

الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجمهورية  
People's Democratic Republic of Algeria  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministry of Higher Education and Scientific Research  
المدرسة العليا للإعلام الآلي - 08 ماي 1945 - بسبدي بلعباس  
Higher School of Computer Science  
May 8, 1945 - Sidi Bel Abbès -



## THESIS

In Partial Fulfillment of the Requirements for the **Master's Degree**

Field: **Computer Science**

Specialty : **Information Systems and Web (SIW)**

### Title

---

**AI-Based Beehive Health Monitoring Systems: State of the Art**

---

Presented by:

- Ms. Zineb BENEDDINE
- Ms. Wissal HEROUINI

**Defended on: 10/07/2025 Before the jury composed of:**

Dr. MALKI Abdelhamid	President
Dr. RENNANE Ahmed (CDER)	Supervisor
Dr. DALI Ali (CDER)	Co-supervisor
Pr. BENSLIMANE Sidi Mohamed	Co-advisor
Dr. BENSENANE Hamdane	Examiner

*Academic Year 2024 / 2025*

# Abstract

This thesis explores the current state of AI-Based Beehive Health Monitoring Systems: State of the Art.

Due to the alarming decline in bee populations, there is an urgent need for modern solutions. This study presents a comprehensive review of AI applications in monitoring hive health. It analyzes sensor technologies, data acquisition, machine learning methods, and decision-making systems. Our goal is to highlight both the achievements and current limitations in this domain.

The study uses a qualitative methodology based on scientific literature and system reviews. The results show promising applications but also raise challenges related to accuracy, scalability, and environmental adaptability.

This thesis contributes to the field by presenting a detailed synthesis of over 45 recent scientific studies covering acoustic, visual, environmental, and embedded AI-based approaches. It highlights that the integration of lightweight machine learning models with environmental sensors currently represents the most practical and scalable solution. It also emphasizes the growing potential of embedded AI technologies such as TinyML in developing autonomous, intelligent, and energy-efficient hive monitoring systems.

**Keywords:** Artificial Intelligence Beehive Monitoring Machine Learning Sensor Networks  
Hive Health

## Résumé

Ce mémoire explore létat actuel des systèmes de surveillance de la santé des ruches basés sur IIA.

Face au déclin alarmant des populations dabeilles, il est crucial dadopter des solutions technologiques modernes. Cette étude présente une revue complète des applications de lintelligence artificielle dans le suivi de la santé des ruches. Elle analyse les technologies de capteurs, lacquisition de données, les méthodes dapprentissage automatique et les systèmes daide à la décision. Lobjectif est de souligner à la fois les progrès réalisés et les limites actuelles dans ce domaine.

Létude repose sur une méthodologie qualitative fondée sur la littérature scientifique et lanalyse des systèmes existants. Les résultats révèlent des applications prometteuses, mais également des défis liés à la précision, à lévolutivité et à ladaptabilité environnementale.

Ce mémoire contribue à la recherche en présentant une synthèse approfondie de plus de 45 études scientifiques récentes portant sur les approches acoustiques, visuelles, environnementales et embarquées. Il met en évidence que lintégration de modèles dapprentissage automatique légers avec des capteurs environnementaux constitue actuellement la solution la plus pratique et évolutive. Il souligne également le potentiel des technologies dintelligence artificielle embarquée, telles que le TinyML, pour développer des systèmes de surveillance autonomes, intelligents et à faible consommation énergétique.

**Mots-clés :** Intelligence Artificielle Surveillance des Ruches Apprentissage Automatique Réseaux de Capteurs Santé de la Ruche