République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université M'Hamed Bougara - Boumerdès



Faculté des Sciences
Département d'Informatique

Domaine : Mathématiques Informatique
Filière : Informatique
Spécialité : Systèmes d'information et ingénierie des systèmes

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Licence Académique

Thème

APPLICATION WEB DE GESTION DES DONNÉES PÉTROLIÈRES ET DE VISUALISATION DES RÉSULTATS DES PUITS

Présenté par :
LARDJANE Sarah
RIH Nadjwa
CHAIB Kaouther
NOUKAZ Hibat Allah

Stage pratique réalisé au : DCRD de SONATRACH

Devant le jury composé de :
Dr. Djerbi Rachid : Examinateur
Boudaoud Sid Ahmed : Encadreur
BEZTOUT SABRINE : Promoteur (Thèmes externes)

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le Tout-Puissant de nous avoir donné la force, le courage et la patience pour mener à bien ce projet de fin d'études.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadrant **BOUDAOUD SID AHMED** pour son accompagnement, ses précieux conseils et son soutien tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous adressons également nos sincères remerciements au **CENTRE DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT DE SONATRACH (CRD)** pour nous avoir accueillis au sein de leur organisme dans le cadre de notre stage, ainsi que pour les conditions favorables, l'encadrement et l'expérience professionnelle enrichissante qu'ils nous ont offerts.

Nous remercions aussi tous nos enseignants du département d'informatique pour les connaissances et les compétences qu'ils nous ont transmises durant notre parcours universitaire.

Nos remerciements vont également à nos familles et à nos proches pour leur soutien moral, leurs encouragements et leur confiance permanente.

Enfin, nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet intitulé **PetroView**, et qui nous a aidés à atteindre cet objectif académique et professionnel.

Résumé

Ce projet consiste à développer une application web dédiée à la gestion des données pétrolières et à la visualisation des résultats des puits. Dans le domaine pétrolier, les données issues des opérations de diagraphie et d'analyse pétrophysique sont généralement stockées sous différents formats, notamment LAS et CSV, ce qui peut compliquer leur gestion, leur consultation et leur exploitation.

L'objectif principal de cette application est de centraliser ces données afin de faciliter leur organisation, leur traitement et leur visualisation. La plateforme permet la gestion des puits, l'importation des fichiers pétrophysiques, la consultation des données associées, la visualisation des courbes ainsi que l'affichage des résultats sur une carte interactive. Cette solution vise à améliorer l'accès aux informations et à faciliter leur exploitation dans le cadre des activités pétrolières.

Mots-clés : Gestion des données pétrolières, puits pétroliers, visualisation des courbes, données pétrophysiques, fichiers LAS/CSV, application web, React, FastAPI, PostgreSQL.

Abstract

This project consists of developing a web application dedicated to the management of petroleum data and the visualization of well results. In the petroleum industry, data generated from well logging and petrophysical analysis operations are generally stored in different formats, particularly LAS and CSV, which can make their management, consultation, and exploitation more complex.

The main objective of this application is to centralize these data in order to facilitate their organization, processing, and visualization. The platform enables well management, the import of petrophysical files, the consultation of associated data, the visualization of curves, and the display of results on an interactive map. This solution aims to improve access to information and facilitate its use within petroleum activities.

Keywords : Petroleum data management, oil wells, curve visualization, petrophysical data, LAS/CSV files, web application, React, FastAPI, PostgreSQL.

Table des matières

Contexte général 1
Problématique 1
Objectifs du projet 2
Organisation du rapport 2

Chapitre 1 : Présentation générale du projet **3**
1.1 Introduction 3
1.2 Présentation de SONATRACH 3
1.3 Les activités de SONATRACH 3
1.4 Structure de SONATRACH 4
1.5 Présentation de la Direction Centrale de Recherche et Développement . . . 4
1.6 Présentation du département d'accueil 4
1.7 Contexte du projet 5
1.8 Conclusion 5

Chapitre 2 : Étude de l'existant et analyse des besoins **6**
2.1 Introduction 6
2.2 Étude de l'existant 6
2.3 Limites des solutions actuelles 6
2.4 Identification des besoins 7
2.5 Besoins fonctionnels 7
2.5.1 Gestion des puits 7
2.5.2 Gestion des fichiers pétrophysiques (LAS/CSV) 7
2.5.3 Visualisation des données pétrophysiques 8
2.5.4 Visualisation cartographique 8
2.5.5 Gestion et visualisation des résultats d'analyse 8
2.5.6 Gestion des utilisateurs et sécurité 9
2.6 Besoins non fonctionnels 9
2.6.1 Performance 9
2.6.2 Sécurité 9
2.6.3 Ergonomie 9
2.6.4 Fiabilité et robustesse 10
2.6.5 Portabilité et déploiement 10

2.7 Conclusion 10

Chapitre 3 : Conception du système **11**

3.1 Introduction 11
3.2 Solution proposée 11
3.3 Architecture de la solution 11
3.3.1 Architecture générale 11
3.3.2 Architecture détaillée 11
3.4 Diagrammes UML 12
3.4.1 Diagramme de cas d'utilisation 12
3.4.2 Diagramme de séquence : ajout d'un puits 14
3.4.3 Diagramme de séquence : import d'un fichier LAS/CSV 15
3.4.4 Diagramme de séquence : visualisation graphique 16
3.4.5 Diagramme de séquence : carte géographique 17
3.4.6 Diagramme de séquence : authentification 18
3.5 Conception de la base de données 18
3.5.1 Modèle Conceptuel de Données 18
3.5.2 Modèle Logique de Données 19
3.5.3 Description des tables et relations 20
3.6 Conclusion 20

Chapitre 4 : Réalisation du système **21**

4.1 Introduction 21
4.1.1 Bibliothèques de visualisation 22
4.2 Résultats : Description des interfaces 23
4.2.1 Page d'authentification 23
4.2.2 Tableau de bord principal 23
4.2.3 Interface de gestion des puits 24
4.2.4 Interface d'import et de gestion des fichiers 25
4.2.5 Interface de visualisation des courbes 25
4.2.6 Interface des résultats d'analyse 26
4.2.7 Interface cartographique 27
4.2.8 Interface de gestion des utilisateurs (Administrateur) 27
4.3 Objectifs atteints 28
4.4 Perspectives futures 28
4.5 Conclusion du chapitre 29

Conclusion générale **30**

Bibliographie

Table des figures

1.1 Logo de SONATRACH 3
1.2 Organigramme général de SONATRACH 4
3.1 Architecture générale du système PetroView 11
3.2 Diagramme de cas d'utilisation - Utilisateur 12
3.3 Diagramme de cas d'utilisation - Administrateur 13
3.4 Diagramme de cas d'utilisation - Global 13
3.5 Diagramme de séquence : ajout d'un puits 14
3.6 Diagramme de séquence : import d'un fichier LAS/CSV 15
3.7 Diagramme de séquence : visualisation graphique des données 16
3.8 Diagramme de séquence : affichage de la carte géographique 17
3.9 Diagramme de séquence : authentification de l'utilisateur 18
3.10 Diagramme du Modèle Conceptuel de Données 19
3.11 Diagramme du Modèle Logique de Données 19
4.1 Logo de react 21
4.2 Logo de Vite 21
4.3 Logo de TailwindCSS 21
4.4 Logo de FastAPI 22
4.5 Logo de PostgreSQL 22
4.6 Logo de Visual Studio Code 22
4.7 Page d'authentification 23
4.8 Tableau de bord principal 24
4.9 Interface de gestion des puits 24
4.10 ajouter un puit 25
4.11 Interface de gestion des fichiers 25
4.12 Interface de visualisation des données pétrophysiques 26
4.13 Interface des résultats d'analyse 26
4.14 Comparaison multi-puits (Radar) 27
4.15 Interface cartographique 27
4.16 Interface de gestion des utilisateurs (Administrateur) 28

Introduction générale

Contexte générale

L'industrie pétrolière représente un secteur stratégique très important, notamment en Algérie, où l'économie dépend fortement de l'exploitation des hydrocarbures. Dans ce contexte, la gestion des données techniques liées aux puits de forage constitue un élément essentiel pour les compagnies pétrolières.

Les données issues des opérations de diagraphie et d'analyse pétrophysique permettent aux ingénieurs d'étudier les caractéristiques des formations géologiques, d'estimer les réserves en hydrocarbures et de prendre des décisions adaptées concernant l'exploitation des réservoirs.

Au sein de Sonatrach, les données des puits sont généralement stockées sous différents formats, notamment LAS (Log ASCII Standard) et CSV. Cependant, ces informations restent souvent dispersées sur plusieurs supports et systèmes, ce qui rend leur consultation, leur analyse et leur exploitation plus difficiles.

Face à cette situation, il devient nécessaire de mettre en place une solution informatique centralisée capable de faciliter la gestion, l'organisation et la visualisation des données pétrophysiques. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet, qui consiste à développer une plateforme web dédiée à la gestion des données des puits pétroliers, afin d'améliorer l'accès aux informations et de simplifier leur exploitation.

Problématique

L'absence d'un outil centralisé de gestion et de visualisation des données de puits engendre plusieurs difficultés opérationnelles. Les ingénieurs rencontrent des difficultés pour consulter rapidement les logs pétrophysiques associés à un puits, comparer les résultats entre plusieurs puits ou encore visualiser leur localisation géographique sur une carte interactive. Cette situation ralentit les opérations d'analyse et limite l'exploitation optimale des données disponibles.

Ainsi, la problématique principale de ce projet consiste à concevoir et développer une application web permettant de centraliser, gérer et visualiser efficacement les données des puits pétroliers, tout en garantissant une utilisation simple, sécurisée et adaptée aux

besoins des ingénieurs.

Objectifs du projet

Ce projet de fin d'études a pour objectif de développer une plateforme web dédiée à la gestion et à la visualisation des données pétrophysiques des puits pétroliers. L'objectif principal consiste à centraliser les informations descriptives des puits au sein d'une base de données structurée afin de faciliter leur accès et leur exploitation. La plateforme permet également l'importation et la gestion des fichiers pétrophysiques aux formats LAS et CSV, ainsi que l'extraction des données qu'ils contiennent à travers un système de parsing.

Par ailleurs, l'application offre une visualisation graphique interactive des courbes pétrophysiques et permet d'afficher les puits sur une carte géographique interactive afin de faciliter leur localisation. Le système intègre aussi les résultats d'analyse tels que la porosité et la saturation en eau, tout en assurant la sécurité des données grâce à un système d'authentification avec gestion des rôles (Administrateur / Utilisateur).

Notre solution a été développée sous forme d'une application web moderne utilisant FastAPI pour le backend, React et Vite pour le frontend, ainsi qu'une base de données PostgreSQL administrée via pgAdmin4.

Organisation du rapport

Le présent rapport est organisé en quatre chapitres complémentaires.

Le premier chapitre présente l'organisme d'accueil .

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude de l'existant et à l'analyse des besoins fonctionnels et non fonctionnels.

Le troisième chapitre détaille la conception du système à travers l'architecture proposée et les différents diagrammes UML.

Le quatrième chapitre présente la réalisation de l'application, les technologies utilisées ainsi que les principaux résultats obtenus.

Enfin, le rapport se termine par une conclusion générale récapitulant les apports du projet et les perspectives d'amélioration futures.

Chapitre 1

Présentation générale du projet

1.1 Introduction

Avant de concevoir et développer une application adaptée aux besoins d'une entreprise, il est indispensable de bien comprendre son environnement de travail, son organisation ainsi que les problématiques rencontrées dans son activité quotidienne. Dans ce cadre, ce chapitre présente l'organisme d'accueil SONATRACH, ses principales activités ainsi que la structure dans laquelle s'est déroulé notre stage. Nous présentons également le département concerné par notre projet afin de mieux situer le contexte de réalisation de cette application.

1.2 Présentation de SONATRACH

SONATRACH est la compagnie nationale algérienne spécialisée dans le domaine des hydrocarbures, créée en 1963. Elle occupe une place stratégique dans l'économie nationale et représente l'une des plus grandes entreprises énergétiques en Afrique. Ses activités couvrent plusieurs domaines, notamment l'exploration, la production, le transport, le raffinage et la commercialisation des hydrocarbures. Au fil des années, SONATRACH a également investi dans les énergies renouvelables, la recherche scientifique et les technologies numériques afin d'améliorer ses performances et de soutenir la modernisation du secteur énergétique.



FIGURE 1.1 – Logo de SONATRACH

1.3 Les activités de SONATRACH

Les activités de SONATRACH couvrent plusieurs domaines stratégiques liés à l'industrie des hydrocarbures :

- **Exploration et production :** recherche de nouveaux gisements pétroliers et gaziers ainsi que l'exploitation des réserves existantes.
- **Transport par canalisations :** acheminement des hydrocarbures à travers un vaste réseau de pipelines couvrant le territoire national.
- **Liquéfaction et séparation :** transformation du gaz naturel et séparation des différents produits dérivés.

— **Raffinage et pétrochimie :** traitement des hydrocarbures afin de produire des carburants et différents produits pétrochimiques.
— **Commercialisation :** distribution des produits énergétiques sur le marché national et international.

1.4 Structure de SONATRACH

SONATRACH possède une organisation hiérarchique composée de plusieurs directions centrales et structures opérationnelles spécialisées dans les différents métiers des hydrocarbures. Cette organisation permet d'assurer la gestion efficace des activités techniques, industrielles et administratives du groupe.

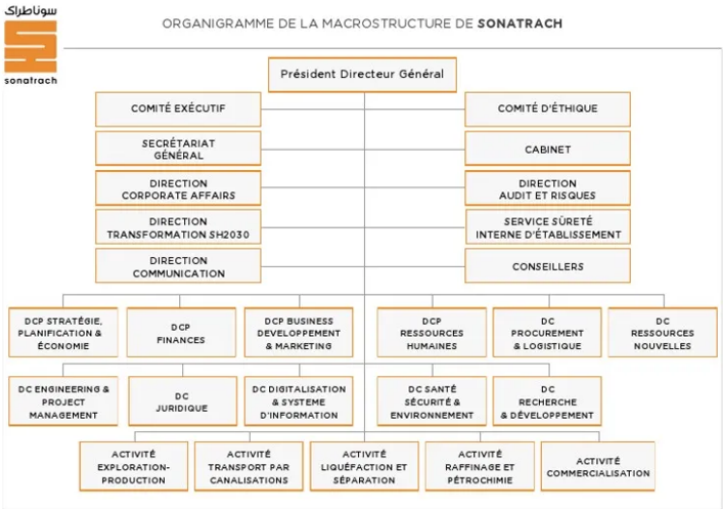


FIGURE 1.2 – Organigramme général de SONATRACH

1.5 Présentation de la Direction Centrale de Recherche et Développement

La Direction Centrale de Recherche et Développement (DCRD) est une structure de SONATRACH spécialisée dans la recherche scientifique et le développement technologique. Elle contribue à l'amélioration des activités liées aux hydrocarbures en développant des méthodes d'analyse, de traitement des données et des solutions techniques, tout en accompagnant les structures opérationnelles à travers des études et des projets de recherche.

1.6 Présentation du département d'accueil

Notre stage s'est déroulé au sein de la Direction Techniques Numériques Avancées, rattachée à la DCRD. Ce département joue un rôle essentiel dans la transformation nu-

mérique de SONATRACH à travers le développement d'outils informatiques, de solutions d'analyse de données et de technologies numériques avancées.

Ses principales missions consistent à :

— développer des solutions numériques adaptées aux besoins de SONATRACH ;
— exploiter les techniques d'analyse de données et de calcul scientifique ;
— accompagner les projets liés à l'intelligence artificielle et à la visualisation des données ;
— assurer le développement interne de logiciels spécialisés ;
— participer à la modernisation des systèmes numériques de l'entreprise.

Le département dans lequel nous avons effectué notre stage est le département **Maîtrise, Développement des Codes et Calcul Intensif**. Il intervient principalement dans le développement logiciel, l'analyse intelligente des données et la modélisation numérique appliquée aux problématiques industrielles.

1.7 Contexte du projet

Dans le cadre des activités de SONATRACH, les ingénieurs manipulent quotidiennement une grande quantité de données pétrophysiques provenant des puits pétroliers. Ces données sont généralement stockées dans des fichiers LAS et CSV contenant différentes mesures liées aux caractéristiques géologiques des réservoirs.

Cependant, l'absence d'une plateforme centralisée rend l'exploitation et la visualisation de ces données difficiles. Les informations sont souvent dispersées entre plusieurs systèmes ou fichiers, ce qui complique leur analyse et ralentit les processus de prise de décision.

Afin de répondre à cette problématique, notre projet consiste à concevoir et développer une application web permettant la gestion centralisée des données pétrolières ainsi que la visualisation interactive des résultats des puits.

1.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'organisme d'accueil SONATRACH ainsi que ses principales activités et structures organisationnelles. Nous avons également décrit la Direction Centrale de Recherche et Développement ainsi que le département dans lequel s'est déroulé notre stage. Enfin, nous avons présenté le contexte général du projet et les motivations ayant conduit au développement de cette application web.

Chapitre 2

Étude de l'existant et analyse des besoins

2.1 Introduction

Avant de développer notre solution, il est important d'étudier les outils qui existent déjà ainsi que leurs limites. Cette étape nous aide à mieux comprendre les besoins des utilisateurs et à savoir ce qui manque dans les solutions actuelles. Dans ce chapitre, nous allons présenter quelques outils utilisés dans le domaine des données pétrophysiques, puis expliquer les besoins fonctionnels et non fonctionnels nécessaires pour la conception de notre application.

2.2 Étude de l'existant

Aujourd'hui, plusieurs outils sont utilisés pour gérer et visualiser les données pétrophysiques. Chaque outil possède des avantages, mais aussi certaines limites. Dans cette partie, nous présentons les solutions les plus connues.

Solution	**Avantages**	**Limites**
Petrel / Kingdom / IP	Outils puissants, visualisation avancée	Coût élevé, complexe, non collaboratif
Excel / éditeurs texte	Simples et accessibles	Pas interactifs, pas centralisés
Applications SaaS	Accès distant, partage	Problèmes de sécurité/confidentialité

TABLE 2.1 – Comparaison des solutions existantes

2.3 Limites des solutions actuelles

Après l'analyse des outils existants, nous avons remarqué plusieurs limites importantes. Tout d'abord, les logiciels spécialisés ont souvent un coût élevé, ce qui rend leur utilisation difficile à grande échelle. Ensuite, les données ne sont pas centralisées, car chaque utilisateur travaille généralement avec ses propres fichiers de manière séparée.

De plus, il n'existe pas toujours une visualisation cartographique permettant de localiser facilement les puits et d'y accéder directement. Certains outils ne proposent pas non plus une bonne gestion des rôles et des droits d'accès adaptée aux besoins d'une organisation. Il est aussi difficile de relier simplement les fichiers pétrophysiques aux puits correspondants dans une base de données. Enfin, plusieurs solutions restent compliquées à utiliser pour les personnes qui ne possèdent pas de connaissances avancées en informatique.

2.4 Identification des besoins

À partir de cette étude et des informations obtenues dans le cahier des charges, nous avons identifié les besoins nécessaires pour notre application. Ces besoins sont divisés en deux catégories : les besoins fonctionnels, qui expliquent ce que l'application doit faire, et les besoins non fonctionnels, qui décrivent les caractéristiques et la qualité du système.

2.5 Besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels décrivent l'ensemble des fonctionnalités attendues de l'application. Ils sont organisés en modules.

2.5.1 Gestion des puits

La gestion des puits est une partie importante de l'application. Ce module doit permettre à un utilisateur autorisé d'ajouter un nouveau puits en renseignant plusieurs informations comme le nom, le code du puits, le champ pétrolier, la position géographique (latitude et longitude), le statut ainsi que d'autres informations générales.

L'utilisateur doit aussi pouvoir modifier les informations d'un puits lorsqu'une correction ou une mise à jour est nécessaire. Il doit également être possible de supprimer un puits, tout en s'assurant que les données liées, comme les fichiers ou les résultats, sont bien gérées.

En plus de cela, l'application doit permettre de consulter une fiche détaillée de chaque puits contenant toutes les informations importantes, les fichiers pétrophysiques associés et les résultats d'analyse. Enfin, il doit être possible de rechercher ou filtrer les puits selon plusieurs critères comme le champ pétrolier, la zone géographique ou le statut.

2.5.2 Gestion des fichiers pétrophysiques (LAS/CSV)

Les fichiers pétrophysiques occupent une place importante dans le traitement des données de puits. Pour cela, le système doit permettre d'importer des fichiers au format LAS et de les relier automatiquement au puits correspondant. L'application doit aussi être capable d'extraire certaines informations du fichier, comme le nom du puits, la date, l'opérateur et les différentes courbes disponibles (GR, RHOB, NPHI, DT, etc.).

Le système doit également permettre l'importation de fichiers CSV contenant des données ou des résultats d'analyse. En cas d'erreur ou de correction, l'utilisateur doit pouvoir supprimer ou remplacer un fichier déjà importé.

Enfin, l'application doit vérifier si les fichiers importés sont corrects et afficher des messages clairs lorsqu'un problème est détecté, par exemple un fichier endommagé, un format non reconnu ou des données manquantes.

2.5.3 Visualisation des données pétrophysiques

La visualisation graphique des courbes pétrophysiques est l'une des fonctionnalités les plus importantes pour les ingénieurs. L'application devra :

- Afficher les courbes pétrophysiques sous forme de graphiques en profondeur (axe des profondeurs en ordonnée, valeur de la courbe en abscisse), conformément aux conventions utilisées dans le domaine.
- Permettre à l'utilisateur de sélectionner les courbes à afficher parmi celles disponibles dans le fichier.
- Offrir des fonctionnalités de zoom et de déplacement pour explorer les données à différentes échelles de profondeur.
- Afficher des informations contextuelles sur chaque courbe : unité de mesure, description, plage de valeurs.

2.5.4 Visualisation cartographique

La visualisation cartographique est une fonctionnalité importante pour les ingénieurs. L'application doit permettre d'afficher les puits sur une carte géographique interactive à l'aide de leurs coordonnées GPS. L'utilisateur doit pouvoir visualiser la localisation des puits, accéder à leurs informations via des popups et filtrer l'affichage par champ ou par zone géographique.

2.5.5 Gestion et visualisation des résultats d'analyse

Les résultats obtenus après les traitements pétrophysiques doivent pouvoir être enregistrés et visualisés dans le système. Par exemple, il doit être possible d'associer des résultats comme la saturation en eau ou la porosité à un puits et à une profondeur donnée.

L'utilisateur peut importer ces résultats depuis un fichier CSV ou les ajouter manuellement à travers un formulaire. Ensuite, ces informations doivent pouvoir être affichées sur les graphiques pétrophysiques ou directement sur la carte à l'aide d'indicateurs visuels.

Le système peut aussi permettre la comparaison des résultats entre plusieurs puits, même si cette fonctionnalité reste optionnelle.

2.5.6 Gestion des utilisateurs et sécurité

Pour sécuriser l'accès à l'application et aux données sensibles, le système doit intégrer :

— Un mécanisme d'authentification par identifiant et mot de passe, rendant l'accès à l'application impossible sans connexion préalable.
— Une gestion des rôles distinguant l'administrateur (accès complet : gestion des utilisateurs, des puits, des fichiers et des données) de l'utilisateur standard (consultation, recherche, visualisation et export éventuel).
— Un contrôle des autorisations garantissant que chaque utilisateur n'accède qu'aux fonctionnalités correspondant à son rôle.
— Une journalisation basique des actions importantes dans le système (fonctionnalité optionnelle).

2.6 Besoins non fonctionnels

Les besoins non fonctionnels définissent les qualités que doit posséder le système pour être réellement utilisable dans un contexte industriel.

2.6.1 Performance

L'application doit être capable de traiter des fichiers LAS et CSV contenant beaucoup de données sans ralentissement important. Les graphiques doivent s'afficher de manière fluide, même lorsque les données sont volumineuses.

De plus, les fonctions de recherche et de filtrage doivent donner des résultats rapidement afin de garantir une bonne expérience utilisateur.

2.6.2 Sécurité

La sécurité est très importante, surtout lorsque les données manipulées sont sensibles. L'accès à l'application doit être protégé par une authentification obligatoire.

Les fichiers importés doivent être stockés de manière sécurisée avec un accès limité. De plus, toutes les données envoyées par les utilisateurs doivent être vérifiées afin d'éviter les erreurs, les attaques ou les manipulations malveillantes.

2.6.3 Ergonomie

L'interface de l'application doit être simple et facile à utiliser, même pour les utilisateurs qui n'ont pas beaucoup de connaissances en informatique. La navigation doit être claire afin que l'utilisateur puisse accéder facilement aux différentes parties de l'application.

Un tableau de bord principal doit permettre d'accéder rapidement aux modules importants comme les puits, les fichiers, les résultats d'analyse et la carte. En cas de problème, les messages d'erreur doivent être compréhensibles et aider l'utilisateur à savoir quoi faire pour résoudre le problème.

2.6.4 Fiabilité et robustesse

L'application doit être capable de gérer les erreurs de manière correcte, surtout lors de l'importation de fichiers incomplets ou contenant des erreurs. Les données enregistrées dans la base de données doivent rester cohérentes et fiables.

Certaines actions importantes, comme la suppression ou la modification de données, doivent être protégées par une confirmation afin d'éviter les erreurs accidentelles. De plus, l'application doit fonctionner de manière stable sans arrêt soudain ni perte d'informations.

2.6.5 Portabilité et déploiement

L'application doit pouvoir fonctionner dans un environnement local, par exemple sur le réseau interne de Sonatrach, mais aussi être installée sur un serveur si cela est nécessaire.

Elle doit être compatible avec plusieurs navigateurs web modernes comme Google Chrome, Mozilla Firefox et Microsoft Edge. En plus, l'utilisateur ne doit pas avoir besoin d'installer des logiciels particuliers pour utiliser l'application.

2.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié les solutions existantes et identifié leurs limites. Cette étude nous a permis de mieux comprendre les besoins auxquels notre application doit répondre. Les besoins fonctionnels et non fonctionnels présentés serviront comme base pour la conception de notre système dans le chapitre suivant.

Chapitre 3

Conception du système

3.1 Introduction

La conception est une étape fondamentale qui transforme les besoins identifiés en une architecture logicielle concrète. Ce chapitre présente la solution proposée, l'architecture technique retenue, les diagrammes UML modélisant le comportement du système, ainsi que la conception de la base de données.

3.2 Solution proposée

Face aux limites des solutions existantes et aux besoins identifiés, nous proposons de développer une application web full-stack reposant sur une architecture client-serveur moderne. Cette solution permet de centraliser les données des puits, de gérer les fichiers pétrophysiques et d'offrir une visualisation interactive des résultats.

3.3 Architecture de la solution

3.3.1 Architecture générale

L'application repose sur une architecture trois-tiers composée de trois couches principales : la couche présentation, la couche métier et la couche données.

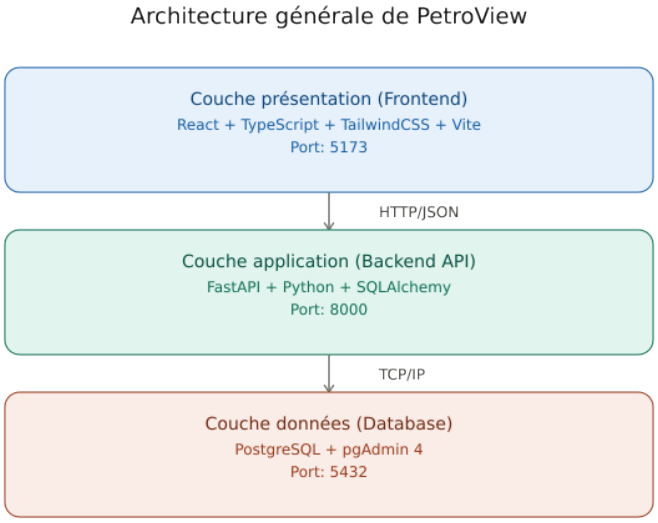


FIGURE 3.1 – Architecture générale du système PetroView

3.3.2 Architecture détaillée

Le frontend développé avec React communique avec le backend FastAPI à travers des requêtes HTTP. Le backend traite les données, applique la logique métier et interagit avec

la base de données PostgreSQL.

3.4 Diagrammes UML

Les diagrammes UML permettent de représenter graphiquement les interactions entre les acteurs, les composants du système et les données manipulées.

3.4.1 Diagramme de cas d'utilisation

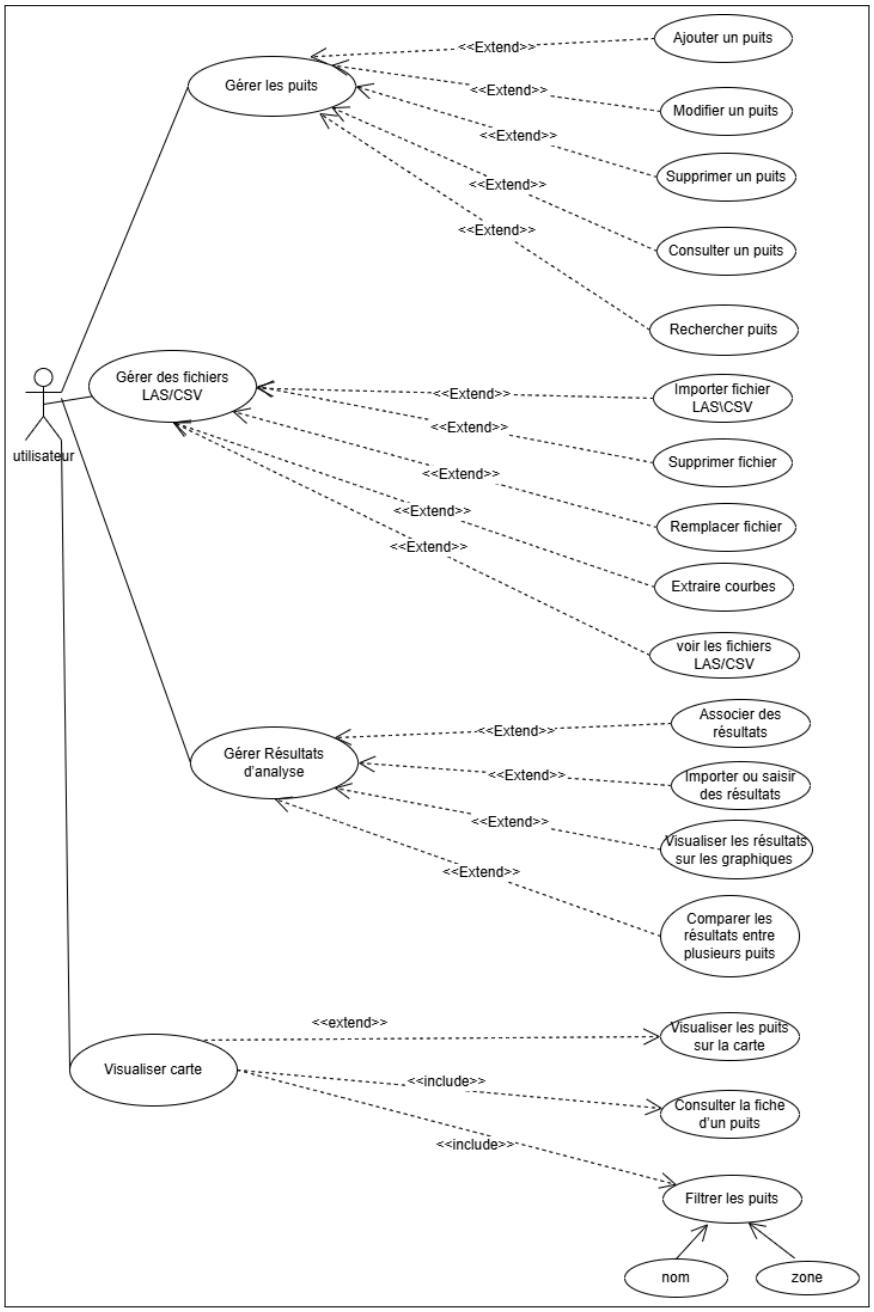


FIGURE 3.2 – Diagramme de cas d'utilisation - Utilisateur

Ce diagramme de cas d'utilisation présente les principales fonctionnalités accessibles à l'utilisateur dans l'application. Il permet de consulter les puits sur la carte, rechercher un puits, visualiser les fichiers LAS/CSV, consulter les informations d'un puits, filtrer les puits et afficher les indicateurs d'analyse associés.

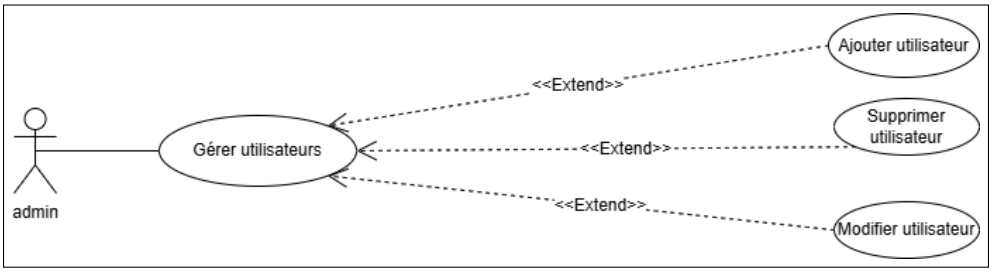


FIGURE 3.3 – Diagramme de cas d'utilisation - Administrateur

Ce diagramme de cas d'utilisation illustre les principales tâches réalisées par l'administrateur au sein de l'application. Il montre les opérations liées à la gestion des utilisateurs, des puits, des fichiers LAS/CSV ainsi que des résultats d'analyse.

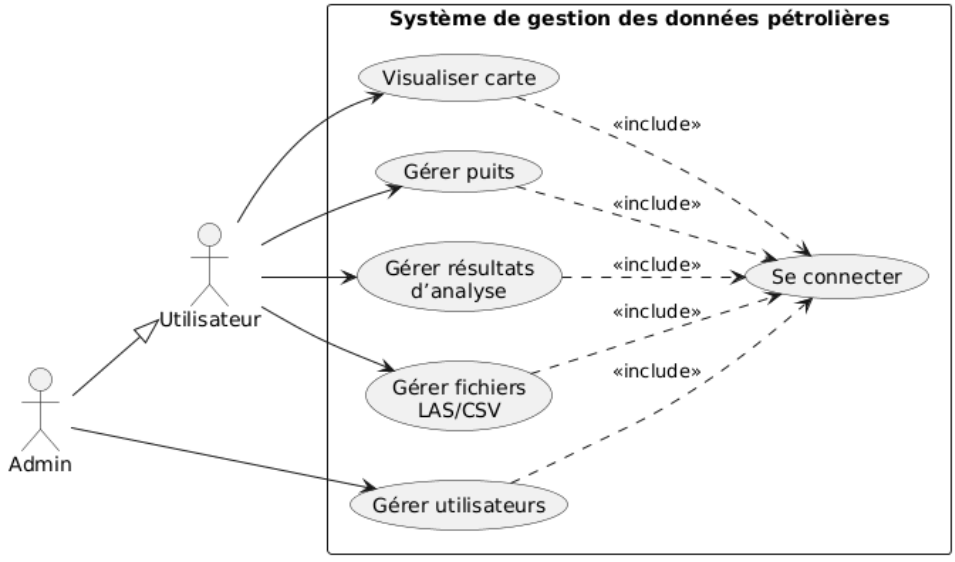


FIGURE 3.4 – Diagramme de cas d'utilisation - Global

Ce diagramme de cas d'utilisation illustre les principales fonctionnalités de l'application accessibles à l'administrateur et à l'utilisateur. Il met en évidence la gestion des données pétrolières, la consultation des puits et l'authentification nécessaire pour accéder aux différentes fonctionnalités du système.

3.4.2 Diagramme de séquence : ajout d'un puits

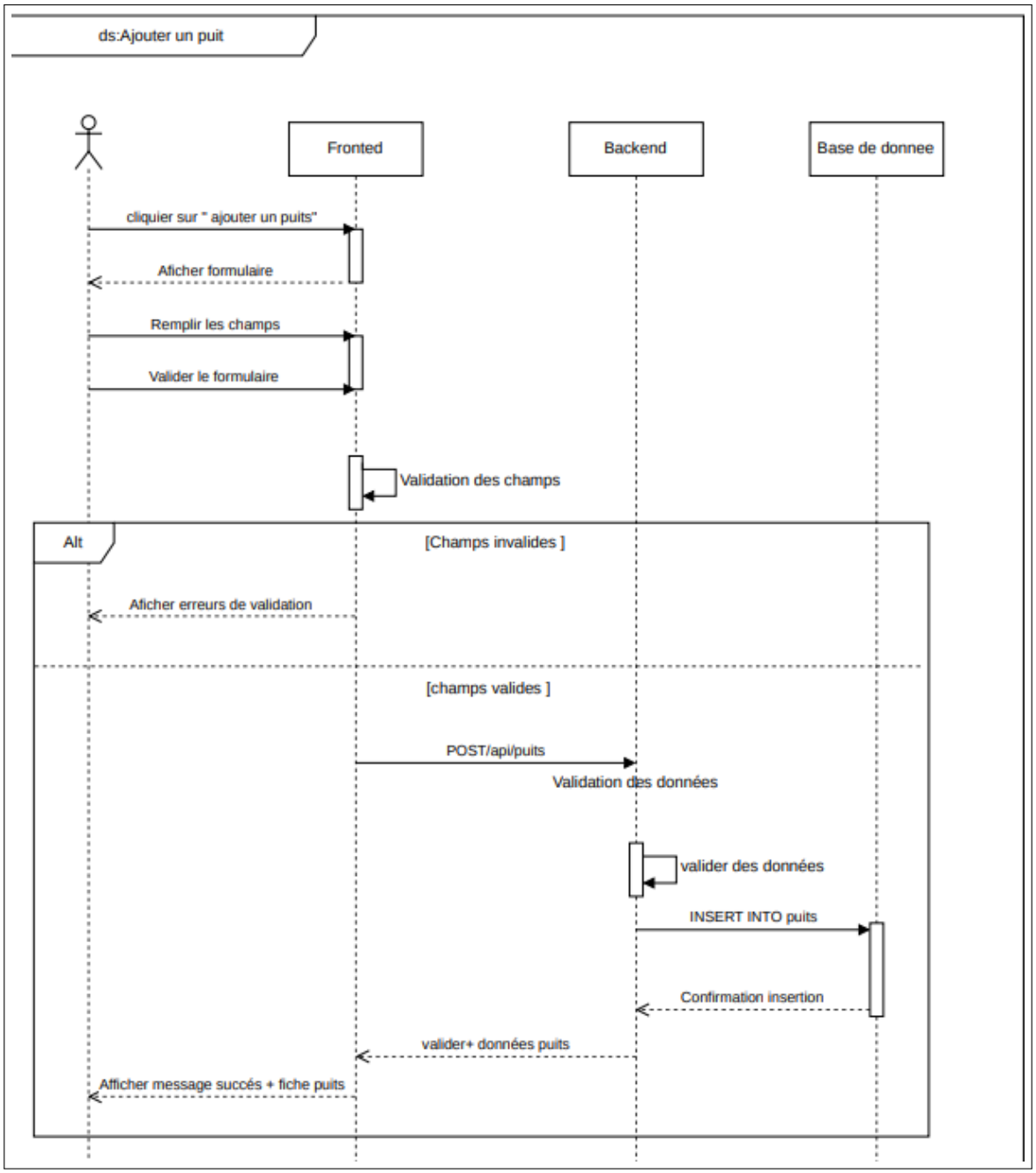


FIGURE 3.5 – Diagramme de séquence : ajout d'un puits

Ce diagramme décrit le scénario d'ajout d'un nouveau puits. L'utilisateur clique sur le bouton d'ajout, remplit le formulaire, puis le système vérifie les champs saisis. Si les informations sont valides, le backend enregistre le puits dans la base de données et retourne un message de succès.

3.4.3 Diagramme de séquence : import d'un fichier LAS/CSV

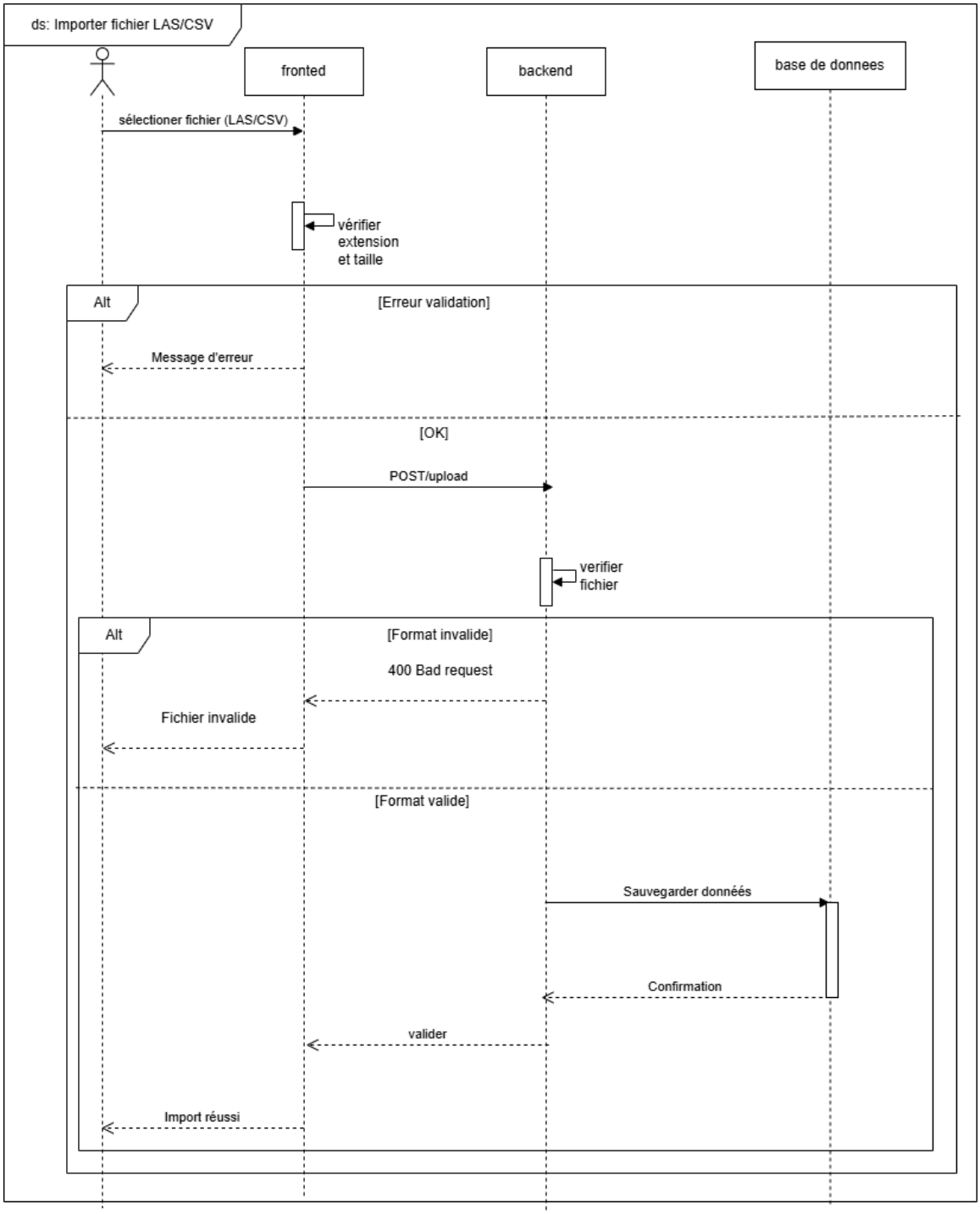


FIGURE 3.6 – Diagramme de séquence : import d'un fichier LAS/CSV

Ce diagramme explique le processus d'importation d'un fichier pétrophysique. Le frontend vérifie l'extension du fichier, puis le backend contrôle son format. Si le fichier est valide, les données sont sauvegardées dans la base de données. Sinon, un message d'erreur est retourné à l'utilisateur.

3.4.4 Diagramme de séquence : visualisation graphique

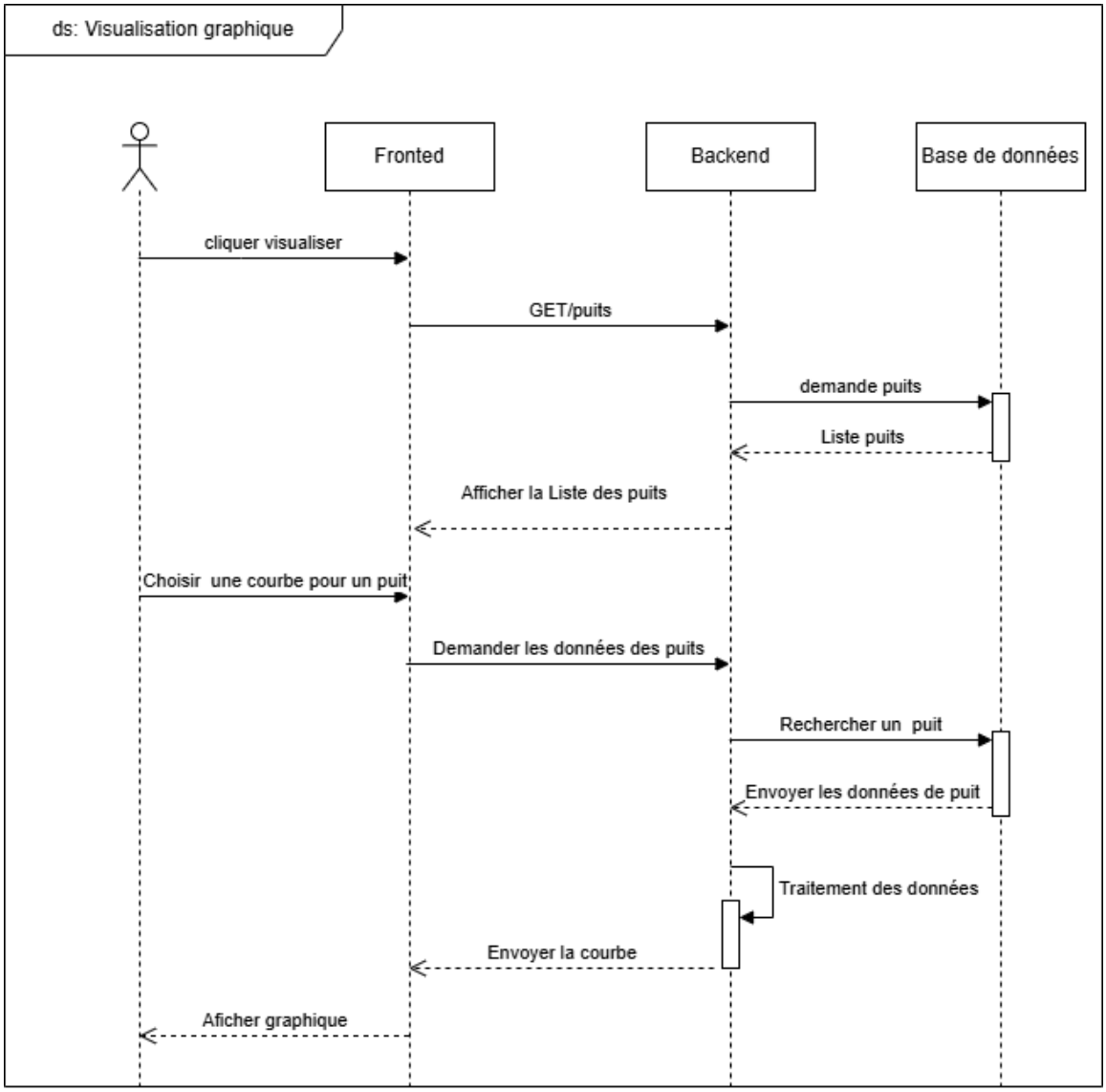


FIGURE 3.7 – Diagramme de séquence : visualisation graphique des données

Ce diagramme représente le scénario de visualisation des courbes pétrophysiques. L'utilisateur demande l'affichage des puits, sélectionne une courbe, puis le backend récupère les données correspondantes depuis la base de données afin de les envoyer au frontend pour affichage graphique.

3.4.5 Diagramme de séquence : carte géographique

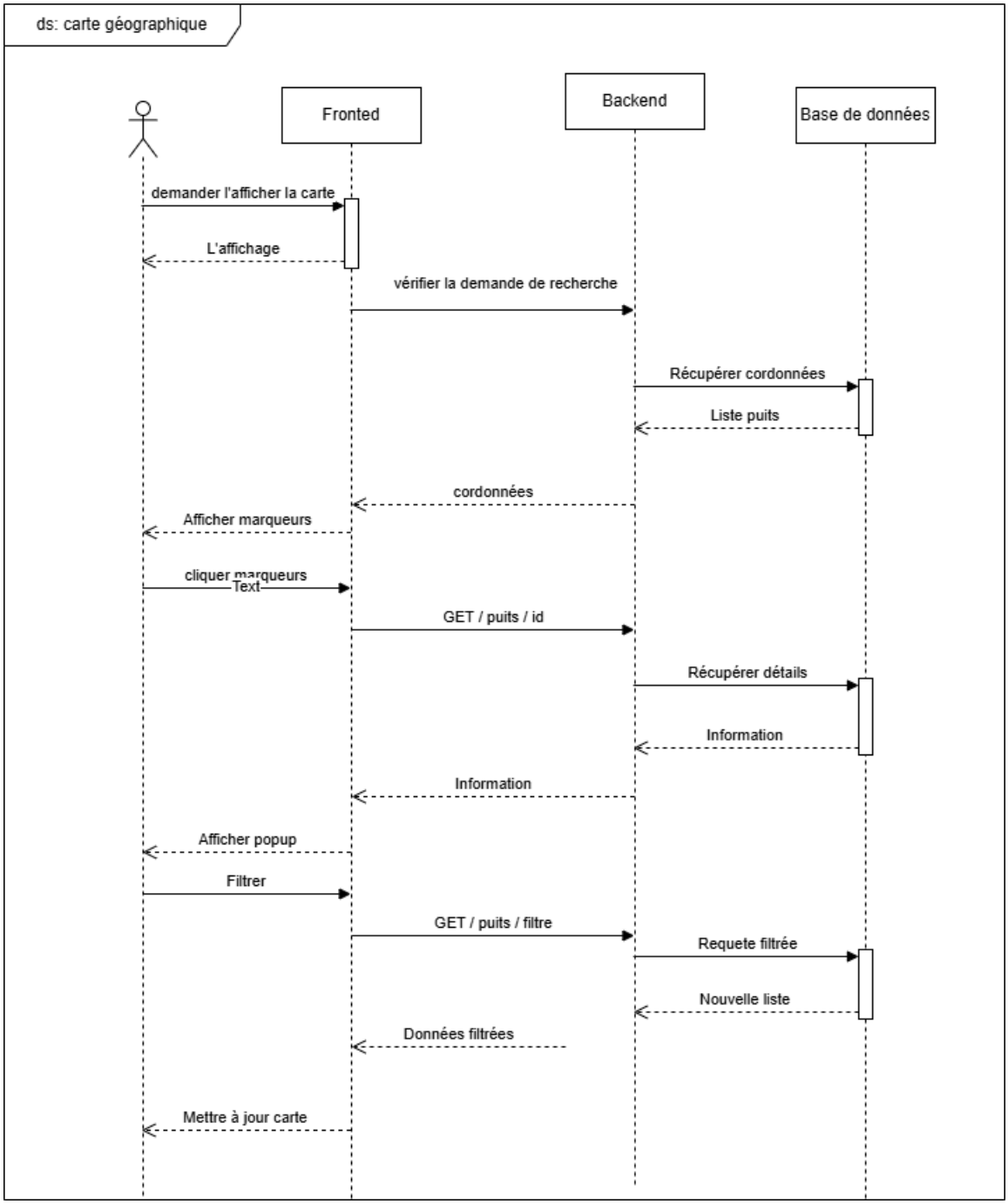


FIGURE 3.8 – Diagramme de séquence : affichage de la carte géographique

Ce diagramme présente le fonctionnement de la carte géographique. Le système récupère les coordonnées des puits depuis la base de données, les affiche sous forme de marqueurs et permet à l'utilisateur de consulter les détails d'un puits ou de filtrer les résultats.

3.4.6 Diagramme de séquence : authentification

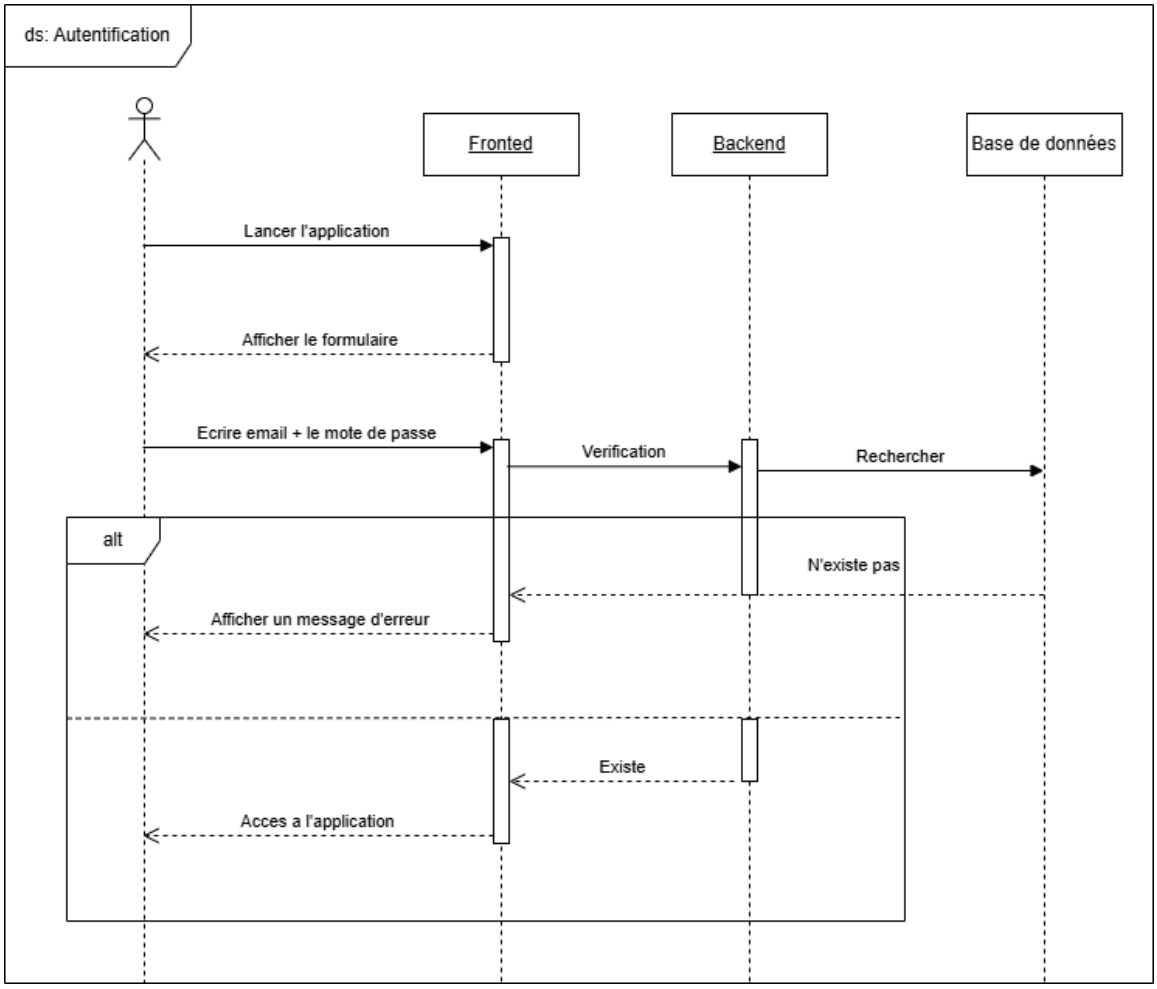


FIGURE 3.9 – Diagramme de séquence : authentification de l'utilisateur

Ce diagramme illustre le processus d'authentification. L'utilisateur saisit son email et son mot de passe. Le backend vérifie les informations dans la base de données. Si les identifiants existent, l'accès à l'application est autorisé. Sinon, un message d'erreur est affiché.

3.5 Conception de la base de données

3.5.1 Modèle Conceptuel de Données

Le modèle conceptuel de données représente les entités principales du système et leurs relations. Les entités identifiées sont : Utilisateur, Puits, FichierPetrophysique, Courbe, DonneeCourbe et ResultatAnalyse.

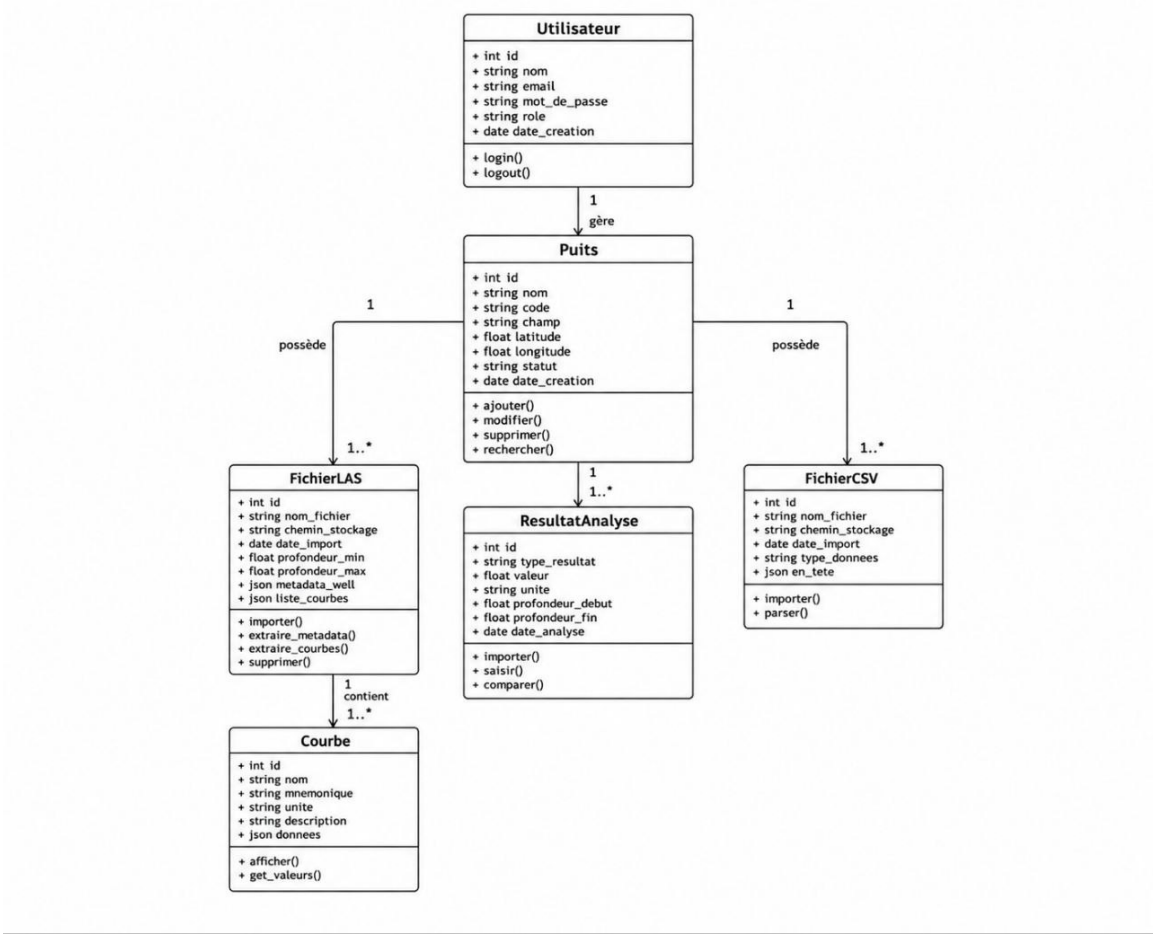


FIGURE 3.10 – Diagramme du Modèle Conceptuel de Données
Ce diagramme de classes présente les principales entités de l'application et les relations existantes entre elles. Il illustre l'organisation des données liées aux utilisateurs, aux puits, aux fichiers pétrophysiques (LAS/CSV), aux courbes et aux résultats d'analyse, afin d'assurer une gestion cohérente et structurée des informations du système.

3.5.2 Modèle Logique de Données

Le modèle logique traduit les entités du MCD en tables relationnelles :

utilisateurs (id, nom, email, mot_de_passe, role, date_creation)

Puits (id, nom, code, champ, latitude, longitude, statut, date_creation, id_utilisateur_fk)

fichiers_las(id, nom_fichier, chemin_stockage, date_import, profondeur_min, profondeur_max, metadata_well, liste_courbes, id_puits_fk)

fichiers_csv(id, nom_fichier, chemin_stockage, date_import, type_donnees, en_tete, id_puits_fk)

courbes(id, nom, mnemonique , unite, description, donnees, id_fichier_las_fk)

resultats_analyse(id, type_resultat, valeur, unite, profondeur_debut, profondeur_fin, date_analyse, id_puits_f)

FIGURE 3.11 – Diagramme du Modèle Logique de Données

3.5.3 Description des tables et relations

La table utilisateurs stocke les informations de connexion et les rôles. La table puits représente l'élément central du système. Chaque puits peut être associé à plusieurs fichiers pétrophysiques, chaque fichier peut contenir plusieurs courbes, et chaque courbe peut contenir plusieurs données mesurées selon la profondeur.

3.6 Conclusion

Ce chapitre a présenté l'architecture globale et détaillée de notre solution, les diagrammes UML modélisant son comportement et sa structure, ainsi que la conception complète de la base de données. Ces éléments constituent la feuille de route pour la phase de réalisation, présentée dans le chapitre suivant.

Chapitre 4

Réalisation du système

4.1 Introduction

Ce dernier chapitre décrit la phase de réalisation concrète du projet. Nous présentons d'abord les technologies et outils retenus pour le développement, puis nous exposons les résultats obtenus sous forme d'une description des interfaces et des fonctionnalités implémentées.

React :



FIGURE 4.1 – Logo de react

React est une bibliothèque JavaScript open-source développée et maintenue par Meta (Facebook). Elle est dédiée à la construction d'interfaces utilisateur interactives, notamment pour les applications web monopage (Single Page Applications, SPA)

Vite :



FIGURE 4.2 – Logo de Vite

Vite est un outil de développement frontend moderne, créé par Evan You (le créateur de Vue.js). Il joue le rôle de bundler et de serveur de développement, remplaçant des outils comme Create React App ou Webpack.

TailwindCSS :



FIGURE 4.3 – Logo de TailwindCSS

TailwindCSS est un framework CSS utilisé pour concevoir des interfaces web modernes et responsives. Il permet d'organiser facilement les éléments graphiques grâce à des classes prêtes à l'emploi, facilitant ainsi la création d'une interface claire et bien structurée

FastAPI :



FIGURE 4.4 – Logo de FastAPI

FastAPI est un framework web Python moderne, conçu pour la création d'APIs REST performantes. Il est basé sur les standards OpenAPI et JSON Schema, et utilise les annotations de type Python pour la validation automatique des données.

PostgreSQL :

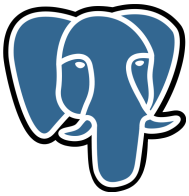


FIGURE 4.5 – Logo de PostgreSQL

PostgreSQL est un système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) open-source, reconnu pour sa robustesse, sa conformité aux standards SQL et ses fonctionnalités avancées.

Visual Studio Code :



FIGURE 4.6 – Logo de Visual Studio Code

Visual Studio Code est un environnement de développement open-source développé par Microsoft. Il est utilisé pour écrire, modifier et gérer le code source de l'application, tout en facilitant le développement grâce à ses extensions et son terminal intégré.

4.1.1 Bibliothèques de visualisation

Chart.js est une bibliothèque JavaScript légère permettant de créer facilement des graphiques interactifs (courbes, barres, histogrammes). **Plotly** offre des fonctionnalités de visualisation plus avancées, adaptées aux graphiques scientifiques et techniques, notamment les logs pétrophysiques en profondeur. **Leaflet** est une bibliothèque JavaScript dédiée à la cartographie interactive, permettant d'afficher des cartes **OpenStreetMap** et d'y intégrer des marqueurs, popups et couches personnalisées. Ces trois bibliothèques sont open-source et très bien supportées dans l'environnement React.

4.2 Résultats : Description des interfaces

4.2.1 Page d'authentification

La première interface que l'utilisateur rencontre est la page de connexion. Elle présente un formulaire centré, composé d'un champ pour l'adresse email et d'un champ pour le mot de passe. Un bouton de connexion soumet le formulaire. En cas d'identifiants incorrects, un message d'erreur s'affiche directement sous le formulaire. Une fois authentifié, l'utilisateur est redirigé vers le tableau de bord principal. L'interface adopte une charte graphique sobre avec les couleurs de Sonatrach pour renforcer l'identité visuelle de l'application.

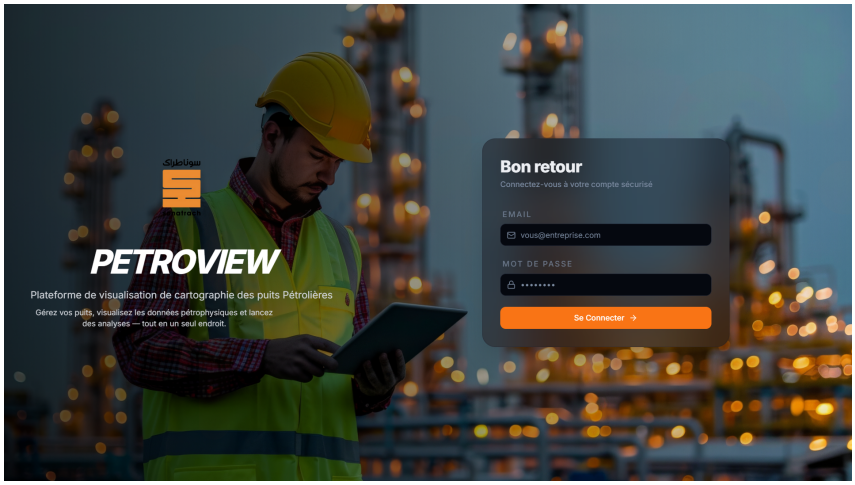


FIGURE 4.7 – Page d'authentification

4.2.2 Tableau de bord principal

Cette interface représente le tableau de bord principal de l'application. Elle affiche un aperçu général des informations du système, notamment le nombre de puits, des fichiers importés, des analyses et des utilisateurs. Des graphiques statistiques permettent de visualiser les activités et la répartition des données, tandis qu'un menu latéral facilite la navigation entre les différents modules de l'application. L'interface adopte une organisation claire afin de simplifier l'accès aux informations importantes.

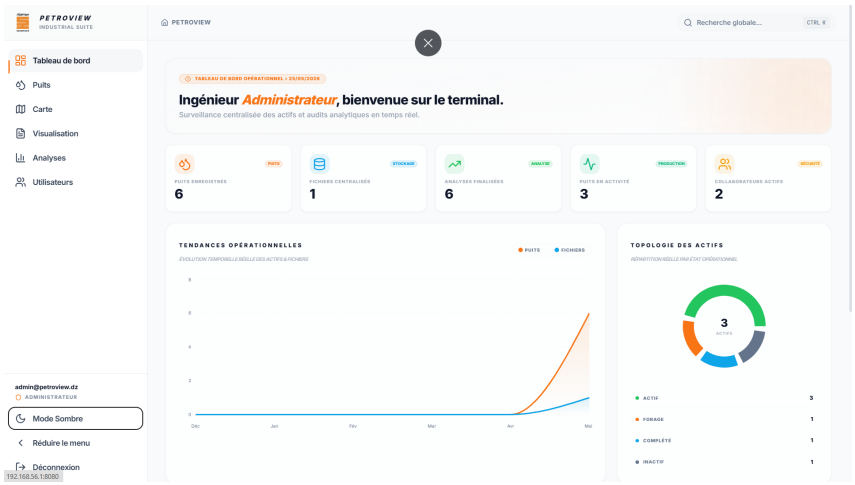


FIGURE 4.8 – Tableau de bord principal

4.2.3 Interface de gestion des puits

Cette interface permet la gestion des puits enregistrés dans l'application. Elle affiche une liste des puits avec des informations principales telles que le nom du puits, sa localisation, son statut et d'autres données associées. L'utilisateur peut effectuer différentes opérations comme la recherche, le filtrage, l'ajout, la modification ou la suppression d'un puits. Un formulaire dédié est également disponible pour ajouter un nouveau puits en renseignant les informations nécessaires de manière simple et organisée. De plus, une fonctionnalité de remplissage automatique (Auto-remplir LAS) permet de récupérer automatiquement certaines informations à partir d'un fichier LAS afin de faciliter et accélérer la saisie des données.

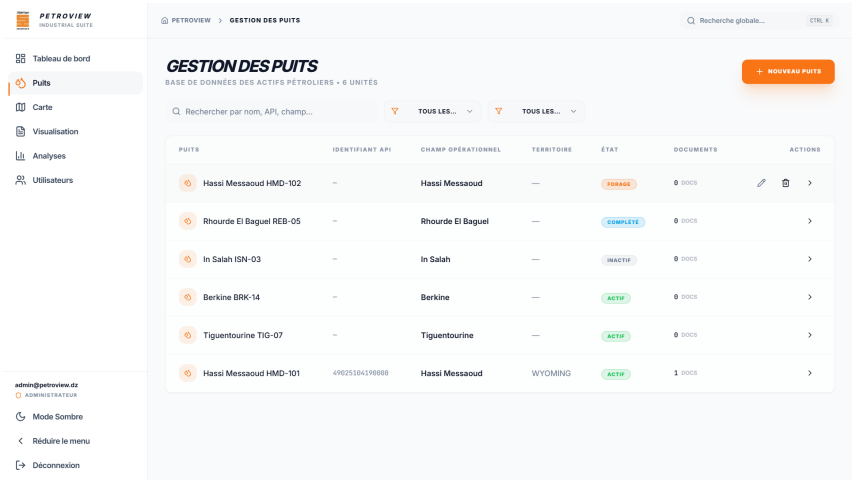


FIGURE 4.9 – Interface de gestion des puits

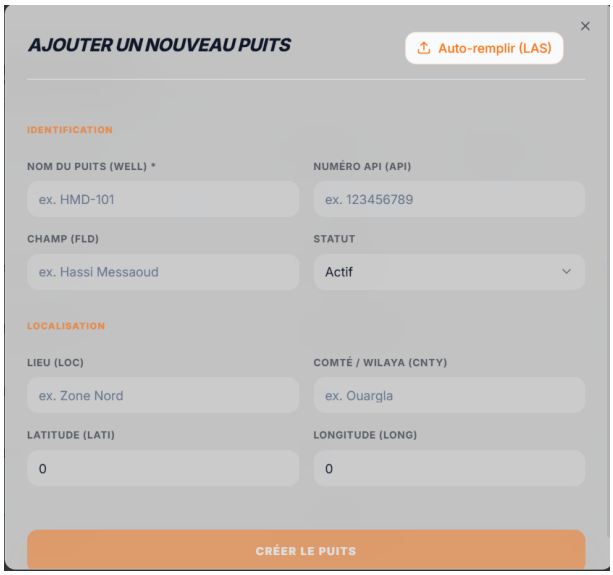


FIGURE 4.10 – ajouter un puit

4.2.4 Interface d'import et de gestion des fichiers

Cette interface permet de gérer les fichiers associés à un puits pétrolier. Elle affiche les fichiers importés, notamment les fichiers LAS, avec leurs informations principales telles que le nom du fichier, la date d'importation et les courbes disponibles. L'utilisateur peut téléverser un nouveau fichier, consulter ou télécharger les fichiers existants, ainsi qu'effectuer certaines actions liées à leur gestion afin de faciliter l'exploitation des données pétrophysiques.

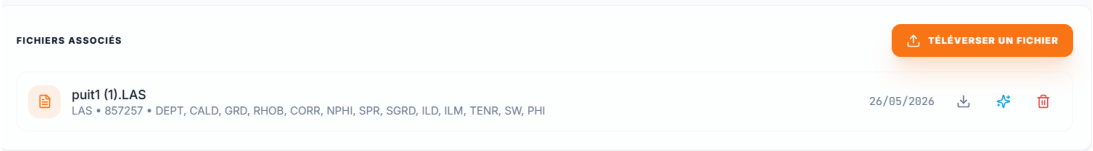


FIGURE 4.11 – Interface de gestion des fichiers

4.2.5 Interface de visualisation des courbes

Cette interface permet de visualiser les courbes pétrophysiques extraites des fichiers LAS sous forme de graphiques en profondeur, facilitant ainsi l'analyse des données des puits. L'utilisateur peut sélectionner les courbes à afficher, naviguer dans les données à l'aide , ainsi que consulter les valeurs et unités de mesure de manière interactive. Elle offre également la possibilité de définir un intervalle de profondeur, d'afficher les données brutes et de télécharger les résultats afin de faciliter l'exploitation des données pétrolières.

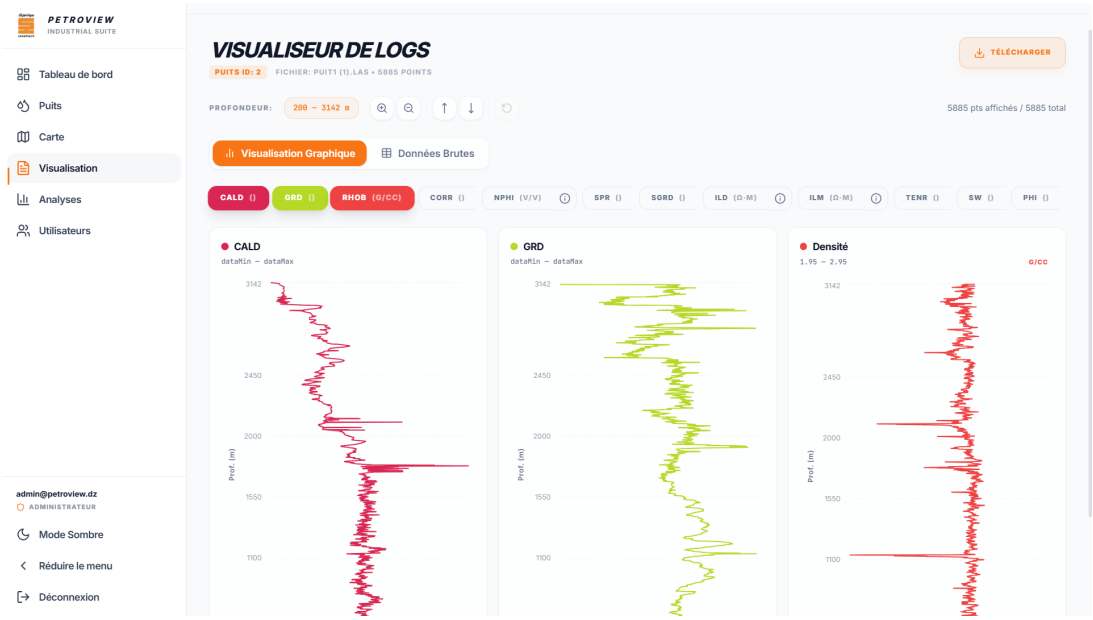


FIGURE 4.12 – Interface de visualisation des données pétrophysiques

4.2.6 Interface des résultats d'analyse

Cette interface permet de visualiser et comparer les résultats d'analyse pétrophysique de plusieurs puits à travers des graphiques interactifs et des indicateurs comparatifs. Elle affiche des informations importantes telles que la porosité, la saturation en eau, la perméabilité et le volume d'argile afin d'évaluer les caractéristiques des réservoirs pétroliers. Des graphiques comparatifs, notamment en radar et en histogramme, facilitent l'analyse des performances des puits et permettent une meilleure interprétation des données pour la prise de décision

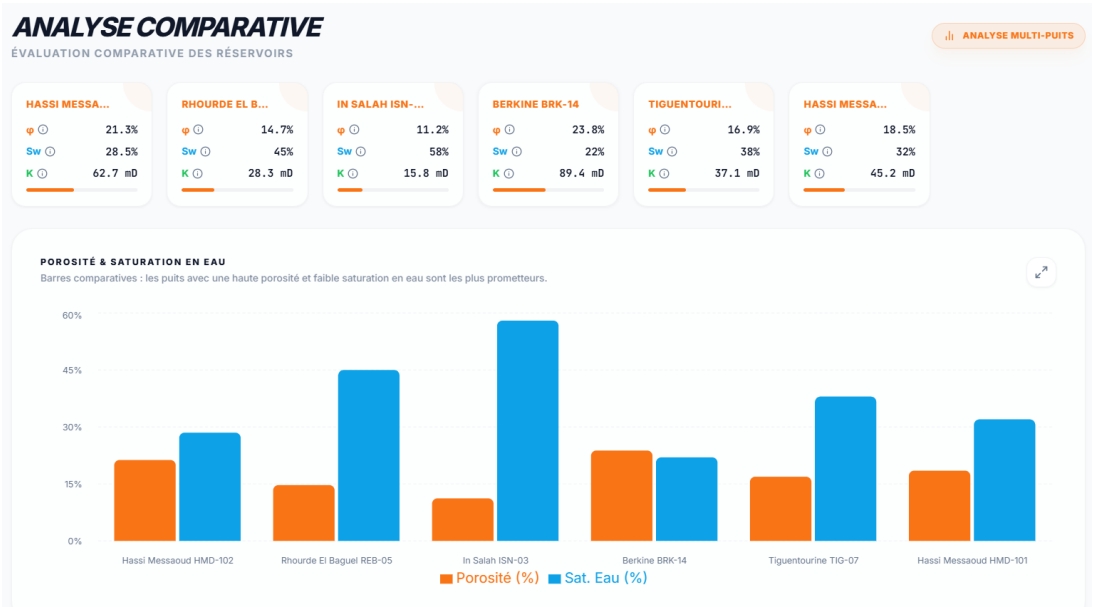


FIGURE 4.13 – Interface des résultats d'analyse



FIGURE 4.14 – Comparaison multi-puits (Radar)

4.2.7 Interface cartographique

Cette interface permet d'afficher les puits pétroliers sur une carte géographique interactive à partir de leurs coordonnées GPS. Les puits sont représentés par des marqueurs facilitant leur localisation et leur consultation. L'utilisateur peut naviguer sur la carte, zoomer, rechercher un puits et cliquer sur un marqueur afin d'afficher des informations liées au puits sélectionné. Cette interface facilite la visualisation de la répartition géographique des puits et l'accès rapide à leurs données.

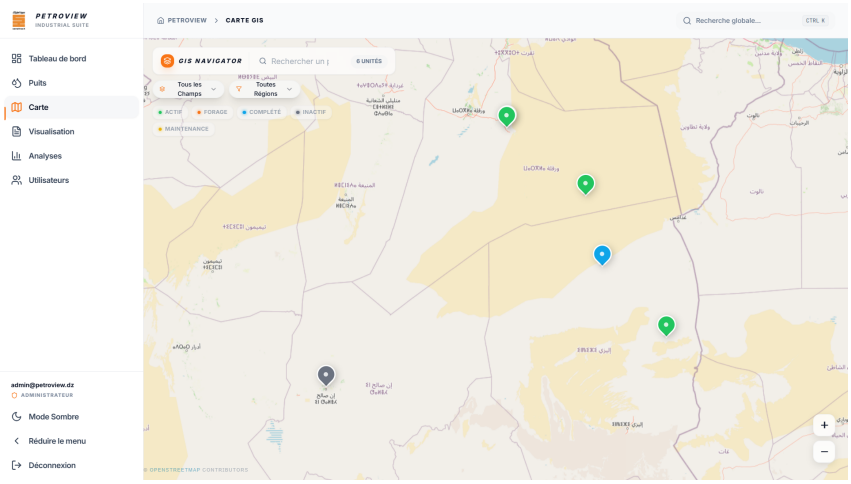


FIGURE 4.15 – Interface cartographique

4.2.8 Interface de gestion des utilisateurs (Administrateur)

Cette interface est réservée à l'administrateur pour la gestion des comptes utilisateurs de l'application. Elle permet d'afficher la liste des utilisateurs enregistrés avec des informations principales telles que le nom, l'email, le rôle et le statut du compte. L'adminis-

trateur peut également ajouter un nouvel utilisateur, modifier ses informations ou gérer les comptes afin de faciliter l'administration et le contrôle des accès au système.

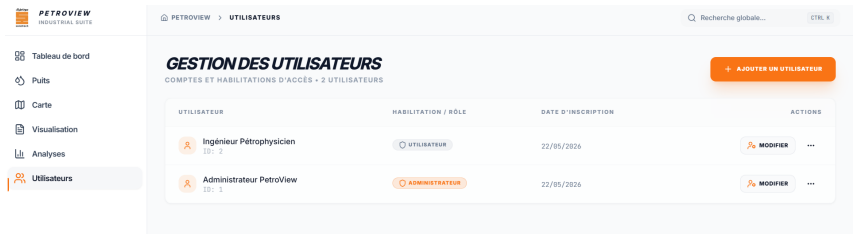


FIGURE 4.16 – Interface de gestion des utilisateurs (Administrateur)

4.3 Objectifs atteints

L'ensemble des objectifs définis dans le cahier des charges ont été atteints :

- Centralisation des données des puits pétroliers dans une base de données relationnelle structurée et sécurisée.
- Import, traitement et association des fichiers pétrophysiques aux formats LAS et CSV aux puits correspondants.
- Visualisation graphique interactive des courbes pétrophysiques avec sélection, zoom et informations contextuelles.
- Affichage cartographique des puits avec accès direct aux fiches détaillées et filtrage par zone ou champ.
- Intégration et visualisation des résultats d'analyse pétrophysique (saturation en eau, porosité).
- Système d'authentification et de gestion des rôles garantissant la sécurité des données sensibles.

4.4 Perspectives futures

Le projet peut être amélioré à l'avenir par l'ajout de nouvelles fonctionnalités telles que la comparaison de plusieurs puits, l'intégration d'analyses pétrophysiques automatisées, l'exportation des résultats sous forme de rapports PDF ou Excel, ainsi que l'amélioration du déploiement du système. À plus long terme, l'intégration de techniques d'intelligence artificielle pourrait permettre d'améliorer l'analyse et la prédiction des propriétés des réservoirs pétroliers.

4.5 Conclusion du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons présenté la réalisation de notre application web dédiée à la gestion des données pétrolières et à la visualisation des résultats des puits. Nous avons décrit les technologies utilisées ainsi que les principales interfaces développées. Cette étape nous a permis de mettre en pratique la solution proposée et de répondre aux besoins identifiés lors de l'analyse.

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études nous a permis de concevoir et de réaliser une application web complète pour la gestion des données pétrolières et la visualisation des résultats des puits. En partant d'un constat réel au sein de Sonatrach (dispersion des données, manque d'outils centralisés), nous avons suivi un processus méthodologique rigoureux : analyse des besoins, étude de l'existant, conception UML, réalisation technique et tests.

Les objectifs fixés initialement ont été atteints : l'application permet désormais de centraliser les informations des puits, d'importer et de visualiser les fichiers pétrophysiques (LAS/CSV), d'afficher les courbes de manière interactive, de localiser les puits sur une carte, et de gérer les utilisateurs avec un système d'authentification sécurisé. Les technologies choisies (React, Vite, FastAPI, PostgreSQL) se sont révélées parfaitement adaptées et ont permis de développer une solution performante, évolutive et maintenable.

Ce travail nous a également offert une excellente opportunité d'appliquer nos connaissances académiques à un cas d'usage industriel concret, tout en nous confrontant aux réalités du développement professionnel (respect des délais, gestion des erreurs, documentation, sécurité). Les perspectives d'amélioration sont nombreuses (comparaison multi-puits, export de rapports, déploiement Docker, intégration d'IA) et pourraient faire l'objet de travaux futurs. Nous espérons que cette application pourra être utilement exploitée par les ingénieurs de Sonatrach et constituer une base solide pour de nouveaux développements.

Bibliographie

Documentation officielle

[1] Meta Open Source, *React – Documentation officielle*, 2024. Disponible sur : https://react.dev/

[2] Evan You & Équipe Vite, *Vite – Documentation officielle*, 2024. Disponible sur : https://vitejs.dev/

[3] Sebastián Ramírez, *FastAPI – Documentation officielle*, 2024. Disponible sur : https://fastapi.tiangolo.com/

[4] The PostgreSQL Global Development Group, *PostgreSQL – Documentation officielle*, 2024. Disponible sur : https://www.postgresql.org/docs/

Tailwind Labs, *Tailwind CSS – Documentation officielle*, 2024. Disponible sur : https://tailwindcss.com/docs

Microsoft, *Visual Studio Code – Documentation officielle*, 2024. Disponible sur : https://code.visualstudio.com/docs

Visualisation et cartographie

[5] Chart.js Community, *Chart.js – Documentation officielle*, 2024. Disponible sur : https://www.chartjs.org/docs/

[6] Plotly Technologies Inc., *Plotly.js – Documentation officielle*, 2024. Disponible sur : https://plotly.com/javascript/

[7] Leaflet Contributors, *Leaflet – Documentation officielle*, 2024. Disponible sur : https://leafletjs.com/reference.html

Formats de données pétrolières

[8] Canadian Well Logging Society, *Log ASCII Standard (LAS) – Version 2.0 Specification*, 1992. Disponible sur : https://www.cwls.org/products/

[9] Kinvermark, *lasio – Bibliothèque Python de lecture des fichiers LAS*, 2024. Disponible sur : https://lasio.readthedocs.io/

[10] Wes McKinney, *Python for Data Analysis*, O'Reilly Media, 3e édition, 2022.

Modélisation UML

[11] Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson, *The Unified Modeling Language User Guide*, Addison-Wesley, 2e édition, 2005.

[12] Object Management Group (OMG), *UML Specification – Version 2.5.1*, 2017. Disponible sur : https://www.omg.org/spec/UML/

Sécurité et authentification

[13] M. Jones, J. Bradley, N. Sakimura, *JSON Web Token (JWT) – RFC 7519*, IETF, 2015. Disponible sur : https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7519

[14] OWASP Foundation, *OWASP Top Ten – Guide des vulnérabilités web les plus critiques*, 2021. Disponible sur : https://owasp.org/www-project-top-ten/