

CYCLE INGÉNIEUR DE L'ECOLE POLYTECHNIQUE D'AGADIR  
FILIERE GENIE INFORMATIQUE

## STAGE INGENIEUR D'ETUDES

# Intégration d'un Chatbot Intelligent pour Améliorer le Service Client en Ligne

Réalisé par :  
Toutay Hakim

Superviseur :  
M. Abdelhadi Agerzam

Tuteur :  
M. EL AISSAOUI Abdelaaziz

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont joué un rôle essentiel dans le succès de mon stage. Leur précieux soutien, leurs conseils avisés et leur expertise ont grandement enrichi mon expérience. Ma gratitude envers eux est profonde:

A M. Abdelhadi Agerzam

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers M. ABdelhadi Agerzam, pour avoir rendu mon stage estival possible. Son précieux mentorat, son soutien inestimable et ses conseils ont joué un rôle crucial dans cette expérience.

A mes parents

Pour les sacrifices qu'ils ont consentis et le soutien qu'ils m'ont prodigué tout au long de mes études, j'espère qu'ils trouveront dans ce humble travail une démonstration de mon amour et de mon affection envers eux.

A tout qui nous aime

Merci infiniment pour votre soutien, vos encouragements tout au long de ma vie, particulièrement dans mon parcours scolaire. Vous avez toujours attendu mon succès, même si les mots ne suffisent pas à exprimer ma reconnaissance. Je vous offre ce travail comme un cadeau. Je tiens à exprimer ma gratitude profonde envers chacune de ces personnes qui ont rendu mon stage inoubliable.

hakim toutay

# TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE .....	5
CONTEXTE DU STAGE .....	6
1. INTRODUCTION .....	7
2. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE .....	7
2- Activités.....	7
1- Organisation.....	7
2- Secteur d'activité .....	7
3.2-THEMATIQUE .....	7
4.2-CONCLUSION .....	7
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE .....	8
1. INTRODUCTION .....	9
2. OUTILS ET METHODES .....	9
3. CONCLUSION .....	9
DÉVELOPPEMENT & ANALYSE .....	10
1. INTRODUCTION .....	11
2. DESCRIPTION ET ANALYSE DE L'EXISTANT .....	11
2- Description de l'existant .....	11
1- Analyse et résultats .....	11
3.2-DEVELOPPEMENT .....	11
CONCLUSION GENERALE .....	12
BIBLIOGRAPHIE .....	13
ANNEXES .....	14

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Liste des figures

Figure 1 Organigramme de la société .....	Page 10
Figure 2: Image of JavaScript .....	Page 17
Figure 3: Image of Node.js .....	Page 17
Figure 4: Image of React .....	Page 18
Figure 5: Image of MongoDB .....	Page 18
Figure 6: Image of Express.js .....	Page 18
Figure 7: Image of OpenAI API .....	Page 19
Figure 8: Image of JSON Web Token (JWT) .....	Page 19
Figure 9: Image of Visual Studio Code .....	Page 19
Figure 10: Image of Git and GitHub .....	Page 20
Figure 11: Image of Postman .....	Page 20
Figure 12: UML Diagram .....	Page 20
Figure 14: Use Case Diagram .....	Page 27
Figure 15: Sequence Diagram .....	Page 28
Figure 16: Class Diagram .....	Page 29
Figure 17 : Interface de la page d'accueil .....	Page 32
Figure 18 : téléchargement du fichier PDF .....	Page 32
Figure 19 : Écran du serveur backend en cours d'exécution .....	Page 33
Figure 20 : API pour l'envoi de questions .....	Page 33
Figure 21 : Page "À propos" .....	Page 33
Figure 22 : Envoi de la requête POST via Postman .....	Page 34
Figure 23 : Réponse du message reçu via Postman .....	Page 34
Figure 24 : Page de chat affichée et fonctionnelle .....	Page 35

### Liste des tableaux

Figure 13: Analysis and Results Table .....	Page 25
---	---------

## INTRODUCTION GENERALE

Ce rapport porte sur un stage effectué au sein de BE-WISE une startup de solutions logicielles à Dakhla, Agadir, au Maroc, du 10 juillet 2024 au 10 septembre 2024. Le stage s'inscrit dans le secteur des technologies de l'information, avec un accent particulier sur le développement de solutions basées sur l'intelligence artificielle pour les chatbots destinés aux entreprises. Cette expérience m'a permis de découvrir des pratiques avancées en IA, tout en renforçant mes compétences en développement web et en gestion de données textuelles.

La startup BE-WISE où j'ai effectué mon stage est une petite entreprise de solutions logicielles située à Dakhla, Agadir, au Maroc. Fondée et dirigée par M. Abdelhadi Agerzam, l'entreprise se spécialise dans le développement de solutions technologiques personnalisées pour les entreprises, incluant des applications web, des systèmes de gestion d'entreprise, et des outils d'intelligence artificielle. La startup privilégie un environnement de travail collaboratif et flexible, favorisant l'innovation et l'apprentissage continu.

Le projet principal de cette entreprise est de proposer des solutions adaptées aux besoins spécifiques des entreprises clientes, en mettant l'accent sur des outils modernes et performants, comme l'intelligence artificielle et les services cloud. Les développeurs de l'équipe, chacun avec des compétences en programmation, gestion de bases de données, et intégration de services cloud, travaillent de manière très polyvalente et assurent aussi bien le développement, la maintenance des applications, que le support client.

Mon stage s'est déroulé dans un cadre où j'étais le seul responsable de la conception et du développement d'un projet de chatbot intelligent pour les sites web des entreprises. J'ai pu collaborer régulièrement avec les autres développeurs, qui m'ont offert des retours et des conseils précieux sur des aspects techniques spécifiques, notamment l'intégration de l'API d'intelligence artificielle et la gestion des fichiers d'entrée. La secrétaire, quant à elle, assurait le bon suivi administratif des dossiers et coordonnait les réunions de l'équipe, ce qui permettait une gestion fluide et ordonnée du travail.

Ce rapport se compose de plusieurs sections : le premier chapitre décrit le contexte du stage et présente l'entreprise. Le second chapitre couvre les outils et méthodes de recherche employés. Le troisième chapitre explore le développement technique, de la conception à l'implémentation des fonctionnalités du chatbot. Enfin, la conclusion résume les apprentissages, ainsi que les recommandations et perspectives d'amélioration pour la continuité du projet.

# CONTEXTE DU STAGE

### 1. INTRODUCTION

Le choix de cette entreprise pour effectuer mon stage a été mûrement réfléchi et motivé par plusieurs aspects clés. La startup dans laquelle j'ai eu l'opportunité de travailler est spécialisée dans le développement de solutions logicielles personnalisées, avec un accent particulier sur l'intelligence artificielle et les technologies émergentes. Située à Dakhla, Agadir, au Maroc, cette petite entreprise dynamique répond aux besoins des entreprises locales et régionales en offrant des solutions innovantes adaptées aux défis spécifiques de leurs secteurs. En intégrant cette entreprise, j'ai pu accéder à un environnement de travail stimulant, idéal pour développer mes compétences techniques dans un cadre de travail où l'apprentissage et la polyvalence sont valorisés. Le sujet de mon stage, axé sur le développement d'un chatbot intelligent pour les entreprises, répond à une problématique de plus en plus prégnante : la limitation des chatbots traditionnels, qui offrent des réponses statiques et manquent de flexibilité pour s'adapter aux besoins spécifiques de chaque client. L'objectif de mon projet est de dépasser ces limites en créant un chatbot basé sur l'intelligence artificielle, capable d'interagir de manière dynamique avec les utilisateurs en s'appuyant sur un document de logique métier fourni par l'entreprise cliente. Cette approche permet de répondre précisément aux questions des clients en fonction de leur contexte d'affaires, offrant ainsi une expérience utilisateur bien plus enrichie.

La réalisation de ce projet m'a offert l'opportunité de participer activement à la conception d'une solution novatrice, depuis la phase d'analyse des besoins jusqu'à l'implémentation technique. Travaillant seul sur ce projet, j'ai pu approfondir mes connaissances en gestion de projet et en technologies IA tout en relevant les défis liés au développement et à l'intégration d'un système de chatbot intelligent dans des environnements web. Cette expérience a été extrêmement formatrice, en partie grâce à l'encadrement de M. Abdelhadi Agerzam, qui m'a soutenu dans les étapes cruciales du développement.



Dans ce chapitre, nous débuterons par une présentation de l'entreprise, de ses activités, de sa structure organisationnelle et de son rôle dans le secteur des solutions logicielles. Nous passerons ensuite à une description approfondie du secteur d'activité, en mettant en lumière les défis et opportunités que présente l'intégration de l'intelligence artificielle dans la relation client. Enfin, nous présenterons la problématique à laquelle notre projet répond, ainsi que les objectifs et attentes définis pour ce stage.

## 2. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

### 2-1- Activités

La startup dans laquelle j'ai effectué mon stage est spécialisée dans le développement de solutions logicielles personnalisées pour les entreprises. Située à Dakhla, Agadir, cette entreprise vise à offrir des produits et services technologiques adaptés aux besoins spécifiques de ses clients.

L'activité principale de la startup consiste à concevoir, développer et maintenir des applications web et mobiles pour divers secteurs, y compris la gestion d'entreprise, le commerce en ligne, et les outils de support client. Parmi ses produits, l'entreprise se distingue par des applications qui facilitent la gestion des ressources humaines, le suivi des inventaires, et la gestion de la relation client (CRM).

L'entreprise offre également des services de conseil technologique pour aider ses clients à identifier les solutions informatiques les plus adaptées à leurs activités, avec un accompagnement tout au long du cycle de vie des projets, de l'analyse des besoins à la formation des utilisateurs finaux.

## 2-2- Organisation

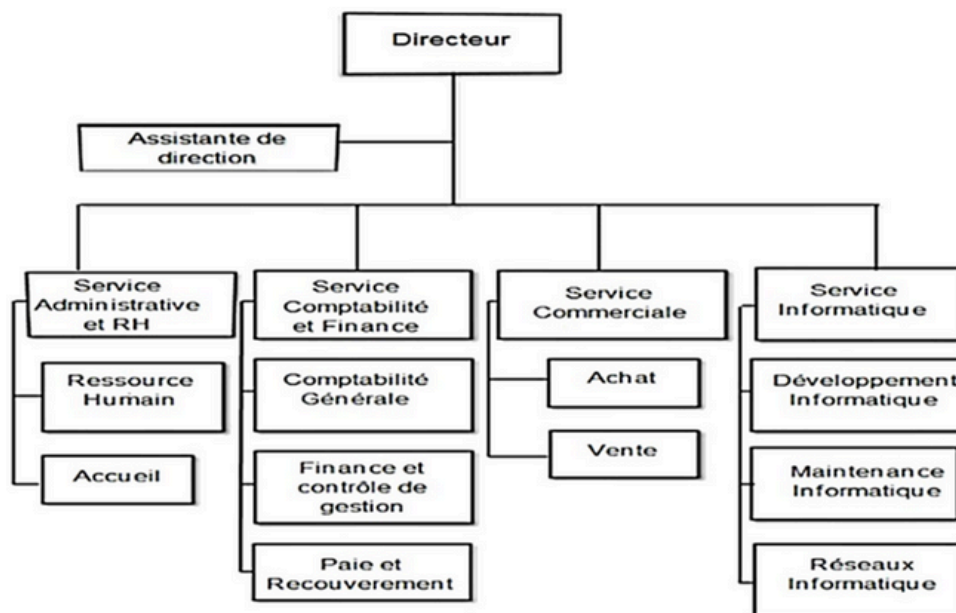


Figure 1 Organigramme de la société

- **Directeur :**
  - Le Directeur est le responsable principal de l'entreprise. Il prend les décisions stratégiques et supervise les activités de tous les départements pour atteindre les objectifs globaux de l'entreprise.
- **Assistante de direction :**
  - Elle soutient le directeur dans la gestion administrative quotidienne. Elle organise les agendas, gère la communication, prépare les réunions, et assure le lien entre la direction et les autres services.
- **Service Administratif et RH :**
  - **Ressources Humaines :** Ce département est en charge de la gestion des employés, incluant le recrutement, la formation, les évaluations de performance, ainsi que la gestion des conflits et des relations de travail.
  - **Accueil :** Le personnel d'accueil est responsable de recevoir les visiteurs et de fournir des informations aux clients et aux partenaires. Il joue un rôle clé dans l'image de l'entreprise auprès des visiteurs.

- Service Comptabilité et Finance :
  - Comptabilité Générale : Ce service enregistre toutes les opérations financières de l'entreprise. Il veille à ce que les comptes soient tenus conformément aux normes comptables.
  - Finance et Contrôle de Gestion : Ce département analyse les coûts et propose des stratégies pour améliorer la rentabilité. Il assure également le suivi des budgets.
  - Paie et Recouvrement : Cette fonction gère le traitement des salaires, s'assure que les employés sont payés à temps et supervise le recouvrement des paiements dus à l'entreprise.
- Service Commercial :
  - Achat : Le service achats s'occupe de l'approvisionnement en biens et services nécessaires pour le fonctionnement de l'entreprise. Il négocie avec les fournisseurs pour obtenir les meilleurs prix.
  - Vente : Ce département est chargé de la vente des produits ou services de l'entreprise. Il gère les relations avec les clients et cherche à accroître le chiffre d'affaires de l'entreprise.
- Service Informatique :
  - Développement Informatique : Ce service développe et maintient les applications et logiciels utilisés par l'entreprise. Il peut également être impliqué dans le développement de produits numériques pour les clients.
  - Maintenance Informatique : Assure le bon fonctionnement des équipements informatiques et résout les problèmes techniques. Son rôle est essentiel pour minimiser les interruptions de service.
  - Réseaux Informatique : Ce département gère les infrastructures réseau, s'assure de la sécurité des données et des connexions, et veille au bon fonctionnement des réseaux de communication de l'entreprise.

Chaque service de cet organigramme joue un rôle spécifique et essentiel, contribuant à l'efficacité globale de l'entreprise en se spécialisant dans des domaines clés tels que la gestion des ressources humaines, les finances, les ventes, et la technologie.

### 2-3- Secteur d'activité

L'entreprise [Nom de la Startup] évolue principalement dans le domaine des solutions informatiques, avec un accent particulier sur l'intelligence artificielle. Dans un environnement technologique en constante évolution, elle se spécialise dans le développement d'applications innovantes qui intègrent des technologies avancées pour améliorer l'efficacité opérationnelle des entreprises.

Les activités clés de l'entreprise comprennent :

- **Développement de logiciels** : Création de solutions sur mesure pour répondre aux besoins spécifiques des clients, incluant des applications mobiles et des systèmes de gestion.
- **Intelligence artificielle et apprentissage automatique** : Utilisation de l'IA pour développer des outils comme des chatbots, qui améliorent l'interaction client et optimisent le service à la clientèle.
- **Consultation en transformation numérique** : Aide aux entreprises dans l'adoption des technologies modernes pour transformer leurs processus et modèles commerciaux.
- **Cloud computing** : Mise en place de solutions basées sur le cloud qui permettent aux clients d'accéder à leurs données et applications de manière flexible et sécurisée.

Cette diversité d'activités permet à [Nom de la Startup] de se positionner comme un acteur clé dans l'industrie des technologies de l'information, en répondant aux défis contemporains des entreprises.

### 3. THEMATIQUE

Le thème était axé sur le développement d'un chatbot intelligent qui utilise la technologie API AI pour fournir des réponses dynamiques aux utilisateurs. Ce projet a été initié par l'entreprise pour offrir une solution sur mesure aux autres entreprises, leur permettant d'améliorer l'interaction avec leurs clients tout en optimisant leurs processus de support.

Objectifs du Projet :

- **Automatisation du Service Client** : Le chatbot vise à automatiser les réponses en se basant sur les documents commerciaux que chaque entreprise télécharge. Cela permet aux agents humains de se concentrer sur des questions plus complexes.
- **Réponses Dynamiques** : Contrairement à un chatbot statique, notre solution génère des réponses dynamiques et contextuelles, adaptées aux informations spécifiques fournies par chaque entreprise dans leurs documents.
- **Amélioration de l'Expérience Utilisateur** : En offrant des réponses instantanées et précises, le chatbot améliore l'expérience utilisateur, réduisant ainsi les temps d'attente et augmentant la satisfaction des clients.

### 4. CONCLUSION

En conclusion, le développement du chatbot intelligent basé sur API AI chez BE-WISE. représente une avancée significative dans l'amélioration des interactions entre les entreprises et leurs clients. Ce projet ne se limite pas à une simple solution de support ; il constitue une véritable innovation qui permet aux entreprises de personnaliser leur service client de manière dynamique et efficace. L'utilisation de documents commerciaux pour alimenter les réponses du chatbot offre une flexibilité inégalée, garantissant que chaque interaction est contextuellement pertinente et alignée avec les besoins spécifiques de l'utilisateur.

L'étude de cette thématique m'a permis de comprendre non seulement les défis techniques associés à la création d'un chatbot performant, mais aussi l'importance stratégique de telles solutions dans un marché de plus en plus compétitif. À travers cette expérience, j'ai pu acquérir des compétences pratiques en intelligence artificielle et en développement logiciel, tout en participant à un projet qui a un impact direct sur la satisfaction client.

Dans le chapitre suivant, je détaillerai les compétences techniques et personnelles que j'ai développées au cours de mon stage, ainsi que les leçons apprises qui pourront enrichir ma future carrière professionnelle. Cette réflexion personnelle permettra d'illustrer comment cette expérience a façonné ma compréhension du secteur des technologies de l'information et de son évolution.

# ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

### 1. INTRODUCTION

Mon stage a eu pour mission principale la conception et le développement d'un chatbot intelligent destiné aux sites web d'entreprises. Ce chatbot a pour objectif de transformer l'expérience utilisateur en offrant des réponses dynamiques basées sur un document de logique métier propre à chaque entreprise, contrastant ainsi avec les chatbots traditionnels qui se limitent à des réponses statiques prédéfinies. En intégrant des fonctionnalités basées sur l'intelligence artificielle, ce chatbot vise à enrichir l'interaction client et à fournir des réponses contextualisées, alignées sur les besoins spécifiques de chaque entreprise.

Pour accomplir cette mission, j'ai employé une série d'outils et de méthodes que je décris ci-dessous :

- **Langages de Programmation :** JavaScript a été utilisé pour les fonctionnalités côté client, tandis que Node.js a été utilisé côté serveur pour le traitement des requêtes et l'intégration de l'API d'intelligence artificielle.
- **Bibliothèques et Frameworks :** Pour structurer l'interface utilisateur, j'ai opté pour React, permettant de créer des composants réactifs et interactifs qui facilitent la communication entre le chatbot et l'utilisateur. Côté serveur, j'ai utilisé Express.js pour construire une API RESTful robuste, qui assure une communication fluide entre le front-end et le back-end. MongoDB a été choisi pour le stockage des données, offrant une gestion flexible des informations utilisateurs et des sessions de chat.
- **API d'Intelligence Artificielle :** Le chatbot s'appuie sur l'API GPT-4, permettant d'analyser et de comprendre les requêtes des utilisateurs pour générer des réponses adaptées. Cette API utilise des algorithmes d'apprentissage profond pour fournir des réponses pertinentes, s'appuyant sur les informations contenues dans le document de logique métier fourni par l'entreprise cliente.
- **Éditeur de Code :** Visual Studio Code (VSCode) a été mon environnement principal de développement, me permettant de bénéficier d'extensions comme ESLint et Prettier pour assurer la qualité et la cohérence du code, ainsi que des outils de débogage intégrés pour une résolution rapide des erreurs.
- **Tests et Débogage :** Afin de garantir la fiabilité du chatbot, j'ai réalisé des tests unitaires pour vérifier chaque fonction du code, des tests d'intégration pour assurer la compatibilité entre les différents composants, et j'ai utilisé Postman pour tester les endpoints de l'API et simuler les interactions utilisateur.

- **Modélisation et Conception** : Avant de commencer le développement, j'ai élaboré plusieurs diagrammes UML pour planifier l'architecture du système. Ces diagrammes incluaient notamment le diagramme de classes, le diagramme de séquence pour modéliser les interactions entre les composants, et un diagramme de déploiement pour visualiser l'infrastructure requise.
- **Gestion de Projet et Versioning** : Le projet a été organisé et suivi à l'aide de Trello, où j'ai structuré les tâches en différentes étapes, assurant une bonne gestion du temps et des priorités. Le contrôle de version a été réalisé avec Git, garantissant une traçabilité des modifications et permettant des sauvegardes régulières du travail.
- **Méthodologie de Développement** : J'ai suivi une méthodologie Agile, divisant le projet en sprints hebdomadaires. Cette approche m'a permis de réévaluer constamment l'avancement du projet et de faire des ajustements rapides si nécessaire.

L'utilisation de ces outils et méthodes a été cruciale pour le succès de ce projet, me permettant de développer un chatbot performant et adapté aux besoins des entreprises. Ce stage m'a permis de renforcer mes compétences en intelligence artificielle, en gestion de projet, ainsi qu'en développement d'applications modernes et interactives.



### 2. OUTILS ET METHODES

Pour mener à bien le projet de développement d'un chatbot intelligent, j'ai mobilisé divers outils et méthodes de travail adaptés aux objectifs techniques et fonctionnels du stage. Ce projet nécessitait un ensemble de solutions technologiques pour la conception, l'intégration de l'IA, le stockage des données et le test de l'application. Voici une présentation détaillée des outils utilisés et des méthodes appliquées au cours du stage.

#### 2.1 Outils Utilisés

##### Langages de Programmation :

- JavaScript : JavaScript a été utilisé pour le développement front-end du chatbot. Ce langage a permis de créer une interface utilisateur dynamique, interactive et responsive.
- Node.js : Node.js a été choisi pour la partie back-end du projet. Grâce à sa capacité à gérer les requêtes de manière asynchrone, Node.js assure une communication rapide entre le serveur et l'API d'intelligence artificielle.

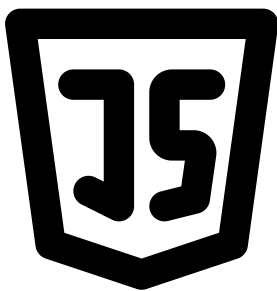


Figure 2: Image of JavaScript



Figure 3: Image of Node.js

##### Frameworks et Bibliothèques :

- Express.js : Pour construire l'API côté serveur, Express.js a été utilisé comme framework Node.js. Il a permis de gérer les routes, d'authentifier les utilisateurs et de créer des endpoints sécurisés pour la transmission de données entre le front-end et le back-end.

- React : J'ai utilisé React pour la création de l'interface utilisateur du chatbot. Ce framework, connu pour ses composants réactifs, m'a permis de structurer l'application en plusieurs modules indépendants, rendant ainsi le code plus maintenable et modulaire. L'interface utilisateur inclut des éléments tels qu'une zone de chat pour les utilisateurs, des notifications en temps réel, et une logique de gestion des erreurs de connexion.
- MongoDB : MongoDB, une base de données NoSQL, a servi à stocker les données utilisateur et l'historique des conversations. Sa structure flexible et sa compatibilité avec les objets JSON facilitent le stockage des interactions utilisateurs et permettent de personnaliser l'expérience de chaque session.



Figure 4: Image of React



Figure 5: Image of MongoDB



Figure 6: Image of Express.js

### API d'Intelligence Artificielle :

- API GPT-4 d'OpenAI : Cette API a été intégrée pour simuler l'intelligence conversationnelle du chatbot. Elle permet de traiter les questions des utilisateurs en analysant le document de logique métier propre à chaque entreprise. Pour chaque requête utilisateur, l'API génère une réponse contextualisée en s'appuyant sur le contenu du document métier, assurant ainsi une meilleure précision et pertinence des réponses.
- API de Sécurité JWT : Afin d'assurer la sécurité des échanges entre le front-end et le back-end, un système de jetons JWT (JSON Web Tokens) a été mis en place. Ce système permet d'authentifier les utilisateurs de manière sécurisée, en limitant l'accès aux fonctionnalités du chatbot en fonction des rôles et autorisations.



Figure 7: Image of OpenAI API



Figure 8: Image of JSON Web Token (JWT)

### Environnement de Développement :

- Visual Studio Code (VSCode) : Mon éditeur de choix, VSCode, a été configuré avec des extensions spécifiques pour ce projet, telles qu'ESLint pour la validation de syntaxe JavaScript et Prettier pour garantir une cohérence stylistique dans le code. Son terminal intégré et ses capacités de débogage m'ont permis de tester et corriger le code plus efficacement.

Figure 9: Image of Visual Studio Code



- Git et GitHub : J'ai utilisé Git pour le contrôle de version du projet, documentant chaque étape significative avec des messages de commit clairs et descriptifs. GitHub a facilité la sauvegarde en ligne et le partage du code avec mon superviseur, permettant des retours en temps réel sur les modifications.



Figure 10: Image of Git and GitHub

### Outils de Test et de Débogage :

- Postman : Cet outil a été utilisé pour tester les endpoints de l'API et vérifier que le chatbot répond correctement aux requêtes. Postman m'a permis de simuler les différentes interactions utilisateur et de m'assurer que chaque requête était correctement traitée par le serveur.



Figure 11: Image of Postman

- Tests d'Intégration : J'ai également réalisé des tests d'intégration pour m'assurer de la bonne communication entre les différentes parties du chatbot (interface utilisateur, serveur, base de données, et API d'IA).

### Modélisation et Conception :

- Diagrammes UML : Avant d'entamer le développement, j'ai élaboré des diagrammes UML, incluant le diagramme de classes, pour structurer les composants de l'application, et un diagramme de séquence pour définir les interactions entre l'utilisateur, l'interface de chat, et le serveur. J'ai également utilisé un diagramme de déploiement pour visualiser la structure du système en production.

Figure 12: UML Diagram



### 3. CONCLUSION

Ce chapitre a permis de situer le projet de développement d'un chatbot intelligent dans le cadre des avancées récentes de la littérature en intelligence artificielle. Les outils et méthodes présentés dans cette étude mettent en avant l'importance croissante des chatbots intelligents dans le secteur du service client, ainsi que l'intérêt de personnaliser les réponses en fonction de la logique métier de chaque entreprise. Contrairement aux solutions traditionnelles basées sur des réponses statiques, le recours aux modèles de langage naturel comme GPT-4 permet de générer des réponses contextuelles et de mieux répondre aux attentes des utilisateurs en matière d'interaction.

L'analyse de la littérature a également permis de souligner les bénéfices des chatbots basés sur l'IA pour accroître l'efficacité opérationnelle et améliorer l'expérience utilisateur. Alors que les travaux antérieurs se concentraient surtout sur des réponses automatiques standards, les recherches actuelles montrent une évolution vers des systèmes plus flexibles et interactifs, capables de s'adapter aux spécificités de chaque domaine d'activité. Cette avancée permet de mieux aligner les chatbots sur les besoins réels des entreprises, en renforçant la personnalisation et en intégrant des données métier pertinentes.

En positionnant le chatbot développé durant ce stage au sein de ces avancées, on constate que le projet répond à une tendance actuelle visant à personnaliser davantage les interactions via l'IA. Il se place donc dans la continuité des travaux récents en offrant une solution innovante qui utilise la logique métier comme base de connaissance, tout en exploitant les progrès en intelligence artificielle pour garantir une meilleure expérience utilisateur et une plus grande pertinence des réponses fournies.

# DÉVELOPPEMENT & ANALYSE

### 1. INTRODUCTION

Le thème principal de ce stage était le développement d'un chatbot intelligent capable de fournir des réponses basées sur un document de logique métier spécifique à chaque entreprise. Contrairement aux chatbots traditionnels, souvent limités par des réponses statiques, cette solution utilise l'intelligence artificielle pour comprendre et répondre aux questions des utilisateurs de manière contextualisée et dynamique, en s'appuyant sur les informations propres à chaque client.

Ce chapitre est structuré de manière à présenter en détail le processus de conception et de développement de ce chatbot. Il comprend plusieurs sections pour explorer les étapes de réalisation du projet :

- **Analyse des besoins et conception** : Cette première partie décrit les exigences fonctionnelles et techniques identifiées pour le chatbot, ainsi que les règles de gestion et les différents diagrammes UML élaborés pour modéliser l'architecture et les interactions du système.
- **Choix des technologies et outils de développement** : Cette section présente les technologies et outils sélectionnés pour développer l'application, incluant React pour l'interface utilisateur, Node.js pour le serveur, MongoDB pour le stockage des données, ainsi que l'API d'intelligence artificielle pour le traitement des requêtes.
- **Implémentation du système** : Cette partie détaille les étapes de développement de l'application, depuis la création des composants de l'interface utilisateur jusqu'à l'intégration du serveur et de l'API d'intelligence artificielle. Elle inclut également la description des principaux modules et fonctions du code.
- **Tests et validation** : Cette dernière section expose les différentes phases de tests, comprenant les tests unitaires, les tests d'intégration, et les validations effectuées pour garantir la fiabilité et la robustesse du chatbot avant son intégration finale.

En suivant cette structure, ce chapitre permet de retracer les étapes de développement et d'analyse du projet, illustrant la méthode de travail appliquée et les choix techniques justifiés pour répondre aux besoins spécifiques de chaque entreprise cliente

### 2. DESCRIPTION ET ANALYSE DE L'EXISTANT

#### 2-1- Description de l'existant

Avant le développement de ce projet, les chatbots utilisés par de nombreuses entreprises reposaient principalement sur des systèmes de réponses statiques et prédéfinies. Ces chatbots traditionnels présentent plusieurs limites, car ils se basent souvent sur une arborescence de questions-réponses fixes, conçue pour anticiper les besoins des utilisateurs en fonction de scénarios simples. Par conséquent, ils manquent de flexibilité et échouent à fournir des réponses pertinentes pour des questions complexes ou contextuelles, ce qui peut diminuer l'efficacité du service client et l'expérience utilisateur.

Dans le cas des entreprises ayant des informations spécifiques ou techniques à transmettre, comme des politiques de service, des fiches produits complexes, ou des réglementations, un chatbot statique ne peut pas répondre efficacement aux questions des utilisateurs. Cela oblige souvent les clients à contacter le support humain pour des informations que le chatbot aurait pu fournir. Cette situation conduit à une surcharge de travail pour le support client, une frustration accrue pour les utilisateurs et une expérience moins fluide.

Dans ce contexte, l'absence d'une solution flexible et intelligente se fait ressentir, surtout pour les entreprises dont les informations nécessitent un traitement en temps réel et une compréhension du contexte. De plus, la dépendance aux bases de données statiques rend difficile l'adaptation du chatbot aux changements fréquents dans les documents métiers, comme les mises à jour de politiques ou de conditions générales.

Face à cette situation, le besoin d'un chatbot capable d'utiliser l'intelligence artificielle pour générer des réponses adaptées et contextualisées devient essentiel. L'approche de ce projet répond à ces lacunes en intégrant un modèle de traitement du langage naturel (NLP) pour exploiter un document de logique métier et générer des réponses adaptées aux questions spécifiques des utilisateurs, offrant ainsi un support automatisé plus performant et mieux adapté aux besoins des entreprises et de leurs clients.



### 2-2- Analyse et résultats

Aspect Critique	Description	Limites Observées	Améliorations Proposées
Réponses Statiques	Les chatbots traditionnels utilisent des réponses fixes définies dans une base de données.	Ne peuvent pas s'adapter aux questions complexes ou spécifiques, ni fournir des réponses personnalisées.	Intégrer un modèle d'IA capable de générer des réponses contextualisées basées sur des documents métiers.
Absence de Contexte	Les chatbots ne comprennent pas le contexte des questions de l'utilisateur ni leur historique de conversation.	Réponses souvent inadaptées, ce qui oblige l'utilisateur à reformuler plusieurs fois la même demande.	Utiliser une API NLP permettant de conserver l'historique des interactions pour une meilleure contextualisation.
Mise à Jour Complexe	Les informations doivent être mises à jour manuellement dans les bases de données des chatbots.	Les mises à jour fréquentes des documents métiers sont difficilement intégrables sans interrompre le service.	Automatiser l'intégration des documents mis à jour pour éviter la maintenance manuelle.
Expérience Utilisateur Limitée	Les interfaces utilisateur des chatbots classiques manquent d'interactivité et de fluidité dans les échanges.	Interaction souvent peu engageante, entraînant une insatisfaction des utilisateurs qui finissent par contacter le support humain.	Créer une interface réactive avec React pour faciliter la navigation et offrir une expérience plus fluide.
Surcharge du Support Client	En raison de la rigidité des réponses, les utilisateurs se tournent rapidement vers le support humain pour obtenir des informations précises.	Charge de travail accrue pour le service client, ce qui augmente les coûts opérationnels.	Réduire la charge du support en offrant un chatbot capable de répondre de manière autonome aux demandes courantes.

Figure 13: Analysis and Results Table

### Résultats de l'Analyse

Cette analyse critique montre que les chatbots traditionnels ne répondent plus aux exigences modernes des utilisateurs en matière de personnalisation et d'efficacité. Les principaux résultats mettent en évidence les limitations suivantes :

- **Réponses non adaptatives** : La nature statique des réponses limite la capacité des chatbots actuels à gérer des questions personnalisées et spécifiques.
- **Coût opérationnel élevé** : La surcharge du support client due aux réponses incomplètes du chatbot augmente les coûts de personnel.

- Difficultés de mise à jour : Les entreprises doivent passer par des processus manuels pour actualiser les réponses du chatbot en fonction de leurs documents métier, un processus inefficace et chronophage.

Ces résultats soulignent la nécessité d'une solution plus flexible, capable d'intégrer l'intelligence artificielle et de fournir des réponses en temps réel, alignées avec les documents métiers. Ce projet de chatbot intelligent vise précisément à répondre à ces besoins, en intégrant une API d'IA pour optimiser l'expérience utilisateur, réduire les coûts et adapter rapidement les contenus aux mises à jour régulières des entreprises.

### 3. DEVELOPPEMENT

#### **Diagramme de Cas d'Utilisation**

Acteurs :

- Utilisateur : La personne qui interagit avec le chatbot pour poser des questions et obtenir des réponses.
- Administrateur : Responsable de la gestion des documents métiers et des mises à jour du contenu.
- API d'Intelligence Artificielle (IA) : Système externe qui traite les questions et génère des réponses basées sur le contenu des documents métiers.

Cas d'Utilisation :

- Se connecter : L'utilisateur accède au site web et se connecte au chatbot.
- Poser une question : L'utilisateur pose une question au chatbot en utilisant l'interface de chat.
- Recevoir une réponse : Le chatbot récupère la question de l'utilisateur, la transmet à l'API d'IA, et renvoie une réponse contextualisée.

- Consulter l'historique des conversations : L'utilisateur peut revoir les interactions précédentes avec le chatbot.
- Mettre à jour le document métier (Admin) : L'administrateur peut ajouter ou mettre à jour le document métier, afin que le chatbot fournisse des réponses basées sur les informations les plus récentes.
- Gérer les utilisateurs (Admin) : L'administrateur gère l'accès utilisateur, les permissions, et la sécurité des données.
- Analyser les interactions : L'administrateur peut consulter des rapports d'utilisation et des statistiques d'interaction pour optimiser le service.

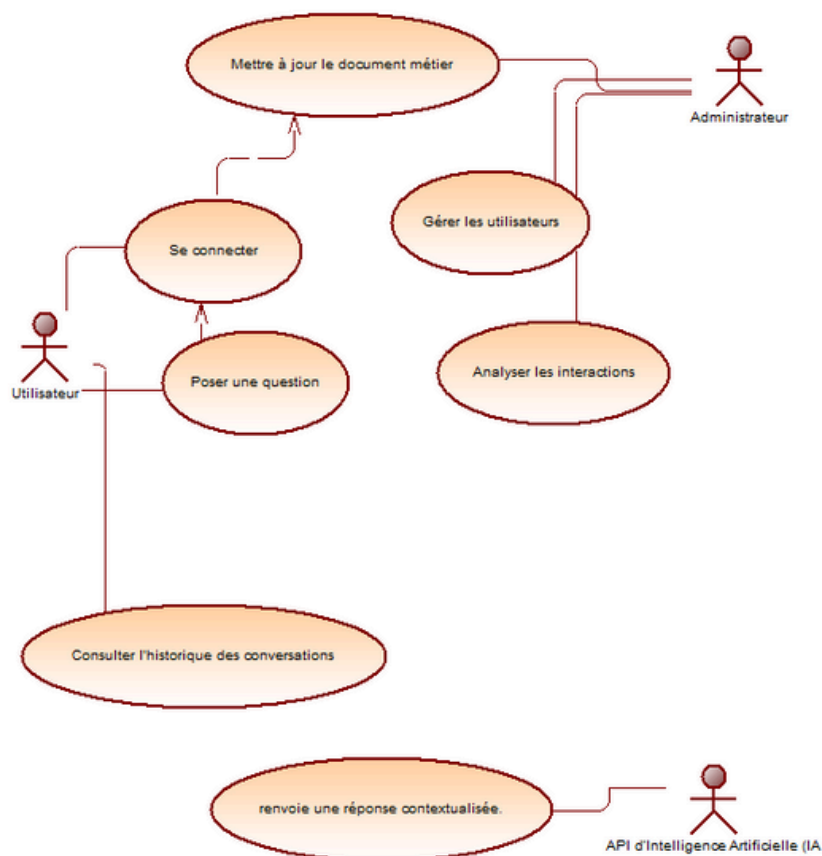


Figure 14: Use Case Diagram

### Diagramme de Séquence : Interaction Utilisateur avec le Chatbot IA

Scénario :

Un utilisateur pose une question au chatbot. Le chatbot envoie la question au serveur, qui la transmet à l'API d'IA. L'IA génère une réponse basée sur le document métier et la renvoie au serveur, qui la transmet ensuite à l'utilisateur.

#### Explication du Diagramme

- Étape 1 : L'utilisateur tape une question dans l'interface du chatbot.
- Étape 2 : L'interface du chatbot (client) envoie la question au serveur via une requête HTTP.
- Étape 3 : Le serveur vérifie le document de logique métier et l'historique de conversation pour contextualiser la question.
- Étape 4 : Le serveur transmet la question à l'API d'intelligence artificielle (GPT-4).
- Étape 5 : L'API d'IA analyse la question en fonction du document métier fourni et génère une réponse.
- Étape 6 : La réponse générée est renvoyée au serveur.
- Étape 7 : Le serveur envoie la réponse à l'interface du chatbot.
- Étape 8 : La réponse est affichée à l'utilisateur dans l'interface de chat.

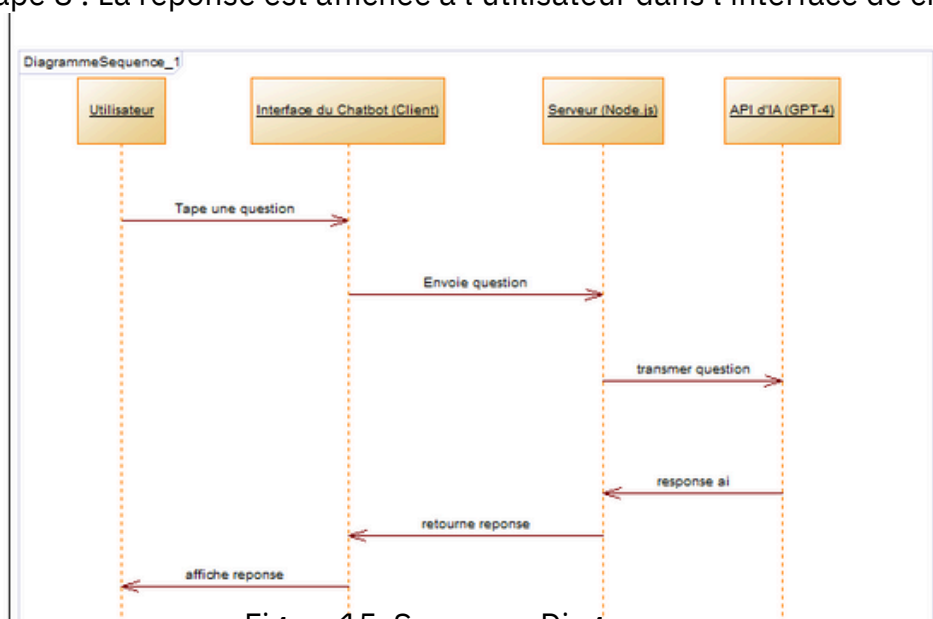


Figure 15: Sequence Diagram .

## Diagramme de Classes

Le diagramme de classes décrit la structure interne du projet de chatbot intelligent en illustrant les principales classes utilisées, leurs attributs et méthodes, ainsi que les relations qui les lient. Ce modèle met en évidence l'architecture orientée objet du système et permet de comprendre les responsabilités et interactions entre les différents composants.

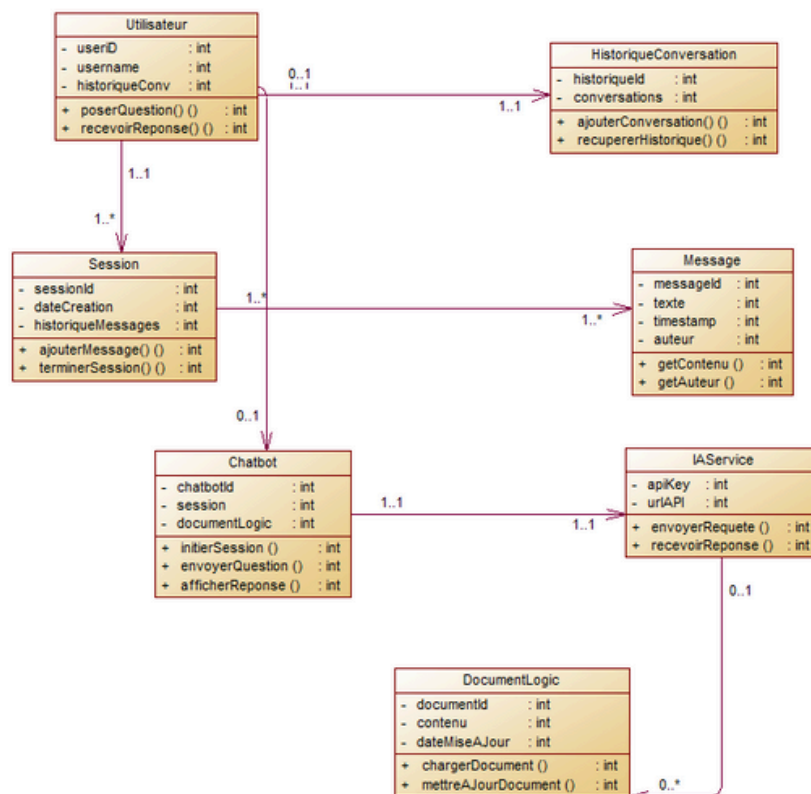


Figure 16: Class Diagram

### Classes Principales

#### Utilisateur

**Rôle :** La classe Utilisateur représente chaque personne interagissant avec le chatbot. Elle stocke les informations essentielles, comme l'identifiant utilisateur (userId), le nom (userName), et l'historique des conversations pour une personnalisation des interactions.

#### Attributs et Méthodes:

Attributs : userId, userName, historiqueConversation

Méthodes : poserQuestion(), permettant à l'utilisateur de poser une question, et recevoirReponse(), pour afficher la réponse reçue.

### Chatbot

Rôle : Chatbot est la classe principale du système. Elle gère les sessions de conversation, interagit avec le document de logique métier pour obtenir les informations nécessaires, et communique avec l'API d'intelligence artificielle.

Attributs et Méthodes:

Attributs : chatbotId, session, documentLogic

Méthodes : initierSession(), pour démarrer une session de conversation, envoyerQuestion(), pour transmettre les questions à l'IA, et afficherReponse(), pour afficher les réponses reçues.

### Session

Rôle : La classe Session représente une interaction continue entre un utilisateur et le chatbot. Elle conserve un historique des messages échangés dans une session unique, permettant de maintenir le contexte de conversation.

Attributs et Méthodes:

Attributs : sessionId, dateCreation, historiqueMessages

Méthodes : ajouterMessage(), pour ajouter un message à l'historique de la session, et terminerSession(), pour clôturer une session.

### Message

Rôle : La classe Message représente chaque échange entre le chatbot et l'utilisateur. Elle stocke les informations essentielles sur le contenu et l'auteur du message, ainsi que l'heure de création.

Attributs et Méthodes:

Attributs : messageId, texte, timestamp, auteur

Méthodes : getContenu(), pour récupérer le texte du message, et getAuteur(), pour identifier l'auteur.

### DocumentLogic

Rôle : DocumentLogic contient les informations spécifiques de chaque entreprise, qui servent de base de connaissance pour le chatbot. Ce document permet de contextualiser les réponses fournies par l'IA.

Attributs et Méthodes:

Attributs : documentId, contenu, dateMiseAJour

Méthodes : chargerDocument(), pour importer le document métier, et mettreAJourDocument(), pour appliquer les mises à jour nécessaires.

### **IAService**

Rôle : IAService assure la communication avec l'API d'intelligence artificielle. Cette classe gère l'envoi des questions et le retour des réponses fournies par l'IA.

Attributs et Méthodes:

Attributs : apiKey, urlAPI

Méthodes : envoyerRequete(), pour transmettre une question à l'IA, et recevoirReponse(), pour traiter la réponse reçue.

### **HistoriqueConversation**

Rôle : La classe HistoriqueConversation gère les conversations passées d'un utilisateur, ce qui permet au chatbot de conserver le contexte de discussion.

Attributs et Méthodes:

Attributs : historiqueId, conversations

Méthodes : ajouterConversation(), pour ajouter une nouvelle conversation, et recupererHistorique(), pour récupérer l'historique.

### **Relations entre les Classes**

Utilisateur et HistoriqueConversation : Chaque Utilisateur possède un HistoriqueConversation, qui stocke ses échanges précédents avec le chatbot. Cette relation permet au chatbot de se baser sur les interactions passées pour mieux répondre aux questions de l'utilisateur.

Utilisateur et Session : Un Utilisateur peut avoir plusieurs Sessions de chat, chaque session représentant une conversation spécifique. La session stocke les messages échangés pour conserver le contexte de chaque interaction.

Session et Message : Une Session contient plusieurs Messages, chaque message représentant une interaction unique entre l'utilisateur et le chatbot. Les messages n'existent que dans le cadre d'une session spécifique (composition).

Chatbot et IAService : Le Chatbot utilise IAService pour envoyer les questions de l'utilisateur à l'API d'intelligence artificielle et pour récupérer les réponses générées en fonction du document métier.

Chatbot et DocumentLogic : Le Chatbot accède au DocumentLogic pour contextualiser les réponses de l'IA. Le document métier sert de base de connaissance pour le chatbot, assurant la pertinence des informations fournies.

IAService et DocumentLogic : IAService dépend du contenu de DocumentLogic pour interpréter les questions et fournir des réponses adaptées aux besoins métier spécifiques.

### Réalisation et présentation de l'application

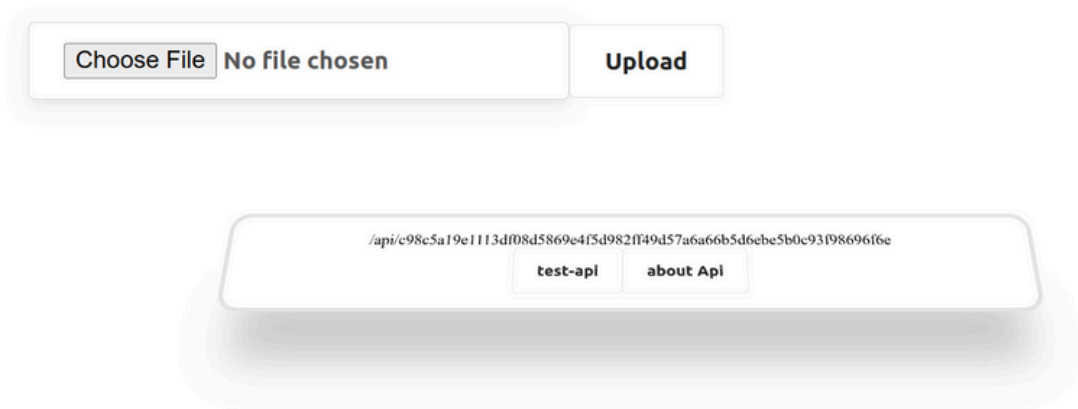
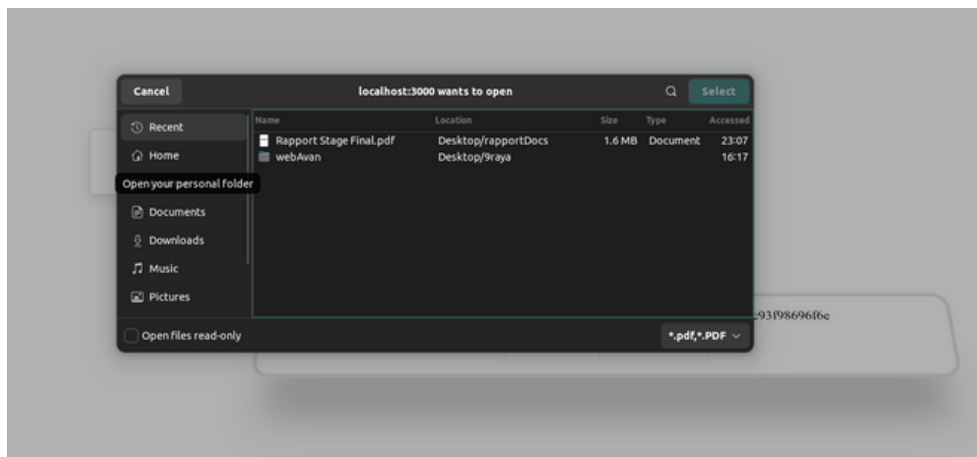


Figure 17 : Interface de la page d'accueil

Cette page permet à l'utilisateur d'uploader un fichier PDF. Elle affiche également un bouton pour accéder à l'API générée et un bouton "About API".

Figure 18: Téléchargement d'un fichier PDF



L'utilisateur sélectionne un fichier PDF et clique sur "Upload". L'API associée au fichier apparaît une fois le téléchargement terminé.



le fichier est enregistré dans le dossier stockage dans notre projet

```
o tay@2tay:~/Desktop/chat-bot-ai/Backend$ nodemon server.js
[nodemon] 3.1.7
[nodemon] to restart at any time, enter `rs`
[nodemon] watching path(s): *.*
[nodemon] watching extensions: js,mjs,cjs,json
[nodemon] starting `node server.js`
Server is running on http://localhost:5000
text file have been created successfully
□
```

Figure 19 : Écran du serveur backend en cours d'exécution

API associée au fichier que on a uploader



Figure 20 : API pour l'envoi de questions

### HOW TO USE API:

`/api/Document_id_that_you_want_to_use_as_reference`

This is a post method that take two variables

- **userName** : this variable is for the user that dicuss with the ai, that parameter help to remember the chat history, if the userName changes the history of chat will be changed
- **question** : this variable is for asking the ai any question about the document that youa have uploaded

API result will be presented as json where the answer will be provided in variable named message.

Figure 21 : Page "À propos" .

La page guide les utilisateurs sur la manière d'accéder à l'API générée et de poser des questions via l'interface utilisateur ou directement via des requêtes API.

### Test API liée au pdf (mon cv)

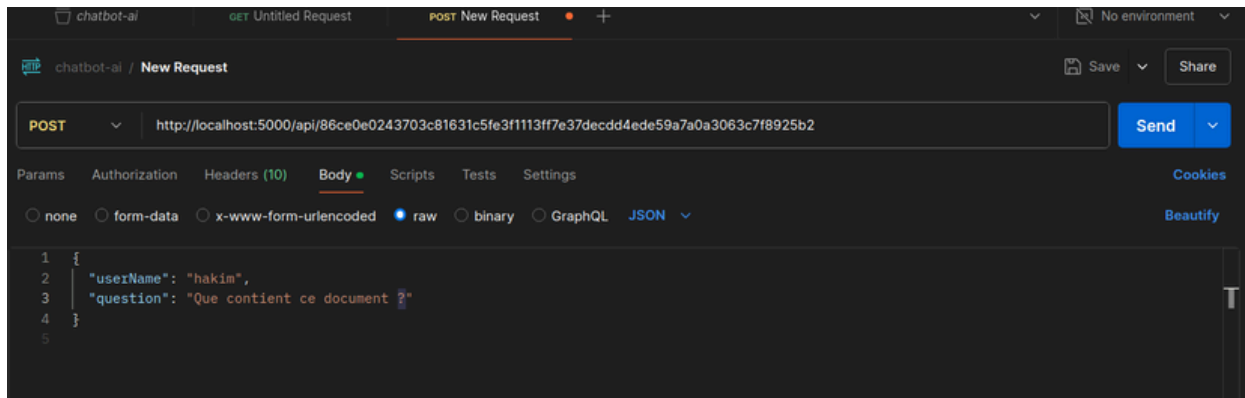


Figure 22 : Envoi de la requête POST via Postman

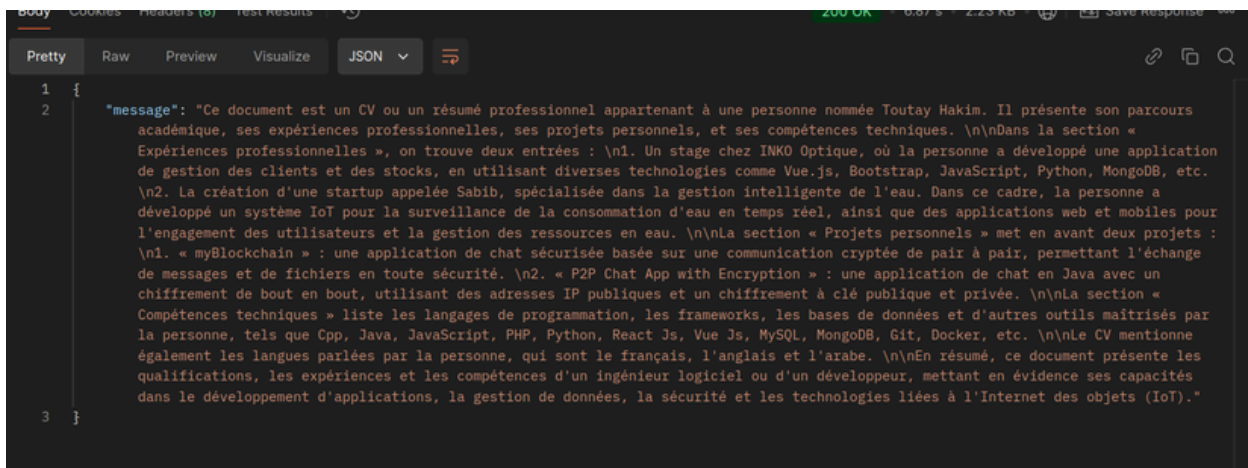


Figure 23 : Réponse du message reçu via Postman

Lorsqu'une requête est envoyée à l'API via Postman, le client envoie une demande de type POST contenant des informations utilisateur (userName) et une question sur le document chargé. L'API traite cette requête en consultant l'historique des interactions de l'utilisateur ou en générant une réponse basée sur le contenu extrait du fichier PDF associé. Elle renvoie ensuite une réponse JSON contenant un message généré par l'intelligence artificielle, qui peut être une réponse directe à la question posée ou une confirmation si l'utilisateur est prêt à interagir davantage. Ce processus permet une interaction fluide entre l'utilisateur et l'API via un environnement REST.

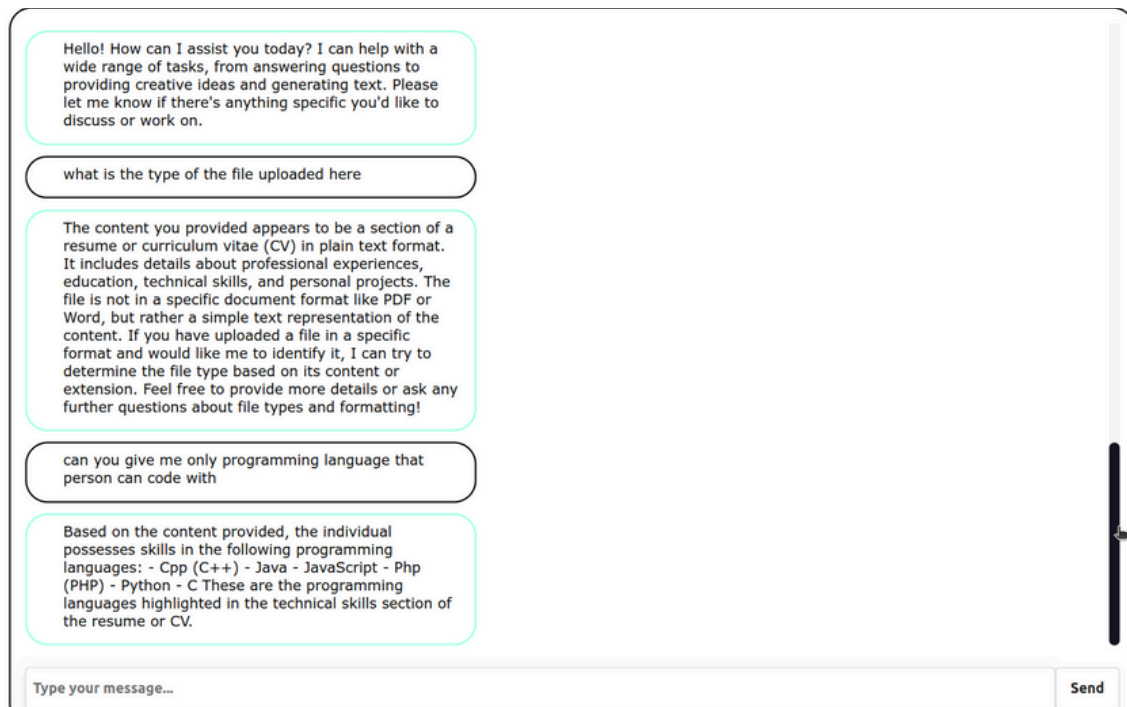


Figure 24 : Page de chat affichée et fonctionnelle

La page de chat permet à l'utilisateur d'interagir directement avec le chatbot basé sur l'intelligence artificielle. Une fois un document chargé, l'utilisateur est redirigé vers cette page où il peut poser des questions via une interface simple et intuitive. Chaque message envoyé est affiché dans une conversation chronologique, où les réponses générées par l'IA sont basées uniquement sur le contenu du document PDF fourni. Si aucune question spécifique n'est posée, le chatbot guide l'utilisateur pour continuer l'échange. Cette interaction en temps réel illustre l'efficacité de l'API dans le traitement de données ciblées et la gestion de dialogues personnalisés.

## CONCLUSION GENERALE

Ce stage a été réalisé au sein de la startup Be-Wise, une petite entreprise spécialisée dans le développement de solutions logicielles pour d'autres sociétés. Mon projet s'est déroulé dans le cadre de la création d'un chatbot intelligent intégré aux sites web des entreprises. L'objectif principal était de permettre à ce chatbot de répondre de manière précise aux questions des utilisateurs en se basant sur le contenu de documents PDF fournis.

Au cours du stage, plusieurs outils ont été utilisés pour atteindre les objectifs fixés. Sur le plan technique, j'ai travaillé principalement avec Node.js, React, et des frameworks tels que Express et Multer. Le backend a été enrichi par l'utilisation de l'API de openAi pour générer des réponses intelligentes, tandis que le frontend a été conçu pour offrir une interface utilisateur intuitive. Les résultats obtenus incluent un chatbot fonctionnel capable de traiter et de répondre à des questions en fonction des documents PDF fournis par l'utilisateur.

Pour améliorer le système, il est recommandé d'enrichir l'API avec des fonctionnalités de classification automatique des documents et d'ajouter une gestion multi-utilisateurs plus robuste. Par ailleurs, l'intégration d'une base de données pour stocker les historiques des conversations améliorerait l'expérience utilisateur et la scalabilité du projet. À l'avenir, le déploiement sur des serveurs cloud permettra une meilleure accessibilité et performance.

Cette expérience a été très enrichissante sur le plan technique, en consolidant mes compétences en développement web, en gestion d'API, et en traitement des fichiers PDF. Elle m'a également permis de renforcer mes capacités personnelles, notamment la gestion de projet et la communication au sein d'une équipe. Les défis rencontrés m'ont permis d'identifier mes points forts, tels que ma capacité à résoudre des problèmes techniques, tout en me poussant à améliorer ma gestion du temps et mes compétences en optimisation logicielle.

## BIBLIOGRAPHIE

YouTube - FreeCodeCamp

“Introduction to React.js and Node.js for Beginners,”

Video Course, Published: April 2023. Accessible at: <https://www.youtube.com>.

Traversy Media

“Node.js Crash Course,”

YouTube Tutorial, Published: January 2023. Accessible at:

<https://www.youtube.com>.

MDN Web Docs

“Using Fetch API,”

Mozilla Developer Network, Published: 2022. Accessible at:

<https://developer.mozilla.org>.

.