ce document), qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un système intelligent d'irrigation comprenant :

- Des capteurs d'humidité et température du sol.
- Des capteurs d'humidité et température ambiantes.
- Un circuit hydraulique ouvert pour l'irrigation des plantations par goutte-à-goutte (9).
- Des panneaux PV pour l'alimentation du système (1).
- Une unité de contrôle liée aux capteurs et assurant la commande des circuits

hydrauliques d'irrigation (11).

L'objet de la revendication 1 diffère du système connu de D1 en ce qu'il comprend un circuit hydraulique fermé du chauffage du sol.

L'effet technique apporté par cette différence réside dans le fait d'augmenter la température des racines des plantes.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme l'amélioration de la productivité des plantes.

La solution proposée dans la revendication 1 de la présente demande n'implique pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. En effet, le document D2 divulgue un circuit hydraulique fermé du chauffage du sol. Par conséquent, l'introduction de ces caractéristiques dans le système connu de D1 est considérée comme une solution de développement ordinaire que l'homme du métier utiliserait, afin de résoudre le problème posé, sans faire preuve d'esprit inventif.

**2.2-** Au vu des documents D1 et D2, les revendications dépendantes 2-9 ne contiennent pas de caractéristiques additionnelles qui, en combinaison avec les caractéristiques des revendications auxquelles elles sont liées, impliquent les critères de l'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.