



UNIVERSITÉ MOHAMMED V DE RABAT
ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE ET D'ANALYSE DES
SYSTÈMES - RABAT

RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ANNÉE

FILIÈRE : INGÉNIERIE EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

PLATEFORME DES TRAJETS OPTIMALES DES TRAINS

Réalisé par :

Hicham FILALI
Mustapha EZZALI
Ahmed MRABET
Mohamed Amine TAIF

Encadré par :

Pr. Mohamed NAOUM
Pr. Yasser EL ALAMI



Remerciements :

Nous tenons à exprimer notre gratitude à tous ceux qui nous ont écoutés, conseillés, critiqués et encadrés, et en particulier, nous tenons à les remercier à travers ces brèves lignes :

M. Mohamed LAZAAR pour avoir présenté des séminaires tout au long du second semestre qui nous ont guidé et donné une idée sur la façon dont le projet devrait être et nous ont présenté certaines technologies que nous avons utilisées dans ce projet. Nous remercions également M. Mohamed NAOUM et M. Yasser EL ALAMI, nos encadrants, pour cette opportunité qui nous a permis de maîtriser les techniques de crawling et de scraping, parallèlement aux technologies full-stack. Enfin, nos remerciements vont à tous nos collègues et amis qui ont contribué à la réussite de ce projet notons Yassine HANDANE et Omar AMAADOR pour tous leurs conseils et le partage de leurs connaissances.



RÉSUMÉ

Le présent rapport résume notre travail effectué au sein de l'École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes (ENSIAS), dans le cadre du projet de fin d'année intitulé "Plateforme des trajets optimales des trains". Dans ce projet, nous avions pour objectif d'établir une plateforme Web qui permet la collecte, le traitement et l'affichage des données d'une manière dynamique dans une interface conviviale.

Notre projet est une application web qui aide les utilisateurs à trouver les meilleures trajets de train en fonction du temps de départ, du temps d'attente et du prix, en plus de suggérer des trajets avec correspondance, l'option que la majorité des compagnies ferroviaires ne proposent pas à leurs clients, afin de donner aux utilisateurs plus de choix en ce qui concerne le temps de voyage qu'ils veulent. Dans notre projet, nous avons pris la compagnie ferroviaire locale ici au Maroc (ONCF) comme cas d'étude. Cette dernière sera donc la source de récupération des données sur les trajets des trains à travers leurs sites web.

Mots-Clés : Web Scraping, ONCF, Application Web, Dynamique.

ABSTRACT

This document summarizes our work at the National School of Computer Science and Systems Analysis (ENSIAS) in an end-of-year project entitled "Optimal Train Trajectory Platform". In this project, we aimed to build a web platform that dynamically collects data, processes this data and displays it in a user-friendly interface.

Our project is a web application that helps users find the best train trajectories based on departure time, waiting time, and price, in addition to suggesting correspondence trajectories, the option that most train companies do not offer to their customers, in order to give users more choices regarding the travel time they want. In our project, we took the National Railway Office here in Morocco (ONCF) as a case study, so we retrieved the train trajectory data from their websites.

Keywords : Web Scraping, ONCF, Web Application, Dynamic.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

BDD	Base De Données
CSS	Cascading Style Sheets
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
JS	Javascript
MTV	Model, Template and View
ONCF	Office National des Chemins de Fer
SGBD	Système de Gestion de Base de Données
SQL	Structured Query Language
UML	Unified Modeling Language

Table des figures

1.1	Capture d'écran montrant les trains disponibles de RABAT à OUJDA en un jour	3
1.2	Capture d'écran montrant les trains disponibles de FES à OUJDA en un jour	4
1.3	Capture d'écran montrant les trains disponibles de RABAT à FES en un jour	4
1.4	Bug dans la plateforme (oncf.ma) départ et arrivée en même temps dans n'importe quel trajet.	5
1.5	Panne de la plateforme (oncf-voyages.ma).	5
1.6	Diagramme de Gantt	6
2.1	Le langage de modélisation UML	7
2.2	Diagramme des cas d'utilisation	8
2.3	Diagramme de Classe	9
2.4	Diagramme de séquence	10
2.5	Le réseau ferroviaire au Maroc	11
2.6	Le graphe qui modélise le réseau	11
3.1	Logo de Python	13
3.2	Logo de HTML5	14
3.3	Logo de CSS	14
3.4	Logo de JavaScript	14
3.5	Logo de Bootstrap	15
3.6	Logo de Django	15
3.7	Logo de Selenium	16
3.8	Logo de Postgresql	16
3.9	Logo de Visual Studio Code	16
3.10	Capture d'écran qui montre la procédure du scraping	18
3.11	Exemple des données extraites par le processus de scraping	18
3.12	Trajet n°1 (RABAT - KENITRA)	19
3.13	Trajet n°2 (KENITRA - FES)	19
3.14	Page d'accueil	20
3.15	Page des résultats de recherche	21
3.16	Trajet avec Correspondance	22

Table des matières

Introduction Générale	1
1 Présentation du projet	2
1.1 Introduction	2
1.2 Problématique	2
1.3 Solution proposée	3
1.4 Objectifs	4
1.5 Difficultés rencontrées	5
1.6 Planification des étapes de réalisation	6
1.7 Conclusion	6
2 Analyse et Conception	7
2.1 Introduction	7
2.2 Diagrammes	8
2.2.1 Diagramme des cas d'utilisation	8
2.2.2 Diagramme de Classe	8
2.2.3 Diagramme de Séquence	9
2.3 Analyse du réseau ferroviaire au Maroc	10
2.3.1 Mise en situation	10
2.3.2 Solution	10
2.3.3 Sélection des villes	11
2.4 Conclusion	12
3 Réalisation	13
3.1 Technologies utilisées	13
3.1.1 Python	13
3.1.1.1 Présentation	13
3.1.1.2 Utilisation de python	13
3.1.2 HTML	14
3.1.3 CSS	14
3.1.4 JavaScript	14
3.1.5 Bootstrap	15
3.1.6 Django	15

3.1.6.1	Présentation	15
3.1.6.2	Utilisation de Django	15
3.1.7	Selenium	16
3.1.7.1	Présentation	16
3.1.7.2	Utilisation de Selenium	16
3.1.8	Postgresql	16
3.1.9	VS Code	16
3.2	Scraping	17
3.2.1	Définition	17
3.2.2	Implémentation	17
3.3	Interface utilisateur	20
3.3.1	Page d'accueil	20
3.3.2	Page des résultats de recherche	20
3.4	Conclusion	22
Conclusion		23

Introduction Générale

Notre thème du projet de fin d'année autant qu'étudiants de première année en Ingénierie de l'Intelligence Artificielle à l'ENSIAS, était le web scraping/crawling.

Nous avons donc choisi de travailler sur un problème réel lié à la réservation de billets de train, issu d'une expérience personnelle d'un des membres de notre équipe. Dans un premier temps, nous avons présenté l'idée du projet et sa problématique. Ensuite, nous avons réalisé une conception du projet pour définir son architecture ainsi que de modéliser ses différents aspects, puis nous avons entamé la partie analyse du réseau ferroviaire au Maroc pour exhiber la manière la plus efficace de la structuration des données. Après cela , nous avons introduit notre environnement de travail et les technologies utilisées. Enfin, nous avons présenté les résultats de la réalisation, où nous avons montré la plateforme que nous avons construit afin d 'expliquer son fonctionnement.

Chapitre 1

Présentation du projet

1.1 Introduction

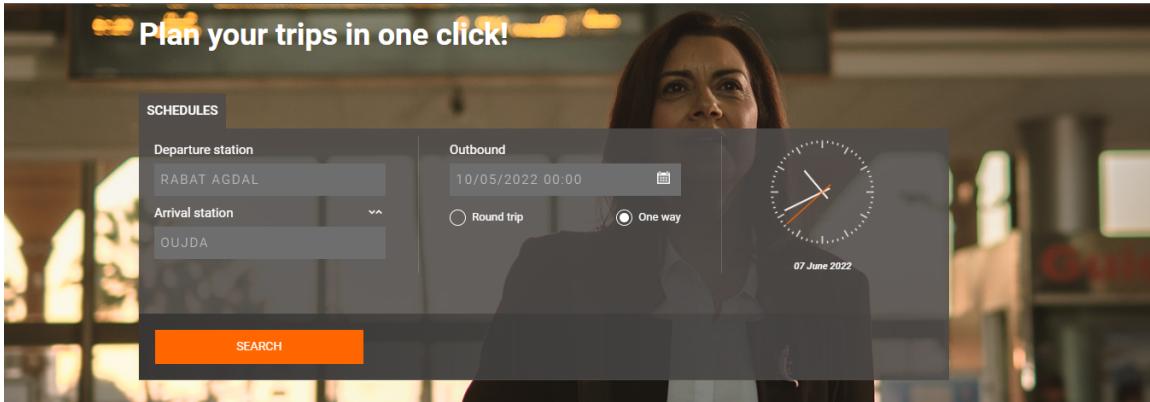
Il existe de nombreuses façons de voyager confortablement, l'une des plus populaires est le train. Ceci est grâce à plusieurs raisons ,à titre d'exemple : vous bénéficiez du confort de différentes classes, vous avez la possibilité de recharger vos appareils électriques, sans oublier l'espace à bord qui est beaucoup plus spacieux que celui de l'avion ou de la voiture. Vous êtes également libre d'apporter vos propres collations afin d'économiser au maximum.

Choisir de voyager en train présente un avantage environnemental indéniable, ce type de transport dégage moins de gaz à effet de serre que l'avion et la voiture, qui sont rejétés directement dans l'atmosphère. En d'autres termes, c'est le moyen de transport qui n'a pas un grand effet de menace à l'environnement.

Le point le plus important, c'est la numérisation. Aujourd'hui, nous pouvons réserver des billets de train en ligne quand nous le voulons et nous pouvons vérifier tous les trains disponibles pour choisir celui qui convient nos besoins.

1.2 Problématique

En essayant de réserver un billet de train, nous avons remarqué que dans certains cas, les compagnies ferroviaires offrent un petit nombre de trains, ce qui pose problème dans certains cas, comme le cas d'un membre de notre équipe, qui a découvert qu'il n'y a que 2 trains par jour pour la trajectoire RABAT - OUJDA, un tôt le matin et l'autre plus tard dans la nuit, ce qui signifie que si vous manquez votre train, vous devez attendre toute la journée pour en prendre un autre, ce qui n'est pas du tout optimal. Et après quelques recherches, nous avons découvert que ce problème se produit dans de nombreuses trajectoires, en particulier les plus longues. En fait, ce problème n'apparaît pas seulement sur le site web de la compagnie locale de trains, mais sur presque tous les sites web des sociétés des trains du monde entier.



Résultats :

Outbound : 10/05/2022 | Relation : Rabat Agdal - Oujda

Departure	Destination	Service on board	Range	
06h31min	16h04min	✳️	TLR	BUY TICKET ONLINE
22h08min	07h10min	✳️	TLR	BUY TICKET ONLINE

FIGURE 1.1 – Capture d'écran montrant les trains disponibles de RABAT à OUJDA en un jour

1.3 Solution proposée

Pour résoudre ce problème, un membre de l'équipe a essayé de chercher un billet pour une ville au milieu de la trajectoire et un autre billet de cette ville à sa destination initiale. Étonnamment, il a trouvé de multiples combinaisons qui le mèneront à sa destination avec une petite durée d'attente dans la ville intermédiaire ou sans attente. Et à partir de là, nous avons eu l'idée de créer une plate-forme qui récupère automatiquement les données du site de l'ONCF et trouve les combinaisons optimales pour les afficher à l'utilisateur.

Résultats :

Outbound : 10/05/2022 | Relation : Fes - Oujda

Departure	Destination	Service on board	Range	
01h40min	07h10min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE
10h00min	16h04min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE
12h50min	18h35min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE
16h35min	22h12min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE

FIGURE 1.2 – Capture d'écran montrant les trains disponibles de FES à OUJDA en un jour

Résultats :

Outbound : 10/05/2022 | Relation : Rabat Agdal - Fes

Departure	Destination	Service on board	Range	
06h31min	09h24min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE
07h31min	10h38min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE
08h21min	11h15min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE
09h21min	12h25min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE
10h21min	13h15min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE
11h21min	14h25min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE
12h21min	15h15min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE
13h21min	16h22min	❄️	TLR	BUY TICKET ONLINE

FIGURE 1.3 – Capture d'écran montrant les trains disponibles de RABAT à FES en un jour

1.4 Objectifs

Nous voulons offrir au client un meilleur service que celui offert par les compagnies, en scrapant leurs sites web, et extraire les trajets puis traiter ces données pour donner les combinaisons optimales :

- la plateforme donnera à l'utilisateur la possibilité de trier les résultats par

prix ou par temps d'attente.

- la plateforme permettra à l'utilisateur de filtrer les résultats par train et par trajet (directe ou avec correspondance).

1.5 Difficultés rencontrées

Durant toutes les phases de ce projet, nous avons confronté de nombreuses difficultés, tout d'abord la conception où nous n'avons pas pu trouver facilement une structure pour organiser toutes les gares que nous avons à cause du manque d'informations sur les chemins de fer marocains ou du fait que ces informations n'ont pas été mises à jour depuis longtemps. Ajoutant à toutes ces considérations, toutes les plateformes de l'ONCF avec lesquelles nous avons travaillé et que nous avons essayé de scraper ont montré des signes de bugs, de malfonctionnements ou des pannes qui ont ralenti le travail et l'ont arrêté dans certains cas, ainsi les plateformes possèdent un système d'anti-bots qui empêche le bon fonctionnement du scraping.



Résultats :

Départ le : 22/06/2022

Relation : TANGER - RABAT AGDAL

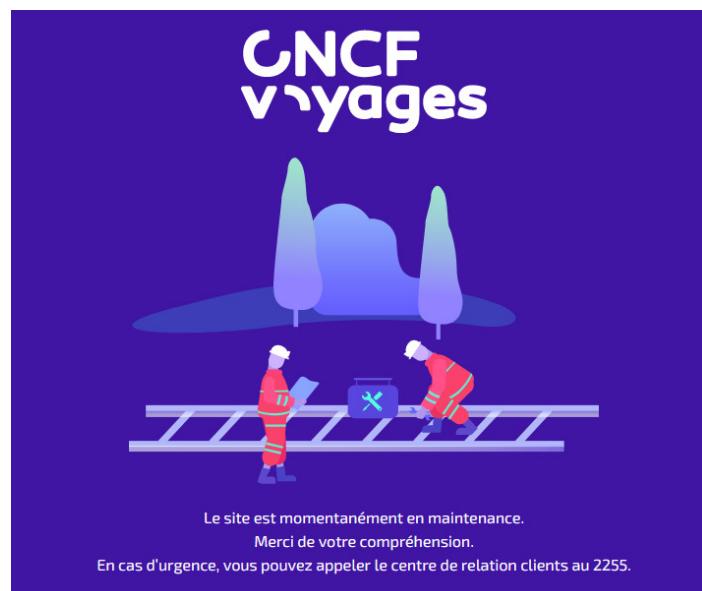


FIGURE 1.5 – Panne de la plateforme (oncf-voyages.ma).

FIGURE 1.4 – Bug dans la plateforme (oncf.ma) départ et arrivée en même temps dans n'importe quel trajet.

1.6 Planification des étapes de réalisation

Comme pour tout projet de cette importance, le travail doit être bien réparti afin de pouvoir terminer dans le délai demandé tout en respectant les spécifications et les exigences.

Le diagramme de Gantt suivant montre la répartition du travail pour chaque phase :

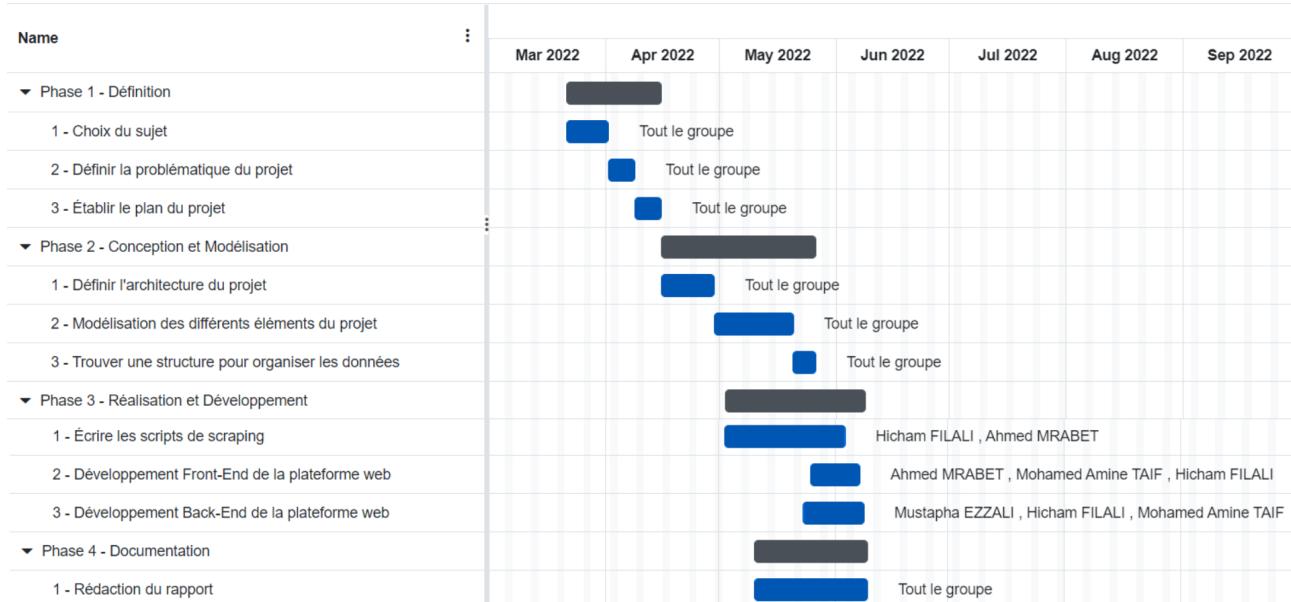


FIGURE 1.6 – Diagramme de Gantt

1.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé dans un premier temps le contexte général de notre application ainsi que les problèmes posés lors de la réalisation du projet tout en présentant les objectifs de notre application.

Le chapitre suivant sera consacré à la modélisation et à l'analyse.

Chapitre 2

Analyse et Conception

2.1 Introduction

Pour arriver à une réalisation fluide d'un projet quelconque il faut que sa conception soit la plus adéquate possible avant d'attaquer la partie de la réalisation sinon le projet risque d'être incapable de répondre aux exigences des utilisateurs. C'est là où arrive le rôle du langage de modélisation objet unifié UML(Unified Modeling Langage)

En effet, UML se définit comme un langage de modélisation graphique et textuelle destiné à comprendre et décrire la structure du logiciel et le comportement de chaque partie et les interactions entre ces parties.



FIGURE 2.1 – Le langage de modélisation UML

L'étude comprend le diagramme de cas d'utilisation, le diagramme de classes et de séquences .

2.2 Diagrammes

2.2.1 Diagramme des cas d'utilisation

Un diagramme de cas d'utilisation c'est une représentation simple des interactions de l'utilisateur avec le système qui permet de montrer la relation entre l'utilisateur et les différents cas d'utilisation auxquels il participe. Les cas d'utilisation permettent d'exprimer le besoin des utilisateurs d'un système, ce qui rend ce diagramme le meilleur choix pour une bonne communication entre le concepteur et le client

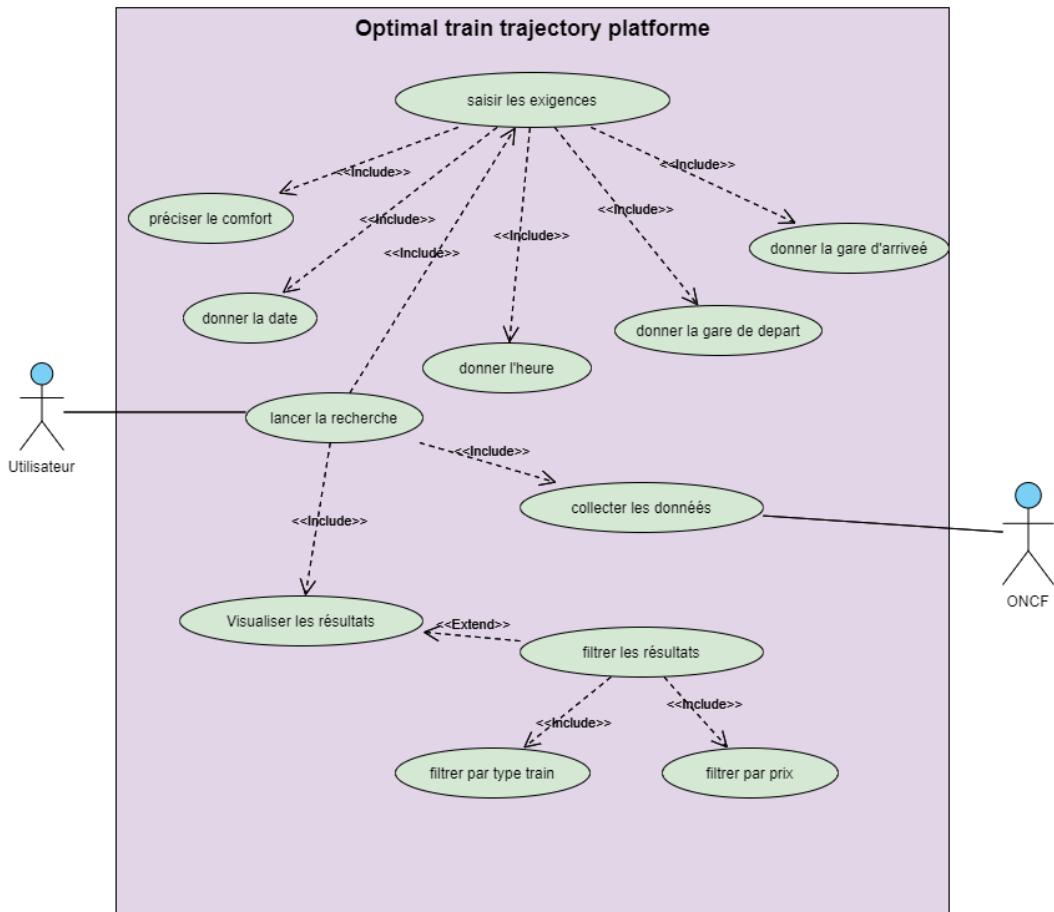


FIGURE 2.2 – Diagramme des cas d'utilisation

2.2.2 Diagramme de Classe

Le diagramme de classes est le point central dans un développement orienté objet. En analyse, il a pour objectif de décrire la structure des entités manipulées par les utilisateurs. En conception, le diagramme de classes présente la structure d'un code orienté objet à un niveau de détail plus important, les modules du langage de développement.

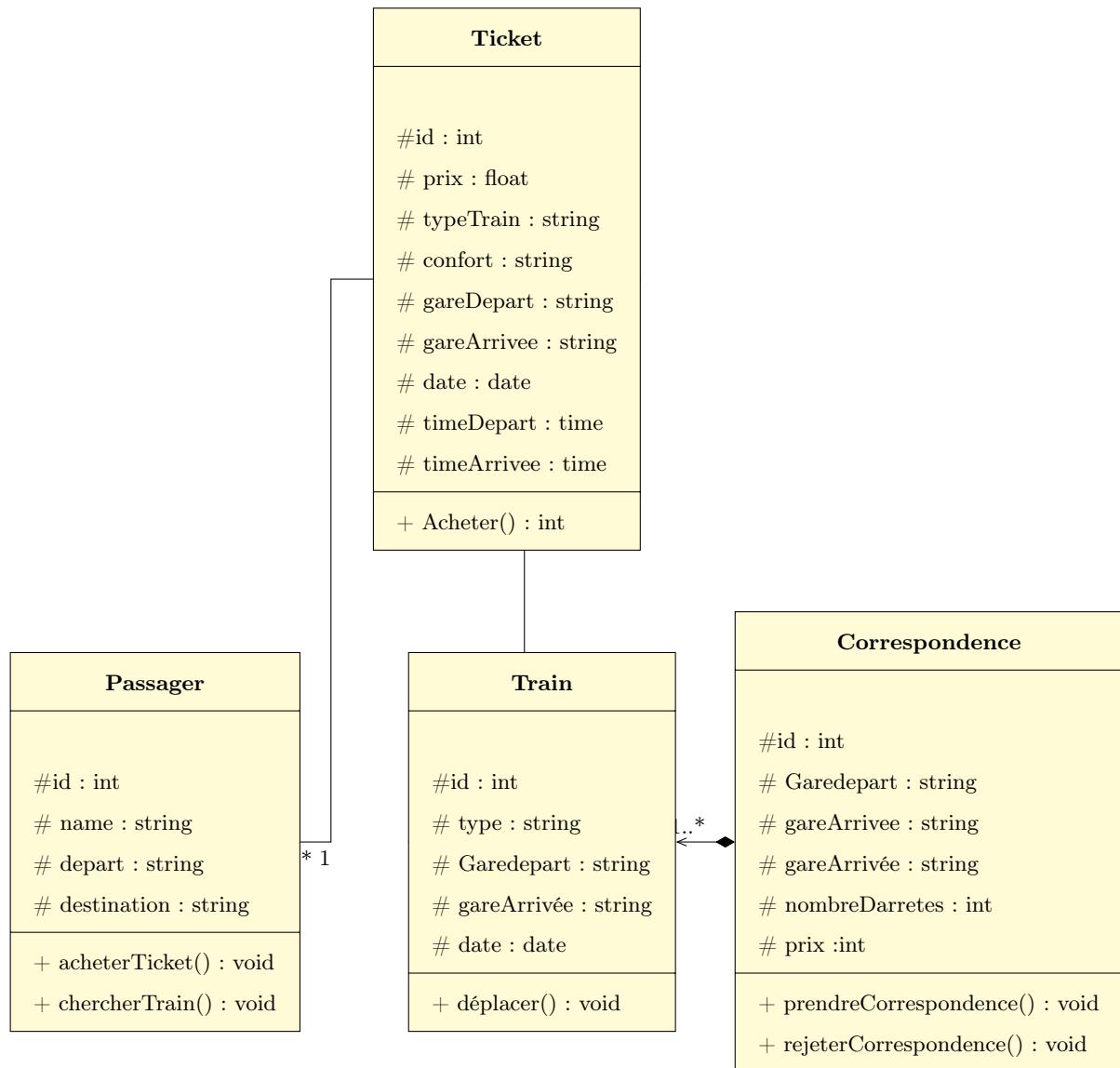


FIGURE 2.3 – Diagramme de Classe

2.2.3 Diagramme de Séquence

Le diagramme de séquence est un diagramme d’interaction qui montre comment les objets interagissent entre eux et en quel ordre. Il représente la succession chronologique des opérations réalisées par un acteur, et indique aussi les objets que l’acteur va manipuler et les opérations qui font passer d’un objet à l’autre. Le diagramme de séquence peut servir à illustrer un cas d’utilisation.

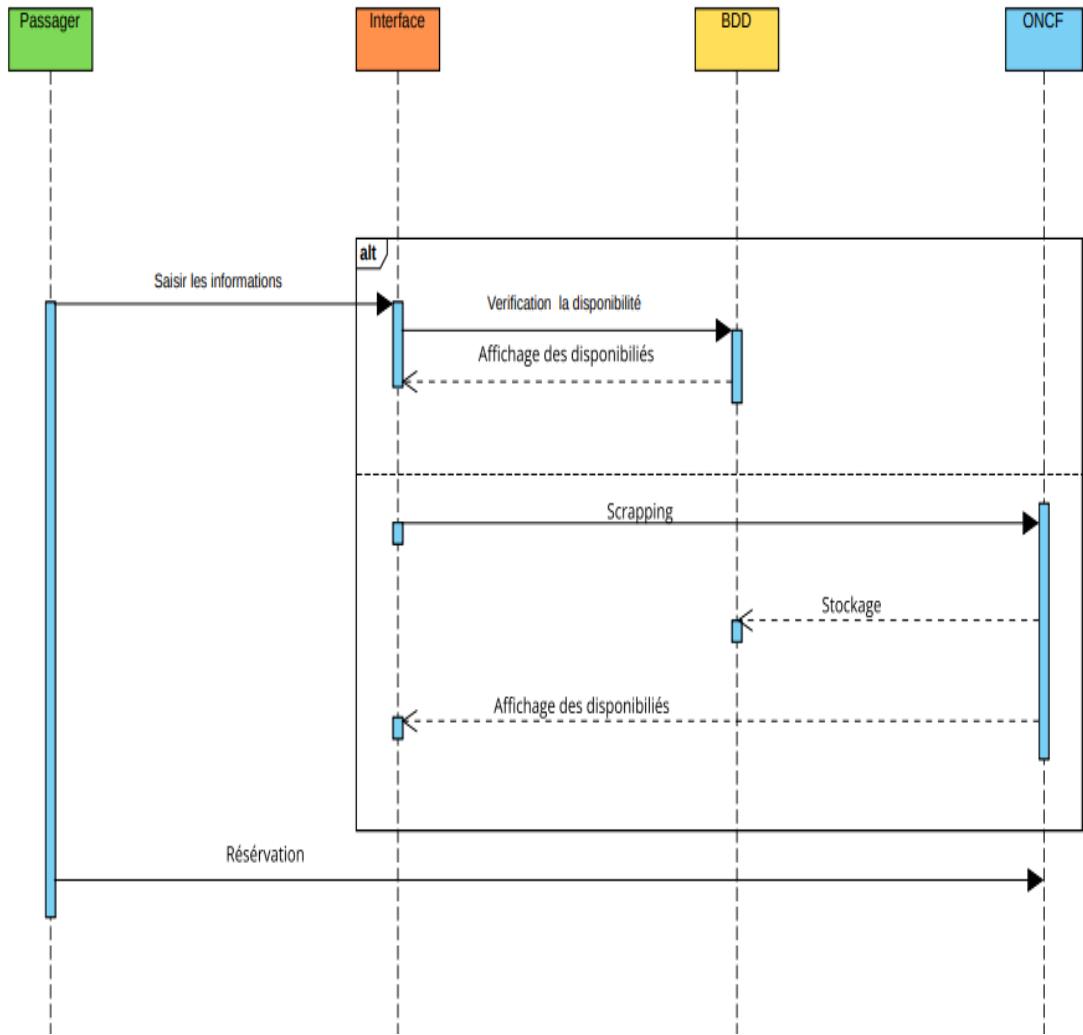


FIGURE 2.4 – Diagramme de séquence

2.3 Analyse du réseau ferroviaire au Maroc

2.3.1 Mise en situation

Le premier problème que nous avons rencontré c'est de modéliser le réseau ferroviaire au Maroc , ce réseau comporte 2000 Km de ligne, dont 300 Km à double voie reliant toutes les régions du royaume sauf les régions de sud. En fait, ce réseau se présente sous forme d'un couloir reliant le Sud (Marrakech) à l'Est (Oujda) avec des antennes vers Tanger, Safi, Oued Zem, El Jadida et Bou Aârfa.

En plus de l'établissement du modèle adéquat ,il est nécessaire de chercher le meilleur trajet entre deux gares quelconque.

2.3.2 Solution

Tout réseau de n'importe quelle nature n'est qu'un graphe d'un point de vue mathématique. C'est pourquoi nous avons décidé de modéliser le réseau ferroviaire

au Maroc sous forme d'un graphe dont les sommets sont les gares ou les stations de trains et les arêtes sont les trajets qui connectent ces stations.



FIGURE 2.5 – Le réseau ferroviaire au Maroc

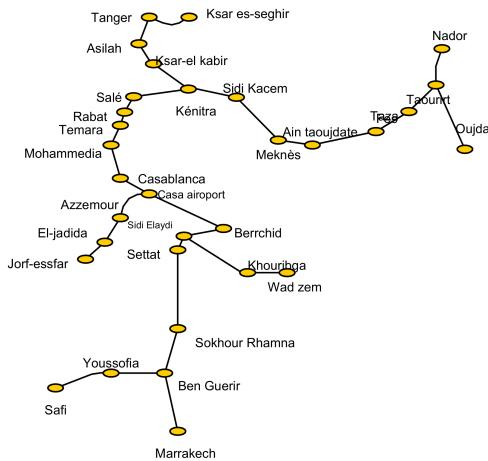


FIGURE 2.6 – Le graphe qui modélise le réseau

2.3.3 Sélection des villes

la sélection des villes qui seront testées entre les deux villes : ville de départ et ville d'arrivée, est faite selon l'algorithme de parcours en largeur. Ce dernier donne le plus court trajet entre ces deux villes. il parcourt le graphe ou l'arbre de la manière suivante : on commence par explorer un nœud source, puis ses successeurs, puis les successeurs non explorés des successeurs etc, jusqu'à trouver

un chemin entre les deux noeuds, ce chemin est donc le plus court chemin.

2.4 Conclusion

L'élaboration du diagramme des cas d'utilisation, diagramme de classes et le diagramme de séquences nous a permis d'avoir une vision plus claire sur notre projet et de comprendre la manière et le plan qu'on doit suivre pour le réaliser.

Chapitre 3

Réalisation

Après avoir bien défini la problématique et proposer une solution, il est temps de passer à la réalisation de l'application. Dans ce chapitre nous allons d'abord énoncer les outils de programmation et les environnements de développements utilisés dans notre application, ensuite nous allons dénombrer la présentation des Scénarios applicatifs de la plateforme web.

3.1 Technologies utilisées

3.1.1 Python

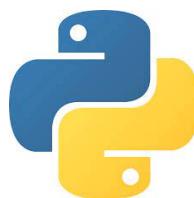


FIGURE 3.1 – Logo de Python

3.1.1.1 Présentation

Python est le langage de programmation open source le plus employé par les informaticiens. Python est un langage de programmation de haut niveau, interprété et polyvalent. Sa philosophie de conception met l'accent sur la lisibilité du code avec l'utilisation d'une indentation significative. C'est le langage idéal pour l'écriture de scripts et le développement rapide d'applications dans de nombreux domaines et sur la plupart des plateformes grâce à son efficacité.

3.1.1.2 Utilisation de python

Python est un langage très populaire avec une grande communauté donc avec une documentation et ressources très riches. Python s'adapter à plusieurs types d'utilisations vue le nombre de bibliothèques disponibles et en particulier Selenium. Ainsi c'est un langage puissant et efficace.

3.1.2 HTML



FIGURE 3.2 – Logo de HTML5

The HyperText Markup ou HTML est un langage de balisage standard pour les documents conçus pour être affichés dans un navigateur Web. Il peut être assisté par des technologies telles que les feuilles de style en cascade (CSS) et des langages de script tels que JavaScript.

3.1.3 CSS



FIGURE 3.3 – Logo de CSS

Le CSS pour Cascading Style Sheets, est un langage informatique utilisé sur Internet pour la mise en forme de fichiers et de pages HTML. Par l'intermédiaire de propriétés d'apparence (couleurs, bordures, polices, etc.) et de placement (largeur, hauteur, côté à côté, dessus-dessous, etc.), le rendu d'une page web peut être intégralement modifié sans aucun code supplémentaire dans la page web.

3.1.4 JavaScript

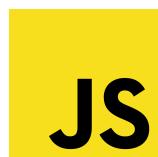


FIGURE 3.4 – Logo de JavaScript

JavaScript est un langage de programmation qui est l'une des technologies de base du World Wide Web. Il a un typage dynamique, une orientation objet basée sur un prototype et des fonctions de première classe. Il est multi-paradigme, prenant en charge les styles de programmation événementiels, fonctionnels et impératifs.

3.1.5 Bootstrap



FIGURE 3.5 – Logo de Bootstrap

Bootstrap est une collection d'outils utiles à la création du design de sites et d'applications web. C'est un ensemble qui contient des codes HTML et CSS, des formulaires, boutons, outils de navigation et autres éléments interactifs.

3.1.6 Django



FIGURE 3.6 – Logo de Django

3.1.6.1 Présentation

Django est un framework Web basé sur Python, gratuit et open source, qui suit le modèle architectural modèle-template-vues (MTV). L'objectif principal de Django est de faciliter la création de sites Web complexes basés sur des bases de données. Le cadre met l'accent sur la réutilisabilité et la "pluggabilité" des composants, moins de code, un faible couplage, un développement rapide et le principe de ne pas se répéter.

3.1.6.2 Utilisation de Django

Les scripts de scraping utilisés dans le projet sont en python donc il est plus simple et plus pratique d'utiliser django que PHP ou d'autres outils pour éviter les problèmes de liaisons.

3.1.7 Selenium



FIGURE 3.7 – Logo de Selenium

3.1.7.1 Présentation

Selenium est un projet open source pour une gamme d'outils et de bibliothèques visant à prendre en charge l'automatisation du navigateur. Il fournit un outil de lecture pour la création de tests fonctionnels sur la plupart des navigateurs Web modernes, sans avoir besoin d'apprendre un langage de script de test.

3.1.7.2 Utilisation de Selenium

Nous étions obligés d'utiliser Selenium au lieu de toute autre bibliothèque de scraping parce que les sites web que nous avons utilisés pour notre projet sont des sites dynamiques et contiennent beaucoup de fonctionnalités qui sont faites de Javascript, donc le meilleur choix pour ce cas d'utilisation était Selenium.

3.1.8 Postgresql

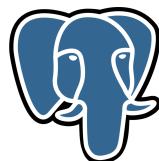


FIGURE 3.8 – Logo de Postgresql

Postgresql est un système de gestion de base de données (SGBD) relationnelle libre et open-source mettant l'accent sur l'extensibilité et la conformité SQL. Il est conçu pour gérer une gamme de charges de travail, des machines uniques aux entrepôts de données ou aux services Web avec de nombreux utilisateurs simultanés.

3.1.9 VS Code



FIGURE 3.9 – Logo de Visual Studio Code

Visual Studio Code est un éditeur de code source créé par Microsoft pour Windows, Linux et macOS. Les fonctionnalités incluent la prise en charge du débogage, la coloration syntaxique, la complétion de code intelligente, les extraits de code, la refactorisation de code.

3.2 Scraping

3.2.1 Définition

Le web scraping est une technique d'extraction de données de sites web de manière automatique à l'aide de logiciels qui reproduisent la navigation d'un humain sur le web soit en utilisant manuellement le protocole HTTP, soit en intégrant un navigateur dans une application. En bref, c'est un programme développé qui navigue et fait ce que l'utilisateur fait sur le web . Parmi les principaux cas d'utilisation de l'extraction de données sur le Web on trouve la surveillance des prix, le suivi des actualités, la génération de pistes et les études de marché, et bien d'autres encore. En général, l'extraction de données sur le Web est utilisée par les personnes et les entreprises qui veulent utiliser la grande quantité de données Web publiquement disponibles pour prendre des décisions plus intelligentes.

Le processus de scraping Web se déroule généralement en 3 étapes :

- Tout d'abord, le Web scraper reçoit les URL à charger avant le processus de scraping. Le scraper charge ensuite le code HTML complet de la page souhaitée.
- Le scraper Web extrait ensuite soit toutes les données de la page, soit les données spécifiques sélectionnées par l'utilisateur avant de lancer le projet.
- Enfin, le Web scraper restitue toutes les données collectées dans un format utilisable.

Il existe de nombreux outils pour le web scraping, tels que BeautifulSoup, MechanicalSoup, Python Requests, Scrapy, et bien d'autres, mais dans ce projet, nous avons choisi d'utiliser la bibliothèque python Selenium pour des multiples raisons que nous verrons ci-après.

3.2.2 Implémentation

Cette première partie consiste à collecter les données du site web (oncf.ma) qui est une plateforme appartenant à ONCF dédiée à l'affichage des horaires des trains disponibles pour le voyage désiré par l'utilisateur.

The screenshot shows the ONCF Horaires website. At the top, there are five tabs all labeled "ONCF - Horaires". Below the tabs, a banner states "Chrome is being controlled by automated test software". The main content area has a header "HORAIRES" with navigation links for "Entreprise", "Voyageurs", "Fret et logistique", "Développement", and "Al Boraq". A search bar is on the right. The search form includes fields for "Gare de départ" (RABAT AGDAL), "Gare d'arrivée" (KENITRA), "Départ le" (15/05/2022 18:43), and "Service à bord" (Aller-Retour). A clock icon indicates the current time as 08 juin 2022. A large orange button labeled "RECHERCHER" is at the bottom left of the search form. Below the search form, a section titled "Résultats:" displays three train schedule results:

Départ	Arrivée	Service à bord	Gamme	Action
19h12min	19h51min	之星	TN	ACHETER EN LIGNE
19h21min	19h59min	之星	TLR	ACHETER EN LIGNE
19h33min	20h09min	之星	TN	ACHETER EN LIGNE

FIGURE 3.10 – Capture d'écran qui montre la procédure du scraping

Après le processus de scraping, nous obtenons les données suivantes comme sortie, puis nous les traiterons pour obtenir les combinaisons optimales de deux trajectoires, ce qui donne à l'utilisateur la possibilité de voyager pendant des horaires autres que ceux proposés par l'ONCF.

```
[['MEKNES', '03:15', 'FES', '04:15', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654827300'], ['MEKNES', '06:00', 'FES', '07:00', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654837200'], ['MEKNES', '07:25', 'FES', '08:01', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654842300'], ['MEKNES', '08:47', 'FES', '09:24', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654847220'], ['MEKNES', '09:55', 'FES', '10:38', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654851300'], ['MEKNES', '10:39', 'FES', '11:15', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654853940'], ['MEKNES', '11:18', 'FES', '11:53', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654856280'], ['MEKNES', '11:42', 'FES', '12:25', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654857720'], ['MEKNES', '12:39', 'FES', '13:15', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654861140'], ['MEKNES', '13:42', 'FES', '14:25', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654864920'], ['MEKNES', '14:39', 'FES', '15:15', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654868340'], ['MEKNES', '15:13', 'FES', '15:48', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654870380'], ['MEKNES', '15:42', 'FES', '16:22', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654872120'], ['MEKNES', '16:39', 'FES', '17:19', 'https://www.oncf-voyages.ma/recherche-disponibilites/363/380/1654
```

FIGURE 3.11 – Exemple des données extraites par le processus de scraping

Après ce traitement, nous procédons à un second scraping afin d'obtenir les prix et autres détails de chaque voyage à partir d'un second site web : oncf-voyages.ma . Les résultats de ce processus seront ensuite stockés dans une base de données.

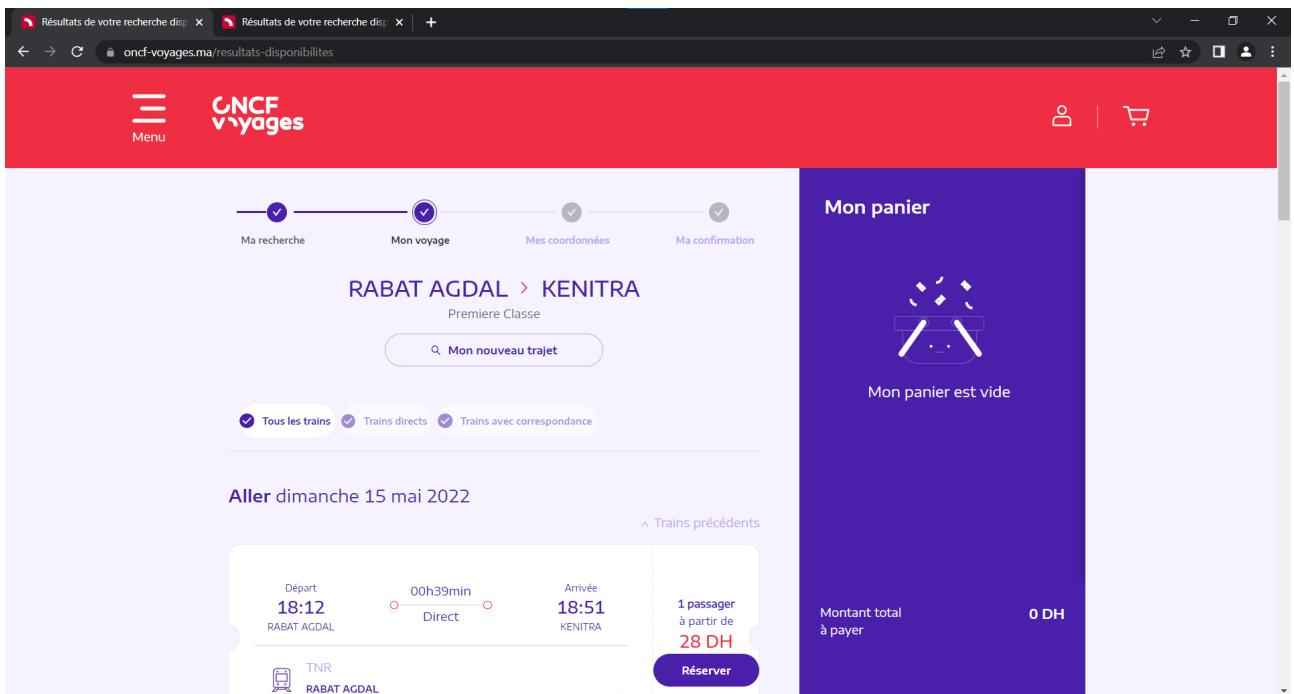


FIGURE 3.12 – Trajet n°1 (RABAT - KENITRA)

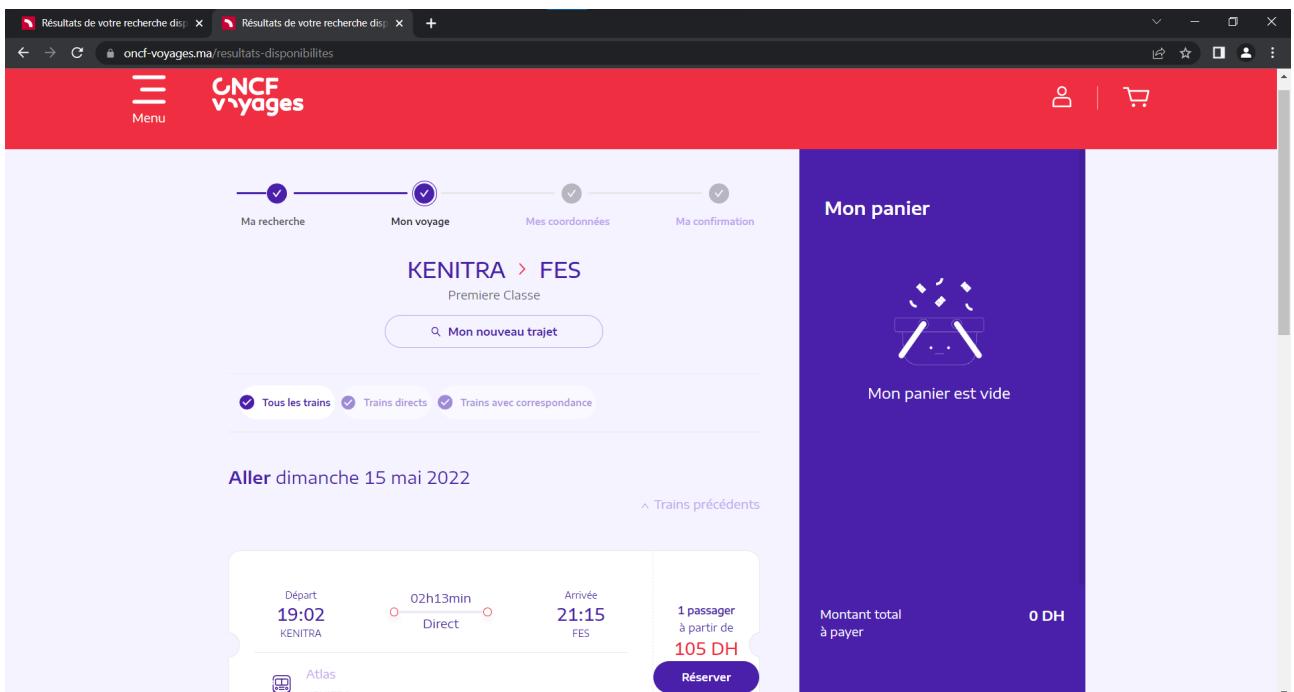


FIGURE 3.13 – Trajet n°2 (KENITRA - FES)

Dans ce cas la combinaison des deux trajets (1 et 2) représente l'optimum des trajets avec correspondance qui sera par la suite affiché dans l'interface utilisateur.

3.3 Interface utilisateur

3.3.1 Page d'accueil

La première page que vous rencontrez dans la plateforme est la page d'accueil où vous pouvez trouver une petite barre de navigation qui aide l'utilisateur à explorer le site, juste en dessous, vous trouvez le formulaire de réservation qui est l'élément essentiel de cette page, car il permet à l'utilisateur d'entrer les informations de son voyage à savoir la station de départ, la station d'arrivée, la date et l'heure de départ ainsi que le confort souhaité.

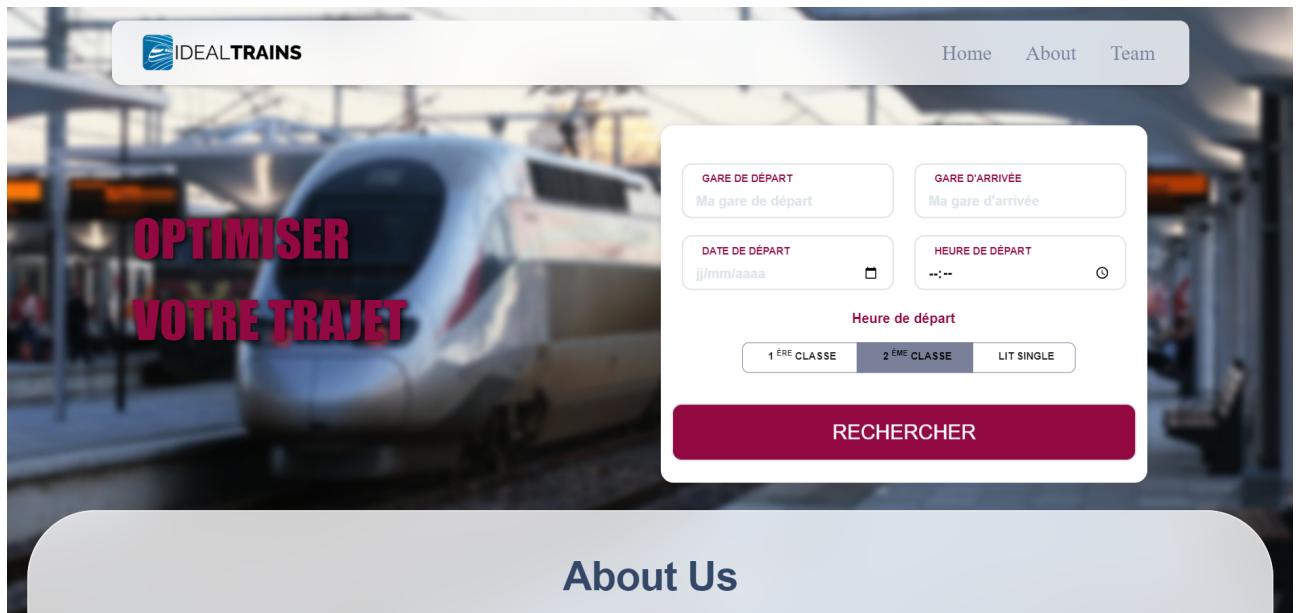


FIGURE 3.14 – Page d'accueil

Après avoir rempli le formulaire de recherche et cliqué sur le bouton de recherche, la plateforme vérifie la base de données pour voir si elle contient déjà les données nécessaires, sinon le processus de scraping que nous avons mentionné précédemment commence afin de remplir la base de données dynamiquement, et affiche ensuite les résultats dans la page de résultats que nous présenterons par la suite.

3.3.2 Page des résultats de recherche

La page suivante montre les résultats des voyages disponibles, sous la barre de navigation vous trouvez une section qui se change dynamiquement selon les données entrées par l'utilisateur et qui indique les villes de départ et de destination, la date et le confort ainsi qu'un bouton pour commencer une nouvelle recherche, en dessous vient une liste de tous les voyages disponibles, certains sont des voyages directs et d'autres sont des voyages avec correspondance, tout le contenu de cette liste est dynamique. Enfin, sur le côté gauche nous avons intégré un filtre qui aide

l'utilisateur à trouver les meilleurs voyages selon ses besoins.

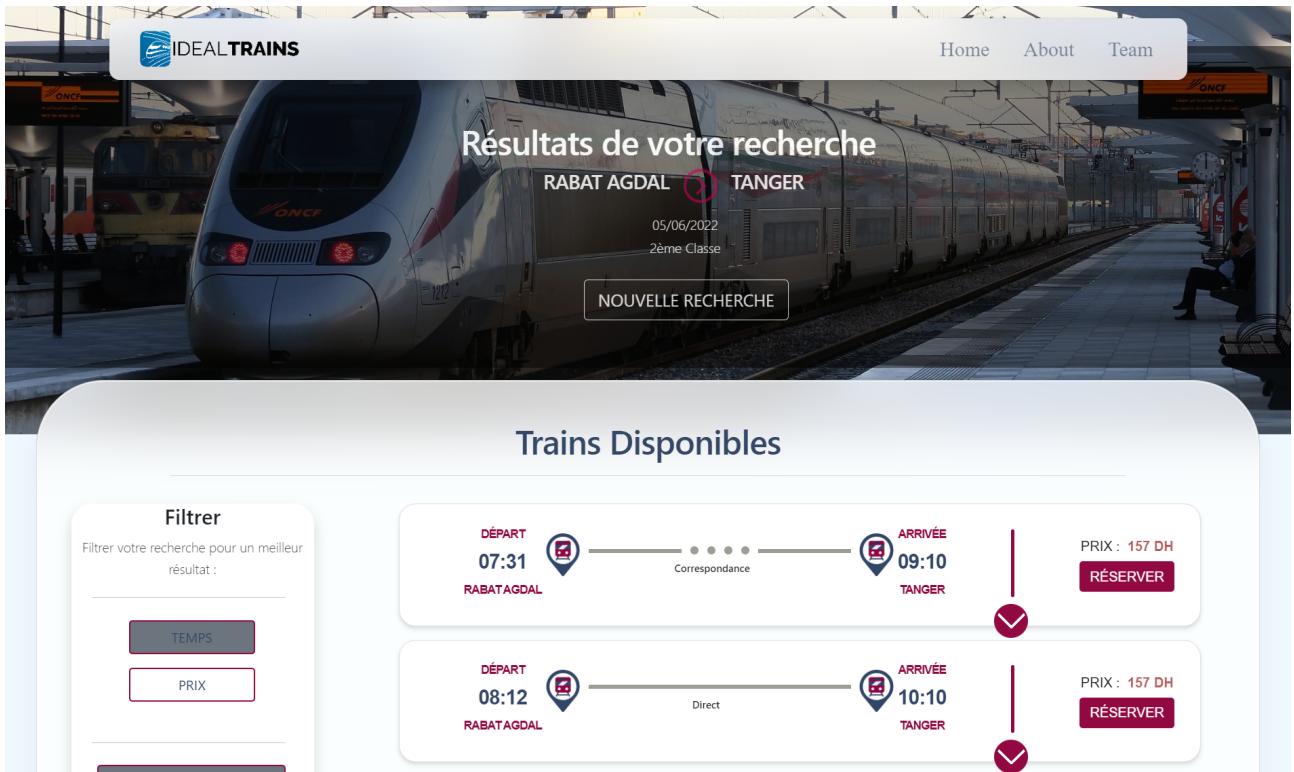


FIGURE 3.15 – Page des résultats de recherche

Comme vous pouvez le voir dans la figure précédente, il y a 2 types de trajets, les trajets directs et les trajets par correspondance qui diffèrent un peu dans le design, ces deux types de trajets ont un bouton en forme de flèche qui révèle plus de détails sur le voyage comme le type de train, le prix de chaque trajet, en plus de la ville de correspondance, la carte de trajet contient aussi un bouton de réservation qui redirige l'utilisateur vers le site officiel de l'ONCF où il peut réserver ses billets en toute sécurité.



FIGURE 3.16 – Trajet avec Correspondance

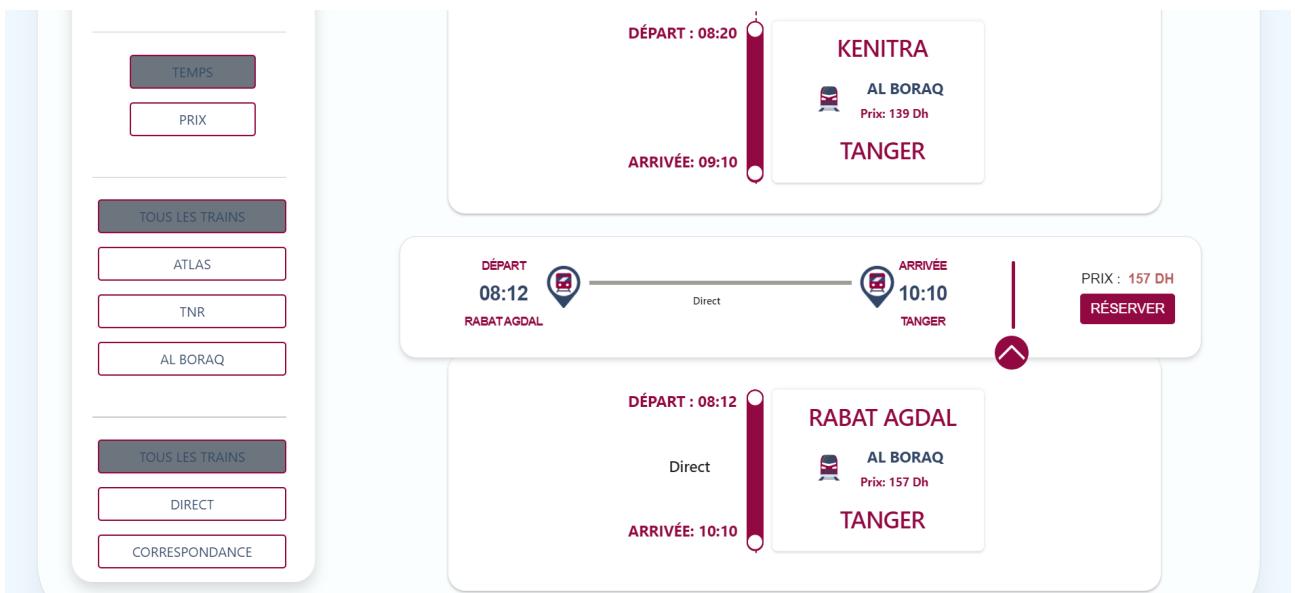


FIGURE 3.17 – Trajet directe

3.4 Conclusion

Cette phase a renforcé notre esprit de recherche et de réflexion, car c'est là que nous avons été confrontés à des problèmes liés à des bugs ou à un manque de connaissances. Cela nous a conduit à explorer de nouvelles techniques et à améliorer notre capacité à résoudre les problèmes.

Conclusion

Ce projet de fin d'année consiste à la réalisation d'une application Web qui génère les meilleurs trajets de train en fonction du besoin : temps de départ, temps d'attente et le prix. Ce fut une occasion de mettre en pratique nos compétences techniques acquises au cours de cette année.

C'était une expérience personnelle et professionnelle, elle nous a permis d'améliorer les connaissances des techniques web ainsi de découvrir et de maîtriser le software testing framework Selenium.

Dans ce projet, nous avons rencontré plusieurs difficultés lors de la réalisation qui nous a permis d'élaborer un esprit de résolution des problèmes.

Bibliographie

- [1] <<https://selenium-python.readthedocs.io/>>.
- [2] <<https://docs.djangoproject.com/en/4.0/>>.
- [3] <<https://www.onlinetgantt.com/#/gantt>>.
- [4] <<https://stackoverflow.com/>>.
- [5] <<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS>>.
- [6] <<https://pypi.org/project/undetected-chromedriver/>>.