

**UNIVERSITÉ / ÉCOLE SUPÉRIEURE**

Faculté / École

Département

## **TITRE DU PROJET**

*Application web de gestion pour l'ONCF*

**Projet de Fin d'Études**

Pour l'obtention du diplôme

**[Nom du diplôme]**

**Réalisé par :**

Nom de l'étudiant

**Encadré par :**

Nom de l'encadrant

**Maître de stage :**

Nom du maître de stage



**Année Universitaire : 2024-2025**

## **Remerciements**

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce projet de fin d'année.

Mes remerciements les plus sincères vont à M. Ismail Kaddach, mon encadrant de stage à l'ONCF, pour son encadrement professionnel, ses conseils avisés et son accompagnement tout au long de ce projet. Sa disponibilité, ses conseils judicieux et son expertise ont été décisifs pour la réussite de ce travail.

Je remercie également toute l'équipe de l'ONCF pour leur accueil chaleureux, leur collaboration et le partage de leur expérience professionnelle qui m'ont permis de découvrir les réalités du monde professionnel.

Mes remerciements vont aussi à tous mes enseignants et formateurs qui ont contribué à ma formation technique et à mon développement professionnel, me préparant ainsi à relever les défis de ce projet.

Je tiens à remercier ma famille et mes proches pour leur soutien moral et leurs encouragements constants tout au long de ce parcours académique.

Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont soutenu et encouragé dans la réalisation de ce projet de fin d'année.

## Remerciements

Avant tout, je tiens à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force, la patience et la volonté de mener à bien ce travail.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Mes remerciements s'adressent tout d'abord à **[Nom de l'encadrant]**, mon encadrant pédagogique, pour son suivi rigoureux, ses conseils judicieux et sa disponibilité tout au long de ce travail. Sa guidance experte et ses orientations m'ont été d'une aide précieuse.

Je remercie également **[Nom du maître de stage]** de l'ONCF, mon maître de stage, qui m'a accueilli au sein de l'entreprise et m'a fait bénéficier de son expérience professionnelle. Sa confiance et son encadrement ont grandement contribué à l'enrichissement de ce projet.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble du personnel de l'ONCF qui m'a accueilli chaleureusement et m'a permis de découvrir le monde professionnel dans d'excellentes conditions. Leur collaboration et leur disponibilité ont facilité mon intégration et l'avancement de mon travail.

Je tiens à remercier sincèrement les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail et de l'enrichir par leurs remarques et suggestions.

Je n'oublie pas de remercier tous mes enseignants de **[Nom de l'établissement]** qui, par leur dévouement et leur compétence, m'ont transmis les connaissances et les compétences nécessaires pour mener à bien ce projet.

Enfin, je remercie ma famille et mes amis pour leur soutien moral constant et leurs encouragements qui m'ont accompagné tout au long de mon parcours académique.



## Liste des acronymes et abréviations

<b>ONCF</b>	Office National des Chemins de Fer
<b>PFE</b>	Projet de Fin d'Études
<b>LGV</b>	Ligne à Grande Vitesse
<b>TNR</b>	Train Navette Rapide
<b>CFM</b>	Compagnie des Chemins de Fer du Maroc
<b>CMO</b>	Compagnie du Chemin de Fer du Maroc Oriental
<b>TF</b>	Compagnie franco-espagnole du Tanger-Fès
<b>MN</b>	Chemins de Fer de la Méditerranée au Niger
<b>UIC</b>	Union Internationale des Chemins de fer
<b>TGV</b>	Train à Grande Vitesse
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>CSS</b>	Cascading Style Sheets
<b>JS</b>	JavaScript
<b>HTTP</b>	HyperText Transfer Protocol
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>CRUD</b>	Create, Read, Update, Delete
<b>MVC</b>	Model-View-Controller
<b>IDE</b>	Integrated Development Environment
<b>JDK</b>	Java Development Kit
<b>JPA</b>	Java Persistence API
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>XML</b>	eXtensible Markup Language
<b>SQL</b>	Structured Query Language
<b>SGBD</b>	Système de Gestion de Base de Données

## Résumé

Ce projet de fin d'année (PFA) a été réalisé au sein de l'Office National des Chemins de Fer (ONCF), établissement public marocain créé en 1963, gérant un réseau ferroviaire de 3 600 kilomètres et employant près de 8 000 collaborateurs. Face aux défis de modernisation et d'optimisation de ses processus métier, l'ONCF cherche à digitaliser ses opérations pour améliorer son efficacité et la qualité de ses services. Le projet consiste en la conception et le développement d'une application web moderne destinée à améliorer la gestion des ressources humaines et l'analyse des données opérationnelles au sein de l'entreprise. L'application développée utilise une architecture client-serveur moderne avec Spring Boot pour le backend, Thymeleaf pour le frontend, et MySQL pour la base de données. Les fonctionnalités principales incluent un système d'authentification sécurisé avec JWT, une gestion complète des utilisateurs (Ingénieurs, Techniciens, Stagiaires), un système d'évaluation des techniciens par les ingénieurs, et un module d'analyse statistique permettant l'upload et l'analyse de données de trains via des fichiers Excel. L'interface utilisateur est responsive et multilingue (français/anglais), intégrant des graphiques dynamiques avec Chart.js pour la visualisation des données. Les exigences non-fonctionnelles privilégient la performance, la sécurité (HTTPS, RBAC, JWT), la maintenabilité et l'évolutivité. Le développement a suivi une méthodologie agile, utilisant des outils modernes comme IntelliJ IDEA et Git. L'implémentation fournit une solution complète pour les besoins opérationnels de l'ONCF, contribuant à sa stratégie de transformation numérique et démontrant l'importance des systèmes d'information dans la modernisation des entreprises publiques marocaines.

**Mots-clés :** ONCF, Application web, Spring Boot, Gestion RH, Analyse de données, Système d'information, Digitalisation

# Table des matières

<b>Remerciements</b>	<b>1</b>
<b>Remerciements</b>	<b>2</b>
<b>Liste des acronymes et abréviations</b>	<b>4</b>
<b>Résumé</b>	<b>5</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>10</b>
<b>1 Contexte du projet et présentation de l'ONCF</b>	<b>12</b>
1.1 Introduction . . . . .	12
1.2 Présentation de l'ONCF . . . . .	12
1.2.1 Historique et mission . . . . .	12
1.2.2 Chiffres clés . . . . .	12
1.2.3 Modernisation et innovation . . . . .	12
1.3 Problématique et besoins identifiés . . . . .	13
1.3.1 Défis de gestion des ressources humaines . . . . .	13
1.3.2 Besoins en analyse de données . . . . .	13
1.3.3 Modernisation technologique . . . . .	13
1.4 Solution proposée . . . . .	13
1.4.1 Vue d'ensemble de l'application . . . . .	13
1.4.2 Fonctionnalités principales . . . . .	14
1.4.3 Architecture technique . . . . .	14
1.5 Objectifs du projet . . . . .	14
1.5.1 Objectifs fonctionnels . . . . .	14
1.5.2 Objectifs techniques . . . . .	15
1.5.3 Objectifs pédagogiques . . . . .	15
1.6 Conclusion . . . . .	15
<b>Conclusion générale</b>	<b>16</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>19</b>
<b>A Annexes</b>	<b>22</b>
A.1 Code source principal . . . . .	22

A.1.1	Configuration Spring Security . . . . .	22
A.2	Captures d'écran de l'application . . . . .	23
A.2.1	Page de connexion . . . . .	23
A.2.2	Tableau de bord ingénieur . . . . .	23
A.2.3	Formulaire d'évaluation technicien . . . . .	23
A.3	Schémas de base de données . . . . .	23
A.3.1	Modèle conceptuel de données . . . . .	23
A.3.2	Modèle physique de données . . . . .	23
A.4	Guide d'installation . . . . .	23
A.4.1	Prérequis . . . . .	23
A.4.2	Étapes d'installation . . . . .	24
A.5	Tests et validation . . . . .	24
A.5.1	Tests unitaires . . . . .	24
A.5.2	Tests d'intégration . . . . .	24
A.5.3	Tests de performance . . . . .	24



## **Table des figures**

# Liste des tableaux

## Introduction générale

Dans un contexte de transformation numérique accélérée et de modernisation des services publics, les entreprises marocaines font face à des défis considérables pour améliorer leur efficacité opérationnelle et la qualité de leurs services. L'Office National des Chemins de Fer (ONCF), en tant qu'acteur majeur du transport ferroviaire au Maroc, n'échappe pas à cette dynamique de modernisation.

Créé en 1963, l'ONCF gère aujourd'hui un réseau ferroviaire de 3 600 kilomètres et emploie près de 8 000 collaborateurs. L'entreprise assure le transport de plus de 38 millions de voyageurs par an et joue un rôle crucial dans le développement économique du Royaume. Avec des projets ambitieux comme la ligne à grande vitesse Al-Boraq, première du genre en Afrique, l'ONCF démontre sa volonté d'innovation et de modernisation.

Cependant, cette croissance et cette modernisation s'accompagnent de nouveaux défis organisationnels et opérationnels. La gestion des évaluations de confort des trains, le suivi des performances, l'administration des ressources humaines et la coordination entre les différents services nécessitent des outils informatiques adaptés et performants.

Dans ce contexte, notre projet de fin d'études s'inscrit dans une démarche d'amélioration des processus internes de l'ONCF par le développement d'une application web moderne et intuitive. Cette application vise à digitaliser et optimiser la gestion des évaluations de confort des trains, tout en offrant des outils de pilotage et de suivi statistique aux différents acteurs de l'entreprise.

## Problématique

L'ONCF fait face à plusieurs défis dans la gestion de ses opérations quotidiennes :

- La nécessité de centraliser et standardiser les processus d'évaluation de confort des trains
- Le besoin d'outils de suivi et d'analyse des performances opérationnelles
- L'importance de disposer d'interfaces utilisateur adaptées aux différents profils métier
- La volonté d'améliorer la traçabilité et l'historique des évaluations

Face à ces enjeux, comment développer une solution informatique qui réponde aux besoins spécifiques de l'ONCF tout en s'intégrant harmonieusement dans son écosystème technologique existant ?

## Objectifs

Ce projet vise à atteindre plusieurs objectifs :

**Objectif principal :** Développer une application web moderne pour la gestion des évaluations de confort des trains à l'ONCF.

### Objectifs spécifiques :

- Concevoir une architecture logicielle robuste et évolutive
- Implémenter un système d'authentification et de gestion des rôles utilisateurs
- Créer des interfaces utilisateur intuitives et responsives
- Développer un module de saisie et de gestion des évaluations de confort
- Intégrer des fonctionnalités de visualisation et d'analyse statistique
- Assurer la sécurité et la protection des données
- Garantir la compatibilité multilingue (français/arabe)

### Approche méthodologique

Notre approche s'articule autour de plusieurs axes :

- **Analyse des besoins** : Étude approfondie du contexte ONCF et identification des exigences fonctionnelles et techniques
- **Conception** : Modélisation de l'architecture logicielle et des interfaces utilisateur
- **Développement** : Implémentation en utilisant les technologies Spring Boot et les standards web modernes
- **Tests et validation** : Vérification de la conformité aux exigences et optimisation des performances

### Structure du rapport

Ce rapport s'organise en plusieurs chapitres :

Le **premier chapitre** présente l'entreprise ONCF, son historique, sa mission, son organisation et ses enjeux stratégiques.

Le **deuxième chapitre** expose l'étude bibliographique et l'état de l'art des technologies utilisées dans le développement d'applications web modernes.

Le **troisième chapitre** détaille l'analyse et la conception de notre solution, incluant l'étude des besoins, la modélisation et l'architecture proposée.

Le **quatrième chapitre** présente la réalisation technique du projet, les choix d'implémentation et les fonctionnalités développées.

Enfin, la **conclusion générale** synthétise les résultats obtenus, évalue l'atteinte des objectifs fixés et propose des perspectives d'amélioration et d'évolution du système.

# Chapitre I: Contexte du projet et présentation de l'ONCF

## I.1. Introduction

Dans le cadre de notre Projet de Fin d'Année (PFA), nous avons développé une application web moderne pour l'Office National des Chemins de Fer (ONCF) du Maroc. Cette application vise à améliorer la gestion des ressources humaines et l'analyse des données opérationnelles au sein de l'entreprise.

Ce chapitre présente le contexte général du projet, l'organisme d'accueil ONCF, ainsi que les besoins identifiés qui ont motivé le développement de cette solution informatique.

## I.2. Présentation de l'ONCF

### I.2.1. Historique et mission

L'Office National des Chemins de Fer (ONCF) est l'opérateur ferroviaire national du Maroc, créé en 1963 par la fusion de plusieurs compagnies ferroviaires privées héritées de l'époque coloniale. L'ONCF est un établissement public à caractère commercial et industriel placé sous la tutelle du Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique.

L'entreprise a pour mission principale :

- L'exploitation du réseau ferroviaire national
- Le transport de voyageurs et de marchandises
- Le développement et la maintenance de l'infrastructure ferroviaire
- La modernisation du système de transport ferroviaire marocain

### I.2.2. Chiffres clés

L'ONCF dispose d'infrastructures importantes qui en font un acteur majeur du transport au Maroc :

- **Réseau** : 3 600 km de voies ferrées en écartement standard
- **Électrification** : 1 300 km de lignes électrifiées à 3 000V
- **Personnel** : Environ 8 000 employés
- **Trafic** : Plus de 38 millions de voyageurs transportés annuellement
- **Fret** : 36 000 tonnes de marchandises transportées par an

### I.2.3. Modernisation et innovation

L'ONCF s'est distingué par des projets innovants, notamment :

- **LGV Al-Boraq** : Première ligne à grande vitesse d’Afrique (2018)
- **Digitalisation** : Modernisation des systèmes d’information
- **Extension du réseau** : Projets d’expansion vers le sud du pays
- **Amélioration de la qualité** : Programmes de formation et d’évaluation

### **I.3. Problématique et besoins identifiés**

#### **I.3.1. Défis de gestion des ressources humaines**

L’ONCF, avec ses 8 000 employés répartis sur l’ensemble du territoire national, fait face à des défis importants en matière de gestion des ressources humaines :

- **Évaluation du personnel** : Nécessité d’un système standardisé pour évaluer les performances des techniciens et ingénieurs
- **Suivi hiérarchique** : Besoin d’outils pour gérer les relations de supervision entre ingénieurs et techniciens
- **Traçabilité** : Manque de visibilité sur l’historique des évaluations et des performances

#### **I.3.2. Besoins en analyse de données**

L’exploitation d’un réseau ferroviaire génère une quantité importante de données opérationnelles qui nécessitent des outils d’analyse appropriés :

- **Données de confort** : Analyse des évaluations de confort des trains
- **Incidents de transport** : Suivi et analyse des incidents pour améliorer la sécurité
- **Visualisation** : Besoin d’outils graphiques pour faciliter l’interprétation des données
- **Reporting** : Génération de rapports automatisés pour la direction

#### **I.3.3. Modernisation technologique**

L’ONCF s’inscrit dans une démarche de transformation numérique qui nécessite :

- **Applications web modernes** : Remplacement des outils obsolètes
- **Interfaces utilisateur intuitives** : Adaptation aux besoins des différents profils d’utilisateurs
- **Accessibilité mobile** : Support des appareils mobiles pour les agents de terrain
- **Sécurité** : Mise en place de systèmes d’authentification robustes

### **I.4. Solution proposée**

#### **I.4.1. Vue d’ensemble de l’application**

Pour répondre à ces besoins, nous avons développé une application web complète qui intègre :

- **Gestion des utilisateurs** : Système d’authentification avec rôles différenciés (Ingénieur, Technicien, Stagiaire)
- **Système d’évaluation** : Interface pour que les ingénieurs puissent évaluer leurs techniciens

- **Analyse de données** : Module de traitement et visualisation des données de trains
- **Tableaux de bord** : Interfaces personnalisées selon le profil utilisateur
- **Support multilingue** : Application disponible en français et anglais

#### **I.4.2. Fonctionnalités principales**

##### **Module de gestion des utilisateurs**

- Inscription et authentification sécurisées
- Gestion des rôles et permissions
- Hiérarchie : association techniciens-ingénieurs superviseurs

##### **Système d'évaluation**

- Formulaires d'évaluation avec notation (1-10) et commentaires
- Contrôle d'accès : seuls les superviseurs peuvent évaluer leurs techniciens
- Historique des évaluations avec traçabilité complète

##### **Analyse de données de trains**

- Upload de fichiers Excel contenant les données opérationnelles
- Génération automatique de graphiques (courbes, barres, nuages de points)
- Analyse spécialisée des incidents de transport
- Export et sauvegarde des analyses

#### **I.4.3. Architecture technique**

L'application est construite avec des technologies modernes :

- **Backend** : Spring Boot 3.5, Spring Security, JPA/Hibernate
- **Frontend** : Thymeleaf, Bootstrap 5, Chart.js pour les visualisations
- **Base de données** : MySQL 8.0
- **Sécurité** : JWT (JSON Web Tokens) pour l'authentification
- **Gestion des fichiers** : Support d'upload et traitement des fichiers Excel

### **I.5. Objectifs du projet**

#### **I.5.1. Objectifs fonctionnels**

- Développer un système d'évaluation digitalisé pour améliorer le suivi des performances
- Créer des outils d'analyse de données accessibles aux ingénieurs
- Implémenter une solution multilingue adaptée au contexte marocain
- Assurer la traçabilité complète des évaluations et analyses

### **I.5.2. Objectifs techniques**

- Maîtriser le framework Spring Boot et l'écosystème Spring
- Implémenter une sécurité robuste avec Spring Security
- Développer des interfaces utilisateur modernes et responsives
- Intégrer des fonctionnalités de visualisation de données

### **I.5.3. Objectifs pédagogiques**

- Appliquer les connaissances théoriques en développement web
- Découvrir les enjeux du développement en entreprise
- Comprendre les besoins métier d'une grande organisation publique
- Développer des compétences en gestion de projet informatique

## **I.6. Conclusion**

L'ONCF, en tant qu'acteur majeur du transport ferroviaire marocain, nécessite des outils informatiques modernes pour accompagner sa transformation numérique. Notre application répond à des besoins concrets en matière de gestion des ressources humaines et d'analyse de données opérationnelles.

Ce projet s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue des processus internes de l'ONCF et constitue une base solide pour de futurs développements. Les chapitres suivants détailleront les aspects techniques de conception et de réalisation de cette solution.



## Conclusion générale

Au terme de ce projet de fin d'études réalisé au sein de l'Office National des Chemins de Fer (ONCF), nous pouvons dresser un bilan positif des réalisations accomplies et des objectifs atteints.

## Synthèse des réalisations

Notre travail s'est articulé autour du développement d'une application web moderne destinée à améliorer la gestion des évaluations de confort des trains à l'ONCF. Cette solution répond aux besoins exprimés par l'entreprise en matière de digitalisation et d'optimisation de ses processus opérationnels.

L'application développée offre un ensemble de fonctionnalités intégrées :

- Un système d'authentification sécurisé avec gestion des rôles utilisateurs
- Une interface de saisie d'évaluations de confort adaptée aux techniciens de terrain
- Un tableau de bord statistique complet pour le pilotage par les ingénieurs
- Une gestion administrative des utilisateurs et des données
- Une interface responsive et multilingue (français/arabe)

## Apports du projet

Ce projet apporte plusieurs contributions significatives :

**Pour l'ONCF :** L'application constitue un outil moderne de gestion qui s'inscrit dans la stratégie de transformation numérique de l'entreprise. Elle permet une meilleure traçabilité des évaluations, une analyse plus fine des performances et une amélioration de l'efficacité opérationnelle.

**Sur le plan technique :** Le projet démontre l'utilisation efficace des technologies modernes Spring Boot et des standards web contemporains pour développer une solution robuste et évolutive.

**Sur le plan méthodologique :** Le projet illustre l'importance d'une approche structurée dans le développement logiciel, de l'analyse des besoins à la mise en œuvre, en passant par la conception et les tests.

## Difficultés rencontrées et solutions apportées

Plusieurs défis ont été relevés au cours de ce projet :

- **Complexité du domaine métier :** La compréhension des processus spécifiques à l'ONCF a nécessité un temps d'apprentissage et d'adaptation significatif
- **Intégration multilingue :** L'implémentation du support français/arabe a demandé une attention particulière à l'ergonomie et à l'expérience utilisateur

- **Sécurité des données** : La mise en place d'un système de sécurité robuste a requis une maîtrise approfondie de Spring Security

Ces difficultés ont été surmontées grâce à une méthodologie rigoureuse, des recherches approfondies et un accompagnement expert de la part de nos encadrants.

## Compétences acquises

Ce projet nous a permis d'acquérir et de développer de nombreuses compétences :

- Maîtrise du framework Spring Boot et de son écosystème
- Développement d'applications web sécurisées et performantes
- Conception d'interfaces utilisateur modernes et responsives
- Gestion de projets informatiques en environnement professionnel
- Compréhension des enjeux de la transformation numérique dans le secteur public

## Perspectives d'évolution

Plusieurs axes d'amélioration et d'évolution peuvent être envisagés pour enrichir cette solution :

### Fonctionnalités supplémentaires :

- Intégration de notifications temps réel
- Développement d'une application mobile pour les techniciens
- Mise en place d'un système de workflow pour la validation des évaluations
- Intégration avec d'autres systèmes d'information de l'ONCF

### Améliorations techniques :

- Optimisation des performances pour de gros volumes de données
- Mise en place d'une architecture microservices
- Intégration de solutions d'intelligence artificielle pour l'analyse prédictive
- Déploiement dans le cloud pour une meilleure scalabilité

### Extensions fonctionnelles :

- Extension à d'autres types d'évaluations (sécurité, maintenance)
- Développement d'un module de planification des évaluations
- Intégration de systèmes de géolocalisation pour le suivi des trains

## Impact et retombées

Ce projet s'inscrit dans une démarche plus large de modernisation de l'ONCF et contribue à plusieurs niveaux :

- **Opérationnel** : Amélioration de l'efficacité des processus de gestion
- **Stratégique** : Contribution à la transformation numérique de l'entreprise
- **Économique** : Optimisation des ressources et réduction des coûts
- **Social** : Amélioration des conditions de travail des utilisateurs

## **Conclusion**

En conclusion, ce projet de fin d'études a été une expérience enrichissante tant sur le plan professionnel que personnel. Il nous a permis de mettre en application les connaissances théoriques acquises durant notre formation et de découvrir les réalités du monde professionnel.

L'application développée répond aux besoins exprimés par l'ONCF et constitue une base solide pour de futurs développements. Elle témoigne de l'importance croissante des systèmes d'information dans la modernisation des entreprises publiques marocaines.

Nous espérons que ce travail contribuera à l'amélioration continue des services de l'ONCF et servira d'exemple pour d'autres projets de digitalisation dans le secteur du transport ferroviaire au Maroc.

Enfin, cette expérience nous a confortés dans notre choix professionnel et nous a préparés à relever les défis de demain dans le domaine du développement informatique et de la transformation numérique.

## **Références bibliographiques**

## Bibliographie

- [1] Office National des Chemins de Fer. *Site officiel de l'ONCF*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.oncf.ma>
- [2] Wikipedia. *ONCF - Office National des Chemins de Fer*. [En ligne]. Disponible sur : <https://en.wikipedia.org/wiki/ONCF>
- [3] Spring Team. *Spring Boot Reference Documentation*. Version 3.0. [En ligne]. Disponible sur : <https://docs.spring.io/spring-boot/docs/current/reference/html/>
- [4] Spring Team. *Spring Security Reference Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://docs.spring.io/spring-security/reference/>
- [5] The Thymeleaf Team. *Thymeleaf Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.thymeleaf.org/documentation.html>
- [6] Bootstrap Team. *Bootstrap Documentation*. Version 5.3. [En ligne]. Disponible sur : <https://getbootstrap.com/docs/5.3/>
- [7] Chart.js Team. *Chart.js Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.chartjs.org/docs/>
- [8] Red Hat Inc. *Hibernate ORM Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://hibernate.org/orm/documentation/>
- [9] Oracle Corporation. *MySQL Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://dev.mysql.com/doc/>
- [10] Apache Software Foundation. *Apache Maven Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://maven.apache.org/guides/>
- [11] Oracle Corporation. *Java Platform, Standard Edition Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://docs.oracle.com/en/java/javase/>
- [12] W3C. *HTML5 Specification*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.w3.org/TR/html52/>
- [13] W3C. *CSS3 Specification*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.w3.org/Style/CSS/>
- [14] Mozilla Developer Network. *JavaScript Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>
- [15] Roy Thomas Fielding. *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. Doctoral dissertation, University of California, Irvine, 2000.

- [16] Trygve Reenskaug. *Models-Views-Controllers*. Technical note, Xerox PARC, 1979.
- [17] OWASP Foundation. *OWASP Top Ten Web Application Security Risks*. [En ligne]. Disponible sur : <https://owasp.org/www-project-top-ten/>
- [18] Ethan Marcotte. *Responsive Web Design*. A List Apart, 2010.
- [19] Kent Beck et al. *Manifesto for Agile Software Development*. 2001. [En ligne]. Disponible sur : <https://agilemanifesto.org/>
- [20] Object Management Group. *Unified Modeling Language Specification*. Version 2.5.1. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.omg.org/spec/UML/>

## Chapitre I: Annexes

### I.1. Code source principal

Cette annexe présente les extraits de code source les plus significatifs du projet.

#### I.1.1. Configuration Spring Security

```
@Configuration
@EnableWebSecurity
public class SecurityConfig {

    @Autowired
    private CustomUserDetailsService userDetailsService;

    @Bean
    public PasswordEncoder passwordEncoder() {
        return new BCryptPasswordEncoder();
    }

    @Bean
    public SecurityFilterChain filterChain(HttpSecurity http)
        throws Exception {
        http
            .authorizeHttpRequests(authz -> authz
                .requestMatchers("/css/**", "/js/**",
                    "/images/**").permitAll()
                .requestMatchers("/login", "/register").permitAll()
                .requestMatchers("/engineer/**")
                    .hasRole("ENGINEER")
                .requestMatchers("/technician/**")
                    .hasRole("TECHNICIAN")
                .anyRequest().authenticated()
            )
            .formLogin(form -> form
                .loginPage("/login")
                .defaultSuccessUrl("/dashboard")
            )
    }
}
```

```

        .permitAll()
    )
    .logout(logout -> logout
        .logoutSuccessUrl("/login")
        .permitAll()
    );
    return http.build();
}
}

```

## **I.2. Captures d'écran de l'application**

### **I.2.1. Page de connexion**

[Insérer capture d'écran de la page de connexion]

### **I.2.2. Tableau de bord ingénieur**

[Insérer capture d'écran du tableau de bord]

### **I.2.3. Formulaire d'évaluation technicien**

[Insérer capture d'écran du formulaire d'évaluation]

## **I.3. Schémas de base de données**

### **I.3.1. Modèle conceptuel de données**

[Insérer diagramme MCD]

### **I.3.2. Modèle physique de données**

[Insérer diagramme MPD]

## **I.4. Guide d'installation**

### **I.4.1. Prérequis**

- Java 17 ou supérieur
- Maven 3.6 ou supérieur
- MySQL 8.0 ou supérieur
- IDE (IntelliJ IDEA, Eclipse, VS Code)



### **I.4.2. Étapes d'installation**

1. Cloner le projet depuis le dépôt Git
2. Configurer la base de données MySQL
3. Modifier le fichier `application.properties`
4. Exécuter `mvn spring-boot:run`
5. Accéder à l'application via `http://localhost:8080`

## **I.5. Tests et validation**

### **I.5.1. Tests unitaires**

[Présenter les résultats des tests unitaires]

### **I.5.2. Tests d'intégration**

[Présenter les résultats des tests d'intégration]

### **I.5.3. Tests de performance**

[Présenter les résultats des tests de performance]