

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research

المدرسة العليا للإعلام الآلي، سيدي بلعباس

Higher School of Computer Science - 8 Mai 1945 - Sidi Bel Abbas



THESIS

To obtain the diploma of **Master**

Field of Study: **Computer Science**

Specialization: **Artificial Intelligence & Data Science**

Theme

Methods and Approaches for Predictive Maintenance in the Oil and Gas Industry

Presented by:

Mohamed Lamine OULAD SAID

Defended on: September 2026

In front of the jury composed of:

Ms. ANANI Djihed	President
Ms. MEFTAH Salima	Examiner
Mr. KHALDI Belkacem	Supervisor

Academic Year: 2025/2026

Abstract

This master's thesis presents a literature-based review of predictive maintenance in the oil and gas industry, with particular attention to gas-well operations and the use of deep learning for time-series analysis. It connects industrial monitoring, operational data, and degradation processes with data-driven maintenance approaches.

The review first establishes the industrial context through production wells, monitoring technologies, maintenance strategies, and major degradation processes, including scale deposition, wax accumulation, sand production, and corrosion. It then examines recurrent, convolutional, temporal convolutional, Transformer-based, and hybrid architectures. A comparative analysis of published studies considers statistical, machine learning, and deep learning approaches, distinguishing operational-value forecasting from fault classification, anomaly detection, and remaining useful life estimation.

The reviewed literature also highlights limitations involving data quality and integration, model interpretability, scalability, validation in industrial environments, cybersecurity, and compatibility with existing infrastructure.

The contribution of this thesis consists of a synthesis of existing modeling approaches and the main research gaps. This synthesis identifies important considerations for developing and evaluating predictive maintenance solutions for gas-well operations.

Keywords: Predictive maintenance, oil and gas industry, gas wells, deep learning, time-series analysis, literature review.

... الملخص ...

تقدم هذه المذكرة مراجعة للأدبيات حول الصيانة التنبؤية في صناعة النفط والغاز، مع التركيز على عمليات تشغيل آبار الغاز واستخدام التعلم العميق لتحليل السلاسل الزمنية. وترتبط بين المراقبة الصناعية وبيانات التشغيل وعمليات التدهور ومناهج الصيانة القائمة على البيانات.

تستعرض المراجعة أولاً السياق الصناعي، بما يشمل آبار الإنتاج وتقنيات المراقبة واستراتيجيات الصيانة وعمليات التدهور الرئيسية، مثل الترسبات المعدنية وتراكم الشمع وإنتاج الرمال والتآكل. ثم تتناول البنى المتكررة والتلافيفية والتلافيفية الزمنية والبنى القائمة على المحولات والبنى الهجينة. ويشمل التحليل المقارن للدراسات المنشورة الأساليب الإحصائية والتعلم الآلي والتعلم العميق، مع التمييز بين التنبؤ بقيم المتغيرات التشغيلية وتصنيف الأعطال وكشف الشذوذ وتقدير العمر النافع المتبقي.

كما تبرز الأدبيات تحديات تتعلق بجودة البيانات وتكاملها، وقابلية تفسير النماذج، وقابلية التوسع، والتحقق في البيئات الصناعية، والأمن السيبراني، والتوافق مع البنية التحتية القائمة. تتمثل مساهمة هذه المذكرة في تقديم خلاصة لمناهج النمذجة القائمة والفجوات البحثية الرئيسية. وتحدد هذه الخلاصة اعتبارات مهمة لتطوير حلول الصيانة التنبؤية المطبقة على آبار الغاز وتقييمها.

الكلمات المفتاحية: الصيانة التنبؤية، صناعة النفط والغاز، آبار الغاز، التعلم العميق، تحليل السلاسل الزمنية، مراجعة الأدبيات.

Résumé

Ce mémoire présente une revue de la littérature sur la maintenance prédictive dans l'industrie pétrolière et gazière, avec une attention particulière portée aux puits de gaz et à l'utilisation de l'apprentissage profond pour l'analyse des séries temporelles. Il met en relation la surveillance industrielle, les données opérationnelles et les mécanismes de dégradation avec les approches de maintenance fondées sur les données.

La revue décrit d'abord les puits de production, les technologies de surveillance, les stratégies de maintenance et les principaux processus de dégradation, notamment les dépôts minéraux, l'accumulation de paraffine, la production de sable et la corrosion. Elle examine ensuite les architectures récurrentes, convolutives, convolutives temporelles, fondées sur les Transformers et hybrides. Une analyse comparative des études publiées couvre les méthodes statistiques, l'apprentissage automatique et l'apprentissage profond, en distinguant la prévision des variables opérationnelles, la classification des défauts, la détection des anomalies et l'estimation de la durée de vie utile restante.

Les principales limites relevées concernent la qualité et l'intégration des données, l'interprétabilité des modèles, le passage à l'échelle, la validation dans des environnements industriels, la cybersécurité et la compatibilité avec les infrastructures existantes.

La contribution de ce mémoire consiste en une synthèse des approches existantes et des principales lacunes de recherche. Cette synthèse met en évidence plusieurs considérations importantes pour le développement et l'évaluation de solutions de maintenance prédictive appliquées aux puits de gaz.

Mots-clés : Maintenance prédictive, industrie pétrolière et gazière, puits de gaz, apprentissage profond, séries temporelles, revue de la littérature.