

**République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique**

Université Farhat Abbas de Sétif 1,
Faculté des Sciences Naturelles et de
la Vie
Département de biologie et
physiologie animale



جامعة فرحات عباس سطيف 1
كلية علوم الطبيعة والحياة

N°...../SNV/2025

Département de biologie et physiologie animale

Mémoire de fin de cycle

Présenté par :

FERTAS Yasmine

KERMICHE Leila

FERDI Malek

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Biologie

Spécialité : Parasitologie

Thème

**Détection automatisée de *Sarcocystis* spp. chez les bovins par l'intelligence
artificielle à partir de coupes histologiques**

Soutenu publiquement le 29/06/2026

Devant le jury

Président :

BARKET Habiba

Pr. UFA Sétif 1

Encadrant :

BELGHOUL Meriama

M.C.B. UFA Sétif 1

Co-Encadrant 1 :

DJIRAR Nacer

Pr. UFA Sétif 1

Co-Encadrant 2 :

DJABALI Chaabane

Pr. UFA Sétif 1

Examineur :

ANNANI Fouzi

MCA. UFA Sétif 1

Représentant de l'Incubateur 1 :

DJABALI Chaabane

Pr. UFA Sétif 1

Représentant de l'Incubateur 2 :

BOUAZIZ Amel

Pr. UFA Sétif 1

Laboratoire d'amélioration et de développement de la production végétale et animale

2025/2026

الملخص

داء الساركوسيسست البقري مرض طفيلي غير مباشر المنشأ، تسببه طفيليات من جنس الساركوسيسستيس، التابعة لشعبة الأبيكومبلكسا، وله تأثير اقتصادي وصحي كبير. ونظرًا لمحدودية التشخيص المجهرى التقليدي، تقترح هذه الدراسة منهجًا حديثًا يجمع بين علم الأنسجة المرضية والذكاء الاصطناعي. كشفت التحقيقات التي أجريت في مسلخ سطيف عن غياب تام للأكياس المرئية بالعين المجردة، لكنها أكدت وجود الطفيلي من خلال التحليل النسيجي، بنسبة انتشار إجمالية بلغت 74%. وتبين أن العدوى أكثر شيوعًا في الحيوانات التي تزيد أعمارها عن 5 سنوات وفي الإناث. ومن بين الأعضاء المستهدفة، برزت عضلة القلب كموقع رئيسي لتركز الطفيلي. استُخدمت المقاطع النسيجية التي تم التحقق من صحتها من قبل الخبير لإنشاء قاعدة بيانات صور رقمية مفهومة. استُخدمت هذه البيانات لتطوير نموذج أولي مستقل مُدمج قادر على التقاط ومعالجة وتحليل مقاطع العضلات في الوقت الفعلي. بفضل دمج نموذج ذكاء اصطناعي مُحسّن للكشف الموضعي والتلقائي عن الأكياس، رسّخ هذا الجهاز مكانته كأداة موثوقة لدعم اتخاذ القرارات لدى أخصائيي علم الأمراض.

الكلمات المفتاحية: الساركوسيسستيس، الأبقار، علم الأنسجة المرضية، التشخيص، الذكاء الاصطناعي.

Résumé

La sarcocystose bovine est une parasitose à cycle indirect due à des protozoaires dérivés du genre *Sarcocystis*, qui font partie du phylum des Apicomplexa, ayant un impact économique et sanitaire majeur. Face aux limites du diagnostic microscopique conventionnel, cette étude propose une approche moderne combinant l'histopathologie et l'intelligence artificielle. Les investigations menées à l'abattoir de Sétif ont révélé une absence totale de kystes macroscopiques, mais ont confirmé la présence du parasite par analyse histologique avec une prévalence globale de 74 %. L'infection s'est avérée plus fréquente chez les animaux de plus de 5 ans et chez les femelles. Parmi les organes cibles, le muscle cardiaque s'est imposé comme le principal site de localisation du parasite. Les coupes histologiques validées par l'expert ont permis de constituer une banque d'images numériques indexée. Ces données ont servi à développer un prototype autonome et embarqué capable de capturer, traiter et analyser les sections musculaires en temps réel. Grâce à l'intégration d'un modèle d'IA optimisé pour la détection locale et automatique des kystes, ce dispositif s'affirme comme un outil fiable d'aide à la décision pour les pathologistes.

Mots-clés : *Sarcocystis* spp., Bovins, Histopathologie, Diagnostic, Intelligence artificielle.

Abstract

Bovine sarcocystosis is an indirect lifecycle parasitosis caused by protozoa derived from the genus *Sarcocystis*, which belong to the Apicomplexa phylum, and carries a major economic and sanitary impact. Faced with the limitations of conventional microscopic diagnosis, this study proposes a modern approach combining histopathology and artificial intelligence. Investigations conducted at the Sétif slaughterhouse revealed a complete absence of macroscopic cysts, but confirmed the presence of the parasite through histological analysis, with an overall prevalence of 74%. The infection proved to be more frequent in animals older than 5 years and in females. Among the target organs, the cardiac muscle emerged as the primary site of parasite localization. The expert-validated histological sections enabled the creation of an indexed digital image bank. These data were used to develop an autonomous, embedded prototype capable of capturing, processing, and analysing muscle sections in real time. Thanks to the integration of an AI model optimized for local and automatic cyst detection, this device stands out as a reliable decision-support tool for pathologists.

Keywords: *Sarcocystis spp.*, Bovines, Histopathology, Diagnostics, Artificial intelligence.

Introduction

Les parasitoses d'origine alimentaire touchant l'être humain sont, pour la plupart, des zoonoses faisant intervenir des animaux vertébrés dans le cycle évolutif et la transmission des parasites. Ces animaux jouent le rôle de réservoirs parasitaires et peuvent, dans certains cas, constituer une source directe d'infection pour l'homme. La contamination survient généralement lors de la consommation de viande crue ou insuffisamment cuite contenant les formes infestantes du parasite (*Boireau et al., 2002*).

La sarcosporidiose est une affection parasitaire cosmopolite causée par des protozoaires intracellulaires du genre *sarcocystis*. Elle touche de nombreuses espèces de vertébrés domestiques et sauvages, notamment les bovins, ovins et caprins, chez lesquels le parasite se présente sous forme de kystes musculaires. Le cycle biologique de *Sarcocystis* est hétéroxène obligatoire et nécessite un hôte définitif et un hôte intermédiaire (*Gbati et al., 2012*).

Le diagnostic parasitologique et l'identification des agents pathogènes reposent encore largement sur l'observation microscopique et l'expertise humaine. Toutefois, ces méthodes peuvent être limitées par leur sensibilité, leur reproductibilité et le temps nécessaire à l'analyse. Dans le cas de la sarcocystose bovine, la détection des kystes microscopiques demeure particulièrement difficile en raison de leur petite taille et de leur distribution variable dans les tissus (*Dubey et al., 2016*).

L'intelligence artificielle (IA) connaît aujourd'hui un développement considérable dans le domaine biomédical grâce à sa capacité à traiter et à analyser de grandes quantités de données avec une rapidité et une précision élevée. Parmi ses nombreuses applications, l'analyse automatique des images biologiques et médicales occupe une place importante, notamment grâce aux techniques d'apprentissage profond (Deep Learning) et de vision par ordinateur. Ces approches permettent d'identifier automatiquement des structures complexes au sein des images microscopiques, facilitant ainsi le diagnostic, réduisant les erreurs d'interprétation et améliorant l'efficacité des analyses.

Dans le domaine de la parasitologie, l'intégration de l'intelligence artificielle constitue une solution prometteuse pour la détection et l'identification des parasites à partir d'images microscopiques, contribuant ainsi à renforcer la précision et la rapidité du diagnostic (*Litjens et al., 2017*). Dans ce contexte s'inscrit cette étude qui vise les objectifs suivants :

- Déterminer le taux d'infestation par *Sarcocystis* spp. Chez les bovins abattus au niveau de l'abattoir de Sétif.

- Réaliser des coupes histologiques de qualité pour mettre en évidence la morphologie des sarcocystes dans les tissus musculaires.
- Créer une cartographie numérique (banque d'images) de coupes histologiques positives et négatives, validée par un diagnostic humain expert.
- Mettre en œuvre une solution basée sur un système embarqué afin de traiter et analyser des images en temps réel.
- Utilise l'intelligence artificielle pour détecter automatiquement la présence de parasites dans les échantillons.
- Évaluer la performance du système sur les données testées, ainsi que sa capacité à identifier correctement les éléments analysés.

Sommaire

Liste des figures	Erreur ! Signet non défini.
Liste des tableaux	Erreur ! Signet non défini.
Liste des acronymes	Erreur ! Signet non défini.
<i>Introduction</i>	Erreur ! Signet non défini.
1. Définition.....	Erreur ! Signet non défini.
2. Historique	Erreur ! Signet non défini.
3. Histoire de l'évolution des espèces de sarcocystes bovins	Erreur ! Signet non défini.
4. Systématique	Erreur ! Signet non défini.
5. Agent pathogène	Erreur ! Signet non défini.
6. La morphologie des différents stades évolutifs.....	Erreur ! Signet non défini.
6.1 Les oocystes	Erreur ! Signet non défini.
6.2 Les sporocystes	Erreur ! Signet non défini.
6.3 Les sarcocystes	Erreur ! Signet non défini.
6.3.1 Structure de la paroi des sarcocystes	Erreur ! Signet non défini.
6.3.2 La taille et la forme.....	Erreur ! Signet non défini.
6.3.3 Contenu des kystes	Erreur ! Signet non défini.
7. Cycle évolutif du parasite.....	Erreur ! Signet non défini.
7.1 Chez l'hôte intermédiaire	Erreur ! Signet non défini.
7.2. Chez l'hôte définitif	Erreur ! Signet non défini.
8. Épidémiologie	Erreur ! Signet non défini.
9. Prévalence	Erreur ! Signet non défini.
9.1 La prévalence de la Sarcocystose musculaire chez l'homme	Erreur ! Signet non défini.
9.2 La prévalence de la Sarcocystose musculaire chez les animaux.....	Erreur ! Signet non défini.
9.2.1 La prévalence selon le pays	Erreur ! Signet non défini.
9.2.2 Selon le muscle étudié	Erreur ! Signet non défini.
9.2.3 Selon les espèces de Sarcocystis spp	Erreur ! Signet non défini.
10. Etude clinique	Erreur ! Signet non défini.
10.1 Chez l'hôte intermédiaire	Erreur ! Signet non défini.
10.2 Chez l'hôte définitif	Erreur ! Signet non défini.
11. Symptômes	Erreur ! Signet non défini.

12.	Prophylaxie	Erreur ! Signet non défini.
12.1	Prophylaxie médicale	Erreur ! Signet non défini.
12.1.1	Chez l'hôte intermédiaire.....	Erreur ! Signet non défini.
12.1.2	Chez l'hôte définitif	Erreur ! Signet non défini.
12.2	Prophylaxie sanitaire.....	Erreur ! Signet non défini.
12.2.1	Au niveau de l'hôte intermédiaire	Erreur ! Signet non défini.
12.2.2	Au niveau de l'hôte définitif.....	Erreur ! Signet non défini.
13.	Diagnostic.....	Erreur ! Signet non défini.
13.1	Le diagnostic chez l'hôte intermédiaire	Erreur ! Signet non défini.
13.1.1	Le Diagnostic microscopique	Erreur ! Signet non défini.
13.1.2	Diagnostic clinique.....	Erreur ! Signet non défini.
13.1.3	Diagnostic de laboratoire	Erreur ! Signet non défini.
13.1.4	Diagnostic macroscopique.....	Erreur ! Signet non défini.
13.2	Le diagnostic chez l'hôte définitif.....	Erreur ! Signet non défini.
14.	Traitement	Erreur ! Signet non défini.
14.1	Chez l'hôte intermédiaire	Erreur ! Signet non défini.
14.2	Chez l'hôte définitif	Erreur ! Signet non défini.
15.1	Définition de l'IA et leurs principes	Erreur ! Signet non défini.
15.2	Le deep learning	Erreur ! Signet non défini.
15.3	Machine learning.....	Erreur ! Signet non défini.
15.4	Historique de l'intelligence artificielle	Erreur ! Signet non défini.
15.5	Technologies utilisées :	Erreur ! Signet non défini.
15.5.1	Hardware	Erreur ! Signet non défini.
15.5.2	Software	Erreur ! Signet non défini.
1.	Materiel.....	Erreur ! Signet non défini.
2.	Méthode.....	Erreur ! Signet non défini.
2.1.	Prélèvement des échantillons	Erreur ! Signet non défini.
2.2.	Examen histologique	Erreur ! Signet non défini.
2.2.1.	Identification des prélèvements	Erreur ! Signet non défini.
2.2.2.	Méthode de fixation et de recoupe des prélèvements	Erreur ! Signet non défini.
2.2.3.	Circulation	Erreur ! Signet non défini.
2.2.4.	Déshydratation.....	Erreur ! Signet non défini.

2.2.5. Eclaircissement	Erreur ! Signet non défini.
2.2.6. Imprégnation	Erreur ! Signet non défini.
2.2.7. Inclusion en paraffine ou enrobage	Erreur ! Signet non défini.
4.2.8 Microtomie	Erreur ! Signet non défini.
2.2.9. Étalement collage et séchage	Erreur ! Signet non défini.
2.2.10. Déparaffinage.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2.11 Hydratation.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2.12. Coloration des coupes histologiques	Erreur ! Signet non défini.
2.2.13. Montage des lames et des lamelles	Erreur ! Signet non défini.
2.2.14. Observation au microscope.....	Erreur ! Signet non défini.
3. Matériels utilisés	Erreur ! Signet non défini.
4.1 Matériels hardware	Erreur ! Signet non défini.
4.2 Matériels software	Erreur ! Signet non défini.
4. Méthodes	Erreur ! Signet non défini.
5.1 Schema de réalisation	Erreur ! Signet non défini.
5.2. Principe de fonctionnement	Erreur ! Signet non défini.
5.3 Les étapes de programmation (Partie software)	Erreur ! Signet non défini.
5.4 Les étapes de réalisation (partie hardware).....	Erreur ! Signet non défini.
1. Résultats	Erreur ! Signet non défini.
1.1. Prévalence de la Sarcosporidiose par examen macroscopique.....	Erreur ! Signet non défini.
1.2. Résultats de l'examen histologique.....	Erreur ! Signet non défini.
1.2.1. Observation microscopique des lames histologiques.....	Erreur ! Signet non défini.
1.3. Prévalence de sarcosporidiose par l'histologie	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1. Prévalence de la sarcosporidiose selon le sexe	Erreur ! Signet non défini.
1.3.2. Prévalence de la Sarcosporidiose en fonction de l'âge	Erreur ! Signet non défini.
2. Résultats du questionnaire.....	Erreur ! Signet non défini.
2. Discussion.....	Erreur ! Signet non défini.
2.1 Prévalence de la Sarcosporidiose par l'examen macroscopique	Erreur ! Signet non défini.
2.2 Prévalence de la Sarcosporidiose par l'examen histologique	Erreur ! Signet non défini.
2.3. Taux d'infestation en fonction de l'âge	Erreur ! Signet non défini.
2.4. Taux d'infestation en fonction de sexe	Erreur ! Signet non défini.

2.5 Taux d'infestation en fonction des muscles prélevés	Erreur ! Signet non défini.
3.La détection par l'intelligence artificielle	Erreur ! Signet non défini.
4.Résultats de l'IA	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion et perspectives	Erreur ! Signet non défini.
Références	Erreur ! Signet non défini.
Annexe 1	Erreur ! Signet non défini.
Questionnaire	Erreur ! Signet non défini.
Annexe 2	Erreur ! Signet non défini.
BMC.....	Erreur ! Signet non défini.