



HAL
open science

UN SYSTEME IOT POUR LA SURVEILLANCE EN TEMPS REEL DE LA SANTE DES TROUPEAUX BOVINS : CONCEPTION ET IMPLEMENTATION

Said Krouk, Anas Bouayad

► To cite this version:

Said Krouk, Anas Bouayad. UN SYSTEME IOT POUR LA SURVEILLANCE EN TEMPS REEL DE LA SANTE DES TROUPEAUX BOVINS : CONCEPTION ET IMPLEMENTATION. Colloque sur les Objets et systèmes Connectés COC'2025, Université de Perpignan, Apr 2025, Perpignan, France. ⟨hal-05096618⟩

HAL Id: hal-05096618

<https://hal.science/hal-05096618v1>

Submitted on 4 Jun 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

UN SYSTEME IOT POUR LA SURVEILLANCE EN TEMPS REEL DE LA SANTE DES TROUPEAUX BOVINS : CONCEPTION ET IMPLEMENTATION

Said KROUK, Anas BOUAYAD

said.krouk@usmba.ac.ma, anas.bouayad@usmba.ac.ma

Université Sidi Mohamed Ben Abdellah

RESUME : *Cet article présente un système IoT innovant pour la surveillance de la santé des vaches. Le système utilise des capteurs intégrés dans un collier connecté pour mesurer la fréquence cardiaque, la température corporelle, les mouvements et la localisation des animaux via un module GPS. Les données sont transmises en temps réel via Wi-Fi à une application web basée sur Django, permettant aux éleveurs de surveiller la santé et la localisation de leur troupeau, et de détecter précocement les maladies. Les résultats montrent que le système améliore la gestion des troupeaux tout en réduisant les coûts opérationnels. Les perspectives futures incluent l'extension du système à d'autres types d'animaux et l'intégration de technologies complémentaires pour améliorer la précision et l'autonomie.*

Mots clés : IoT, surveillance animale, santé des vaches, agriculture intelligente, capteurs biométriques, GPS, gestion des troupeaux.

1 INTRODUCTION

L'Internet des objets (IoT) révolutionne de nombreux secteurs, y compris l'agriculture et L'Internet des Objets (IoT) transforme de nombreux secteurs tels que la santé et l'élevage en offrant des solutions intelligentes pour optimiser la gestion des fermes. Dans l'élevage bovin, la surveillance de la santé et de la localisation du bétail est l'un des principaux défis pour les agriculteurs. Les maladies non diagnostiquées ainsi que le défi de localiser les animaux dans de grands pâturages peuvent entraîner des pertes économiques considérables et des impacts négatifs sur le bien-être du troupeau. Les méthodes de surveillance traditionnelles reposent principalement sur l'observation visuelle et des consultations vétérinaires sporadiques, ce qui signifie qu'il y a peu de capacité à réagir rapidement aux problèmes de santé et au déplacement des animaux.

Une alternative avec l'IoT est efficace grâce à l'utilisation de capteurs connectés qui peuvent mesurer plusieurs paramètres physiologiques et comportementaux des animaux et leurs positions en utilisant des modules GPS. Ces dispositifs permettent de suivre chaque animal 24 heures sur 24, permettant aux agriculteurs de détecter les anomalies de santé tôt et de suivre les mouvements des animaux dans les pâturages. Cela permet la centralisation des données en temps réel afin d'atteindre une optimisation efficace des services vétérinaires, des coûts de traitement, d'améliorer la productivité du troupeau et de prévenir les pertes d'animaux.

Dans cette étude, nous proposons la conception et la mise en œuvre d'un système IoT dédié à la surveillance des bovins. Ce système repose sur un collier connecté intégrant plusieurs capteurs (fréquence cardiaque, température, mouvements) ainsi qu'un module GPS pour la localisation des animaux. Les données collectées sont transmises en temps réel via une connexion Wi-Fi à une application web interactive, permettant aux éleveurs de

surveiller la santé et la localisation de leur troupeau de manière proactive. Cette solution vise à automatiser le suivi de la santé animale, à améliorer la réactivité face aux maladies et à renforcer la gestion globale des troupeaux grâce à une approche fondée sur les données.

2 Architecture du Système

Le système de surveillance des vaches IoT a une architecture modulaire garantissant la capture, le transfert, le stockage et l'analyse des données en temps réel. Cette architecture étant faite de trois couches principales :

- **La couche matérielle :** qui comprend les capteurs montés sur un collier, le microcontrôleur TTGO LORA32 et le module Wi-Fi.
- **La couche de communication :** qui relie les capteurs à un serveur central par WiFi et par définition HTTP.
- **La couche logicielle et d'analyse :** qui contient un serveur de données sous Django pour l'édition et le stockage et une page web pour afficher ces données et pour analyser.

2.1 Structure Générale du Système

Le système a quatre étapes dans l'ordre de l'exécution pour assurer un suivi parfait et performant des animaux :

2.1.1 Acquisition des données :

Un collier intelligent possédant des capteurs enregistre des variables physiologiques et comportementales telles que la fréquence cardiaque, la température corporelle, les mouvements, et la localisation de l'animal dans des délais considérés.

Ces données sont stockées en relation avec un microcontrôleur TTGO LORA32 qui est également responsable du prétraitement des données.

2.1.2 Transmission des données :

En utilisant le protocole HTTP, les données sont envoyées régulièrement à un serveur distant via Wi-Fi en tant que LORA32 TTGO.

Une connexion sécurisée est établie pour protéger l'intégrité des informations transmises.

2.1.3 Stockage et traitement :

Les données collectées auprès des émetteurs sont stockées dans une base de données PostgreSQL.

Des algorithmes de détection d'anomalies analysent les valeurs de données avec une gamme de valeurs "normales" attendues pour signaler des activités inhabituelles.

2.1.4 Visualisation et alertes :

Les utilisateurs, dans ce cas, les agriculteurs, ont accès via une application web qui fournit l'information sous forme de graphiques et de tableaux pour une analyse plus approfondie.

Des alarmes sont déclenchées lorsque des valeurs anormales sont enregistrées dans le système, permettant une réponse rapide pour des interventions.



Figure 1 : Schéma d'architecture globale du système IoT pour la surveillance des vaches.

2.2 Description des Composants du Système

Afin d'assurer une surveillance efficace et constante de la santé des vaches, le système IoT s'appuie sur une combinaison de composants matériels et logiciels interconnectés. Chaque élément a une fonction cruciale dans la collecte, la transmission et l'analyse des données. Cette section présente les différents composants du système, depuis les capteurs intégrés au collier intelligent jusqu'à l'application web qui permet aux éleveurs de consulter les données et de recevoir des alertes en cas de détection d'anomalies.

2.2.1 Collier Intelligent

Le collier est l'élément central du système. Il est conçu pour être robuste, léger et autonome en énergie. Il intègre plusieurs capteurs pour collecter différentes mesures physiologiques et comportementales :

- **Capteur de fréquence cardiaque (MAX30102)** : mesure le pouls et le taux d'oxygène dans le sang pour détecter un stress ou une maladie.

- **Capteur de température corporelle (DS18B20)** : surveille la température de l'animal en continu.
- **Accéléromètre et gyroscope (MPU6050)** : analyse les mouvements et la posture pour détecter l'activité de l'animal.
- **Module GPS** : Permet de localiser l'animal en temps réel, ce qui est particulièrement utile dans les grands pâturages pour éviter les pertes de bétail et surveiller les déplacements.
- **Module de communication Wi-Fi** : permet la transmission des données vers le serveur.
- **Batterie rechargeable** : assure une autonomie prolongée avec une gestion optimisée de l'énergie.

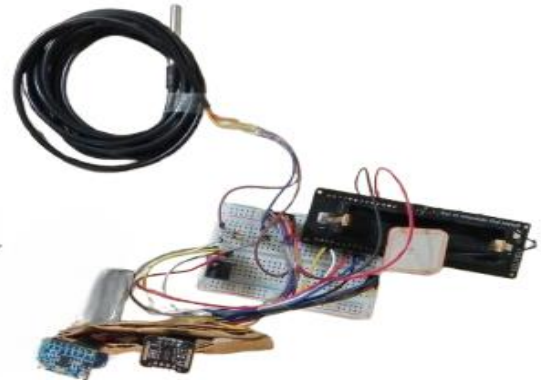


Figure 2 : Collier intelligent équipé de capteurs pour la surveillance des vaches.

2.2.2 Microcontrôleur TTGO LORA32

L'TTGO LORA32 est utilisé comme unité centrale de traitement du collier. Il exécute les tâches suivantes :

- Récupération des données des capteurs via des interfaces I2C et SPI.
- Prétraitement des données (filtrage des valeurs aberrantes, mise en forme).
- Transmission des données au serveur Django via Wi-Fi.
- Gestion optimisée de l'énergie en mettant les capteurs en veille lorsque l'animal est inactif.

2.2.3 Serveur Web Django et Base de Données PostgreSQL

Le serveur web basé sur Django joue un rôle central dans le traitement des données et la gestion de l'application. Il assure les fonctions suivantes :

- Réception et stockage des données envoyées par le collier.
- Analyse des données pour détecter les anomalies.
- Génération d'alertes en cas de problème de santé détecté.
- Fourniture d'une interface web pour les éleveurs.

2.2.4 Interface Utilisateur et Application Web

L'interface utilisateur est conçue pour permettre aux éleveurs de suivre facilement la santé de leurs animaux. Elle offre plusieurs fonctionnalités :

- **Affichage des données en temps réel** sous forme de graphiques et tableaux.
- **Système d'alerte** envoyant des notifications en cas de problème détecté.
- **Gestion des vaches** : possibilité d'ajouter et de modifier les informations des animaux.

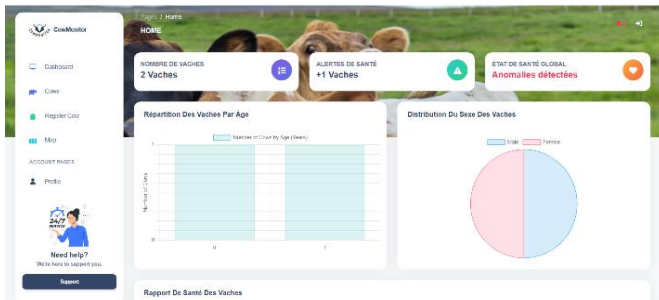


Figure 3 : Tableau de bord de l'interface utilisateur pour la surveillance en temps réel des vaches.

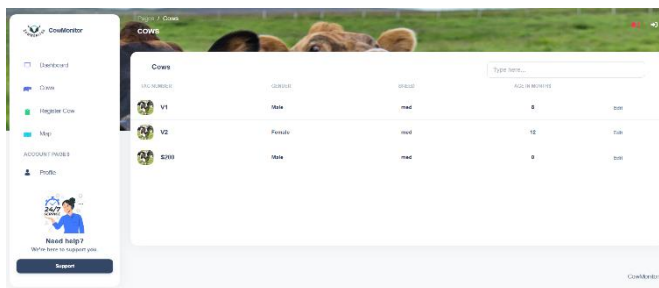


Figure 4 : Interface de gestion de la liste des vaches dans l'application web.

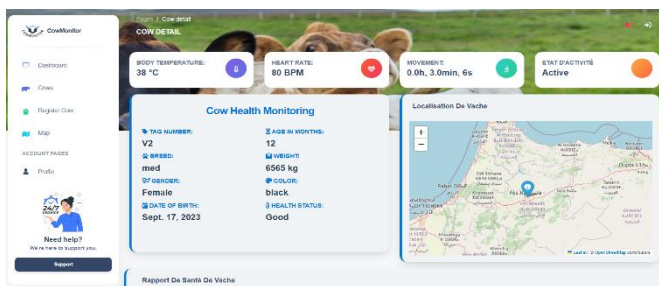


Figure 5 : Interface de visualisation des informations détaillées d'une vache spécifique.

2.3 Protocole de Communication et Transmission des Données

Le protocole de communication est un élément clé du système IoT de surveillance des vaches. Il assure une transmission fluide et sécurisée des données collectées par les capteurs vers le serveur Django pour l'analyse et la visualisation en temps réel. Le processus se déroule en plusieurs étapes.

2.3.1 Collecte des données par les capteurs

Les capteurs intégrés au collier intelligent mesurent en continu divers paramètres physiologiques et comportementaux de la vache.

2.3.2 Prétraitement des données sur TTGO LORA32

Le microcontrôleur TTGO LORA32 reçoit les données brutes des capteurs et effectue un premier filtrage pour éliminer les valeurs aberrantes. Il formate ensuite les données en format JSON pour faciliter la transmission.

2.3.3 Envoi des données via Wi-Fi

TTGO LORA32 utilise le protocole HTTP POST pour envoyer périodiquement les données vers le serveur Django hébergé sur une plateforme cloud. Une communication sécurisée via HTTPS peut également être mise en place pour garantir la confidentialité et l'intégrité des données.

2.3.4 Réception et stockage des données sur le serveur Django

Le serveur Django reçoit les données, les enregistre dans une base de données PostgreSQL et déclenche un module d'analyse pour identifier les éventuelles anomalies (par exemple, une augmentation soudaine de la température ou une baisse d'activité).

2.3.5 Visualisation et alertes sur l'interface utilisateur

Les données sont affichées sous forme de graphiques et de tableaux sur l'interface web. En cas de détection d'une anomalie, une alerte est envoyée à l'éleveur via une notification sur l'application web.

2 CONCLUSION

L'étude présentée dans cet article prouve la faisabilité et l'efficacité d'un système de surveillance IoT pour le suivi de la santé en temps réel des troupeaux de bétail. En utilisant un collier intelligent intégré à des capteurs biométriques et un module GPS, le système peut maintenant collecter des données physiologiques et comportementales en temps réel, offrant aux agriculteurs une meilleure compréhension de la santé et de la localisation de leurs animaux. L'architecture modulaire du système, qui comprend des couches de communication matérielles et logicielles, permet la collecte, la transmission, le stockage et l'analyse des données de manière transparente et sécurisée. Les résultats obtenus confirment que ce système améliore significativement la gestion des troupeaux, réduit les coûts opérationnels, facilite la détection précoce des anomalies de santé et, par conséquent, améliore la productivité et le bien-être animal.

Bien que des outils puissants pour surveiller le bétail existent, il reste encore de la place pour l'amélioration et l'expansion du système actuel. L'une des

directions prometteuses pour le développement de ce système est l'utilisation de technologies qui exploitent le traitement d'image en temps réel. L'utilisation de caméras IP et d'algorithmes de vision par ordinateur pourrait faciliter une surveillance animale plus approfondie en capturant des comportements anormaux, des blessures visibles et même des manifestations de maladies grâce à un anthropomorphisme physique et cinématique plus sophistiqué. Cette approche complémentaire pourrait améliorer la détection précoce des problèmes de santé et la fiabilité du système actuel.

De plus, la mise en œuvre de l'apprentissage automatique et de l'intelligence artificielle (IA) dans l'analyse des données collectées pourrait permettre une prédiction plus précise des risques sanitaires et des soins plus adaptés à chaque animal. Par exemple, des modèles prédictifs pourraient être élaborés pour anticiper les épidémies dans le troupeau ou d'autres maladies récurrentes sur la base de données historiques et des tendances observées actuellement.

Enfin, ce qui impressionne avec ce système IoT, c'est la grande percée qu'il constitue dans l'intelligence agricole et la zootechnie. L'analyse de la modernisation de l'élevage intensif, couplée avec l'autonomie de pilotage, laisse présager des systèmes plus élaborés et autonomes. L'élevage contemporain fait même appel à une gestion sophistiquée de laques élevages. Ces évolutions contribueront non seulement à une gestion optimale des cheptels, mais aussi à une agriculture ajustée et éthique.

4 BIBLIOGRAPHIE

1. **Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G.** (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805.
2. **Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M.** (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
3. **Wark, T., Corke, P., Sikka, P., Klingbeil, L., Guo, Y., Crossman, C., ... & Bishop-Hurley, G.** (2007). Transforming agriculture through pervasive wireless sensor networks. *IEEE Pervasive Computing*, 6(2), 50-57.
4. **Neethirajan, S.** (2017). Recent advances in wearable sensors for animal health management. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 12, 15-29.
5. **Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C.** (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, 31-48.
6. **Vasisht, D., Kapetanovic, Z., Won, J., Jin, X., Chandra, R., Kapoor, A., ... & Sinopoli, B.** (2017). FarmBeats: An IoT platform for data-driven agriculture. *In Proceedings of the 14th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 17)*, 515-529.
7. **Mohamed, R., & Olivier, M.** (2020). Animal health monitoring using IoT and machine learning: A review. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 12(3), 215-230.
8. **Salam, A.** (2020). Internet of Things for precision agriculture: Applications, challenges, and opportunities. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(9), 8678-8696.
9. **Rashid, M. T., & Zhang, D.** (2021). Smart animal husbandry: A review of IoT-based solutions for livestock monitoring and management. *Sensors*, 21(4), 1234.