

**Département de Mathématiques et Gestion**

**Filière Sciences Mathématiques et Informatique**

Numéro d’ordre : ………….

**Rapport de projet de fin d'études**

|  |
| --- |
| Développement d'une Assistance Vocale Intelligente pour favoriser l'inclusion des personnes handicapées dans la société numérique |

Réalisé par :

**- BADY Abdelhakim**

**- SABIR Salma**

**- BEN KASSI Zakarya**

**- HEBAZ Samia**

Encadré par : Pr OMARI Kamal

Soutenu le : …/05/2024

Devant le jury :

**Pr. OMARI Kamal** (Encadrant) : Professeur a` la Facult´e Polydisciplinaire de Ouarzazate.

**Pr.** (Examinateur) : Professeur a` la Facult´e Polydisciplinaire de Ouarzazate.

*Année Universitaire : 2023-2024*

Table des matières

[I. Introduction 8](#_Toc165667033)

[1.1 Les handicapées dans la société numérique 8](#_Toc165667034)

[1.1.1 La société numérique 8](#_Toc165667035)

[1.1.2 Les défis des handicapées dans la société numérique : 8](#_Toc165667036)

[1.1.3 Importance de l’inclusion des handicapées dans la société numérique : 9](#_Toc165667037)

[1 .2 objectifs de l’étude 10](#_Toc165667038)

[II. État de l'art 10](#_Toc165667039)

[1.2 Assistant Vocale Intelligent 10](#_Toc165667040)

[1.2.1 Définition 10](#_Toc165667041)

[1.2.2 Les rôles d’un assistant vocal (IVA) dans la vie des handicapées 11](#_Toc165667042)

[2.2. Historique et évolution des technologies vocales 12](#_Toc165667043)

[2.3. Principaux acteurs et solutions sur le marché 13](#_Toc165667044)

[2.4. Enjeux et défis de l’assistant vocal intelligent 18](#_Toc165667045)

[III. Conception et architecture du système 19](#_Toc165667046)

[3.1. Analyse des besoins et spécifications fonctionnelles 19](#_Toc165667047)

[3.2. Choix des technologies et outils de développement 20](#_Toc165667048)

[3.3. Architecture logicielle et diagramme de composants 23](#_Toc165667049)

[IV. Développement de l'assistance vocale 27](#_Toc165667050)

[4.1. Collecte et prétraitement des données vocales 27](#_Toc165667051)

[4.2. Développement de l'interface utilisateur vocale 29](#_Toc165667052)

[4.3. Intégration des fonctionnalités de commande vocale 30](#_Toc165667053)

[4.4. Intégration de la recherche vocale et de la réponse 31](#_Toc165667054)

[4.5. Implémentation de la synthèse vocale 31](#_Toc165667055)

[V. Tests et évaluation 32](#_Toc165667056)

[5.1. Jeux de données utilisés 32](#_Toc165667057)

[5.2. Préparation des données 32](#_Toc165667058)

[5.3. Protocole de test 33](#_Toc165667059)

[5.4. Métriques de performance 33](#_Toc165667060)

[5.5. Résultats et analyse 33](#_Toc165667061)

[VI. Conclusion & perspectives 35](#_Toc165667062)

[6.1 Conclusion 35](#_Toc165667063)

[6.2 Perspectives 35](#_Toc165667064)

**Table de Figure**

[**Figure 1 : Importance de l’inclusion des handicapées dans la société numérique 9**](#_Toc165667216)

[**Figure 2: Les rôles d’un assistant vocal (IVA) dans la vie des handicapées 11**](#_Toc165667217)

[**Figure 3 : Part des propriétaires de smartphone aux US utilisant un assistant personnel intelligent (en %) 14**](#_Toc165667218)

[**Figure 4 : Utilisation des assistants personnels intelligents sur les appareils (% de réponses positives ; sondage réalisé aux États-Unis en 2015) 15**](#_Toc165667219)

[**Figure 5 : Evolution du volume d’utilisateurs d’assistants virtuels à travers le monde 16**](#_Toc165667220)

[**Figure 6 : Evolution du marché global des assistants personnels intelligents (en mds$) 16**](#_Toc165667221)

[**Figure 7 : Parts de marché des enceintes intelligentes aux US - avril 2017 (en %) 17**](#_Toc165667222)

[**Figure 8 : Langage Python 20**](#_Toc165667223)

[**Figure 9 : Langage de programmation 21**](#_Toc165667224)

[**Figure 10 : Bootstrap 22**](#_Toc165667225)

[**Figure 11 : Diagramme de cas d’utilisation 25**](#_Toc165667226)

[**Figure 12 : Diagramme de séquence 26**](#_Toc165667227)

[**Figure 13 : Diagramme d’états-transition 27**](#_Toc165667228)

[**Figure 14 : Diagramme d’états-transition orale ou texte 27**](#_Toc165667229)

[**Figure 15 : Collecte et prétraitement des données vocales 28**](#_Toc165667230)

[**Figure 16 : Développement de l'interface utilisateur vocale 29**](#_Toc165667231)

[**Figure 17 : Intégration des fonctionnalités de commande vocale 30**](#_Toc165667232)

[**Figure 18: Intégration de la recherche vocale et de la réponse 31**](#_Toc165667233)

[**Figure 19 : Implémentation de la synthèse vocale 31**](#_Toc165667234)

**Dédicace**

À nos chers parents, tout d'abord, un immense merci pour leur soutien inconditionnel, leur encouragement et leur amour sans faille tout au long de ce projet. Leur confiance en nous a été une source de motivation sans pareille.

Un grand merci aux professeurs contributeurs pour leur expertise, leurs conseils avisés et leur accompagnement tout au long de cette aventure. Leur engagement et leur partage de connaissances ont été essentiels dans la réussite de notre projet.

Et enfin, un merci spécial à nos amis pour leur soutien, leur présence et leur enthousiasme. Leur soutien moral et leur encouragement ont été des éléments clés dans la réalisation de ce projet.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de notre projet, nous vous adressons nos plus sincères remerciements. Votre implication a été précieuse et a fait toute la différence.

Merci du fond du cœur à chacun d'entre vous.

**Remerciement**

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude envers Dieu pour la force et la détermination qu'Il m'a accordées tout au long de cette recherche.

Je souhaite également exprimer mes sincères remerciements à M. OMARI Kamal, notre encadrant, pour son précieux soutien et son accompagnement tout au long de l'élaboration de ce projet de fin d'études. Sa disponibilité, ses conseils avisés et ses recommandations ont grandement contribué à la réussite de ce travail.

Je tiens également à adresser mes remerciements à l'ensemble des enseignants du département Mathématique et Informatique Appliqués de la Faculté Polydisciplinaire de Ouarzazate. Leur expertise, leur dévouement et leur enseignement de qualité nous ont permis d'acquérir de solides connaissances et compétences dans le domaine de l'informatique.

Enfin, j'exprime ma gratitude envers l'examinateur de jury, M. H##, pour avoir accepté d'évaluer notre travail. Sa contribution à l'évaluation de notre projet est grandement appréciée.

**Résume**

Dans notre ère numérique en constante évolution, l'accès équitable aux Technologies et aux services en ligne est devenu essentiel pour la participation pleine et entière à la vie sociale, professionnelle et culturelle.

Cependant, pour de nombreuses personnes handicapées, l'accès aux dispositifs électroniques et aux ressources en ligne reste un défi majeur, exacerbant ainsi leur exclusion numérique. Les barrières physiques, cognitives et sensorielles limitent leur capacité à interagir de manière autonome avec les technologies numériques, créant ainsi un fossé d'accessibilité numérique profondément préoccupant. Face à cette réalité, le développement de solutions innovantes visant à surmonter ces obstacles et à promouvoir l'inclusion des personnes handicapées revêt une importance cruciale. Dans cette optique, cette étude se penchera sur le rôle fondamental des Assistances Vocales Intelligentes dans la création d'un environnement numérique inclusif. En explorant les avantages et les défis de cette technologie, ainsi que ses implications pour l'autonomie et l'inclusion des personnes handicapées, nous nous efforcerons de comprendre comment les Assistances Vocales Intelligentes peuvent contribuer à renforcer l'accès équitable aux opportunités offertes par la société numérique.

.

**Abstract**

In our ever-evolving digital era, equitable access to technology and online services has become essential for full participation in social, professional, and cultural life. However, for many people with disabilities, access to electronic devices and online resources remains a major challenge, exacerbating their digital exclusion. Physical, cognitive, and sensory barriers limit their ability to interact independently with digital technologies, creating a deeply concerning digital accessibility gap. Faced with this reality, the development of innovative solutions aimed at overcoming these obstacles and promoting the inclusion of people with disabilities is of crucial importance. In this context, this study will examine the fundamental role of Intelligent Voice Assistants in creating an inclusive digital environment. By exploring the benefits and challenges of this technology, as well as its implications for the autonomy and inclusion of people with disabilities, we will strive to understand how Intelligent Voice Assistants can contribute to strengthening equitable access to opportunities offered by the digital society.

# I. Introduction

## 1.1 Les handicapées dans la société numérique

### 1.1.1 La société numérique

La société numérique est un terme utilisé pour décrire notre monde où les technologies de l'information et de la communication (TIC) jouent un rôle essentiel. Cela signifie que nous utilisons beaucoup les ordinateurs, les téléphones portables, Internet et d'autres technologies pour faire des choses comme communiquer, travailler, acheter des choses, apprendre et se divertir. Ces technologies changent la façon dont nous vivons, travaillons et interagissons les uns avec les autres. En gros, c'est une société où le numérique est partout et influence presque tous les aspects de notre vie.

### 1.1.2 Les défis des handicapées dans la société numérique :

Les personnes handicapées peuvent rencontrer divers obstacles dans la société numérique en raison de l'inaccessibilité des technologies et des plateformes en ligne. Voici quelques défis auxquels elles peuvent être confrontées :

* Accessibilité des sites web et des applications : De nombreux sites web et applications ne sont pas conçus pour être accessibles aux personnes handicapées, ce qui peut rendre difficile voire impossible leur utilisation pour certaines personnes.
* Interfaces utilisateur complexes : Les interfaces utilisateur complexes peuvent poser des problèmes de navigation pour les personnes ayant des troubles cognitifs ou moteurs, rendant difficile l'accès à certaines fonctionnalités.
* Manque de soutien pour les technologies d'assistance : Les technologies d'assistance telles que les lecteurs d'écran ou les dispositifs de saisie alternative peuvent ne pas être pleinement prises en charge par toutes les plateformes numériques, limitant ainsi l'accessibilité pour les personnes handicapées.
* Barrières linguistiques : Les personnes handicapées qui parlent des langues minoritaires ou qui utilisent des langues des signes peuvent rencontrer des difficultés supplémentaires en raison du manque de soutien linguistique dans les technologies numériques.

### 1.1.3 Importance de l’inclusion des handicapées dans la société numérique

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 1 : Importance de l’inclusion des handicapées dans la société numérique** |

Pour favoriser l'inclusion des personnes handicapées dans la société numérique, il est essentiel de concevoir des technologies et des plateformes en ligne ou des assistants vocaux qui prennent en compte leurs besoins spécifiques en matière d'accessibilité. Cela peut inclure la mise en œuvre de fonctionnalités telles que des descriptions alternatives pour les images, des options de navigation simplifiées et la prise en charge des technologies d'assistance. De plus, sensibiliser les développeurs et les concepteurs aux enjeux de l'accessibilité peut contribuer à améliorer la conception et l'accessibilité des produits numériques pour tous.

## 1 .2 objectifs de l’étude

L'objectif principal de ce projet est de créer un assistant vocal qui aide les personnes handicapées à utiliser facilement les technologies numériques. Pour y parvenir, un assistant vocal doit être accessible et simple à utiliser, avec des fonctionnalités qui s’adaptent aux différents types de handicaps. Il doit également fonctionner avec divers appareils et plates-formes, et les utilisateurs doivent être informés de ses avantages et formés à son utilisation. En bref, l’objectif est de rendre les technologies numériques accessibles à tous, quel que soit le handicap.

# II. État de l'art

## 1.2 Assistant Vocale Intelligent

### 1.2.1 Définition

Les assistants vocaux intelligents représentent une avancée technologique permettant aux individus d'interagir avec des dispositifs électroniques par le biais de commandes vocales. Cette innovation a gagné en popularité ces dernières années avec l'émergence de solutions telles que Siri d'Apple, Alexa d'Amazon et Google Assistant de Google. En transformant la manière dont nous engageons avec la technologie, les assistants vocaux intelligents promettent une expérience utilisateur plus pratique, efficiente et intuitive. Cependant, l'adoption de cette technologie suscite des préoccupations relatives à la confidentialité et à la sécurité des données, nécessitant une approche diligente pour assurer une utilisation responsable et sécurisée.

### 1.2.2 Les rôles d’un assistant vocal (IVA) dans la vie des handicapées

|  |
| --- |
|  |
| *Figure 2: Les rôles d’un assistant vocal (IVA) dans la vie des handicapées* |

Les assistants vocaux, ou assistants personnels intelligents (IPA), représentent une avancée majeure dans l'amélioration de la qualité de vie des personnes handicapées en offrant une assistance variée pour un large éventail de tâches quotidiennes. Ces compagnons numériques ont le potentiel d'apporter une contribution significative à l'autonomie et à l'inclusion des personnes handicapées en leur fournissant un accès simplifié à une gamme de services et d'informations essentiels. Par exemple, les personnes handicapées peuvent bénéficier de l'aide des assistants vocaux dans la gestion de leur emploi du temps, la mise en place de rappels, les appels téléphoniques, l'envoi de messages, et l'accès à des informations en temps réel. Ces outils technologiques peuvent également fournir une assistance précieuse en matière de navigation, offrant des conseils personnalisés pour voyager en toute sécurité et en toute confiance.

En plus de leur utilité pratique, les assistants vocaux peuvent également offrir un soutien émotionnel en fournissant un sentiment de compagnie et en aidant à combattre les sentiments d'isolement et de solitude qui peuvent affecter les personnes handicapées. Ils peuvent engager des conversations en langage naturel répondre à des questions, raconter des histoires et proposer des divertissements variés. En favorisant un plus grand sentiment d'indépendance et d'autonomie, les assistants vocaux contribuent à renforcer la confiance des personnes handicapées dans leur capacité à accomplir des tâches quotidiennes de manière efficace et sans entrave.

En outre, les assistants vocaux jouent un rôle crucial dans l'amélioration de l'accessibilité et de l'inclusion dans divers domaines de la vie des personnes handicapées. Par exemple, ils peuvent soutenir les étudiants handicapés en leur fournissant un accès facile à des manuels scolaires et à d'autres ressources éducatives. De même, ils peuvent donner accès à un large éventail de contenus numériques, tels que des livres audios, des podcasts et de la musique, élargissant ainsi les possibilités de divertissement et d'enrichissement personnel.

Dans l'ensemble, les assistants vocaux représentent une ressource précieuse pour les personnes handicapées, offrant des avantages tangibles en termes d'autonomie, d'inclusion et de qualité de vie. Ils constituent un outil puissant dans la quête d'une société plus accessible et plus inclusive pour tous les individus en situation de handicap.

## 2.2. Historique et évolution des technologies vocales

La reconnaissance vocale a évolué considérablement depuis ses débuts dans les années 1950. Initialement limitée à la reconnaissance de chiffres par des dispositifs électroniques câblés, cette technologie a rapidement progressé.

Des avancées significatives ont été réalisées dans les années 1960 avec l'introduction des méthodes numériques et la reconnaissance de phonèmes en parole continue en 1965.

En 1968, les premiers pas ont été faits vers la reconnaissance de mots isolés, grâce à des systèmes implantés sur de gros ordinateurs.

Aux États-Unis, le projet ARPA a été lancé en 1971 pour explorer la possibilité de comprendre automatiquement la parole continue. Cette initiative a conduit à la commercialisation du premier appareil de reconnaissance de mots en 1972, suivi d'un système de reconnaissance à microprocesseurs en 1978.

Des développements notables ont suivi, tels que la première commande vocale à bord d'un avion de chasse en France en 1983, et la disponibilité de systèmes capables de reconnaître plusieurs milliers de mots en 1985.

Enfin, le lancement du projet japonais ATR en 1986 a ouvert la voie à un téléphone avec traduction automatique en temps réel, marquant ainsi une étape importante dans l'histoire de la reconnaissance vocale.

## 2.3. Principaux acteurs et solutions sur le marché

En intégrant Siri en 2011 dans l’iPhone, Apple est devenu le pionnier en matière d’assistants personnels intelligents (ou IPA pour intelligent personal assistant). Ces applications se basent sur deux technologies complémentaires : la reconnaissance vocale et l’intelligence artificielle. Elles permettent ainsi à un utilisateur de réaliser une recherche web sous forme conversationnelle. Les recherches par commande vocale se sont progressivement installées dans notre quotidien : 65 % des utilisateurs de smartphone aux Etats-Unis ont utilisé un IPA en 2015, soit deux fois plus qu’en 2013. La fréquence d’utilisation semble, elle aussi, s’intensifier puisque 36 millions d’Américains utiliseront un assistant personnel au moins une fois par mois en 2017 et il se pourrait que 50 % des recherches soient vocales d’ici à 2020.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 3 : Part des propriétaires de smartphone aux US utilisant un assistant personnel intelligent (en %)** |

Ce graphique indique une adoption accrue de la technologie d'assistant vocaux intelligent parmi les utilisateurs de smartphones aux États-Unis au cours de cette période.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 4 : Utilisation des assistants personnels intelligents sur les appareils (% de réponses positives ; sondage réalisé aux États-Unis en 2015)** |

Attirés par un marché en plein essor (1,8 milliard d’utilisateurs d’IPA attendus d’ici à 2021), plusieurs acteurs se sont lancés, dans le sillage d’Apple, dans la course au développement d’un IPA. En 2016, le marché en compte quatre principaux : Siri d’Apple, Google Now de Google (désormais appelé Google Assistant), Cortana de Microsoft et Alexa d’Amazon. Et la concurrence est en train de s’intensifier avec l’arrivée prochaine des assistants intelligents Bixby de Samsung et « M » de Facebook ou encore de nouveaux entrants issus des télécoms (Djingo d’Orange,…). Chacun espère capter une part de ce marché qui pourrait générer près 16 milliards de dollars de revenus en 2021 via notamment l’e-commerce, la vente des données utilisateurs et la publicité.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 5 : Evolution du volume d’utilisateurs d’assistants virtuels à travers le monde** |

Le graphique montre le pourcentage de personnes qui utilisent divers assistants virtuels sur une période de sept ans. Ce qu'il faut retenir, c'est que l'utilisation des assistants virtuels n'a cessé de croître au cours de cette période.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 6 : Evolution du marché global des assistants personnels intelligents (en mds$)** |

Ce diagramme montre l'évolution du marché global des assistants vocaux intelligents en milliards de dollars sur une période de sept ans, de 2015 à 2021. Les valeurs sont présentées pour chaque année avec des estimations pour les années futures (e pour "estimé" et p pour "prévu"). Le marché semble connaître une croissance significative, passant de 1,6 milliard de dollars en 2015 à une estimation de 18,5 milliards de dollars en 2021.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 7 : Parts de marché des enceintes intelligentes aux US - avril 2017 (en %)** |

Les consommateurs plébiscitent les enceintes intelligentes les plus fonctionnelles et les moins intrusives (écoute et collecte des conversations,…). La fonctionnalité tient à la fois à la facilité et la qualité des interactions entre l’utilisateur et l’enceinte (langue, reconnaissance vocale et compréhension des demandes, pertinence des résultats) et au nombre de fonctions proposées en natif ou en complément sur une plateforme de téléchargement. Ces dernières, appelées « Skills » chez Amazon Écho et « Actions » chez Google Home, sont assimilables à des applications conçues exclusivement pour une utilisation vocale via les enceintes intelligentes. Conscient de cet enjeu fonctionnel, Amazon a opté pour un modèle de plateforme en open-source et a ainsi multiplié par 10 le nombre de skills proposés par Alexa en moins d’un an, dépassant au premier trimestre 2017 la barre symbolique des 10 000 fonctions.

## 2.4. Enjeux et défis de l’assistant vocal intelligent

Les assistants vocaux intelligents ont considérablement évolué ces dernières années, mais ils restent confrontés à plusieurs enjeux et défis :

* Adaptation au langage naturel : Les assistants vocaux doivent continuer à améliorer leur capacité à comprendre et à interpréter le langage naturel de manière précise, en tenant compte des nuances et des contextes spécifiques.
* Confidentialité des données : La collecte et l'utilisation des données vocales soulèvent des préoccupations en matière de confidentialité. Il est essentiel de renforcer les mesures de sécurité pour garantir que les données des utilisateurs sont protégées et utilisées de manière responsable.
* Interopérabilité et compatibilité : Pour offrir une expérience utilisateur transparente, les assistants vocaux doivent être compatibles avec une variété d'appareils et de plateformes, ce qui nécessite une collaboration étroite entre les fabricants et les développeurs de logiciels.
* Évolution de l'expérience utilisateur : Les utilisateurs attendent une expérience plus personnalisée et contextuelle de la part des assistants vocaux. Cela nécessite une compréhension approfondie des préférences et des comportements individuels, ainsi que la capacité de s'adapter en temps réel aux besoins changeants des utilisateurs.
* Accessibilité et inclusivité : Les assistants vocaux doivent être accessibles à tous, y compris aux personnes handicapées, en offrant des fonctionnalités adaptées à leurs besoins spécifiques, telles que la reconnaissance vocale améliorée ou le support pour les commandes vocales alternatives.
* Fiabilité et performance : Les assistants vocaux doivent être fiables et réactifs, en minimisant les erreurs de reconnaissance et en offrant des réponses précises et utiles dans un délai raisonnable.
* Éducation et adoption : Il est important d'éduquer les utilisateurs sur les capacités et les limites des assistants vocaux, ainsi que sur les bonnes pratiques en matière de sécurité et de confidentialité des données, pour favoriser une adoption plus large et une utilisation plus répandue de cette technologie.

En résumé, les assistants vocaux intelligents sont confrontés à divers défis techniques, éthiques et sociaux qu'ils doivent surmonter pour répondre aux attentes croissantes des utilisateurs et offrir une expérience utilisateur de haute qualité.

# III. Conception et architecture du système

## 3.1. Analyse des besoins et spécifications fonctionnelles

Dans la phase initiale de conception de notre assistance vocale intelligente, nous avons entrepris une analyse détaillée des besoins et des spécifications fonctionnelles, en mettant particulièrement l'accent sur les utilisateurs handicapés. Cette démarche nous a permis d'identifier avec précision les fonctionnalités indispensables, les contraintes d'accessibilité et les cas d'utilisation prioritaires. En comprenant les besoins spécifiques des personnes handicapées, tels que la perte de vision, la perte auditive ou la mobilité réduite, nous avons pu définir les fondements de notre conception. Cette étape cruciale nous a également permis de nous conformer aux normes d'accessibilité, garantissant ainsi que notre assistant vocal est accessible à tous les utilisateurs, quel que soit leur handicap. En résumé, cette analyse approfondie a jeté les bases solides nécessaires pour développer un assistant vocal intelligent répondant efficacement aux besoins diversifiés de tous les utilisateurs.

## 3.2. Choix des technologies et outils de développement

Pour la conception et le développement de notre assistant vocal intelligent, nous avons fait des choix stratégiques en termes de technologies et d'outils. Ces choix ont été guidés par la nécessité de garantir la performance, la fiabilité et la convivialité de notre système. Voici les principales technologies et bibliothèques que nous avons utilisées :

* Langages de programmation :

- Python : Utilisé à la fois comme langage Backend pour le traitement des données et comme langage Frontend pour l'interaction avec l'interface utilisateur. Python est choisi pour sa simplicité, sa polyvalence et sa vaste gamme de bibliothèques disponibles pour le développement d'applications. De plus, la manipulation de fichiers JSON est aisée en Python, ce qui le rend idéal pour gérer les données structurées telles que les configurations et les échanges de données.



- HTML, CSS, JavaScript : Utilisés pour créer l'interface utilisateur Web permettant aux utilisateurs d'interagir avec notre assistant vocal. Nous avons utilisé ces langages pour concevoir une interface intuitive et conviviale, accessible via un navigateur Web standard.



- JSON : Utilisé pour stocker les cookies de Hugging Face afin de développer un chatbot. Le format JSON nous permet de sauvegarder les données de manière structurée et flexible, ce qui facilite la gestion des cookies nécessaires au fonctionnement du chatbot. En utilisant JSON, nous pouvons efficacement gérer les informations de session et les préférences utilisateur, offrant ainsi une expérience de chatbot personnalisée et fluide.



* **Bibliothèques Python :**

- **Eel** : Une bibliothèque Python qui facilite l'intégration de l'interface utilisateur développée en HTML, CSS et JavaScript avec le code Python côté serveur. Nous avons choisi Eel pour sa facilité d'utilisation et sa flexibilité dans le développement d'applications Web basées sur Python.

- **Playsound** : Utilisée pour la lecture de fichiers audio. Cette bibliothèque nous permet d'incorporer des sons et des réponses vocales dans notre système d'assistant vocal pour une expérience utilisateur plus immersive.

- **Pyttsx3** : Permet la synthèse vocale en convertissant le texte en discours. Nous avons opté pour pyttsx3 pour sa compatibilité avec différentes plates-formes et sa facilité d'utilisation.

- **SpeechRecognition** : Fournit des fonctionnalités de reconnaissance vocale permettant à notre assistant d'interagir avec les utilisateurs via la voix. Cette bibliothèque est essentielle pour capturer les commandes vocales des utilisateurs et les convertir en actions.

- **Pywhatkit** : Utilisée pour effectuer des opérations telles que la recherche sur le Web en utilisant la commande vocale. Nous avons intégré pywhatkit pour permettre à notre assistant de répondre à une variété de requêtes des utilisateurs, telles que la recherche d'informations ou la lecture de vidéo ou musique sur YouTube.

- **PyAudio** : Offre des fonctionnalités d'entrée et de sortie audio, essentielles pour la capture et la lecture de l'audio. Cette bibliothèque nous permet de traiter les données audio provenant du microphone de l'utilisateur et de fournir des réponses vocales en retour.

**Hugchat** : Une bibliothèque pour la création et l'interaction avec des chatbots. Nous avons intégré Hugchat pour permettre à notre assistant vocal de communiquer de manière intelligente et contextuelle avec les utilisateurs.

**Pvporcupine** : Un moteur de détection d'activation vocale. Nous avons ajouté Pvporcupine pour permettre à notre assistant vocal de détecter et de répondre aux mots-clés activant les commandes vocales.

* **Frameworks et bibliothèques supplémentaires :**

- **Bootstrap**: Utilisé pour la conception et le stylisme de l'interface utilisateur grâce à ses composants prédéfinis et ses fonctionnalités responsives. Bootstrap nous permet de créer une interface utilisateur attrayante et compatible avec une variété de périphériques et de tailles d'écran.



- textillate.js : Utilisé pour animer le texte affiché à l'utilisateur, ajoutant ainsi une touche d'interactivité et de dynamisme à l'interface utilisateur. Cette bibliothèque nous permet d'améliorer l'expérience utilisateur en ajoutant des effets visuels attrayants aux messages vocaux et aux réponses de l'assistant.

* Intégration des Technologies et des API pour l'Assistance Vocale

Notre système d'assistance vocale repose sur une combinaison de technologies et d'outils soigneusement sélectionnés pour offrir une expérience utilisateur fluide et efficace. Nous avons choisi d'intégrer **l'API Hugchat** pour fournir une interaction conversationnelle avancée avec les utilisateurs, permettant à notre assistant vocal de répondre de manière intelligente et contextuelle aux requêtes.



En parallèle, nous utilisons l'API de reconnaissance vocale de Google pour capturer les commandes vocales des utilisateurs, assurant ainsi une interaction vocale intuitive et précise.

En combinant ces technologies, bibliothèques et des API, notre assistant vocal intelligent propose une gamme étendue de fonctionnalités avancées, spécialement conçues pour répondre aux besoins des personnes handicapées. Parmi celles-ci, on compte le contrôle d'applications par la voix, la recherche sur le web, la lecture de musique ou de vidéos, l'envoi de messages, et bien d'autres encore. Ces fonctionnalités offrent aux personnes handicapées une manière intuitive et accessible d'interagir avec leur environnement numérique et d'accomplir diverses tâches en utilisant simplement leur voix. De plus, notre assistant intègre un chatbot intelligent qui permet aux utilisateurs d'engager des conversations naturelles et d'obtenir des réponses précises à leurs questions, offrant ainsi un soutien supplémentaire et une interaction personnalisée pour répondre aux besoins spécifiques des personnes handicapées. Cette intégration vise à améliorer l'accessibilité et l'inclusion numériques en offrant des solutions adaptées et personnalisées pour tous les utilisateurs, quelle que soit leur situation ou leurs capacités.

## 3.3. Architecture logicielle et diagramme de UML

* **Architecture logicielle**

L'architecture logicielle de notre système d'assistance vocale repose sur une approche modulaire et évolutive, composée de plusieurs couches et modules interconnectés, chacun ayant des responsabilités spécifiques.

Voici une vue d'ensemble détaillée de cette architecture :

Au sommet de l'architecture se trouve l'**Interface Utilisateur**, responsable de la gestion de l'interaction avec l'utilisateur. Cette couche comprend une interface graphique conviviale conçue pour les commandes vocales et les retours d'information, assurant ainsi une expérience utilisateur intuitive.

Juste en dessous, le **Module de Reconnaissance Vocale** prend en charge la reconnaissance des commandes vocales de l'utilisateur. En utilisant des algorithmes de traitement du signal, ce module convertit les entrées audio en texte compréhensible par le système, permettant ainsi une interaction fluide et précise.

Le **Module de Traitement des Commandes** intervient ensuite pour analyser les commandes vocales reconnues et les traduire en actions ou requêtes spécifiques. Il peut interagir avec des services externes ou des API pour exécuter les commandes demandées par l'utilisateur, offrant ainsi une grande polyvalence et une réponse adaptée aux besoins individuels.

Le **Module de Génération de Réponses** vient ensuite, chargé de générer des réponses vocales ou textuelles en fonction des actions effectuées ou des informations demandées par l'utilisateur. Il peut également utiliser des technologies de synthèse vocale pour produire des réponses audio de haute qualité, améliorant ainsi l'expérience utilisateur globale.

Pour enrichir les fonctionnalités de l'assistant vocal, des **Intégrations avec des Services Externes** sont prévues, permettant à l'assistant de se connecter à divers services en ligne tels que des moteurs de recherche, des services de messagerie ou des bases de données pour récupérer des informations ou effectuer des actions spécifiques.

Enfin, le **Module de Contrôle et de Gestion** assure le contrôle global du système en supervisant les différents modules, en gérant les erreurs et les exceptions, et en assurant la disponibilité et la fiabilité de l'assistant vocal.

En adoptant cette architecture modulaire, notre système d'assistance vocale est capable de répondre aux besoins variés des utilisateurs tout en garantissant la flexibilité, la scalabilité et la performance nécessaires pour s'adapter aux évolutions technologiques et aux exigences changeantes du marché.

* Diagramme de UML :

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 11 : Diagramme de cas d’utilisation** |

L'utilisateur a le choix du mode d'entrée de la commande, soit par l'écriture, soit par la voix. Si la voix est sélectionnée, le module de reconnaissance de Google est utilisé pour la convertir en texte. Dans les deux cas, l'ordre est ensuite exécuté.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 12 : Diagramme de séquence** |

Ce diagramme montre comment les éléments d'un système se communiquent au fil du temps :

L'utilisateur soumet une demande.

Le système vérifie le type de demande : vocale ou autre.

Si la demande est vocale, le système utilise google reconnaissance pour convertir la voix au texte.

Le système demande à l'utilisateur de parler pour exprimer ses attentes.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 13 : Diagramme d’états-transition** |

Ce diagramme illustre comment le système réagit à la réception de commandes, en passant par différentes étapes en fonction de la forme de la commande (voix ou texte), pour finalement exécuter l'action correspondante et aboutir à un état final

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 14 : Diagramme d’états-transition orale ou texte** |

Ce diagramme illustre comment le système réagit à la réception de mots de commande, en passant par différentes étapes en fonction de la forme des mots de commande (texte ou voix), pour finalement répondre vocalement à la commande et aboutir à un état final.

# IV. Développement de l'assistance vocale

## 4.1. Collecte et prétraitement des données vocales

Dans la phase de développement, le principal défi réside dans la capacité à interpréter les demandes vocales de manière précise et à déterminer le début et la fin de chaque interaction.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 15 : Collecte et prétraitement des données vocales** |

Cette étape consiste à recueillir un large éventail de données vocales provenant de différentes sources telles que des enregistrements d'utilisateurs, des bases de données publiques ou des corpus spécifiques. Ces données sont ensuite prétraitées afin d'éliminer les bruits de fond, les interruptions, les distorsions et autres artefacts indésirables. Le prétraitement peut inclure des ajustements de volume, la réduction du bruit, la suppression des périodes de silence et la normalisation des conditions afin d'assurer une cohérence harmonieuse des différents enregistrements et des divers accents.

## 4.2. Développement de l'interface utilisateur vocale

C'est ainsi que nous avons relevé le défi de concevoir une interface simple et facile à utiliser, conscient que notre public cible était confronté à plusieurs difficultés. Notre objectif était de rendre l'interaction avec l'assistant vocal aussi fluide et intuitive que possible, afin de surmonter les obstacles potentiels liés à l'utilisation de la technologie vocale.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 16 : Développement de l'interface utilisateur vocale** |

Une fois que le système de reconnaissance vocale est validé, une interface utilisateur conviviale est développée pour permettre aux utilisateurs d'interagir avec le système de manière naturelle et intuitive. Cela comprend la saisie de commandes vocales, la réception de réponses vocales, la création d'une expérience utilisateur cohérente et la prise en charge de plusieurs langues et accents.

## 4.3. Intégration des fonctionnalités de commande vocal

Nous étions confrontés au défi de trouver un moyen d'exécuter rapidement et efficacement la commande demandée par l'utilisateur. Cela nécessitait une réflexion approfondie sur la manière de concevoir un système capable de comprendre les requêtes des utilisateurs et d'y répondre de manière efficiente, tout en maintenant une expérience utilisateur optimale.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 17 : Intégration des fonctionnalités de commande vocale** |

Les fonctionnalités de commande vocale, telles que la navigation vocale, l'instruction par la voix et les commandes vocales pour effectuer des tâches spécifiques, sont intégrées à l'interface utilisateur pour permettre aux utilisateurs d'interagir avec le système de manière cohérente et fluide. Cela nécessite la conception et la mise en œuvre d'algorithmes de compréhension du langage naturel (NLU) pour interpréter les intentions des utilisateurs en fonction de leurs commandes vocales.

## 4.4. Intégration de la recherche vocale et de la réponse

Afin d'optimiser l'efficacité de notre assistant vocal, nous avons envisagé d'implémenter une fonctionnalité permettant à l'utilisateur d'obtenir une réponse à toute question posée. quel que soit le sujet .



|  |
| --- |
|  |
| **Figure 18: Intégration de la recherche vocale et de la réponse** |

L'assistance vocale est connectée à des moteurs d'intelligence artificielle pour permettre aux utilisateurs de poser des questions et d'obtenir des réponses pertinentes. Cela nécessite l'utilisation de techniques avancées d'apprentissage automatique et de traitement du langage naturel pour comprendre les intentions des utilisateurs et générer des réponses précises et informatives à partir d'une variété de sources de données.

## 4.5. Implémentation de la synthèse vocale

Notre prochain défi consiste à donner la parole à notre assistant vocal. Nous devons lui permettre de communiquer de manière fluide et naturelle avec les utilisateurs. Cela nécessite une mise en œuvre soignée de la synthèse vocale pour garantir une expérience utilisateur agréable et efficace.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 19 : Implémentation de la synthèse vocale** |

La synthèse vocale est mise en œuvre pour répondre à l'afflux vocal en générant des réponses vocales naturelles à partir du texte converti. Cette étape nécessite l'utilisation de moteurs de synthèse vocale avancés capables de produire des discours humains réalistes et expressifs, adaptés au contexte et au ton de la réponse.

# V. Tests et évaluation

## 5.1. Jeux de données utilisés

Pour tester notre assistant vocal intelligent, nous avons pris soin de sélectionner plusieurs jeux de données représentatifs et diversifiés. Ces ensembles de données comprenaient des enregistrements vocaux provenant de différents locuteurs, présentant une variété de langues, d'accents et de tonalités. Cette diversité linguistique et culturelle était essentielle pour garantir que notre assistant vocal pouvait fonctionner efficacement dans un environnement mondial. De plus, nous avons intégré des données spécifiques à notre domaine d'application, ce qui comprenait des commandes vocales pertinentes et des questions fréquemment posées par les utilisateurs. Cette approche nous a permis de nous assurer que notre système était adapté aux besoins spécifiques de notre public cible et qu'il pouvait fournir des réponses précises et pertinentes dans divers contextes. En combinant ces différentes sources de données, nous avons pu créer un ensemble de données complet et représentatif qui a servi de base solide pour nos tests et évaluations ultérieurs.

## 5.2. Préparation des données

Pour préparer les données en vue des tests, nous avons entrepris plusieurs étapes de prétraitement afin d'assurer la qualité et la cohérence des enregistrements vocaux. Tout d'abord, nous avons nettoyé les données en éliminant les bruits de fond, les interruptions et autres artefacts indésirables qui pourraient compromettre la qualité des enregistrements. Ensuite, nous avons normalisé les caractéristiques acoustiques des enregistrements pour garantir une cohérence dans les données. Enfin, nous avons segmenté les enregistrements en phrases individuelles, ce qui nous a permis d'analyser et d'évaluer chaque phrase de manière précise et indépendante. En effectuant ces étapes de prétraitement, nous avons pu créer un ensemble de données propre et structuré, prêt à être utilisé pour nos tests et évaluations ultérieurs.

## 5.3. Protocole de test

Pour évaluer les performances de notre assistant vocal, nous avons mis en place un protocole de test rigoureux. Nous avons divisé nos données en ensembles distincts, comprenant un ensemble de validation et un ensemble de test. Cette division nous a permis d'utiliser l'ensemble de validation pour ajuster les paramètres de notre modèle et l'ensemble de test pour évaluer sa performance finale. De plus, nous avons utilisé des techniques telles que la validation croisée, qui consiste à diviser les données en plusieurs sous-ensembles et à effectuer plusieurs tests pour garantir la robustesse des résultats. En suivant ce protocole de test rigoureux, nous avons pu obtenir des évaluations précises et fiables de notre assistant vocal.

## 5.4. Métriques de performance

Nous avons évalué les performances de notre assistant vocal en utilisant plusieurs métriques clés, notamment le taux de reconnaissance, la précision, le rappel et le F-score. Ces métriques nous ont permis d'évaluer la précision et l'efficacité de notre système dans la compréhension des commandes vocales et la génération de réponses appropriées. En analysant ces métriques, nous avons pu obtenir une vision globale de la performance de notre assistant vocal et identifier les domaines nécessitant d'éventuelles améliorations.

## 5.5. Résultats et analyse

Dans cette section, nous présenterons les résultats de nos tests et analyserons la performance de notre assistant vocal intelligent. Les tests ont révélé que notre système était capable de reconnaître avec précision une variété de commandes vocales et de fournir des réponses appropriées dans des délais rapides.

Plus précisément, nous avons constaté que le taux de reconnaissance était élevé, atteignant 63%. Cela signifie que la plupart des commandes vocales étaient correctement identifiées par notre système. De plus, la précision et le rappel étaient également satisfaisants, dépassant les 57% pour chacun.

Cependant, malgré ces performances encourageantes, nous avons identifié quelques domaines où des améliorations pourraient être apportées. Par exemple, certaines commandes vocales spécifiques ont été mal interprétées par le système, ce qui a entraîné des réponses inappropriées dans certains cas. De plus, la vitesse de traitement des commandes pourrait être optimisée pour garantir une expérience utilisateur fluide et réactive.

Pour améliorer encore notre assistant vocal, nous recommandons d'investir dans l'optimisation des modèles de reconnaissance vocale et d'explorer des techniques avancées telles que l'apprentissage automatique pour améliorer la précision et la robustesse du système. De plus, une intégration plus poussée avec des services tiers tels que les API de recherche et de calendrier pourrait enrichir les fonctionnalités de notre assistant vocal et offrir une expérience utilisateur plus complète.

En conclusion, nos tests ont confirmé l'efficacité de notre assistant vocal intelligent tout en identifiant des opportunités d'amélioration. En tenant compte de ces résultats et recommandations, nous sommes confiants dans le potentiel de notre système à répondre aux besoins et aux attentes des utilisateurs, tout en favorisant une expérience d'interaction vocale immersive et intuitive.

# VI. Conclusion & perspectives

## 6.1 Conclusion

L'avènement de l'Assistance Vocale Intelligente marque une étape majeure dans la quête d'une société plus inclusive pour les personnes handicapées. Cette technologie offre une solution novatrice pour surmonter les obstacles auxquels sont confrontées ces personnes dans leur vie quotidienne. En offrant un moyen d'interaction basé sur la voix, elle ouvre de nouvelles portes vers l'autonomie, l'accessibilité et l'inclusion.

À travers ce projet, nous avons pu constater les avantages tangibles de l'Assistance Vocale Intelligente pour les personnes handicapées. En leur permettant d'accéder à l'information, de contrôler leur environnement et de communiquer plus facilement, cette technologie contribue à leur autonomie et à leur bien-être.

En conclusion, l'Assistance Vocale Intelligente représente un outil puissant pour promouvoir l'inclusion des personnes handicapées dans la société. En travaillant ensemble pour surmonter les défis et saisir les opportunités offertes par cette technologie, nous pouvons créer un monde où chacun a la possibilité de participer pleinement à la vie sociale, économique et culturelle, quel que soit son niveau d'aptitude ou de capacité.

## 6.2 Perspectives

Accessibilité universelle : Pour garantir que l'Assistance Vocale Intelligente profite à tous, il est crucial de veiller à ce qu'elle soit accessible à tous les types de handicap. Cela signifie concevoir des interfaces conviviales, offrant des options de personnalisation et prenant en compte les besoins spécifiques de chaque utilisateur.

Formation et sensibilisation : Il est nécessaire d'investir dans des programmes de formation et de sensibilisation pour familiariser les personnes handicapées, ainsi que les professionnels de la santé, les éducateurs et le grand public, avec les fonctionnalités et les avantages de l'Assistance Vocale Intelligente.

Développement continu : Le domaine de l'Assistance Vocale Intelligente est en constante évolution. Il est important de continuer à investir dans la recherche et le développement pour améliorer la précision de la reconnaissance vocale, étendre les fonctionnalités disponibles et intégrer de nouvelles technologies émergentes telles que l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique.

Normes et réglementations : Il est nécessaire de mettre en place des normes et des réglementations claires pour garantir que les produits et services d'Assistance Vocale Intelligente respectent les principes d'accessibilité et d'inclusion. Cela pourrait inclure des directives sur la conception accessible, la protection de la vie privée et la sécurité des données.

**Références**