

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
ECOLE SUPERIEURE EN INFORMATIQUE 08 MAI 1945 SIDI BEL ABBES



## Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : **Informatique**

Spécialité : **Intelligence Artificielle et Analyse de Données (IASD)**

## Thème

---

**Dispositif médical scalable basé sur l'intelligence artificielle  
pour le diagnostic assisté du cancer par numérisation  
optimisée des lames et synchronisation des analyses  
radiologiques et histologiques**

---

Présenté par :

Bensalem Ahmed Ilies

Soutenu le : 12/10/2025

Devant le jury composé de:

Président: *M<sup>r</sup>* – –  
Examineur: *M<sup>r</sup>* – –  
Encadrant: *M<sup>r</sup>* Rahmoun Abdelatif – –  
Co-encadrante: *Mme* Aid-Boudries Malika – –

Année universitaire 2024/2025

# Abstract

This project aims to develop a comprehensive medical system for fast, accurate, and automated breast cancer diagnosis by combining hardware innovation and advanced artificial intelligence.

On the hardware side, a three-axis mechanical platform was designed to simultaneously scan and digitize multiple histological slides at high resolution, significantly reducing cost and preparation time, making it suitable for routine clinical use.

On the software side, the architecture integrates deep learning models trained on two complementary datasets: CBIS-DDSM for radiological mammograms detecting masses and microcalcifications, and BRACS for histopathological slide images enabling tumor subtype classification.

Results show the YOLOv11 detection model locates anomalies with average precision around 75%, high sensitivity, and spatial overlap IoU near 70%. The downstream ResNet-50 model achieves fine multi-class tumor classification with over 95% accuracy, sensitivity and specificity above 90%, and a high F1-score, demonstrating an excellent ability to distinguish pathological states.

The methodology relies on progressive elimination of diagnostic hypotheses, improving coherence and reducing uncertainty at each analysis step. This complete system standardizes diagnosis, reduces inter-observer variability, and shortens turnaround time. It serves as a powerful adjunct to medical judgment, especially for intraoperative or routine clinical decision-making, enhancing therapeutic management.

**Key words:** Cancer diagnosis, Artificial intelligence, Progressive elimination, Digital pathology, Slide scanner, Therapeutic optimization.

# Résumé

Le projet décrit dans ce mémoire vise à développer un système médical complet pour le diagnostic rapide, précis et automatisé du cancer du sein, en combinant des innovations matérielles et des avancées en intelligence artificielle.

D'un côté, la plateforme matérielle conçue inclut une solution mécanique à trois axes capable de scanner et numériser simultanément plusieurs lames histologiques en haute résolution. Cette automatisation réduit considérablement les coûts et le temps de préparation, rendant le dispositif adapté à une utilisation clinique régulière.

Sur le plan logiciel, l'architecture intègre des modèles de deep learning entraînés sur deux bases de données complémentaires. La base CBIS-DDSM fournit des images radiologiques mammographiques pour détecter masses et micro-calcifications, tandis que la base BRACS contient des images pathologiques de coupe histologique pour la classification tumorale.

Les résultats montrent que le modèle de détection YOLOv11 localise les anomalies avec une précision moyenne d'environ 75%, une sensibilité élevée et un recouvrement spatial IoU proche de 70%. Le modèle ResNet-50 en aval réalise une classification fine des sous-types tumoraux avec plus de 95% de précision, une sensibilité et spécificité supérieures à 90%, et un F1-score élevé, ce qui traduit une excellente capacité à distinguer les différents états pathologiques.

La méthodologie adoptée repose sur une élimination progressive des hypothèses diagnostiques, ce qui améliore la cohérence et réduit l'incertitude à chaque étape d'analyse. Ce système complet propose une standardisation du diagnostic, réduit la variabilité inter-observateurs et raccourcit les délais d'obtention du diagnostic. De plus, il représente un outil puissant en complément du jugement médical, particulièrement adapté au contexte intra-opératoire ou en routine clinique pour une meilleure prise en charge thérapeutique.

**Mots-clés :** Diagnostic du cancer, Intelligence artificielle, Élimination progressive, Pathologie numérique, Scanner de lames, Optimisation thérapeutique.

يهدف هذا المشروع إلى تطوير نظام طبي شامل للتشخيص السريع والدقيق والمؤتمت لسرطان الثدي من خلال الجمع بين الابتكار في الأجهزة والذكاء الاصطناعي المتقدم.

في الجانب المادي، تم تصميم منصة ميكانيكية بثلاث محاور لمسح رقمي عالي الدقة لعدة شرائح أنسجة نسيجية في وقت واحد، مما يقلل بشكل كبير من التكلفة ووقت التحضير، مما يجعلها مناسبة للاستخدام في البيئات السريرية الروتينية.

في الجانب البرمجي، تدمج البنية نماذج تعلم عميق مدربة على مجموعتين مساعدتين من البيانات: ثيصوصص للصور الشعاعية التي تكشف الكتل والتكلسات تحت المجهر، وخواص لصور الشرائح النسيجية لتصنيف أنواع الأورام.

تُظهر النتائج أن نموذج الكشف بوقف ١١ يحدد المواقع بدقة متوسطة حوالي ٧٥ ٪، بحساسية عالية وتداخل مكاني (اي) يقارب ٧٠ ٪. يحقق نموذج غس ت ٠٥ في الطرف التالي تصنيفاً دقيقاً لأنواع الأورام بدقة تتجاوز ٩٥ ٪، وحساسية ومحددية تفوق ٩٠ ٪، ودرجة ذ عالية مما يدل على قدرة ممتازة على التمييز بين الحالات المرضية.

تستند النهجية إلى إزالة متدرجة للفرضيات التشخيصية مما يحسن التناسق ويقلل الشك في كل مرحلة تحليلية. هذا النظام المتكامل يوحد التشخيص، يقلل من اختلاف التقييم بين الأطباء ويختصر وقت الحصول على التشخيص. ويعد أداة قوية مكملة للحكم الطبي، ولا سيما في السياق الجراحي أو الاستخدام الروتيني لتحسين الإدارة العلاجية. **الكلمات المفتاحية** : تشخيص السرطان، الذكاء الاصطناعي، الإقصاء التدريجي، علم الأمراض الرقمي، ماسح الشرائح، تحسين العلاج.