# **Maintenance Prédictive des Systèmes de Lubrification des Véhicules Poids Lourds : Sources de Données et Ressources Techniques**

**1. Introduction**

* 1.1 Contexte de la Maintenance Prédictive (PdM)  
  La maintenance prédictive représente une stratégie proactive visant à anticiper et à prévenir les défaillances d'équipements en se basant sur la surveillance de leur état. Cette approche marque une évolution significative par rapport aux méthodes réactives, qui interviennent après une panne, et préventives, basées sur des calendriers fixes.1 La maintenance prédictive offre des avantages considérables, notamment la réduction des temps d'arrêt imprévus, la diminution des coûts de maintenance et l'amélioration de la sécurité des opérations.1 L'adoption de la maintenance prédictive s'appuie de plus en plus sur l'analyse de données, l'utilisation de technologies de capteurs et l'application de techniques d'apprentissage automatique pour identifier les signes avant-coureurs de défaillances potentielles.1 Cette transformation est rendue possible par la disponibilité croissante de données issues de capteurs et par les progrès constants dans le domaine des techniques analytiques, permettant ainsi de prendre des décisions de maintenance plus éclairées. Les calendriers de maintenance traditionnels peuvent entraîner une maintenance excessive ou, à l'inverse, ne pas prévenir des pannes soudaines. La maintenance prédictive, en revanche, utilise les données pour prévoir les défaillances, optimisant ainsi les efforts et les ressources de maintenance. Les extraits de recherche soulignent de manière constante le rôle essentiel des données et de la technologie dans cette transition.
* 1.2 Importance des Systèmes de Lubrification dans les Véhicules Poids Lourds  
  Les systèmes de lubrification jouent un rôle crucial dans le fonctionnement et la durabilité des véhicules poids lourds. Leurs fonctions principales incluent la réduction de la friction entre les pièces mobiles, la dissipation de la chaleur générée par le frottement, l'élimination des particules d'usure et la prévention de la corrosion.5 Les véhicules poids lourds sont soumis à des conditions de fonctionnement rigoureuses et à des charges importantes, ce qui rend une lubrification efficace indispensable pour garantir leur performance et prolonger leur durée de vie.1 Il est à noter qu'un pourcentage significatif des défaillances de machines, y compris dans le cas des éoliennes (un type de machinerie lourde), est lié à des problèmes de lubrification.10 Compte tenu des exigences opérationnelles imposées aux véhicules poids lourds, le système de lubrification constitue un sous-système critique dont la défaillance peut entraîner des perturbations et des coûts importants. La lubrification est la principale défense contre l'usure dans ces environnements exigeants. Par conséquent, maintenir la santé du système de lubrification est primordial pour la santé globale du véhicule.
* 1.3 Objectifs du Rapport  
  L'objectif principal de ce rapport est de rechercher et de compiler des sources de données fiables et des ressources techniques pertinentes à la maintenance prédictive des systèmes de lubrification des véhicules poids lourds, conformément à votre demande. Ce rapport couvrira divers types de ressources, notamment des articles scientifiques, des rapports industriels, des livres spécialisés, des jeux de données ouverts, des normes techniques, des schémas, des brevets et des référentiels de code.

**2. Revue de la Littérature Scientifique**

* 2.1 Stratégie de Recherche et Mots-clés  
  La recherche de littérature scientifique s'est concentrée sur les bases de données IEEE Xplore, ScienceDirect et SpringerLink, en utilisant les mots-clés suivants : "maintenance prédictive", "systèmes de lubrification", "véhicules poids lourds", "analyse d'huile", "détection de défauts lubrification", "surveillance conditionnelle lubrification".
* 2.2 Résumé des Articles Pertinents  
  Les articles scientifiques pertinents identifiés lors de la recherche (étape 1) ont été analysés pour en extraire les informations clés. La structure suivante est utilisée pour présenter un résumé de chaque article :
  + **Titre :**
  + **Auteurs :** [Liste des auteurs]
  + **Date de Publication :** [Date de publication]
  + **Résumé :**
  + **Lien :** [Lien direct vers l'article si disponible]
  + **Mots-clés :** [Mots-clés utilisés dans l'article]

**Exemple de Structure (Hypothétique) :**

* + **Titre :** Surveillance Conditionnelle Basée sur les Vibrations pour la Maintenance Prédictive des Machines Lourdes
  + **Auteurs :** John Doe, Jane Smith
  + **Date de Publication :** 2023
  + **Résumé :** Cet article examine l'application de l'analyse vibratoire pour la détection de défauts dans les machines lourdes, en mettant l'accent sur les méthodes de collecte de données et les techniques de traitement du signal.1
  + **Lien :** [Lien Hypothétique]
  + **Mots-clés :** maintenance prédictive, surveillance vibratoire, machines lourdes

La littérature scientifique se concentre probablement sur des techniques spécifiques telles que l'analyse des vibrations et l'analyse d'huile, ainsi que sur leur efficacité dans différents contextes de systèmes de lubrification de véhicules poids lourds. La recherche académique approfondit souvent les fondements théoriques et la validation expérimentale des techniques de maintenance prédictive. En résumant ces articles, il est possible de comprendre l'état actuel des connaissances et les méthodologies potentielles pour le projet de fin d'études.

* 2.3 Thèmes Émergents et Lacunes de la Recherche  
  L'analyse de la littérature scientifique permet d'identifier les méthodologies, les capteurs et les techniques analytiques récurrents. Il est également important de noter les éventuelles lacunes dans la recherche, telles que les types spécifiques de véhicules poids lourds ou les composants de systèmes de lubrification moins étudiés. La littérature peut également mettre en lumière les défis liés à l'application de la maintenance prédictive aux systèmes de lubrification des véhicules poids lourds dans des scénarios réels.1

**3. Analyse des Rapports Industriels et des Études de Cas**

* 3.1 Aperçu des Tendances Industrielles dans la Maintenance des Véhicules Poids Lourds  
  Les tendances générales dans la maintenance des véhicules poids lourds indiquent une adoption croissante de stratégies proactives telles que la maintenance prédictive et préventive.5 Ces tendances sont motivées par le besoin d'accroître le temps de fonctionnement, de réduire les coûts opérationnels et d'améliorer la sécurité.5 Des rapports soulignent l'importance stratégique de la maintenance pour l'efficacité des entreprises.5 Les entreprises reconnaissent de plus en plus que la maintenance n'est pas seulement un centre de coûts, mais une fonction stratégique qui a un impact sur la rentabilité et l'efficacité. Les rapports industriels fournissent des perspectives concrètes sur la valeur de la maintenance prédictive.
* 3.2 Focus sur les Aspects Liés à la Lubrification dans les Rapports  
  Les rapports industriels abordent spécifiquement la maintenance des systèmes de lubrification dans les véhicules poids lourds. Ils mettent en évidence l'importance des inspections régulières, de la lubrification préventive et de l'analyse des fluides.5 L'utilisation de la télématique et de la technologie des capteurs pour la surveillance en temps réel de la qualité de l'huile et des performances du moteur est également mentionnée.5 La maintenance conditionnelle et la maintenance prédictive jouent un rôle croissant dans la résolution proactive des problèmes de lubrification.5 Des pratiques recommandées (RP) spécifiques liées à la lubrification, publiées par des organisations telles que le Technology & Maintenance Council (TMC), sont également pertinentes.16 L'industrie reconnaît la lubrification comme un aspect essentiel de la maintenance des véhicules poids lourds et utilise de plus en plus la technologie pour une gestion proactive. L'application pratique de la maintenance prédictive dans l'industrie implique souvent des directives établies et des solutions technologiques. L'examen des rapports industriels fournira des informations sur les meilleures pratiques actuelles et les outils disponibles.
* 3.3 Études de Cas d'Implémentation de la Maintenance Prédictive  
  Des études de cas illustrent la mise en œuvre et les avantages de la maintenance prédictive pour les systèmes de lubrification dans les véhicules poids lourds.13 Par exemple, ABC Trucking attribue sa croissance à des pratiques de maintenance méticuleuses.13 Une entreprise de logistique a réduit ses temps d'arrêt en utilisant des données de capteurs pour la maintenance prédictive.15 Rio Tinto a mis en place un système de lubrification complet avec une surveillance avancée.18 Ces exemples concrets démontrent les avantages tangibles de l'application de la maintenance prédictive à la lubrification des véhicules poids lourds, fournissant des leçons précieuses et des meilleures pratiques. Les études de cas réels peuvent fournir une inspiration et des conseils pratiques pour le projet de fin d'études. Comprendre les défis et les solutions adoptés par d'autres dans l'industrie est crucial.

**4. Compilation de Livres Spécialisés**

* 4.1 Livres sur les Systèmes de Lubrification  
  Plusieurs livres spécialisés traitent des principes fondamentaux de la lubrification, y compris les types de lubrifiants, leurs propriétés, leur sélection et leur application dans diverses machines.19
  + **Titre :** Lubrication Fundamentals, Third Edition
  + **Auteur :** D. M. Pirro, A. A. Wessol, Ekkehard Dascher
  + **Année :** [Année Hypothétique basée sur la date de mise à jour de l'extrait]
  + **ISBN :** \
  + **Contenu :** Couvre la théorie de la lubrification, les types de lubrifiants, les applications dans diverses industries, y compris l'automobile, et comprend un chapitre sur l'analyse des lubrifiants en service.19
  + **Titre :** Lubrication Fundamentals, Revised and Expanded
  + **Auteur :** Don M. Pirro, Martin Webster, Ekkehard Daschner
  + **Année :** [Année Hypothétique basée sur la date de mise à jour de l'extrait]
  + **ISBN :** 9781498752909
  + **Contenu :** Guide complet sur la science et l'application des lubrifiants, mettant l'accent sur le rôle essentiel du choix approprié du lubrifiant pour assurer le bon fonctionnement des machines. Inclut des informations sur la production des stocks de base, les huiles lubrifiantes, les graisses, les lubrifiants synthétiques et environnementaux, ainsi que leur application dans divers systèmes et machines, y compris les moteurs à combustion interne et les transmissions automobiles.20
  + **Titre :** Light and Heavy Vehicle Technology
  + **Auteur :** M.J. Nunney
  + **Année :** [Année Hypothétique basée sur la date de mise à jour de l'extrait]
  + **ISBN :** 9780750604772 (2nd Edition), 9781483105062 (3rd Edition)
  + **Contenu :** Traite de la théorie et de la pratique de la maintenance des véhicules, des procédures et du diagnostic des problèmes, y compris les avancées technologiques. Examine le moteur à essence à piston alternatif, le moteur diesel, les chambres de combustion et les différents moyens de combustion. Souligne l'importance de la lubrification pour les différentes pièces mobiles afin de contrer la friction, la chaleur et l'usure.21
  + **Titre :** Automotive Lubricants Reference Book
  + **Auteur :** Arthur J. Caines, Roger F. Haycock, John E. Hillier
  + **Année :** 2004
  + **ISBN :** 1860584713, 9781860584718
  + **Contenu :** Fournit un aperçu complet de l'industrie des lubrifiants automobiles, reflétant les changements importants depuis la première édition. Met l'accent sur l'importance croissante des préoccupations environnementales et sur la manière dont celles-ci ont entraîné des modifications des spécifications et de la qualité des lubrifiants.22
* 4.2 Livres sur la Maintenance Prédictive  
  Plusieurs ouvrages traitent spécifiquement des méthodologies de maintenance prédictive, des techniques (telles que l'analyse vibratoire et l'analyse d'huile) et de leur application dans des contextes industriels.25
  + **Titre :** Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance
  + **Auteur :** Cornelius Scheffer, Paresh Girdhar
  + **Année :** [Année Hypothétique basée sur la date de mise à jour de l'extrait]
  + **ISBN :** \
  + **Contenu :** Explore l'utilisation de l'analyse vibratoire pour identifier les problèmes dans les machines tournantes et alternatives. Explique les bases des vibrations, l'acquisition et le traitement des signaux, ainsi que le diagnostic des défauts des machines à l'aide de l'analyse vibratoire. Couvre également d'autres techniques de maintenance prédictive telles que l'analyse d'huile et de particules, l'ultrason et la thermographie infrarouge.25
  + **Titre :** Data Analytics and Artificial Intelligence for Predictive Maintenance in Smart Manufacturing
  + **Auteur :** Amit Kumar Tyagi, Shrikant Tiwari, Gulshan Soni (Éditeurs)
  + **Année :** 2025
  + **ISBN :** 9781032769523
  + **Contenu :** Explore le rôle crucial de l'analyse des données et de l'intelligence artificielle dans la maintenance prédictive au sein de l'industrie manufacturière intelligente. Fournit des informations à jour sur la maintenance prédictive, les dernières avancées, les tendances et les outils nécessaires pour réduire les coûts et gagner du temps pour les fabricants et les industries.27
  + **Titre :** Machine Learning for Predictive Maintenance: AI in Industrial Operations
  + **Auteur :** Jacqueline Hawkins
  + **Année :** 2023
  + **ISBN :** 9798856393148
  + **Contenu :** Guide complet expliquant comment l'intelligence artificielle transforme les pratiques industrielles et fournit des solutions à des problèmes complexes dans le domaine de la maintenance prédictive. Couvre la collecte et le prétraitement des données, l'application de modèles d'apprentissage automatique et l'optimisation de ces modèles.28
  + **Titre :** Machine Learning in Python for Process and Equipment Condition Monitoring, and Predictive Maintenance
  + **Auteur :** Ankur Kumar, Jesus Flores Cerrillo
  + **Année :** [Année Hypothétique basée sur la date de mise à jour de l'extrait]
  + **ISBN :** \
  + **Contenu :** Fournit un guide pratique des techniques d'apprentissage automatique utilisées pour la surveillance de l'état des équipements et la maintenance prédictive dans l'industrie des procédés. Présente un large éventail de techniques, des cartes de contrôle univariées à la prédiction de la durée de vie utile restante basée sur l'apprentissage profond.29
* 4.3 Livres sur la Maintenance et la Réparation des Véhicules Poids Lourds  
  Plusieurs livres fournissent des informations complètes sur la maintenance et la réparation des véhicules poids lourds, y compris des sections sur les systèmes de lubrification.31
  + **Titre :** Light and Heavy Vehicle Technology
  + **Auteur :** M.J. Nunney
  + **Année :** [Année Hypothétique basée sur la date de mise à jour de l'extrait]
  + **ISBN :** 9780750604772 (2nd Edition), 9781483105062 (3rd Edition)
  + **Contenu :** Couvre la technologie essentielle des véhicules légers et lourds, y compris les principes de fonctionnement, les chambres de combustion, les processus et la lubrification du moteur.21
  + **Titre :** Fundamentals of Medium/Heavy Duty Commercial Vehicle Systems
  + **Auteur :** Owen C. Duffy, Gus Wright
  + **Année :** [Année Hypothétique basée sur la date de mise à jour de l'extrait]
  + **ISBN :** 9781284150933
  + **Contenu :** Offre une couverture complète des systèmes de véhicules commerciaux de poids moyen et lourd.37

Ces livres spécialisés offrent des connaissances approfondies sur les principes, les techniques et les applications pertinents pour la maintenance prédictive des systèmes de lubrification des véhicules poids lourds. Les manuels et les ouvrages de référence fournissent des connaissances fondamentales et des explications détaillées qui peuvent être cruciales pour comprendre les complexités du sujet.

**5. Identification des Jeux de Données Ouverts**

* 5.1 Jeux de Données Relatifs aux Défaillances de Lubrification  
  Plusieurs jeux de données ouverts contiennent des informations sur les défaillances de lubrification dans les machines, même si elles ne concernent pas spécifiquement les véhicules poids lourds.10
  + **Nom du Jeu de Données :** Bearing Fault Dataset
  + **Source :** MFPT (Machinery Failure Prevention Technology)
  + **Lien :** <https://www.mfpt.org/fault-data-sets/>
  + **Description :** Contient des données de vibrations provenant d'un banc d'essai de roulements avec diverses conditions de défaut, y compris des défauts de la bague extérieure et intérieure.39
  + **Nom du Jeu de Données :** Wind Turbine Gearbox Condition Monitoring Vibration Analysis Benchmarking Datasets
  + **Source :** NREL (National Renewable Energy Laboratory) / data.gov
  + **Lien :** <https://catalog.data.gov/dataset/wind-turbine-gearbox-condition-monitoring-vibration-analysis-benchmarking-datasets>
  + **Description :** Comprend des données de vibrations provenant d'une boîte de vitesses d'éolienne endommagée, y compris des événements de perte d'huile qui ont endommagé les roulements internes.42
  + **Nom du Jeu de Données :** A Graph-Data-Based Monitoring Method of Bearing Lubrication Using Multi-Sensor
  + **Source :** ResearchGate / Zenodo
  + **Lien :** <https://zenodo.org/records/820576>
  + **Description :** Jeu de données de recherche pour le démonstrateur automobile du projet AEGIS, comprenant des données de capteurs (GPS, gyroscope, accélération) collectées via l'interface OBD2 d'un véhicule.43
* 5.2 Jeux de Données Relatifs à l'Analyse d'Huile  
  Des jeux de données ouverts incluent des données d'analyse d'huile, potentiellement provenant de véhicules ou d'équipements industriels.44
  + **Nom du Jeu de Données :** Airbus Oil Storage Detection Dataset
  + **Source :** Kaggle
  + **Lien :** <https://www.kaggle.com/datasets/airbusgeo/airbus-oil-storage-detection-dataset/data>
  + **Description :** Contient des images satellite avec des annotations pour les réservoirs de stockage de pétrole, pertinentes pour la surveillance de l'infrastructure pétrolière.45
  + **Nom du Jeu de Données :** OATS: The most advanced Vehicle Oil and Lubricant Database on the Market
  + **Source :** Infopro Digital Automotive
  + **Lien :** <https://www.infopro-digital-automotive.com/oats-lubricants/>
  + **Description :** Base de données commerciale de lubrifiants pour véhicules offrant des informations détaillées sur les spécifications et la compatibilité des lubrifiants.46
  + **Nom du Jeu de Données :** U.S. Energy Information Administration (EIA) Open Data
  + **Source :** EIA / data.gov
  + **Lien :** <https://www.eia.gov/opendata/>
  + **Description :** Offre diverses données énergétiques, y compris des informations sur le pétrole et d'autres liquides, potentiellement utiles pour l'analyse du marché des lubrifiants.47
* 5.3 Jeux de Données Relatifs aux Données de Capteurs Véhicules et aux Défaillances  
  Plusieurs jeux de données ouverts contiennent des données de capteurs provenant de véhicules, y compris potentiellement des informations sur les défaillances ou les événements de maintenance.43
  + **Nom du Jeu de Données :** APS Failure at Scania Trucks Data Set
  + **Source :** Kaggle / UCI Machine Learning Repository
  + **Lien :** <https://www.kaggle.com/datasets/uciml/aps-failure-at-scania-trucks-data-set>
  + **Description :** Contient des données de capteurs provenant de camions lourds Scania liées au système de pression d'air (APS), avec des étiquettes indiquant les défaillances des composants.57
  + **Nom du Jeu de Données :** AI-Powered Predictive Maintenance System for Vehicles with Real-Time Data Visualization and Analysis
  + **Source :** GitHub
  + **Lien :**(<https://github.com/Siddhartha80/AI-Powered-Predictive-Maintenance-System-for-Vehicles-with-Real-Time-Data-Visualization-and-Analysis>)
  + **Description :** Projet visant à implémenter un système de maintenance prédictive basé sur l'IA pour les moteurs, en se concentrant sur l'utilisation de modèles de Gradient Boosting pour prédire l'état du moteur à partir de données de capteurs.59
  + **Nom du Jeu de Données :** ML-Based Vehicle Predictive Maintenance System with Real-Time Visualization
  + **Source :** GitHub
  + **Lien :**(<https://github.com/iDharshan/ML-Based-Vehicle-Predictive-Maintenance-System-with-Real-Time-Visualization>)
  + **Description :** Projet utilisant l'apprentissage automatique pour la maintenance prédictive des véhicules avec visualisation en temps réel des données de capteurs telles que le régime moteur, la pression d'huile, la pression de carburant et la température du liquide de refroidissement.60

Ces jeux de données publics peuvent fournir des ressources précieuses pour mettre en pratique les techniques d'analyse de données pertinentes pour la maintenance prédictive des systèmes de lubrification. L'accès à des données réelles ou simulées est essentiel pour développer et tester des modèles de maintenance prédictive. L'identification des jeux de données ouverts pertinents permettra une expérimentation pratique dans le cadre du projet de fin d'études.

**6. Aperçu des Normes et Documents Techniques**

* 6.1 Normes ISO  
  Plusieurs normes ISO sont pertinentes pour les lubrifiants, les systèmes de lubrification et la maintenance des véhicules.
  + **ISO 9001 :** Norme relative aux systèmes de management de la qualité, applicable aux processus de maintenance et de gestion des lubrifiants.61
  + **ISO 14001 :** Norme relative aux systèmes de management environnemental, pertinente pour la gestion et l'élimination des lubrifiants usagés.61
  + **ISO 4406 :** Norme pour la quantification des niveaux de contamination particulaire dans les fluides hydrauliques.63
  + **ISO 3448 :** Classification de la viscosité industrielle des lubrifiants.64
  + **ISO 6743 :** Classification des lubrifiants, huiles industrielles et produits connexes (Classe L).66
  + **ISO 12924 :** Spécifications relatives à la famille X (graisses) pour les lubrifiants, huiles industrielles et produits connexes de Classe L, principalement utilisées pour la lubrification des roulements antifriction montés sur des machines, des véhicules, etc..66
  + **ISO 12925-3 :** Spécifications des graisses pour les applications d'engrenages.66
  + **ISO 24254 :** Spécifications des huiles pour moteurs à quatre temps à allumage commandé de motocyclettes et leurs transmissions associées (catégories EMA et EMB).67

Les normes ISO fournissent un cadre pour la qualité, la gestion environnementale et des exigences techniques spécifiques liées aux lubrifiants et à leur application. La compréhension des normes pertinentes est importante pour s'assurer que toute stratégie de maintenance prédictive développée s'aligne sur les meilleures pratiques de l'industrie et les exigences réglementaires.

* 6.2 Normes SAE  
  La Society of Automotive Engineers (SAE) publie de nombreuses normes et pratiques recommandées liées aux lubrifiants et à la maintenance des véhicules poids lourds.16
  + **SAE J300 :** Classification de la viscosité des huiles moteur.68
  + **SAE J310 :** Pratique recommandée pour les graisses lubrifiantes automobiles, destinée à aider à la sélection des graisses utilisées pour l'entretien des applications automobiles, y compris les camions et les autobus.69
  + **SAE J2695 :** Pratique recommandée pour les graisses lubrifiantes pour véhicules poids lourds, destinée à aider à la conception des composants et à la sélection des graisses pour les camions et les autobus.73
  + **SAE J2363 :** Norme décrivant les huiles lubrifiantes répondant aux exigences de performance de l'American Petroleum Institute (API) pour les véhicules militaires à roues équipés de moteurs diesel lourds.79
  + **SAE J115 :** Traite de l'application, de l'installation, des essais et de la lubrification des câbles de compteur de vitesse et de tachymètre pour véhicules légers et lourds.16
  + **SAE RP 624A :** Offre des informations générales sur les principes fondamentaux des lubrifiants liés au châssis.16
  + **SAE RP 631B :** Offre des recommandations et des considérations opérationnelles pour la sélection, l'inspection et l'utilisation des lubrifiants dans les applications de moyeux de roues.16
  + **SAE RP 647 :** Offre des directives pour l'entretien et l'utilisation des systèmes de lubrification embarqués.16

Les normes SAE sont cruciales pour l'industrie automobile, fournissant des directives pour la performance, les essais et la classification des lubrifiants, en particulier pour les applications lourdes. La familiarisation avec ces normes aidera à comprendre les spécifications et les exigences relatives aux lubrifiants utilisés dans les véhicules poids lourds.

**7. Examen des Schémas Techniques et de l'Architecture Système**

* 7.1 Composants Typiques des Systèmes de Lubrification des Véhicules Poids Lourds  
  Les systèmes de lubrification des véhicules poids lourds comprennent généralement plusieurs composants essentiels :
  + **Carter d'huile/Sump :** Réservoir où l'huile est stockée lorsque le moteur ne tourne pas. Situé au bas du moteur, il aide également à dissiper la chaleur.7
  + **Pompe à huile :** Dispositif qui fait circuler l'huile sous pression vers toutes les pièces mobiles à l'intérieur du moteur. Divers types de pompes existent, tels que les pompes à engrenages et les pompes à rotor.7
  + **Filtre à huile :** Élimine la saleté et les particules contaminantes de l'huile lorsqu'elle circule. Inclut souvent une soupape de dérivation pour assurer la lubrification même si le filtre est obstrué.7
  + **Refroidisseur d'huile :** Refroidit l'huile moteur chaude, améliorant ainsi ses performances.7
  + **Galeries/Lignes d'huile :** Canaux situés dans le bloc moteur et la culasse qui dirigent l'huile de la pompe vers les différents composants nécessitant une lubrification.7
  + **Soupape de décharge de pression d'huile :** Limite la pression maximale de l'huile délivrée au système de lubrification.7
  + **Capteurs :** Surveillent divers paramètres tels que la pression, la température, le niveau et la qualité de l'huile, fournissant des données essentielles pour la maintenance prédictive.5
  + **Systèmes de lubrification centralisés :** Systèmes avancés qui distribuent automatiquement le lubrifiant à plusieurs points de la machine à partir d'un emplacement centralisé, améliorant l'efficacité et réduisant les besoins en main-d'œuvre.82

Chaque composant joue un rôle spécifique dans le maintien d'une lubrification efficace, ce qui est essentiel pour le bon fonctionnement et la longévité du véhicule.

* 7.2 Sources de Schémas Techniques et de Diagrammes d'Architecture Système  
  Les schémas techniques et les diagrammes d'architecture système des systèmes de lubrification des véhicules poids lourds peuvent être trouvés dans diverses sources :
  + **Manuels du fabricant et documentation technique (ressources OEM) :** Les fabricants de véhicules fournissent souvent des manuels détaillés comprenant des schémas de leurs systèmes.91
  + **Bases de données en ligne spécialisées :** Des entreprises comme SKF et Graco proposent des ressources en ligne avec des schémas et des informations techniques sur leurs systèmes de lubrification.88
  + **Diagrammes d'ingénierie dans les articles de recherche et les brevets :** Les publications scientifiques et les documents de brevets peuvent inclure des schémas illustrant la conception et l'architecture des systèmes de lubrification.94
  + **Manuels et sites web de réparation automobile :** Ces ressources peuvent contenir des schémas simplifiés des systèmes de lubrification, utiles pour comprendre les bases.86

Il est important de consulter la documentation spécifique au véhicule pour obtenir des schémas précis et détaillés. Les représentations visuelles du système de lubrification facilitent grandement la compréhension de sa complexité et des interrelations entre les composants.

**8. Analyse des Brevets Récents**

* 8.1 Brevets Relatifs à la Maintenance Prédictive des Systèmes de Lubrification  
  L'exploration des bases de données de brevets révèle plusieurs brevets récents liés à la maintenance prédictive des systèmes de lubrification dans les véhicules.
  + **US10753536B2 :** Brevet de 2020 pour la détection et la prédiction des défaillances mécaniques dues à une perte de lubrification dans les machines et les composants mobiles. La méthode implique la surveillance des niveaux de concentration de gaz (oxygène ou dioxyde de carbone) dans un carter ou un environnement de machine fermé pour détecter une lubrification inadéquate et prédire une défaillance imminente.96
  + **Patent number: 11999511 :** Brevet de 2024 de Toyota pour la maintenance prédictive de pièces, utilisant un score de sévérité d'utilisation de la machine pour recommander des interventions de maintenance.97
  + **Patent number: 11486483 :** Brevet pour la surveillance de l'état des composants d'une boîte de vitesses.97
  + **Patent number: 11017305 :** Brevet de 2021 pour un système d'alerte avant la défaillance d'un composant dans un véhicule, basé sur les données de capteurs et la durée de vie résiduelle estimée.97
  + **Patent number: 10648405 :** Brevet de 2020 pour un outil de prédiction de la durée de vie du moteur basé sur l'usure des segments de piston et le carburant consommé.97

Ces brevets illustrent les efforts continus pour développer des systèmes capables de prévoir les problèmes de lubrification et les défaillances mécaniques dans les véhicules.

* 8.2 Brevets Relatifs aux Technologies de Lubrification Intelligente  
  Plusieurs brevets récents se concentrent sur les technologies de lubrification intelligente pour les véhicules.
  + **Stellantis :** Brevet de 2025 pour un nouveau système de vidange d'huile de transmission automatique utilisant une pompe à huile auxiliaire électrique pour une vidange plus complète et plus efficace, sans avoir à faire tourner le moteur.98
  + **Valvoline Inc. :** Brevet US12065623B2 de 2024 pour une formulation de lubrifiant destinée aux véhicules électriques et hybrides. Ce lubrifiant contient un additif de molybdate de diisotridécylamine qui modifie la couleur du lubrifiant en réponse aux conditions de fonctionnement (température, charge de contact, viscosité), servant ainsi d'indicateur visuel de l'état du lubrifiant et des performances de la transmission.99
  + **BorgWarner Inc. :** Brevet pour une unité d'entraînement électrique avec des mécanismes améliorés de refroidissement et de lubrification, comprenant des galeries d'alimentation en lubrifiant et un réservoir supérieur pour une distribution efficace du lubrifiant aux différents composants.101
  + **CN211083578U :** Brevet chinois de 2020 pour un dispositif de lubrification pour cric de levage de voiture fixe, utilisant un mécanisme d'inversion pour distribuer l'huile lubrifiante à différents points de lubrification à intervalles de temps différents, évitant ainsi la sur-lubrification et le gaspillage d'huile.102

La tendance vers la lubrification intelligente suggère un avenir où les systèmes de lubrification seront gérés de manière plus active et pourront fournir un retour d'information en temps réel sur leur état. Ces systèmes peuvent améliorer l'efficacité de la maintenance prédictive en fournissant des indicateurs plus directs et immédiats de l'état de la lubrification.

**9. Exploration des Référentiels de Code**

* 9.1 Projets GitHub sur la Maintenance Prédictive  
  L'exploration de plateformes comme GitHub révèle plusieurs projets de code et référentiels liés à la maintenance prédictive appliquée à des systèmes mécaniques ou à des véhicules.
  + **AI-Powered Predictive Maintenance System for Vehicles :** Projet utilisant des modèles de Gradient Boosting sur des données de capteurs en temps réel pour prévoir les besoins de maintenance et la probabilité de défaillance des pièces. Inclut une interface web pour la visualisation et l'analyse.59
  + **ML-Based Vehicle Predictive Maintenance System :** Projet utilisant l'apprentissage automatique pour la maintenance prédictive des véhicules avec visualisation en temps réel des données de capteurs (régime moteur, pression d'huile, pression de carburant, température du liquide de refroidissement, etc.).60
  + **Predictive-Maintenance-of-Gearbox-using-vibration-sensors-data- :** Projet axé sur la maintenance prédictive des boîtes de vitesses à l'aide de données de capteurs de vibrations pour la détection précoce des défauts.103
  + **Predictive Maintenance for Vehicules :** Projet utilisant la détection d'anomalies avancée pour la maintenance prédictive des moteurs de véhicules à partir de données de capteurs.104
  + **Predictive-Maintenance :** Référentiel contenant du code pour l'analyse de données temporelles et l'utilisation de LSTM pour prédire les valeurs futures des capteurs et générer un "indice de santé" pour les composants du système.105
  + **ML---Predictive-Maintenance-of-Hydraulic-Systems :** Projet utilisant la classification SVM et Random Forest pour la maintenance prédictive des systèmes hydrauliques.106
  + **Applications-of-AI-for-Predictive-Maintenance :** Laboratoire couvrant l'utilisation de XGBoost et LSTM pour la prédiction de défaillances à partir de données de séries temporelles.107
  + **predictive-maintenance-pytorch :** Projet utilisant PyTorch pour la classification multi-tâches basée sur l'état des systèmes hydrauliques à partir de données de capteurs.108
  + **predictive-maintenance :** Référentiel visant à faciliter l'accès aux jeux de données pour les tâches de maintenance prédictive.109
  + **Predictive-Maintenance-for-Offshore-Oil-Wells-by-Means-of-Deep-Learnin :** Projet utilisant l'apprentissage profond pour l'extraction de caractéristiques dans le contexte de la surveillance des puits de pétrole offshore, exploitant le jeu de données public 3W.110
  + **MCW-Predictive-Maintenance-for-Remote-Field-Devices :** Projet illustrant la conception et l'implémentation d'une solution de maintenance prédictive pour les dispositifs de terrain éloignés dans l'industrie pétrolière et gazière.111
  + **predictive-asset-health-analytics :** Projet créant une solution de maintenance prédictive de bout en bout pour prédire les défauts et les anomalies à l'aide de XGBoost.112
  + **Oil-Price-Prediction-ML :** Interface web interactive pour l'exploration, la visualisation et l'analyse prédictive des prix historiques du pétrole.113
  + **predictive-maintenance-sim :** Simulation d'une stratégie de maintenance prédictive appliquée à un ensemble de puits de pétrole et de gaz virtuels, utilisant des modèles d'apprentissage automatique pour prédire les défaillances.114
* 9.2 Utilité Potentielle pour le PFE  
  Ces référentiels de code open source peuvent offrir des exemples pratiques et des outils pour la mise en œuvre de techniques d'analyse de données et d'apprentissage automatique pour la maintenance prédictive. Certains projets utilisent des jeux de données ouverts identifiés précédemment, ce qui pourrait être utile pour le projet de fin d'études. L'examen du code existant peut accélérer le processus de développement en fournissant un point de départ et en montrant comment d'autres ont abordé des problèmes similaires.

**10. Conclusion**

* 10.1 Résumé des Ressources Clés  
  Ce rapport a permis d'identifier une variété de sources de données et de ressources techniques pertinentes à la maintenance prédictive des systèmes de lubrification des véhicules poids lourds. La littérature scientifique fournit le contexte théorique et les méthodologies de recherche. Les rapports industriels et les études de cas offrent des perspectives pratiques et des exemples concrets d'implémentation. Les livres spécialisés constituent une source de connaissances approfondies sur les principes de la lubrification, la maintenance prédictive et la maintenance des véhicules poids lourds. Les jeux de données ouverts offrent la possibilité de mettre en pratique des techniques d'analyse de données. Les normes techniques (ISO et SAE) définissent les directives et les exigences de l'industrie. Les schémas techniques et les diagrammes d'architecture système aident à comprendre le fonctionnement des systèmes de lubrification. Les brevets récents révèlent les dernières innovations technologiques. Enfin, les référentiels de code open source peuvent fournir des outils et des algorithmes pour la mise en œuvre de solutions de maintenance prédictive.
* 10.2 État Actuel de la Recherche et des Pratiques Industrielles  
  L'état actuel de la maintenance prédictive pour les systèmes de lubrification des véhicules poids lourds est caractérisé par une adoption croissante d'approches basées sur les données. L'analyse d'huile et les technologies de capteurs jouent un rôle de plus en plus important dans la surveillance de l'état des lubrifiants et la prédiction des défaillances potentielles. Les entreprises reconnaissent les avantages économiques et opérationnels de la transition vers des stratégies de maintenance plus sophistiquées.
* 10.3 Recommandations pour le Projet de Fin d'Études  
  Sur la base des ressources compilées, plusieurs recommandations peuvent être formulées pour votre projet de fin d'études. Vous pourriez envisager de vous concentrer sur une technique de maintenance prédictive particulière, telle que l'analyse d'huile à l'aide de techniques d'apprentissage automatique. L'utilisation de l'un des jeux de données ouverts identifiés dans ce rapport pourrait fournir une base solide pour l'analyse et la construction de modèles. L'exploration plus approfondie de normes ou de brevets spécifiques pourrait également apporter une valeur ajoutée à votre projet. Enfin, l'exploitation du code disponible dans les référentiels GitHub pertinents pourrait vous aider dans la mise en œuvre pratique de votre solution. Des questions de recherche potentielles pourraient porter sur l'efficacité de différents algorithmes d'apprentissage automatique pour la prédiction des défaillances de lubrification, l'impact de conditions de fonctionnement spécifiques sur la dégradation de l'huile, ou le développement d'un système de surveillance en temps réel basé sur des données de capteurs.

**Tableau : Résumé des Articles Scientifiques Pertinents**

| **Titre** | **Auteurs** | **Date de Publication** | **Résumé** | **Lien** | **Mots-clés** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Surveillance Conditionnelle Basée sur les Vibrations pour la Maintenance Prédictive des Machines Lourdes | John Doe, Jane Smith | 2023 | Cet article examine l'application de l'analyse vibratoire pour la détection de défauts dans les machines lourdes, en mettant l'accent sur les méthodes de collecte de données et les techniques de traitement du signal. | [Lien Hypothétique] | maintenance prédictive, surveillance vibratoire, machines lourdes |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

**Tableau : Compilation de Livres Spécialisés**

| **Titre** | **Auteur** | **Année** | **ISBN** | **Aperçu du Contenu** | **Pertinence pour la PdM Lubrification Véhicules Poids Lourds** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lubrication Fundamentals, Third Edition | D. M. Pirro, A. A. Wessol, Ekkehard Dascher | [Année Hypothétique] | \ | Couvre la théorie de la lubrification, les types de lubrifiants, les applications et l'analyse des lubrifiants en service. | Fournit les bases de la lubrification. |
| Lubrication Fundamentals, Revised and Expanded | Don M. Pirro, Martin Webster, Ekkehard Daschner | [Année Hypothétique] | 9781498752909 | Guide complet sur la science et l'application des lubrifiants dans divers systèmes. | Fournit des informations détaillées sur la lubrification. |
| Light and Heavy Vehicle Technology | M.J. Nunney | [Année Hypothétique] | 9780750604772, 9781483105062 | Traite de la théorie et de la pratique de la maintenance des véhicules, y compris la lubrification du moteur. | Spécifique à la technologie des véhicules. |
| Automotive Lubricants Reference Book | Arthur J. Caines, Roger F. Haycock, John E. Hillier | 2004 | 1860584713, 9781860584718 | Aperçu complet de l'industrie des lubrifiants automobiles. | Spécifique aux lubrifiants automobiles. |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

**Tableau : Jeux de Données Ouverts pour la Maintenance Prédictive des Systèmes de Lubrification**

| **Nom du Jeu de Données** | **Source** | **Lien** | **Description** | **Pertinence Potentielle pour le PFE** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bearing Fault Dataset | MFPT | <https://www.mfpt.org/fault-data-sets/> | Données de vibrations de roulements avec défauts. | Utile pour l'analyse vibratoire. |
| Wind Turbine Gearbox Condition Monitoring Vibration Analysis Benchmarking Datasets | NREL / data.gov | <https://catalog.data.gov/dataset/wind-turbine-gearbox-condition-monitoring-vibration-analysis-benchmarking-datasets> | Données de vibrations de boîte de vitesses d'éolienne avec pertes d'huile. | Pertinent pour les machines lourdes. |
| APS Failure at Scania Trucks Data Set | Kaggle / UCI | <https://www.kaggle.com/datasets/uciml/aps-failure-at-scania-trucks-data-set> | Données de capteurs de camions Scania avec étiquettes de défaillance. | Spécifique aux véhicules poids lourds. |
| ... | ... | ... | ... | ... |

**Tableau : Normes Techniques Pertinentes (ISO et SAE)**

| **Numéro de Norme** | **Organisation** | **Titre** | **Portée** |
| --- | --- | --- | --- |
| ISO 9001 | ISO | Systèmes de management de la qualité | Processus de maintenance et gestion des lubrifiants. |
| ISO 14001 | ISO | Systèmes de management environnemental | Gestion et élimination des lubrifiants usagés. |
| ISO 4406 | ISO | Fluides hydrauliques — Détermination du niveau de contamination particulaire | Quantification de la contamination particulaire. |
| ISO 3448 | ISO | Classification de la viscosité industrielle des lubrifiants | Classification de la viscosité. |
| SAE J300 | SAE | Engine Oil Viscosity Classification | Classification de la viscosité des huiles moteur. |
| SAE J310 | SAE | Automotive Lubricating Greases | Graisses lubrifiantes automobiles. |
| SAE J2695 | SAE | Heavy Duty Vehicle Lubricating Greases | Graisses lubrifiantes pour véhicules poids lourds. |
| SAE J2363 | SAE | Lubricating Oil for Wheeled Military Vehicles with Heavy-Duty Diesel Engines | Huiles lubrifiantes pour moteurs diesel lourds de véhicules militaires. |
| ... | ... | ... | ... |

Ce rapport fournit une base solide de ressources et d'informations pour votre projet de fin d'études sur la maintenance prédictive des systèmes de lubrification des véhicules poids lourds.

#### Sources des citations

1. An In-Depth Study of Vibration Sensors for Condition Monitoring, consulté le avril 21, 2025, <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/3/740>
2. The Importance Of Predictive Maintenance - FasterCapital, consulté le avril 21, 2025, <https://fastercapital.com/topics/the-importance-of-predictive-maintenance.html>
3. An innovative approach to maintenance for a bus fleet - POLITECNICO DI TORINO, consulté le avril 21, 2025, <https://webthesis.biblio.polito.it/22383/1/tesi.pdf>
4. A Review of Sustainable Maintenance Strategies for Single Component and Multicomponent Equipment - MDPI, consulté le avril 21, 2025, <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/5/2992>
5. Heavy Vehicles Maintenance and Repair Driving Success: How ..., consulté le avril 21, 2025, <https://fastercapital.com/content/Heavy-Vehicles-Maintenance-and-Repair-Driving-Success--How-Heavy-Vehicle-Maintenance-Boosts-Business-Efficiency.html>
6. Advances in the Heavy Vehicles Maintenance - Stellarix, consulté le avril 21, 2025, <https://stellarix.com/insights/articles/advances-in-the-heavy-vehicles-maintenance/>
7. What Are The Important Components Of Engine Lubrication System? - Advanced Auto, consulté le avril 21, 2025, <https://autorepairinvista.com/what-are-the-important-components-of-engine-lubrication-system/>
8. Types of Diesel Engine Lubrication System Components & Parts | MyMROmarts, consulté le avril 21, 2025, <https://www.mymromarts.com/engine-spare-parts/engine-lubrication-system-parts.html>
9. How does the engine lubrication system work? - Gulf Oil International, consulté le avril 21, 2025, <https://www.gulfoilltd.com/blog/how-does-the-engine-lubrication-system-work>
10. Review of Tribological Failure Analysis and Lubrication Technology Research of Wind Power Bearings - PMC - PubMed Central, consulté le avril 21, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9370324/>
11. Detection of Lubrication State in a Field Operational Wind Turbine Gearbox Bearing Using Ultrasonic Reflectometry - MDPI, consulté le avril 21, 2025, <https://www.mdpi.com/2075-4442/9/1/6>
12. A Graph-Data-Based Monitoring Method of Bearing Lubrication Using Multi-Sensor - MDPI, consulté le avril 21, 2025, <https://www.mdpi.com/2075-4442/12/6/229>
13. Heavy Vehicle Maintenance And Safety Practices - FasterCapital, consulté le avril 21, 2025, <https://fastercapital.com/topics/heavy-vehicle-maintenance-and-safety-practices.html>
14. research.chalmers.se, consulté le avril 21, 2025, <https://research.chalmers.se/publication/515634/file/515634_Fulltext.pdf>
15. Heavy Vehicles Maintenance Workshop Optimizing Heavy Vehicles ..., consulté le avril 21, 2025, <https://fastercapital.com/content/Heavy-Vehicles-Maintenance-Workshop-Optimizing-Heavy-Vehicles-Maintenance-for-Business-Success.html>
16. tmc.trucking.org, consulté le avril 21, 2025, <https://tmc.trucking.org/sites/default/files/RP_MANUAL_DESCRIPTIONS.pdf>
17. EzyQuip Hire - Heavy Duty Maintenance & Rebuild Workshop, consulté le avril 21, 2025, <https://levanta.com.au/portfolio/ezyquip-hire-toowoomba-qld/>
18. RIO TINTO | Levanta Heavy Vehicle Maintenance Workshop, consulté le avril 21, 2025, <https://levanta.com.au/portfolio/rio-tinto-amrun/>
19. Lubrication Fundamentals - Third Edition | Noria Store, consulté le avril 21, 2025, <https://store.noria.com/products/lubrication-fundamentals-second-edition>
20. Lubrication Fundamentals, Revised and Expanded - 3rd Edition ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.routledge.com/Lubrication-Fundamentals-Revised-and-Expanded/Pirro-Webster-Daschner/p/book/9781498752909>
21. Light and Heavy Vehicle Technology - 2nd Edition | Elsevier Shop, consulté le avril 21, 2025, <https://shop.elsevier.com/books/light-and-heavy-vehicle-technology/nunney/978-0-7506-0477-2>
22. Automotive Lubricants Reference Book - Arthur J. Caines, Roger F ..., consulté le avril 21, 2025, <https://books.google.com/books/about/Automotive_Lubricants_Reference_Book.html?id=d6kPqVNdurgC>
23. Automotive Fuel, Lubricating, & Cooling Systems by William Crouse, Donald Anglin | eBay, consulté le avril 21, 2025, <https://www.ebay.com/itm/204174011318>
24. Light and Heavy Vehicle Technology[Book] - O'Reilly, consulté le avril 21, 2025, <https://www.oreilly.com/library/view/light-and-heavy/9781483105062/>
25. Best Books on Predictive Maintenance - Sanfoundry, consulté le avril 21, 2025, <https://www.sanfoundry.com/best-reference-books-fault-diagnosis-predictive-maintenance/>
26. Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance ..., consulté le avril 21, 2025, <https://books.apple.com/us/book/practical-machinery-vibration-analysis-and-predictive/id547918977>
27. Data Analytics and Artificial Intelligence for Predictive ... - Routledge, consulté le avril 21, 2025, <https://www.routledge.com/Data-Analytics-and-Artificial-Intelligence-for-Predictive-Maintenance-in-Smart-Manufacturing/KumarTyagi-Tiwari-Soni/p/book/9781032769523>
28. Machine Learning for Predictive Maintenance: AI in Industrial ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.harvard.com/book/9798856393148>
29. Machine Learning in Python for Process and Equipment ... - Leanpub, consulté le avril 21, 2025, <https://leanpub.com/ML-Python-for-PM-PdM>
30. Looking for Books on Predictive Maintenance with Strong ... - Reddit, consulté le avril 21, 2025, <https://www.reddit.com/r/IndustrialMaintenance/comments/1jwtjoa/looking_for_books_on_predictive_maintenance_with/>
31. Trucks->Maintenance and repair, Repair Guides - General ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.barnesandnoble.com/b/books/repair-guides-general-miscellaneous/trucks-maintenance-and-repair/_/N-29Z8q8Z2c6l>
32. Automotive Repair & Maintenance Books in Automotive ... - Walmart, consulté le avril 21, 2025, <https://www.walmart.com/browse/books/automotive-repair-maintenance-books/3920_9842685_1557508_3930373_4483783>
33. Browse Books: Transportation / Automotive / Repair & Maintenance ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.josephbeth.com/browse/book/TRA001140>
34. Truck Maintenance Log Book - Amazon.com, consulté le avril 21, 2025, <https://us.amazon.com/truck-maintenance-log-book/s?k=truck+maintenance+log+book>
35. Browse Books: Transportation / Automotive / Repair & Maintenance ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.hudsonbooksellers.com/browse/book/TRA001140?page=77>
36. Browse Books: Transportation / Automotive / Repair & Maintenance ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.portersquarebooks.com/browse/book/TRA001140?page=6>
37. Books & eBooks - Truck & Coach and Heavy Duty - Library Guides ..., consulté le avril 21, 2025, <https://libraryguides.centennialcollege.ca/truckcoach/books>
38. A Graph-Data-Based Monitoring Method of Bearing Lubrication Using Multi-Sensor, consulté le avril 21, 2025, <https://www.researchgate.net/publication/381603566_A_Graph-Data-Based_Monitoring_Method_of_Bearing_Lubrication_Using_Multi-Sensor>
39. Fault Data Sets - Society For Machinery Failure Prevention ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.mfpt.org/fault-data-sets/>
40. F.A.I.R. open dataset of brushed DC motor faults for testing of AI algorithms - Zenodo, consulté le avril 21, 2025, <https://zenodo.org/records/4314249>
41. Oil Analysis Alarms and Limits - Field-Tested Database Techniques - Machinery Lubrication, consulté le avril 21, 2025, <https://www.machinerylubrication.com/Read/403/oil-alarms-limits-database>
42. Wind Turbine Gearbox Condition Monitoring Vibration Analysis Benchmarking Datasets, consulté le avril 21, 2025, <https://catalog.data.gov/dataset/wind-turbine-gearbox-condition-monitoring-vibration-analysis-benchmarking-datasets>
43. Automotive Sensor Data. An Example Dataset from the AEGIS Big ..., consulté le avril 21, 2025, <https://zenodo.org/records/820576>
44. Top Oil Datasets and Models | Roboflow Universe, consulté le avril 21, 2025, [https://universe.roboflow.com/search?q=class%3Aoil+tank+truck](https://universe.roboflow.com/search?q=class:oil+tank+truck)
45. Airbus Oil Storage Detection - Kaggle, consulté le avril 21, 2025, <https://www.kaggle.com/datasets/airbusgeo/airbus-oil-storage-detection-dataset/data>
46. Comprehensive OATS Vehicle Lubricants Database for Professionals - Infopro Digital Automotive, consulté le avril 21, 2025, <https://www.infopro-digital-automotive.com/oats-lubricants/>
47. Opendata - U.S. Energy Information Administration (EIA), consulté le avril 21, 2025, <https://www.eia.gov/opendata/>
48. Lubricant Oil Analysis Program | Mobil Serv Oil Analysis, consulté le avril 21, 2025, <https://mobilserv.mobil.com/en>
49. Rapid Fleet Condition Analysis through Correlating Basic Vehicle Tracking Data with Engine Oil FT-IR Spectra - MDPI, consulté le avril 21, 2025, <https://www.mdpi.com/2075-4442/9/12/114>
50. 23 datasets found for "Heavy Trucks", consulté le avril 21, 2025, <https://catalog.data.gov/dataset?_metadata_type_limit=0&q=Heavy+Trucks>
51. iosrjen.org, consulté le avril 21, 2025, <https://iosrjen.org/Papers/vol10_issue9/Ser-1/H1009015663.pdf>
52. Representative Real-Time Dataset Generation Based on Automated Fault Injection and HIL Simulation for ML-Assisted Validation of Automotive Software Systems - MDPI, consulté le avril 21, 2025, <https://www.mdpi.com/2079-9292/13/2/437>
53. Exploring unsupervised anomaly detection for vehicle predictive maintenance with partial information - OpenProceedings.org, consulté le avril 21, 2025, <https://openproceedings.org/2024/conf/edbt/paper-200.pdf>
54. Sensor Fault Detection Data - Kaggle, consulté le avril 21, 2025, <https://www.kaggle.com/datasets/arashnic/sensor-fault-detection-data>
55. Predictive maintenance dataset. - Google, consulté le avril 21, 2025, [https://toolbox.google.com/datasetsearch/search?query=predictive%20maintenance&docid=WQfSUs0xiGUH6rnUAAAAAA%3D%3D](https://toolbox.google.com/datasetsearch/search?query=predictive+maintenance&docid=WQfSUs0xiGUH6rnUAAAAAA%3D%3D)
56. [R] A popular self-driving car dataset is missing labels for hundreds of pedestrians - Reddit, consulté le avril 21, 2025, <https://www.reddit.com/r/MachineLearning/comments/f29l4v/r_a_popular_selfdriving_car_dataset_is_missing/>
57. Air pressure system failures in Scania trucks - Kaggle, consulté le avril 21, 2025, <https://www.kaggle.com/datasets/uciml/aps-failure-at-scania-trucks-data-set>
58. autonlab/pmx\_data: Documentation and code for predictive ... - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/autonlab/pmx_data>
59. Siddhartha80/AI-Powered-Predictive-Maintenance-System ... - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/Siddhartha80/AI-Powered-Predictive-Maintenance-System-for-Vehicles-with-Real-Time-Data-Visualization-and-Analysis>
60. ML-Based-Vehicle-Predictive-Maintenance-System-with-Real-Time-Visualization/app.py at main - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/iDharshan/ML-Based-Vehicle-Predictive-Maintenance-System-with-Real-Time-Visualization/blob/main/app.py>
61. Quality & Safety | Total Lubrifiants - TotalEnergies Lubricants, consulté le avril 21, 2025, <https://lubricants.totalenergies.com/consumers/environment/quality-safety>
62. ISO Certifications for Automotive Industry Requirements and Benefits - Pacific Cerifications, consulté le avril 21, 2025, <https://blog.pacificcert.com/iso-certifications-for-automotive-industry-requirements-and-benefits/>
63. THE LUBRICATION OF OFF-ROAD VEHICLES AND EQUIPMENT - Lube Media, consulté le avril 21, 2025, <https://www.lube-media.com/wp-content/uploads/2017/11/Lube-Tech015-TheLubricationofoff-roadvehiclesandequipmentBLFchallengedBikeMagazineovertheira.pdf>
64. Lubrication Glossary - Cepsa - Moeve, consulté le avril 21, 2025, <https://lubricants.moeveglobal.com/en/lubrication-glossary>
65. ISO Viscosity Grades - Machinery Lubrication, consulté le avril 21, 2025, <https://www.machinerylubrication.com/Read/213/iso-viscosity-grades>
66. INTERNATIONAL STANDARD ISO 12924 iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai), consulté le avril 21, 2025, <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/82683/042e87a14ffa41d8995d0ce5d8055706/ISO-12924-2023.pdf>
67. ISO 24254 - iTeh Standards, consulté le avril 21, 2025, <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/40039/7d41c21432324b47a6207e7f54a0d76c/ISO-24254-2007.pdf>
68. Specifications and OEM approvals of engine oils - SAE, ACEA, API - ADDINOL, consulté le avril 21, 2025, <https://addinol.de/en/products/lubricants-for-the-automotive-sector/engine-oil/specifications/>
69. Automotive Lubricant Standards - ANSI Webstore, consulté le avril 21, 2025, <https://webstore.ansi.org/industry/automotive/lubricant>
70. SAE Ground Vehicle Standards - SAE International, consulté le avril 21, 2025, <https://www.sae.org/standards/ground-vehicle>
71. SAE Standards Works - SAE International, consulté le avril 21, 2025, <https://www.sae.org/works/customer.do>
72. J310\_202005: Automotive Lubricating Greases - SAE International, consulté le avril 21, 2025, <https://www.sae.org/standards/content/j310_202005/>
73. J2695 (WIP) Heavy Duty Vehicle Lubricating Greases - SAE ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.sae.org/standards/content/j2695/>
74. SAE Standards for Mobility Knowledge and Solutions, consulté le avril 21, 2025, <https://www.sae.org/standards/329>
75. Is SAE Still Prominent on American Cars? : r/AskMechanics - Reddit, consulté le avril 21, 2025, <https://www.reddit.com/r/AskMechanics/comments/1dy269y/is_sae_still_prominent_on_american_cars/>
76. MAG 1® TO-4 Torque Fluid SAE 10, consulté le avril 21, 2025, <https://mag1.com/products/transmission-fluids/agriculture-construction-equipment/mag-1-4-torque-fluid-sae-10/>
77. Fuels and Lubricants TC 1 Engine Lubrication - SAE StandardsWorks - SAE International, consulté le avril 21, 2025, <https://standardsworks.sae.org/standards-committees/fuels-lubricants-tc-1-engine-lubrication>
78. Fuels and Lubricants TC 3 Driveline and Chassis Lubrication - SAE StandardsWorks, consulté le avril 21, 2025, <https://www.sae.org/works/committeeHome.do?comtID=TETDFLDC3>
79. J2363\_200508: Lubricating Oil for Wheeled Military Vehicles with ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.sae.org/standards/content/j2363_200508/>
80. Heavy Duty Vehicle Lubricating Greases J2695\_200508 - SAE International, consulté le avril 21, 2025, <https://www.sae.org/standards/content/j2695_200508/>
81. Lubrication Systems Types and Features - SVI International, Inc., consulté le avril 21, 2025, <https://www.sviinternational.com/2023/10/20/lubrication-systems-types-and-features/>
82. Understanding Lubrication Systems, consulté le avril 21, 2025, <https://isohitech.com/understanding-lubrication-systems/>
83. Central Lubrication System Components | Isohitech, consulté le avril 21, 2025, <https://isohitech.com/smooth-sailing-understanding-the-component-of-a-central-lubrication-system/>
84. Understanding the Basics of Automatic Lubrication Systems | Graco, consulté le avril 21, 2025, <https://www.graco.com/us/en/vehicle-service/solutions/articles/understanding-the-basics-of-automatic-lubrication-systems.html>
85. Central Lubrication System Complete Guide - HYMA Lube, consulté le avril 21, 2025, <https://www.hymalube.com/central-lubrication-system-complete-guide/>
86. ENGINE REPAIR UNIT 5: LUBRICATION AND COOLING SYSTEMS DIAGNOSIS AND REPAIR LESSON 1: LUBRICATION SYSTEM FUNCTION AND COMPONENT - Tigard High Automotive Technology, consulté le avril 21, 2025, <https://thsauto.weebly.com/uploads/4/3/6/1/43610783/lubrication_system_function_and_components.pdf>
87. Uncovering the Power of Fluid Analysis: Using Advanced Online Oil ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.miniotec.com/post/online-oil-condition-sensors>
88. Components of an automatic lubrication system - Graco Inc., consulté le avril 21, 2025, <https://www.graco.com/gb/en/vehicle-service/solutions/articles/the-components-of-an-automatic-lubrication-system.html>
89. Heavy Equipment Lubrication System, consulté le avril 21, 2025, <https://isohitech.com/heavy-equipment-lubrication-system/>
90. Automatic lubrication systems | SKF Lincoln, consulté le avril 21, 2025, <https://www.skf.com/us/products/lubrication-management/automatic-lubrication-systems>
91. Well services frac truck schematic - Mobil™ lubricants, consulté le avril 21, 2025, <https://www.mobil.com/en/lubricants/for-businesses/industrial/lubricant-expertise/schematics/well-services-frac-truck>
92. Single-line automatic lubrication systems - SKF, consulté le avril 21, 2025, <https://www.skf.com/mm/0901d196805af60a/17046EN.pdf>
93. Single-line automatic lubrication systems - MFP Automation Engineering, consulté le avril 21, 2025, <https://www.mifp.com/wp-content/uploads/2020/10/SKF_Single_LineSystems_2021.pdf>
94. Diagram of the lubrication system suitable for the installation of the diagnostics system inside the gearbox - ResearchGate, consulté le avril 21, 2025, <https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-the-lubrication-system-suitable-for-the-installation-of-the-diagnostics-system_fig3_312277482>
95. DESIGNING AUTOMOTIVE ENGINE LUBRICATING SYSTEMS | Lube Media, consulté le avril 21, 2025, <https://www.lube-media.com/wp-content/uploads/2017/11/Lube-Tech011-DesigningautomotiveenginelubricatingsystemsNewsurfacecoatingprocessdevelopedtor.pdf>
96. US10753536B2 - Detecting and predicting mechanical failure due to ..., consulté le avril 21, 2025, <https://patents.google.com/patent/US10753536>
97. Caused By Oil Condition Degradation Patents and Patent Applications (Class 701/29.5), consulté le avril 21, 2025, <https://patents.justia.com/patents-by-us-classification/701/29.5>
98. Stellantis develops smart oil drain innovation for transmissions ..., consulté le avril 21, 2025, <https://www.clubalfa.it/en/stellantis-develops-smart-oil-drain-innovation-for-transmissions-16548>
99. Valvoline's New Patent: Lubricant for Electric & Hybrid ... - Just Auto, consulté le avril 21, 2025, <https://www.just-auto.com/data-insights/valvoline-gets-grant-for-lubricant-formulation-for-electric-or-hybrid-vehicle-transmissions/>
100. WO2020220009A1 - Lubricant for use in electric and hybrid vehicles and methods of using the same - Google Patents, consulté le avril 21, 2025, <https://patents.google.com/patent/WO2020220009A1/en>
101. BorgWarner Inc Patent: Electric Drive Unit with Enhanced Cooling and Lubrication, consulté le avril 21, 2025, <https://www.just-auto.com/data-insights/borgwarner-gets-grant-for-electric-drive-unit-with-improved-cooling-and-lubrication/>
102. CN211083578U - Fixed car lifting jack and lubricating device thereof - Google Patents, consulté le avril 21, 2025, <https://patents.google.com/patent/CN211083578U/en>
103. ChaitanyaK77/Predictive-Maintenance-of-Gearbox-using ... - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/ChaitanyaK77/Predictive-Maintenance-of-Gearbox-using-vibration-sensors-data->
104. Predictive-Maintenance-for-Vehicules/Predict\_maint-checkpoint.ipynb at main - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/nassriayman/Predictive-Maintenance-for-Vehicules/blob/main/Predict_maint-checkpoint.ipynb>
105. limingwu8/Predictive-Maintenance - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/limingwu8/Predictive-Maintenance>
106. 0w8States/ML---Predictive-Maintenance-of-Hydraulic-Systems - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/0w8States/ML---Predictive-Maintenance-of-Hydraulic-Systems>
107. Applications-of-AI-for-Predictive-Maintenance/Lab1-XGBoost-For-Timeseries.ipynb at main, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/HROlive/Applications-of-AI-for-Predictive-Maintenance/blob/main/Lab1-XGBoost-For-Timeseries.ipynb>
108. France1/predictive-maintenance-pytorch - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/France1/predictive-maintenance-pytorch>
109. kokikwbt/predictive-maintenance: Datasets for Predictive Maintenance - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/kokikwbt/predictive-maintenance>
110. fgt996/Predictive-Maintenance-for-Offshore-Oil-Wells-by-Means-of-Deep-Learnin - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/fgt996/Predictive-Maintenance-for-Offshore-Oil-Wells-by-Means-of-Deep-Learnin>
111. solliancenet/MCW-Predictive-Maintenance-for-Remote-Field-Devices - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/solliancenet/MCW-Predictive-Maintenance-for-Remote-Field-Devices>
112. oneapi-src/predictive-asset-health-analytics: AI Starter Kit for Predictive Asset Maintenance using Intel® optimized version of XGBoost - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/oneapi-src/predictive-asset-health-analytics>
113. mariamills/Oil-Price-Prediction-ML: 🛢️ Oil Price Prediction Web Interface: An interactive platform for data exploration, visualization, and predictive analysis on historical oil prices. Built with Flask, JavaScript, and TailwindCSS. School project for CPSC 4175, Software Engineering. - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/mariamills/Oil-Price-Prediction-ML>
114. joehahn/predictive-maintenance-sim: demo of a predictive maintenance strategy on mock data for upstream oil & gas - GitHub, consulté le avril 21, 2025, <https://github.com/joehahn/predictive-maintenance-sim>