

MCOT : Mise en Cohérence des Objectifs du TIPE
Thème de l'année : Transition, transformation, conversion

Sujet : Minimisation et la conserves des ressources naturelles : arrosage intelligent

I. Motivation :

Face à la pénurie d'eau, je propose un système d'arrosage intelligent, alliant rendement agricole et préservation des ressources. Guidé par une passion pour les solutions durables, mon objectif est de moderniser l'agriculture en conciliant urgence écologique et sécurité alimentaire pour les générations à venir.

II. Ancrage

Ce sujet s'intègre pleinement dans le thème « Transition, transformation, conversion ». Il illustre la transition vers une irrigation intelligente, transformant les données environnementales (humidité, température, etc.) en actions via capteurs et traitement, avant de les convertir en commandes opérationnelles, optimisant ainsi l'utilisation durable de l'eau.

III. Positionnement thématique :

Génie électrique – Génie mécanique – Informatique pratique.

IV. Mots clés

Mots clés en français :

- Irrigation de précision
- Humidité de sol
- Types de sol
- Stress hydrique des plantes
- Contrôle à distance

Mots clés en anglais :

- Precision irrigation
- Soil moisture
- Soil types
- Plant water stress
- Remote control

V. Bibliographie commentée :

L'optimisation de l'irrigation est un enjeu majeur face à la raréfaction des ressources en eau. L'agriculture, qui représente environ 70 % de la consommation mondiale d'eau douce, est particulièrement concernée par la nécessité de rendre les systèmes d'arrosage plus efficaces [1]. Cette problématique est d'autant plus pressante dans des pays comme le Maroc, où la disponibilité en eau est inférieure à 620 m³ par habitant et par an, bien en deçà du seuil mondial de 1 000 m³ [3]. Face à cette situation, le développement de solutions technologiques telles que l'irrigation intelligente apparaît comme une réponse pertinente pour réduire le gaspillage et optimiser la gestion des ressources hydriques.

L'irrigation intelligente repose sur l'utilisation de capteurs et de microcontrôleurs permettant de mesurer l'humidité du sol, la température, et d'autres paramètres environnementaux afin d'adapter automatiquement l'apport en eau aux

besoins réels des cultures [7]. L'Internet des objets (IoT) joue un rôle central dans cette transformation, en permettant un suivi et un contrôle en temps réel des systèmes d'arrosage [5]. Des technologies comme l'intelligence artificielle viennent renforcer cette approche en prédisant les besoins en eau des cultures à partir de données historiques et climatiques, rendant ainsi l'irrigation plus précise et efficace [7].

Les avantages de ces systèmes sont nombreux. Ils permettent de réduire significativement la consommation d'eau en évitant l'arrosage excessif, tout en améliorant la croissance des plantes grâce à un apport en eau mieux maîtrisé [2]. Par ailleurs, ils contribuent à la diminution des coûts énergétiques et d'entretien, notamment en limitant l'utilisation inutile des pompes et en réduisant la consommation d'eau. En France, par exemple, l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE) souligne que les techniques d'irrigation optimisées permettent d'économiser jusqu'à 30 % de l'eau utilisée par rapport aux méthodes traditionnelles [2].

Historiquement, l'irrigation a connu plusieurs évolutions majeures. Les premières formes d'irrigation automatisée remontent aux civilisations antiques, où des dispositifs simples comme le chadouf étaient utilisés pour puiser l'eau [6]. Au XXe siècle, les programmeurs électromécaniques ont marqué une avancée significative, permettant d'automatiser partiellement les cycles d'irrigation. Aujourd'hui, l'intégration des capteurs et de l'intelligence artificielle représente une nouvelle étape dans cette transformation, offrant une gestion beaucoup plus fine et réactive des besoins en eau [6].

Malgré leurs nombreux avantages, ces technologies ne sont pas exemptes de limites. Le coût initial d'installation des capteurs et des systèmes connectés reste élevé, ce qui peut freiner leur adoption par les petits exploitants agricoles [7]. De plus, leur fonctionnement repose sur une connexion Internet stable et une alimentation électrique fiable, des éléments qui ne sont pas toujours garantis dans certaines régions rurales [5]. Par ailleurs, l'efficacité de ces dispositifs dépend largement de la qualité des capteurs et de leur calibration, car une mauvaise lecture des données peut entraîner un arrosage inadapté [7].

Le développement de l'irrigation intelligente s'inscrit dans une dynamique plus large de transition vers une agriculture durable et résiliente face aux défis environnementaux [4]. La rareté de l'eau impose une réflexion approfondie sur les pratiques agricoles et la nécessité d'intégrer des solutions technologiques adaptées [3]. L'adoption de ces innovations ne se limite pas à la seule performance technique, mais implique également des ajustements économiques et politiques pour favoriser leur accessibilité et leur déploiement à grande échelle [4]. À l'avenir, l'amélioration des capteurs, la réduction des coûts et la généralisation des systèmes basés sur l'intelligence artificielle pourraient permettre une adoption plus large et une gestion encore plus efficace de l'eau en agriculture [7].

VI. Problématique :

Comment concevoir et mettre en œuvre un système d'arrosage intelligent capable de s'adapter aux besoins réels des plantes (en fonction des paramètres environnementaux tels que l'humidité du sol, la température et l'humidité de l'air, ainsi que la luminosité), afin de minimiser le gaspillage d'eau tout en permettant un pilotage à distance ?

VII. Objectifs

- Mesurer l'humidité du sol, l'humidité et la température de l'air, ainsi que la luminosité.
- Adapter le temps d'irrigation selon le type de sol et les conditions climatiques.
- Concevoir un algorithme de fonctionnement et le pilotage à distance (IoT) du système d'irrigation.
- Réaliser un prototype fonctionnel.

VIII. Liste de références bibliographiques :

- [1] . Our World in Data, Water Use and Stress: <https://ourworldindata.org/water-use-stress>
- [2] . INRAE, Eau et agriculture : <https://www.inrae.fr/dossiers/gestion-ressource-eau/eau-agriculture>
- [3] . Le Matin, Pénurie d'eau : voici la gravité de la situation en chiffres : <https://lematin.ma/nation/penurie-deau-voici-la-gravite-de-la-situation-en-chiffres/211574>
- [4] . Goethe-Institut, Le problème de pénurie d'eau : <https://www.goethe.de/prj/ruy/fr/dos/wil/21718884.html>
- [5] . INDUSTRICOM Group, Stress hydrique au Maroc : Un volontarisme avant-gardiste pour contrer la rareté : [https://industries.ma/dossier-eau-stress-hydrique-au-maroc-un-volontarisme-avant-gardiste-pour-contrer-la rarete/](https://industries.ma/dossier-eau-stress-hydrique-au-maroc-un-volontarisme-avant-gardiste-pour-contrer-la-rarete/)
- [6] . Syndicat d'Irrigation Drômois, L'irrigation une longue histoire : <https://www.syndicat-irrigation-dromois.fr/histoire-generale/>
- [7] . SPRINGER NATURE, A Survey Towards Decision Support System on Smart Irrigation Scheduling Using Machine Learning approaches: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-022-09746-3>