

RAPPORT DE PROJET DE FIN DE MODULE

Intitulé :

Développement d'un chatbot pour répondre aux questions des clients d'une société de transport public

Module : Intelligence Artificielle

Réalisés par :

ANOUAR Anas
DHAIBA Chaima
HARIK Ismail
KHADRANI Ayoub
NAFFAH Salma

Encadré par :
Pr. BOUZGARNE Itri

Année universitaire 2023-2024

Table des matières

Introduction	1
1 Revue de la littérature	2
1.1 Chatbots	2
1.1.1 Définition du terme "Chatbot"	2
1.1.2 Les différents chatbots	2
1.1.2.1 Les chatbots scriptés	3
1.1.2.2 Les chatbots et l'Intelligence Artificielle	3
1.1.3 Fonctionnement des chatbots	4
1.1.4 L'histoire des chatbots	5
1.2 Les chatbot commercieux	13
1.3 Les chatbots entertainment	14
1.4 Applications de l'apprentissage automatique dans la relation client	16
1.4.1 Comment l'apprentissage automatique est appliqué pour améliorer l'expérience client :	16
1.4.2 Réussites Notables et Études de Cas	16
1.5 Applications des chatbots dans le secteur du transport	17
1.5.1 Exemples d'application	18
1.5.2 Applications des chatbots dans le secteur du transport au Maroc .	21
1.5.2.1 ONCF	21
1.5.2.2 Royal Air Maroc	23
2 Outils et Technologies	24
2.1 LangChain et LLM (Large Language Models)	24
2.1.1 L'utilisation de LangChain et LLM dans le contexte du chatbot : .	24
2.1.2 Avantages de l'utilisation de LangChain et LLM	25
2.2 APIs gratuites de chatbot WhatsApp	25
2.2.1 Sélection des APIs gratuites de chatbot WhatsApp	25
2.2.2 Intégration et fonctionnalités offertes par ces APIs	25
3 Implémentation du chatbot	27
3.1 Problématique	27
3.2 Solutions Proposées	28
3.3 Modélisation et Architecture	29
3.3.1 ChatGPT	29
3.3.2 Prompt Engineering	29
3.3.3 Azure OpenAI	30

3.3.4	WhatsApp Architecture	31
3.3.5	Whisper	33
3.3.6	Fine Tuning avec GPT-3.5 Turbo 16k	33
3.3.7	LangChain pour l'Optimisation du Langage Naturel	33
3.3.8	Utilisation de Twilio pour l'Interaction WhatsApp	33
3.4	Conclusion	33
	Conclusion	35

Table des figures

1.1.1 Une capture d'écran du terminal ELIZA (2005) sur un navigateur Web	6
1.1.2 Une capture d'écran d'une conversation avec A.L.I.C.E	6
1.1.3 Clippy, l'ancien assistant Office de Microsoft	7
1.1.4 Assistante Virtuelle de NINA de Swedbank	8
1.1.5 Le chatbot IKEA Anna dans les systèmes inter IKEA	9
1.1.6 Un exemple de conversation avec Cleverbot	10
1.1.7 Le chatbot Eugene Goostman	11
1.1.8 Siri sur iphone	11
1.1.9 Le chatbot Tay sur Twitter	13
1.2.1 Chatbot de Pizza Hut	14
1.2.2 Conversation avec le chatbot d'Asos	15
1.3.1 Chatbot Jam	15
1.5.1 RATP Chatbot	19
1.5.2 Louis Chatbot	20
1.5.3 Chatbot de Blablacar	21
1.5.4 L'assistant M'ONCF	22
1.5.5 L'assistant Info RAM	23
3.3.1 Azure Architecture pour le Chatbot	30
3.3.2 WhatsApp Architecture	32

Introduction

Le développement rapide des technologies de l'information a radicalement modifié la manière dont les entreprises interagissent avec leurs clients. Dans le secteur des transports publics, la satisfaction des clients revêt une importance particulière, car elle influence directement la perception globale du service fourni. Pour améliorer cette interaction et répondre efficacement aux besoins des utilisateurs, l'utilisation de solutions innovantes telles que les chatbots devient nécessaire.

Ce rapport se concentre sur le développement d'un chatbot pour répondre aux questions des clients des entreprises de transports publics. Nous explorerons non seulement les aspects techniques de la mise en œuvre de ce chatbot mais également les fondements théoriques à travers une revue de la littérature sur les chatbots, les entreprises de transport et l'application du machine learning à la relation client. La première partie de ce rapport fournira un aperçu des concepts clés, définira les chatbots et décrira leur rôle croissant dans la gestion des interactions avec les clients. Nous examinerons ensuite l'importance de la satisfaction client dans le contexte des entreprises de transport public et comment tirer parti des avancées technologiques pour enrichir cette expérience.

Nous explorerons ensuite les outils et les technologies utilisés dans ce projet, en nous concentrant sur des solutions telles que LangChain, Mass Language Modeling (LLM), ainsi que l'API du chatbot WhatsApp. Ces éléments joueront un rôle important dans la création d'un chatbot puissant et efficace.

Enfin, nous détaillerons comment mettre en œuvre un chatbot, en présentant la conception architecturale, son architecture, son intégration avec l'API du chatbot WhatsApp et nous conclurons par proposant des réflexions sur l'impact potentiel de cette solution dans le secteur des transports publics, avec des suggestions d'améliorations à l'avenir.

Ce rapport aspire à être une ressource complète, combinant théorie et pratique, pour mieux comprendre et mettre en œuvre des solutions innovantes pour relation client dans le domaine du transport public.

Chapitre 1

Revue de la littérature

1.1 Chatbots

1.1.1 Définition du terme "Chatbot"

Le mot chatbot vient de l'anglais « chat » qui désigne une discussion, et « bot » pour robot. En français, les termes robot conversationnel ou agent de conversation virtuel sont utilisés. Les chatbots sont des programmes informatiques qui peuvent dialoguer et interagir en ligne avec un individu de manière automatisée par le biais d'une plateforme de conversation ou une application de messagerie. La conversation peut être vocale ou textuelle et se déroule sous forme de questions/réponses.

L'objectif d'un chatbot est de donner l'impression aux utilisateurs de converser avec un être humain. Un chatbot va venir répondre aux différentes requêtes des utilisateurs pour leur fournir des informations, ou dans le cas d'une entreprise pour essayer de régler un problème ou rediriger vers un produit ou service. Les chatbots cherchent l'interaction, en posant des questions à leurs interlocuteurs. Véritables outils du commerce conversationnel, les chatbots représentent un changement pour la relation client et le traitement des requêtes des consommateurs. Le terme chatbot est employé aujourd'hui pour parler globalement des chatbots textuels. Les vocaux sont considérés comme des assistants personnels intelligents, ou assistants personnels virtuels, qui peuvent effectuer des tâches pour un individu. À l'origine, les chatbots utilisaient des bases de données de réponses préenregistrées et n'étaient destinés qu'à accomplir une tâche spécifique, mais les progrès de l'Intelligence Artificielle ont fait qu'aujourd'hui, ils sont en capacité de comprendre et d'analyser les requêtes pour évoluer par eux-mêmes et adapter leurs réponses à chaque interlocuteur.

1.1.2 Les différents chatbots

Il existe deux types de chatbots : ceux qui conversent dans un cadre préétabli et ceux capables d'apprendre au fur et à mesure des interactions.

1.1.2.1 Les chatbots scriptés

Il y a tout d'abord le chatbot, « scripté », qui génère des réponses préenregistrées. Aussi appelé chatbot « Canada Dry », il n'utilise aucune sorte d'Intelligence Artificielle (IA) pour fonctionner et suit un programme préconçu. Ce type de chatbot va tout simplement effectuer une analyse sémantique, c'est à dire un repérage des mots clés, dans la requête de son interlocuteur et aller puiser dans sa base de données pour chercher une réponse appropriée. Il ne pourra comprendre que ce pour quoi il a été programmé si une faute d'orthographe n'a pas été enregistrée dans sa base de données, il peut ne pas trouver de réponses appropriées.

Ce sont donc des réponses génériques qui ont nécessitées l'intervention d'un humain pour être écrites. En fait, il s'agit plus d'un système de réponse automatisée. Ces chatbots ont souvent un objectif très précis : la réservation d'une table d'un restaurant ou la livraison d'un bouquet de fleurs par exemple.

1.1.2.2 Les chatbots et l'Intelligence Artificielle

Il existe aussi des chatbots basés sur l'Intelligence Artificielle. L'Intelligence Artificielle (IA) est l'ensemble des théories et techniques mises en œuvre pour qu'une machine soit capable de simuler les performances de l'intelligence humaine, comme le raisonnement, la compréhension du langage naturel et la perception, pour qu'elle puisse « penser » comme un humain. Plus encore, une IA est capable de régler un problème seule, même si elle n'a pas été programmée pour spécifiquement le faire. L'IA est déjà présente dans de nombreux domaines d'applications et continue d'être améliorée de jour en jour

— L'AI faible :

L'IA faible est la plus utilisée aujourd'hui, elle est le plus souvent intégrée à des programmes informatiques. Elle permet à un programme d'exécuter une tâche spécifique, plus ou moins complexe, à l'aide d'un algorithme. Elle n'est pas capable d'avoir des connexions cognitives semblables à celles de l'Homme, mais excelle dans la tâche pour laquelle elle est programmée. C'est le cas notamment pour les ordinateurs capables de gagner une partie d'échecs grâce à leur capacité de réflexion. Un chatbot à Intelligence Artificielle faible, d'architecture type arbres de décision, est assez similaire à un chatbot scripté. Le chatbot utilise des réponses prédéfinies par son développeur en analysant les mots clés de la requête. Il peut cependant comprendre le langage naturel, la langue parlée par un être humain, et le reconnaît, contrairement aux chatbots scriptés, ce qui lui permet de comprendre le sens d'une requête même si elle contient des fautes.

— L'IA forte :

Une Intelligence Artificielle forte a pour ambition de permettre aux machines d'imiter les comportements cérébraux, sensoriels et moteurs humains. Les chatbots dotés d'IA forte, des chatbots non-linéaires avec traitement automatique du langage, arrivent à cerner les intentions de leur interlocuteur. Ils n'ont plus nécessairement besoin d'un script pour répondre aux requêtes. La gestion des intentions est une technique qui permet de comprendre la requête dans la globalité de son contexte et non pas de simplement détecter un mot clé. Par exemple, le chatbot n'aura plus

besoin d'une date ou une heure précise pour une réservation, mais il comprendra le terme « demain matin ». La réponse devient alors beaucoup plus adaptée et personnalisée et les limites de conversation sont moindres.

— Le machine learning

Mais une IA forte permet d'aller au-delà de ça. De la même façon qu'un enfant apprend en grandissant, les machines peuvent avoir la capacité d'apprendre au fur et à mesure qu'elles pratiquent. Cela s'appelle le « machine learning », ou l'apprentissage automatique en français. Concrètement, au contact des utilisateurs, les machines vont dépasser leur programme préconçu et devenir plus intelligentes, dans le sens où elles pourront fonctionner par elles-mêmes.

Les chatbots utilisant le machine learning peuvent répondre au-delà de leur programme en puisant dans les conversations précédentes qu'ils ont eu. En effet, ils vont retenir sous forme de data les mots et groupes de mots des interlocuteurs en prenant en compte les nuances et le contexte pour pouvoir par la suite adapter leurs développements. Les capacités de compréhension et d'interactions de ce type de chatbots sont quasiment illimitées puisqu'ils forment leurs réponses eux-mêmes. Ils n'ont plus besoin de l'assistance humaine puisqu'ils peuvent évoluer et se développer seuls.

— Le deep learning

Le «deep learning », ou apprentissage profond, consiste à une technique d'apprentissage permettant à une machine de reconnaître quelque chose non inscrit dans son programme. Seuls les plus gros acteurs mondiaux du numérique, Microsoft, Apple et Facebook, en sont pourvus aujourd'hui, ils ne concernent donc pas (encore) le e-commerce. Alors qu'une conversation avec un chatbot linéaire sera très cadrée et suivra son script programmé, un chatbot non-linéaire pourra mener lui-même la conversation. Plus l'IA sera forte, plus l'expérience utilisateur sera unique puisque le chatbot pourra s'adapter à chaque utilisateur et donc être plus semblable à un humain.

1.1.3 Fonctionnement des chatbots

Les chatbots simulent une conversation, vocale ou textuelle, en cherchant à comprendre le langage naturel, c'est à dire le langage humain, et à l'imiter grâce à un algorithme. Cela s'appelle le Natural Language Processing (NLP) ou le Traitement Automatique du Langage Naturel (TALN). Cette capacité englobe aussi bien la compréhension, la correction, la traduction et la formulation.

Le processus d'un chatbot est plutôt simple : un utilisateur envoie une requête sur la plateforme du chatbot, la requête est envoyée au serveur puis analysée, et enfin le serveur envoie une réponse structurée, qu'elle soit pré définie ou non par le développeur du chatbot. La requête de l'utilisateur est décortiquée à l'aide d'un algorithme formé de neurones artificiels.

Dans le cas d'un robot conversationnel linéaire, l'algorithme en text mining (ce qui signifie « extraction de connaissances ») comprend plusieurs bibliothèques de connaissances,

des bases de données, préenregistrées par son créateur. Pour chaque mot clé repéré dans une requête, le programme va puiser dans chaque bibliothèque de données associée pour trouver la réponse adaptée, elle aussi préécrite.

En ce qui concerne les chatbots non-linéaires, leur fonctionnement dépend de l'Intelligence Artificielle dont ils sont dotés. Pour une IA faible, le fonctionnement de l'algorithme sera le même, à la seule différence que le chatbot sera capable d'adapter ses réponses, de poser des questions et de se souvenir de la conversation avec un même interlocuteur (par exemple retenir un prénom, un âge) Dans le cas du machine learning, l'algorithme va au départ fonctionner de la même façon, puis il va commencer à s'émanciper de son programme et mettre à jour sa base de données automatiquement en fonction des différentes requêtes qu'il reçoit. La mémoire du chatbot lui permet de s'appuyer sur ses conversations précédentes pour enrichir son encyclopédie de réponses.

1.1.4 L'histoire des chatbots

— De 1950 à 1990 : la conceptualisation

Alan Turing, un mathématicien, logicien et cryptologue anglais, fut le premier à croire en l'idée qu'une machine pouvait penser. En 1950, il a mis en place un test qu'il a appelé « The Imitation Game » (le jeu de l'imitation). Le principe du test était simple : un interrogateur, appelé « juge », devait poser des questions à un humain et à une machine sans les voir et en ne sachant pas de qui provenait chaque réponse. Les questions couvraient des sujets divers. Si plus de 30% des juges n'arrivaient pas à discerner les réponses de la machine de celles de l'humain, la machine était supposée avoir une intelligence comparable à celle d'un humain. Évidemment, aucune machine testée n'a réussi, mais Alan Turing prédisait que d'ici 2000 les machines seraient capables de tromper les humains grâce à leur capacité de mémoire. Il est le précurseur des chatbots d'aujourd'hui.

En 1964, Joseph Weizenbaum, professeur au MIT, créa le tout premier programme pouvant être considéré comme un chatbot, appelé Eliza. Le programme jouait le rôle d'une psychothérapeute et reformulait les affirmations des patients sous forme de questions. Par exemple, si le programme détectait le mot « j'aime », il répondait par une question telle que « Depuis quand aimez-vous...?».

Grâce à son système en text mining et aux réponses préenregistrées, Eliza était si convaincante que les patients finissaient par la considérer comme une amie humaine et se confiaient à « elle ». Le chatbot ne possédait cependant que 200 catégories de connaissances, ce qui limita vite son utilisation.

```
Welcome to
      EEEEEE LL      IIII ZZZZZZ  AAAA
      EE     LL      II     ZZ  AA  AA
      EEEEEE LL      II     ZZZ  AAAAAAA
      EE     LL      II     ZZ  AA  AA
      EEEEEE LLLLLL IIII ZZZZZZ  AA  AA

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU: The weather
ELIZA: Tell me more about that.
YOU: The weather is awful
ELIZA: Please go on.
YOU: That's it
ELIZA: Does talking about this bother you ?
YOU: It is
ELIZA: Tell me more about that.
YOU: 
```

FIGURE 1.1.1 – Une capture d'écran du terminal ELIZA (2005) sur un navigateur Web

— Années 1990 : le développement des algorithmes

En 1995, le scientifique Richard Wallace développa ALICE (Artificial Linguistic Internet Computer Entity), avec une base de données de près de 4000 catégories de connaissances et la capacité de répondre avec des affirmations et d'identifier le type d'interlocuteur qui lui parle.

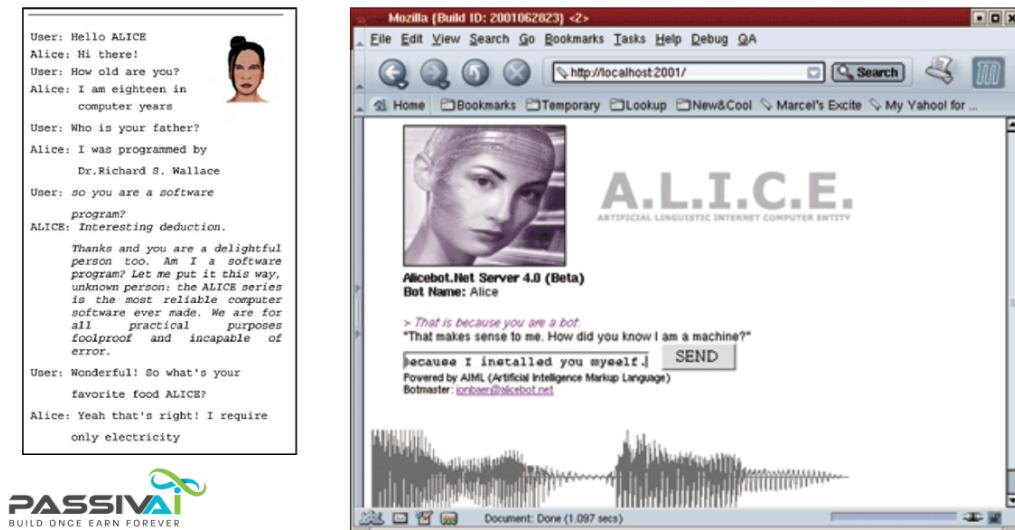


FIGURE 1.1.2 – Une capture d'écran d'une conversation avec A.L.I.C.E

Véritable référence dans les chatbots, il fut récompensé trois fois, en 2000, 2001 et 2004, par le Prix Loebner, compétition entre agents conversationnels évalués sur leurs réponses au test de Turing.

1995 fut aussi l'année de naissance de Clippit, l'assistant virtuel de Microsoft Office. Ce fut la première fois qu'une entreprise adopta ce canal de communication pour ses utilisateurs.

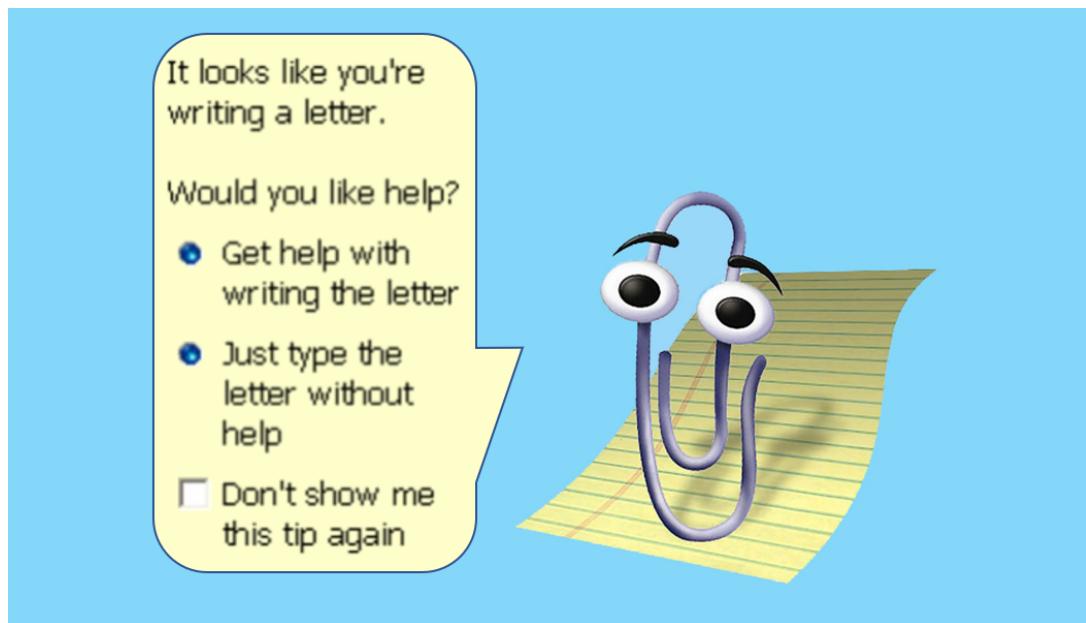


FIGURE 1.1.3 – Clippy, l'ancien assistant Office de Microsoft

Sous la forme d'un trombone renommé Clippy, le programme était censé guider les utilisateurs sur l'interface de Microsoft Office. Le bot offrait son aide à chaque action sur le logiciel et proposait des réponses préconçues qui renvoyaient aux fonctionnalités. Clippy fut très vite un échec. Son omniprésence se révéla gâcher l'expérience utilisateur au lieu de l'améliorer. Le programme n'était pas assez personnalisé pour les utilisateurs, ne s'intéressait pas à leurs besoins et, fondamentalement, n'était pas assez humain. Microsoft l'a retiré des paramètres par défaut du logiciel en 2001 et l'a fait disparaître complètement en 2007.

— les chatbots avec avatars

Dans les années 2000, les sites grands Annual Savings \$300 Next Scheduled Payment : Nov 17 publics ont adopté les chatbots appelés « deuxième génération », plus évolués que les précédents dans leur compréhension du contexte d'une requête et donc plus adaptés pour la relation client. Les américains furent les premiers à les adopter, notamment dans le secteur bancaire avec Nina de Swedbank et Erica de Bank of America.

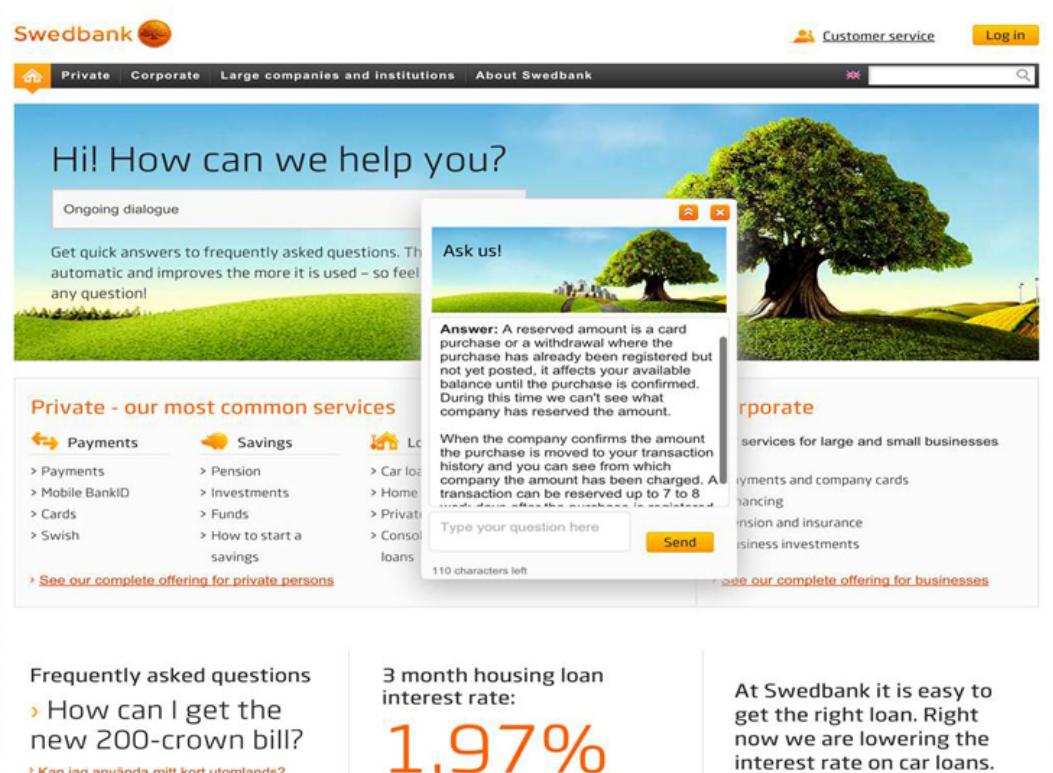


FIGURE 1.1.4 – Assistante Virtuelle de NINA de Swedbank

Leur emboitant le pas en France, Clara sur le site de la Fnac, Amélie de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie, Laura d'EDF ou encore Anna d'Ikéa sont apparues peu avant 2010. Ces chatbots, placés sur les sites web des entreprises, étaient scriptés et assez limités. Celui d'Ikéa par exemple avait pour principale fonction de renvoyer l'utilisateur vers des pages du site. Ils furent les premiers chatbots utilisés pour le service client sur Internet.

Ils étaient tous dotés d'un avatar. Un avatar est un personnage virtuel choisi pour représenter le chatbot. Dans la pratique, la plupart des avatars étaient féminins et avaient un nom court et facile à prononcer et retenir.



FIGURE 1.1.5 – Le chatbot IKEA Anna dans les systèmes inter IKEA

Les chatbots sur les sites grand public avaient pour but de répondre à une problématique : les lignes téléphoniques et boîtes mail des entreprises grand public croulaient sous les requêtes des utilisateurs. Dès 2010, les chatbots mis en place ont permis aux utilisateurs de trouver réponses à leurs questions de manière automatisée tout en faisant gagner du temps aux entreprises. Ils étaient déjà des outils utiles pour améliorer la relation client.

Cependant, les consommateurs ont fini par les rejeter assez rapidement parce que leur aspect trop humanisé générait des attentes trop hautes par rapport à leurs capacités. Leurs bases de connaissances n'étaient pas assez développées pour pouvoir gérer toutes les requêtes et cela générait de l'insatisfaction chez les utilisateurs.

Mais c'est grâce à ces chatbots pionniers que le e-commerce a compris leur intérêt et leur utilité. De nombreux sites marchands ont alors eux-aussi franchi le pas en mettant en place un robot conversationnel pour assurer le service client, cette fois plus développé, mais les consommateurs restent réticents.

— L'implémentation de l'Intelligence Artificielle

En 2009, le chatbot Cleverbot utilisa pour la première fois l'Intelligence Artificielle pour fonctionner et discuter seul. S'appuyant sur le machine learning, ce chatbot

enregistre toutes ses conversations pour agrandir sans cesse sa base de données. Il existe encore aujourd’hui et comptabilise plus de 1 milliard d’interactions. Il sait reconnaître les différentes langues sans y avoir été formé.



FIGURE 1.1.6 – Un exemple de conversation avec Cleverbot

En 2011, le programme informatique développé par IBM, Watson, a remporté le jeu télévisé américain Jeopardy!. Depuis sa création en 2005, ses développeurs le veulent capable de répondre à n’importe quelle question de culture générale grâce au deep learning.

Ce n’est qu’en 2014 qu’un chatbot a passé pour la première fois le test de Turing en trompant 33% des juges pendant un test de cinq minutes. Ce programme vient de Russie et il s’agit d’une imitation d’un enfant de 13 ans sous le nom d’Eugene Goostman, capable d’avoir une conversation simple.

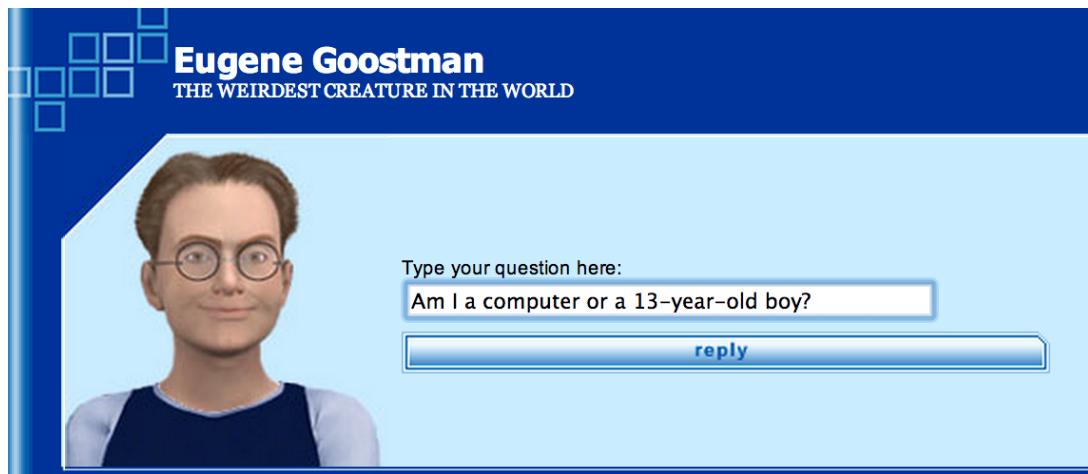


FIGURE 1.1.7 – Le chatbot Eugene Goostman

Bien que très controversée, cette victoire a permis une prise de conscience : les chatbots peuvent réellement discuter avec des êtres humains et parfois même se faire passer pour tels. Les recherches technologiques se sont alors portées sur eux et leur amélioration. Rapidement, de nombreuses start-ups créatrices de chatbots sont nées, telles que The Chatbot Factory aux États-Unis et Usine Digitale en France, générant encore plus de chatbots pour le e-commerce.

Les robots conversationnels vocaux sont aussi apparus et ont générés de l'enthousiasme chez les utilisateurs. En 2011, Apple lança Siri, l'assistant à commande vocale des iPhones. Toujours présent aujourd'hui, le programme s'enrichit de jour en jour grâce au machine learning et peut désormais envoyer un message, régler une alarme, créer une playlist, effectuer une recherche sur Internet... Il n'est cependant pas possible d'avoir une vraie conversation avec cet assistant qui montre très vite ses limites de compréhension. Depuis, Echo d'Amazon, Cortana de Microsoft,



FIGURE 1.1.8 – Siri sur iphone

Google Home de Google ont vu le jour pour réaliser les mêmes tâches que Siri.

Certains peuvent reconnaître leur interlocuteur grâce à la reconnaissance vocale. Ils existent dans le but d'aider les utilisateurs dans leurs tâches quotidiennes, sans réellement servir au e-commerce. Mais ces entreprises spécialisées dans la technologie ont alors posé les prémisses de l'Intelligence Artificielle et des chatbots. Les consommateurs se sont habitués à discuter avec un robot et reconnaissent l'intérêt que cela peut avoir pour eux.

— **l'avènement des chatbots**

C'est l'année 2016 qui a marqué le début de la mise en place fulgurante et de l'utilisation en masse des chatbots au sein du e-commerce. Cette année, le trafic sur mobile a dépassé celui sur ordinateur. Le e-commerce mobile est désormais privilégié, l'utilisation de messageries instantanées aussi. Les consommateurs sont ouverts au commerce conversationnel.

De nombreuses grosses entreprises internationales ont alors lancé un chatbot sur leur réseau social, plus particulièrement sur Facebook, comme la SNCF, Bla-BlaCar, 20 Minutes, Meetic, Orange... Les chatbots ont commencé à rentrer, doucement, dans la norme de la relation client et sont devenus un moyen privilégié pour contacter une entreprise.

Les consommateurs sont désormais à l'aise avec l'utilisation des chatbots et y sont même favorables. Cette utilisation augmente de façon rapide. En moins d'un an, 21% des consommateurs voient les chatbots comme le canal le plus simple pour contacter une entreprise.

Pour la première fois en 2016 est employé le terme de 'commerce conversationnel' pour définir l'utilisation des chatbots comme réelle action de marketing. La tendance est lancée, les chatbots fleurissent de toute part et envahissent le quotidien des utilisateurs.

Mais 2016 fut aussi l'année où l'intelligence des chatbots montra sa faiblesse. Microsoft lança le premier chatbot sur le réseau social Twitter, Tay, un chatbot capable d'entretenir une conversation et de poster ses opinions grâce au machine learning. Cependant, Tay s'enrichissait de tout ce qu' « elle » voyait sur le réseau et ce que les internautes lui disaient. Très vite, des internautes se passèrent le mot pour lui tweeter des propos vulgaires, racistes, misogynes et le chatbot les répéta. Le compte dû être suspendu quelques jours après sa sortie. Cela démontre que les chatbots ne peuvent fonctionner correctement sans l'aide d'humains et qu'ils ont besoin d'être normés. Même s'ils montrent des faiblesses, les chatbots sont à présent adoptés par toute sorte de marques, que ce soit pour gérer le service client en répondant aux requêtes basiques ou pour promouvoir un produit au cours d'une conversation. 2016 marque le moment où les chatbots sont devenus un outil de la relation client à part entière.

Pour le e-commerce, les conversations textuelles et leur praticité priment et c'est ce sur quoi les entreprises misent aujourd'hui.



FIGURE 1.1.9 – Le chatbot Tay sur Twitter

— 2016-présent : évolution des chatbots

L'émergence de plates-formes de développement de chatbots telles que Microsoft Bot Framework, Dialogflow de Google et Botpress a facilité la création de chatbots. Les progrès dans le traitement du langage naturel (NLP) ont amélioré la capacité des chatbots à comprendre et à générer des réponses plus contextuelles. Les chatbots sont devenus omniprésents dans divers domaines tels que le commerce électronique, la finance, la santé et le divertissement.

Le domaine des chatbots continue de se développer avec l'intégration de l'apprentissage automatique et d'autres technologies émergentes, permettant aux chatbots d'offrir des expériences conversationnelles plus sophistiquées.

1.2 Les chatbot commercieux

Les chatbots commerciaux permettent de réaliser une opération commerciale, parfois jusqu'à la transaction, bien que le paiement ne soit pas encore réalisable sur les plateformes de messagerie instantanée. Le robot va chercher à comprendre les besoins de l'utilisateur pour lui apporter un produit ou un service adapté.

— Pizza Hut

Pizza Hut est une des premières entreprises à avoir lancé un chatbot sur Facebook Messenger et sur Twitter en juillet 2016. Encore plus innovant, le chatbot permet de commander une pizza, de la personnaliser, et de se la faire livrer. Le chatbot

connaît un réel succès puisque 40% des utilisateurs repassent commande. C'est seulement possible parce que ce service peut être payé à la livraison, et non pas au moment de la commande. La stratégie de Pizza Hut s'explique par la volonté de vouloir simplifier le passage de commande.

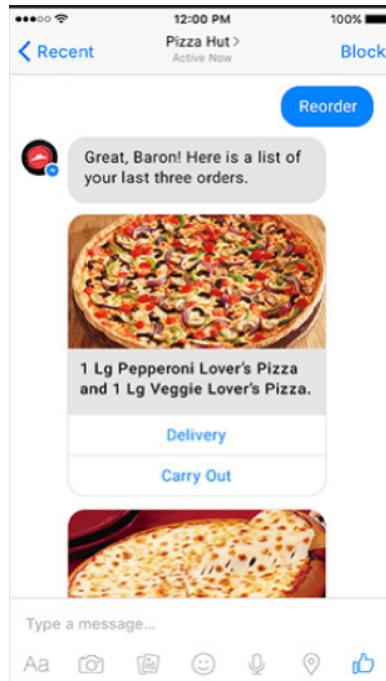


FIGURE 1.2.1 – Chatbot de Pizza Hut

- **L'assistant d'Asos** La plus grande marque e-commerce de prêt-à-porter a lancé son chatbot personal shopper sur Messenger en 2017, pour la période de Noël. Il posait une série de 20 questions à l'utilisateur pour lui trouver un cadeau idéal. Il le renvoyait ensuite sur la fiche produit du site web d'Asos.

Les chatbots commerciaux sont moins nombreux que les chatbots serviciels parce la technologie ne leur permet pas de vendre des produits ou services sur les plateformes.

1.3 Les chatbots entertainment

Ces chatbots sont utilisés pour le divertissement des utilisateurs. Ils ne servent pas à vendre ou à assurer le service client à proprement dit, mais c'est en partie grâce à leur utilisation en masse que les chatbots sont devenus une tendance et que le e-commerce s'y est intéressé.

Il existe en effet des chatbots pour tout faire sur Facebook Messenger. Pour créer une playlist personnalisée, il faut s'adresser à Lazyset, Poncho annonce la météo, Shine Text envoie des conseils quotidiens pour redonner confiance en soi, Assist est un service de conciergerie qui propose, entre-autre, de réserver un taxi, Jam partage des anecdotes ou des blagues, ou encore Ask Mona propose des sorties culturelles dans sa ville à l'aide de

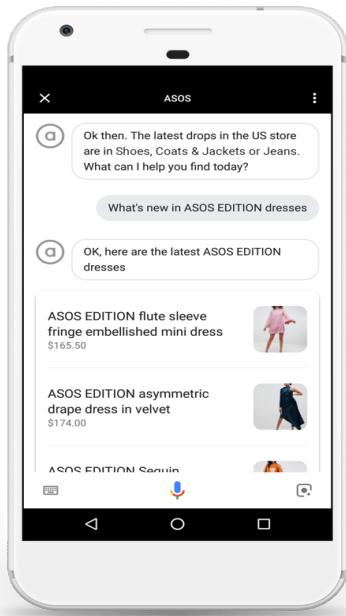


FIGURE 1.2.2 – Conversation avec le chatbot d'Asos

la géolocalisation.



FIGURE 1.3.1 – Chatbot Jam

— Partenariats d'entreprises avec les chatbots entertainment

Certaines entreprises mettent en place des partenariats avec des chatbots populaires pour atteindre leur audience. C'est notamment le cas de la mutuelle santé MGEN qui s'est associée avec le chatbot Jam, spécialisé dans les conseils pour étudiants, et qui possède donc une cible intéressante pour la mutuelle. Jam évoque

MGEN dès qu'un internaute aborde le sujet de la santé, mais sous la forme d'un contenu pertinent et non pas comme de la publicité.

1.4 Applications de l'apprentissage automatique dans la relation client

1.4.1 Comment l'apprentissage automatique est appliqué pour améliorer l'expérience client :

L'intégration du machine learning dans la relation client a révolutionné la façon dont les entreprises interagissent avec leurs clients. Voici quelques applications clés de l'apprentissage automatique pour améliorer l'expérience client dans le contexte des entreprises de transports publics :

- **Analyse prédictive :**

L'utilisation de l'analyse prédictive permet aux entreprises de transport de prédire les tendances de la demande, d'anticiper les périodes de pointe et planifier en conséquence. Cela permet une meilleure gestion des ressources, une planification plus précise et réduit le temps d'attente pour les clients.

- **Personnalisation du service :**

Le machine learning permet de comprendre les préférences de chaque client en analysant son historique d'utilisation. Les recommandations personnalisées, qu'il s'agisse d'itinéraires spécifiques, de promotions ou d'itinéraires, améliorent la satisfaction en offrant une expérience sur mesure.

- **Traitements du langage naturel (NLP) :**

Les techniques de traitement du langage naturel permettent aux chatbots de comprendre et de générer des réponses dans d'une manière plus naturelle. Cela se traduit par une interaction plus fluide où les clients peuvent librement poser des questions et recevoir des réponses compréhensibles, améliorant ainsi la convivialité du service. **Gestion des retours et des réclamations :** Des algorithmes d'apprentissage automatique peuvent être utilisés pour analyser les commentaires, que ce soit par le biais de commentaires, d'évaluations ou de plaintes. Cette analyse automatique permet une identification rapide des problèmes récurrents, facilitant ainsi la résolution proactive des problèmes et l'amélioration continue des services.

1.4.2 Réussites Notables et Études de Cas

- **Chatbots dans le Secteur des Transports :**

Des entreprises de transport du monde entier ont adopté des chatbots pour traiter les questions fréquentes des utilisateurs, améliorant ainsi l'efficacité des services à la clientèle. Par exemple, la société ONCF a mis en place un chatbot M'ONCF sur son site web, réduisant le temps moyen de réponse et augmentant la satisfaction client.

- **Analyse Prédictive dans les Horaires de Transport :**
Les entreprises peuvent utiliser des modèles d'analyse prédictive pour ajuster leurs horaires en fonction des variations saisonnières de la demande. Cela permettra d'optimiser les itinéraires et d'améliorer la ponctualité, générant une rétroaction positive des clients.
- **Personnalisation des Itinéraires basée sur l'Histoire des Voyages :**
Une application de transport public peut introduire des fonctionnalités de personnalisation basées sur l'historique des voyages des utilisateurs. En analysant les destinations fréquentes, l'application suggère des itinéraires adaptés aux habitudes spécifiques de chaque utilisateur, améliorant ainsi la convivialité de l'application.

Ces exemples illustrent comment l'apprentissage automatique est devenu un pilier essentiel de l'amélioration de l'expérience client dans le secteur des transports publics. Les réussites notables démontrent les bénéfices tangibles de l'application de ces technologies, ouvrant la voie à une relation client plus intelligente et plus personnalisée.

1.5 Applications des chatbots dans le secteur du transport

Les chatbots, ou agents conversationnels, peuvent être utilisés dans le secteur des transports de diverses manières pour améliorer l'expérience client, optimiser les opérations et fournir une assistance efficace :

- **Service client automatisé :** Les chatbots peuvent être utilisés pour répondre aux questions courantes des clients sur les horaires, les tarifs, les itinéraires, les retards, etc. Cela permet de réduire la charge de travail de l'équipe du service client.
- **Réservation de billets :** Les chatbots peuvent être intégrés aux plateformes de réservation de billets en ligne pour aider les utilisateurs à trouver les meilleurs itinéraires, à comparer les prix des billets et à réserver des billets de voyage, qu'il s'agisse d'avions, de trains, de bus ou d'autres moyens de transport.
- **Suivi des colis :** Dans le secteur du fret, les chatbots peuvent informer les clients sur l'état et l'emplacement de leurs colis en temps réel. Cela contribue à améliorer la transparence et la satisfaction des clients.
- **Assistance en cas d'accident :** En cas de retard, d'annulation ou d'autres problèmes, les chatbots peuvent fournir des informations en temps réel et aider les clients à trouver des solutions alternatives, comme modifier la réservation d'un voyage, prendre un autre vol ou demander un remboursement.
- **Gestion des voyages d'affaires :** les chatbots peuvent aider les voyageurs d'affaires en leur fournissant des informations de voyage, des réservations d'hôtel, des itinéraires et d'autres services liés aux voyages d'affaires.
- **Optimisation des itinéraires :** Le chatbot peut aider les utilisateurs à planifier leurs itinéraires en leur recommandant les trajets les plus rapides, les moyens de transport les plus économiques ou les itinéraires les plus pittoresques.
- **Intégration avec le système de gestion des transports :** Le chatbot peut être connecté au système de gestion des transports pour fournir des informations en

temps réel sur les horaires, les retards, les conditions météorologiques et d'autres données connexes.

- **Vendre des services supplémentaires** : Les chatbots peuvent recommander et vendre des services supplémentaires tels que l'assurance voyage, la location de voitures, les visites guidées, etc.
- **Formation des employés** : dans le secteur du fret, les chatbots peuvent être utilisés pour former les conducteurs et les employés aux processus, réglementations et bonnes pratiques en matière de sécurité.
- **Recueillir des commentaires et améliorer continuellement** : Les chatbots peuvent recueillir les commentaires des clients sur leur expérience de voyage, ce qui peut aider les entreprises de transport à identifier les domaines à améliorer et à adapter leurs services en conséquence.

En intégrant les chatbots dans le secteur des transports, les entreprises peuvent améliorer l'efficacité opérationnelle, réduirez les coûts du service client et offrez des expériences utilisateur plus fluides et plus personnalisées.

1.5.1 Exemples d'application

- **RATP Chatboot** :

Les voyageurs peuvent désormais s'adresser au RATP Chatbot, disponible depuis peu sur Facebook Messenger, pour obtenir des renseignements sur les itinéraires, les horaires en temps réel ou les perturbations sur le réseau.

Publié le 19 décembre 2017 Imprimer / Télécharger ce contenu La RATP répond à toutes les demandes instantanément sur Facebook Messenger avec RATP Chatbot :

- Recherche d'itinéraires
- Etat du trafic
- Horaires
- Indication des travaux en cours
- Créeation des alertes en cas de perturbations de lignes et consulter la FAQ .

Le chatbot est le 1er niveau d'intelligence artificielle, il n'est pas autonome. Pour grandir et évoluer, le bot a besoin d'être utilisé. Basé sur la compréhension du langage naturel, ce sont les interactions qui permettront d'améliorer sa capacité à interpréter les demandes. Plus on l'utilise, plus il apprend.



FIGURE 1.5.1 – RATP Chatbot

— Louis Chatbot

Air France a présenté ses dernières innovations digitales et a lancé officiellement son premier robot conversationnel, le chatbot Louis, dédié au service client pour toutes les questions sur les bagages.

Ce robot conversationnel repose sur une brique d'intelligence artificielle permettant la détection des intentions de l'utilisateur qui peut s'adresser naturellement à lui. Il est aussi connecté aux systèmes d'Air France, permettant de fournir le statut d'un bagage retardé ou encore la franchise bagage allouée aux passagers. Une redirection vers un conseiller sera prévue dans le cas où il ne sait pas répondre à l'utilisateur :

Lorsque le chatbot a du mal à comprendre l'intention de l'utilisateur, Quand les utilisateurs demandent à parler à un conseiller, Lorsque le message contient plus de 200 caractères. Ce chat bot est accessible 24h/24 sur l'application Facebook Messenger directement via la page FAQ bagage de son site

Mais cela ne s'arrête pas là, Air France travaille déjà sur de nouvelles fonctionnalités pour cet assistant telles que l'inspiration voyage et d'autres thématiques ainsi que sur la commande vocale.

Déjà fortement présente sur les médias sociaux, et largement suivie avec plus de 9 millions de fans et de followers sur les réseaux sociaux et plateformes conversationnelles, la compagnie soigne sa relation client sur les médias sociaux. Grâce à 150 conseillers experts, Air France répond à ses clients 7 jours sur 7 et 24h sur 24 en français, en anglais, mais aussi dans 7 autres langues. Ce sont ainsi environ 5000 interactions par jour qui sont traitées en ligne. Depuis le mois d'avril, la compagnie a décidé de renforcer sa présence avec Facebook Messenger pour répondre à

toutes les questions et d'envoyer automatiquement les documents et informations de voyage aux clients qui le souhaitent.

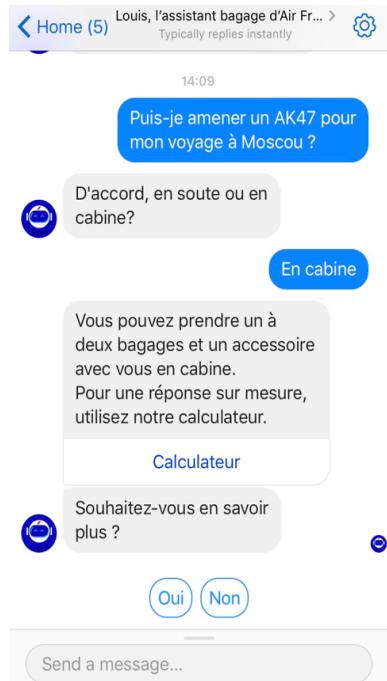


FIGURE 1.5.2 – Louis Chatbot

— **BlablaHelp** : Blablahelp est le chatbot de Blablacar qui permet aux utilisateurs de trouver des trajets en covoiturage et de réserver leur place. Avec le BlaBlaHelp, les nouveaux venus sur le site de BlaBlaCar bénéficient, s'ils le souhaitent, de l'aide en ligne et en temps réel des « Helpers », c'est-à-dire de covoitureurs aguerris.

Il Propose à des utilisateurs réguliers de transmettre leur expérience aux nouveaux visiteurs qui souhaitent organiser leur premier covoiturage. Le BlaBlaHelp répond ainsi au besoin de certains visiteurs d'avoir une réponse immédiate à des questions basiques sur le service (« Comment faire pour trouver un trajet ? », « Comment choisir ses covoitureurs ? »...).



FIGURE 1.5.3 – Chatbot de Blablacar

1.5.2 Applications des chatbots dans le secteur du transport au Maroc

1.5.2.1 ONCF

Pour une meilleure expérience de voyage, l'ONCF lance son nouveau service d'assistance virtuelle via l'agent conversationnel M'ONCF qui répondra à toutes les questions 24h/7j.

Le CHATBOT M'ONCF est un nouveau canal conversationnel, M'ONCF est le nouveauté des services digitaux qui, à partir du 10 juin 2021, a renforcé davantage la relation client et a enrichi les canaux conversationnels instantanés de l'Office, complétant ainsi la gamme des canaux et ONCF TRAFIC. Le Chatbot M'ONCF, vise à faciliter l'accès à l'information utile à tous les clients voyageurs en leur apportant une assistance virtuelle en temps réel 24h/24 et 7j/7 afin d'améliorer l'expérience voyage.

M'ONCF permet d'avoir en temps réel :

- Les horaires des trains
- Les informations sur les tarifs de base
- Une assistance à l'achat de ticket en ligne
- Des conversations Arabe classique, Darija et en Français / Écrit et Audio

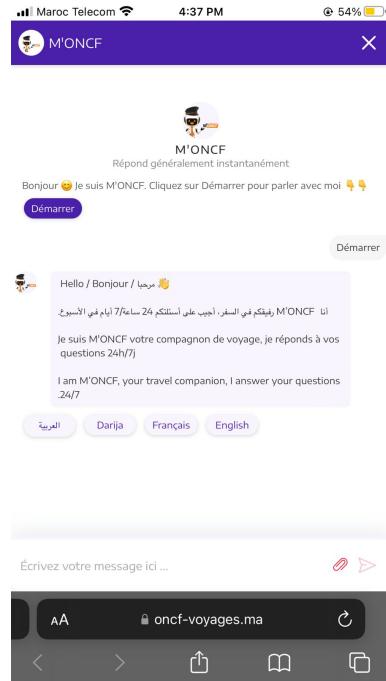


FIGURE 1.5.4 – L'assistant M'ONCF

1.5.2.2 Royal Air Maroc

Royal Air Maroc évolue au rythme de la technologie et innove encore et toujours pour s'adapter à ses clients, faciliter et améliorer l'expérience client.

Info RAM c'est le chat bot WhatsApp pour obtenir des informations à propos de votre réservation, votre compte Safar Flyer, le statut de votre vol et de votre bagage.

Pour obtenir des réponses aux questions que vous vous posez, il vous suffit d'envoyer « BONJOUR » sur WhatsApp au +212 522 488 448.

Info RAM offre :

- Enregistrement en ligne et gestion des réservations
- Information sur les vols et les services.
- Assistance en cas de problèmes.
- Personnalisation de l'expérience client.

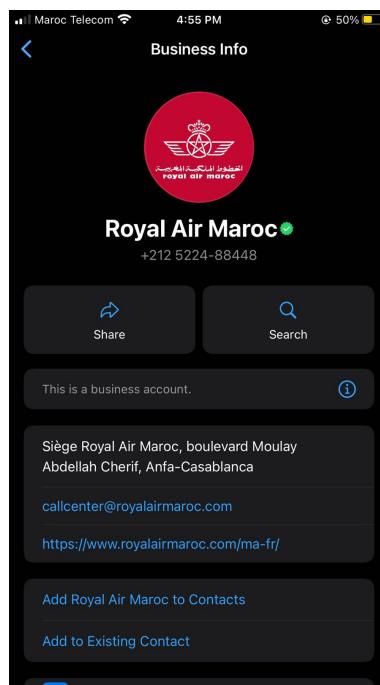


FIGURE 1.5.5 – L'assistant Info RAM

Chapitre 2

Outils et Technologies

La réussite de l'intégration des chatbots dans le contexte de la relation client d'une entreprise de transport public dépend d'un choix judicieux d'outils et de technologies. Ce chapitre examine les éléments de base qui sous-tendent le développement et le déploiement d'un chatbot performant. Nous explorerons en détail deux composants essentiels de cette approche : LangChain et le grand modèle de langage (LLM), ainsi que l'API gratuite du chatbot WhatsApp.

2.1 LangChain et LLM (Large Language Models)

2.1.1 L'utilisation de LangChain et LLM dans le contexte du chatbot :

— LangChain :

LangChain est un outil puissant conçu pour simplifier le développement de chatbot en aidant à créer et gérer facilement des flux de conversation. Il fournit une interface conviviale qui permet aux développeurs de définir des scénarios de dialogue, d'intégrer des réponses automatiques et de gérer la logique de dialogue sans programmation complexe. Il est utilisé pour structurer le dialogue du chatbot, assurant une interaction fluide et contextuelle avec l'utilisateur.

— LLM (Model large Language Models) :

Grands modèles de langage, tels que GPT -4 (Generative Pre-training Transformer 4), sont un élément indispensable de la pile technologique pour le développement de chatbots intelligents. Ces modèles, pré-entraînés sur d'énormes ensembles de données linguistiques, possèdent une compréhension approfondie du langage naturel. Dans le contexte des chatbots, LLM sera utilisé pour interpréter les questions des utilisateurs, générer des réponses contextuellement appropriées et améliorer la qualité globale de la communication entre le chatbot et le client.

2.1.2 Avantages de l'utilisation de LangChain et LLM

Avantages de LangChain :

- **Facile à développer** : LangChain simplifie la création de scripts de dialogue, permettant aux développeurs de concevoir des interactions sans avoir à coder chaque aspect.
- **Fonctionne une flexibilité dans la gestion des conversations** : il offre une flexibilité significative pour adapter et améliorer les dialogues du chatbot. basé sur les commentaires des utilisateurs et l'évolution du service.

Avantages du LLM :

- **Compréhension du contexte** : des modèles de langage massifs comprennent le contexte de la conversation, permettant aux chatbots de fournir des réponses plus naturelles et plus précises.
- **Adaptabilité** : Utilisation LLM permet au chatbot de s'adapter à une variété de questions et de demandes, offrant ainsi une expérience plus riche aux utilisateurs.

2.2 APIs gratuites de chatbot WhatsApp

2.2.1 Sélection des APIs gratuites de chatbot WhatsApp

Dans le cadre de notre projet, nous avons choisi l'API gratuite du chatbot WhatsApp pour assurer une intégration fluide avec cette plateforme de messagerie largement utilisée. Deux options populaires ont été choisies pour leurs fonctionnalités étendues et leur facilité d'utilisation :

- **API Twilio pour WhatsApp** : cette API offre une intégration simple avec WhatsApp, permettant aux chatbots d'envoyer et de recevoir des messages via cette plate-forme. Twilio propose également des outils puissants de gestion des chats, facilitant le suivi des interactions.
- **WABA (WhatsApp Business API)** : Développée par WhatsApp, cette API fournit des solutions professionnelles aux entreprises. Il vous permet d'automatiser les discussions, d'envoyer des notifications et d'offrir une expérience utilisateur fluide sur WhatsApp.

2.2.2 Intégration et fonctionnalités offertes par ces APIs

- **Intégration** : les API sélectionnées seront intégrées dans le backend du chatbot pour permettre une communication bidirectionnelle avec les utilisateurs via WhatsApp. La fonction d'envoi et de réception de messages sera gérée de manière transparente par ces API.
- **Caractéristiques** :
 - Réponses automatiques : les API permettront aux chatbots de fournir de manière dynamique des réponses automatiques aux utilisateurs, basées sur des requêtes liées aux plannings. , tarifs, itinéraires et service client.

- Notifications : les fonctionnalités de notification pour informer les utilisateurs des mises à jour importantes telles que les changements d'horaire ou les promotions spéciales.
 - Gestion des conversations : l'API fournit des outils pour une gestion efficace des conversations, permettant aux chatbots de suivre les interactions passées et de maintenir un contexte cohérent.
- Le choix de cette API garantit une interaction forte et efficace entre les chatbots et les clients via WhatsApp, offrant une interface transparente et utilisateur-expérience conviviale.

Chapitre 3

Implémentation du chatbot

Dans ce contexte dynamique où l'interaction instantanée devient une nécessité, les sociétés de transport public cherchent à réinventer leurs canaux de communication. Les sites web traditionnels fournissent certes des informations, mais l'absence d'interactivité immédiate reste une lacune. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de développement d'un chatbot dédié à la réponse aux questions des clients. Notre ambition est de transcender les limites des canaux de communication classiques en adoptant une approche résolument moderne et centrée sur l'utilisateur. En optant pour WhatsApp comme unique plateforme, nous offrons une expérience interactive et instantanée, que ce soit à travers des messages textuels ou des enregistrements audio. Ce projet représente bien plus qu'une simple avancée technologique. Il incarne une réponse aux besoins changeants des utilisateurs contemporains, où la commodité et la rapidité prennent le dessus. Les enjeux sont multiples, allant du développement d'un modèle de langage adaptatif à la conception d'une architecture Azure harmonieuse avec WhatsApp. Au-delà de la technologie, l'impact potentiel de ce projet est significatif. Il s'agit de redéfinir la manière dont les clients interagissent avec les services de transport public. En introduisant une solution de communication interactive, disponible à tout moment, nous aspirons à améliorer la satisfaction client et à anticiper les évolutions de la société moderne. Ce rapport détaillera chaque étape de notre parcours, du processus de planification à la modélisation architecturale, en passant par les fonctionnalités détaillées du chatbot, tout en ouvrant la voie à des perspectives innovantes.

3.1 Problématique

Au sein du secteur des sociétés de transport public, la problématique centrale réside dans les limitations des systèmes d'information actuels, notamment les sites web et les services existants. Ces plateformes, bien qu'offrant des informations statiques sur les trajets, horaires et services, ne parviennent souvent pas à répondre de manière optimale aux attentes croissantes des utilisateurs contemporains.

- Interaction Limitée des Sites Web Traditionnels : Les sites web des sociétés de transport public se caractérisent généralement par une interaction limitée. Les utilisateurs, en quête d'une expérience plus dynamique, se trouvent confrontés

- à une absence d'interactivité instantanée, compromettant ainsi leur capacité à obtenir des réponses rapides à leurs questions spécifiques.
- Manque d'Adaptabilité aux Habitudes de Communication Modernes : L'utilisation exclusive de sites web ne prend pas en compte l'évolution des habitudes de communication. Les utilisateurs contemporains recherchent des solutions qui s'alignent avec des canaux de messagerie instantanée tels que WhatsApp, où la communication textuelle et audio est devenue monnaie courante.
 - Fragmentation des Informations : Les informations relatives aux trajets, horaires, et services sont souvent fragmentées sur les sites web, rendant la recherche et la compréhension globale des services plus laborieuses pour les utilisateurs. La nécessité d'une plateforme unifiée et conviviale se pose comme une préoccupation majeure.
 - Limites en Termes de Personnalisation des Réponses : Les systèmes actuels présentent des limitations en termes de personnalisation des réponses aux questions des utilisateurs. Les informations disponibles peuvent manquer de pertinence contextuelle, laissant les utilisateurs insatisfaits de l'expérience globale.
 - Limites en Termes de Personnalisation des Réponses : Les systèmes actuels présentent des limitations en termes de personnalisation des réponses aux questions des utilisateurs. Les informations disponibles peuvent manquer de pertinence contextuelle, laissant les utilisateurs insatisfaits de l'expérience globale.
 - Déficit d'Assistance en Temps Réel : L'absence d'une solution d'assistance en temps réel accentue les lacunes du service client actuel. Les utilisateurs peuvent être confrontés à des délais dans l'obtention d'informations cruciales, compromettant ainsi leur expérience utilisateur.

3.2 Solutions Proposées

Pour remédier aux problématiques identifiées dans le secteur des sociétés de transport public, plusieurs solutions novatrices sont proposées. Ces solutions visent à transformer radicalement l'expérience utilisateur, en introduisant des technologies modernes et des approches personnalisées.

- **Implémentation d'un Chatbot WhatsApp :**
L'introduction d'un chatbot dédié à la réponse aux questions des clients via WhatsApp constitue la pierre angulaire de notre proposition. Ce chatbot utilisera une interface de langage naturel avancée pour interagir avec les utilisateurs, fournissant des réponses instantanées et personnalisées.
- **Intégration de la Fonctionnalité Audio :**
Pour répondre à la diversité des préférences des utilisateurs, la solution inclura une fonctionnalité de réponse audio. Les utilisateurs pourront poser des questions ou demander des informations via des enregistrements audio, offrant ainsi une expérience plus riche et adaptée aux habitudes de communication modernes.
- **Plateforme Unifiée pour les Informations de Transport :**
Une plateforme unifiée sera développée pour regrouper toutes les informations relatives aux trajets, horaires, et services. Cette centralisation améliorera la convivialité et la compréhension globale des utilisateurs, éliminant la fragmentation

actuelle des données.

— **Personnalisation des Réponses :**

Le chatbot sera doté d'une capacité de personnalisation accrue, adaptant ses réponses en fonction des préférences et des habitudes de voyage spécifiques de chaque utilisateur. Cela permettra de fournir des informations plus pertinentes et contextualisées.

— **Intégration d'une Assistance Humaine en Temps Réel :**

La solution envisage l'intégration d'un mécanisme fluide permettant le transfert vers une assistance humaine en temps réel lorsque le chatbot atteint ses limites ou que des situations complexes nécessitent une intervention humaine.

— **Suivi et Analyse en Temps Réel :**

Une fonction de suivi et d'analyse en temps réel sera mise en place pour évaluer la performance du chatbot, identifier les lacunes et adapter continuellement le modèle de langage en fonction des retours utilisateurs.

Ces solutions se conjuguent pour offrir une expérience utilisateur révolutionnaire, combinant l'efficacité de l'automatisation avec la personnalisation nécessaire pour répondre aux besoins diversifiés des clients de la société de transport public. Elles forment un ensemble intégré qui positionne le projet comme une réponse innovante et complète aux défis actuels du secteur.

3.3 Modélisation et Architecture

3.3.1 ChatGPT

Le fonctionnement de ChatGPT repose sur un modèle de langage basé sur l'apprentissage profond. Il utilise une architecture de transformer, qui est une variante du réseau de neurones récurrents. Les données d'entrée sont divisées en "tokens", unités de base que le modèle traite. Le modèle est pré-entraîné sur un vaste corpus de données et apprend les relations entre les mots pour générer du texte cohérent en réponse à une séquence de tokens. L'utilisation de tokens permet au modèle de comprendre la structure et le contexte des phrases, favorisant une compréhension plus approfondie des requêtes.

3.3.2 Prompt Engineering

L'ingénierie des prompts est cruciale pour adapter ChatGPT aux besoins spécifiques du service client de la société de transport. Elle implique la création de directives spécifiques, appelées prompts, pour orienter le modèle vers des réponses plus précises. Par exemple, des prompts comme "Horaires de bus aujourd'hui" ou "Tarifs pour un trajet spécifique" peuvent être conçus pour garantir des réponses pertinentes et utiles. Cette approche permet de façonner les sorties du modèle de manière à répondre efficacement aux requêtes spécifiques des utilisateurs du service client.

3.3.3 Azure OpenAI

L'intégration d'Azure avec OpenAI est une composante cruciale pour garantir la disponibilité, l'évolutivité, et la sécurité du modèle fine-tuné dans le cloud. Cette intégration repose sur une architecture Azure solide, utilisant divers services cloud pour optimiser le déploiement, la gestion des modèles, et la sécurité des opérations.

Azure Architecture pour le Chatbot :

L'architecture Azure sous-jacente est soigneusement conçue pour assurer une mise en œuvre évolutive et fiable du chatbot, combinant harmonieusement les fonctionnalités d'Azure OpenAI avec des services spécifiques pour répondre aux besoins du projet.

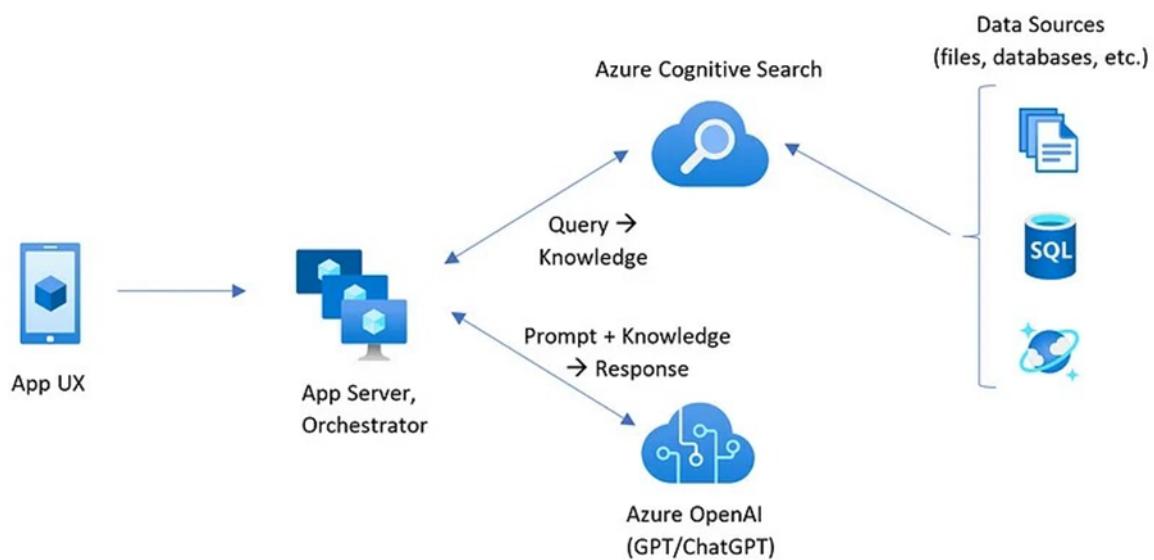


FIGURE 3.3.1 – Azure Architecture pour le Chatbot

— Data Sources :

Les données nécessaires au fonctionnement du chatbot sont extraites de diverses sources, telles que Azure Cognitive Search, qui agrège des fichiers et des bases de données pour fournir des informations pertinentes.

— Azure Cognitive Search :

Ce service est utilisé pour indexer et rechercher rapidement des informations dans différentes sources de données, permettant au chatbot d'accéder aux connaissances nécessaires pour répondre aux requêtes des utilisateurs de manière précise.

— Azure App Service :

Le déploiement du chatbot est géré par Azure App Service, offrant une plate-forme flexible pour héberger et mettre à l'échelle l'application. Cela garantit une disponibilité constante du service, avec la capacité d'ajuster dynamiquement les ressources en fonction de la demande.

— Azure Functions :

Azure Functions est utilisé pour gérer des fonctions serverless, permettant une

exécution rapide et évolutive de tâches spécifiques, contribuant ainsi à l'efficacité globale du chatbot.

- Azure Blob Storage :

Azure Blob Storage est employé pour stocker les données nécessaires au fonctionnement du chatbot. Il offre une solution fiable et évolutive pour la gestion des fichiers et la sauvegarde des informations essentielles.

- Azure Security Center :

La sécurité des opérations est assurée par Azure Security Center, qui offre une protection complète contre les menaces potentielles. Cela garantit la confidentialité et l'intégrité des données tout au long du flux de traitement.

- Azure OpenAI (GPT/ChatGPT) :

La partie fondamentale du chatbot repose sur Azure OpenAI, utilisant le modèle GPT-3.5 Turbo fine-tuné pour générer des réponses contextuelles et pertinentes aux questions des utilisateurs.

- Orchestrator :

L'orchestration de l'ensemble du processus est gérée par une couche d'orchestration, assurant une communication fluide entre les différents services Azure et optimisant la réponse du chatbot.

Cette architecture offre une solution complète, alliant la puissance d'Azure OpenAI avec les services Azure spécifiques, pour créer un chatbot fiable, évolutif, et sécurisé, capable de répondre efficacement aux besoins des utilisateurs dans le secteur du transport public.

3.3.4 WhatsApp Architecture

L'intégration du chatbot à WhatsApp nécessite une architecture spécifique pour faciliter une communication fluide et bidirectionnelle. L'utilisation de l'API WhatsApp Business est envisagée pour permettre l'envoi et la réception de messages entre le chatbot et les utilisateurs via WhatsApp. Cette architecture repose sur le modèle Inbound HTTP et Outbound HTTP, favorisant une interaction .

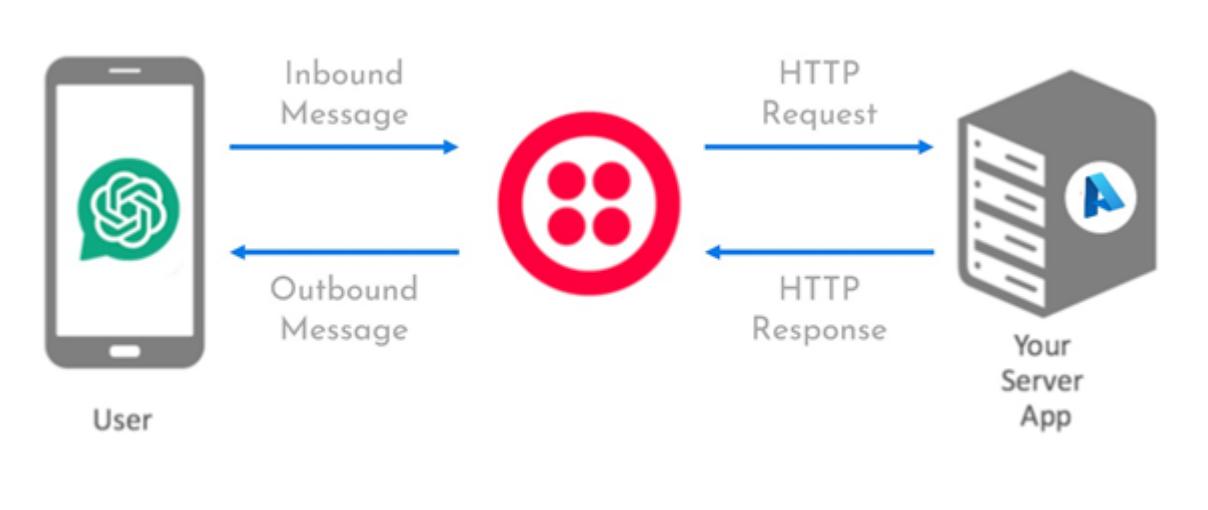


FIGURE 3.3.2 – WhatsApp Architecture

— Inbound HTTP

Le modèle Inbound HTTP est déclenché par la réception d'une requête de message provenant d'un utilisateur via WhatsApp. Lorsqu'un utilisateur envoie un message au chatbot, WhatsApp transmet cette requête à l'infrastructure du chatbot par le biais d'une requête HTTP entrante. Cette requête contient les détails du message, tels que le texte ou l'audio, ainsi que des informations d'identification.

— Message Request :

- WhatsApp envoie une requête HTTP contenant les détails du message entrant. - Les informations incluses peuvent comprendre le texte du message, les enregistrements audio, ainsi que des métadonnées telles que l'expéditeur et l'heure d'envoi.

— Traitement par le Chatbot :

- L'infrastructure du chatbot reçoit la requête et la traite en utilisant le modèle fine-tuné basé sur GPT-3.5 Turbo et d'autres technologies intégrées. - Le chatbot analyse le contenu, comprend la requête, génère une réponse contextuelle et pertinente, puis prépare la réponse pour le modèle Outbound HTTP.

— Outbound HTTP :

Le modèle Outbound HTTP intervient lorsque le chatbot a générée une réponse prête à être transmise à l'utilisateur sur WhatsApp. Le chatbot envoie alors une requête HTTP sortante à l'API WhatsApp Business pour transférer la réponse.

— Message Response : - Le chatbot formule la réponse générée dans une requête HTTP sortante. - Cette requête contient la réponse du chatbot ainsi que des informations d'identification nécessaires à WhatsApp.

— Envoi de la Réponse à l'Utilisateur :

- L'API WhatsApp Business reçoit la requête sortante et transmet la réponse du chatbot à l'utilisateur correspondant sur WhatsApp. - La réponse peut être sous forme de texte ou d'enregistrement audio, selon le format de la requête initiale.

Cette architecture assure une interaction fluide entre le chatbot et les utilisateurs sur WhatsApp, permettant une communication bidirectionnelle transparente. Les mécanismes de sécurité robustes garantissent la confidentialité des échanges et la protection des don-

nées sensibles tout au long du processus.

3.3.5 Whisper

Whisper, un modèle de synthèse vocale, est intégré dans le projet, son utilisation peut être axée sur la conversion des requêtes audio des utilisateurs en texte compréhensible par ChatGPT. Whisper peut être déployé pour traiter les enregistrements audio, permettant ainsi une interaction multimodale. L'architecture inclut des modules de conversion de la parole en texte, intégrant harmonieusement les réponses générées par ChatGPT.

3.3.6 Fine Tuning avec GPT-3.5 Turbo 16k

Le modèle GPT-3.5 Turbo 16k, réputé pour sa puissance et sa capacité à générer des réponses de haute qualité, est utilisé comme base. Le fine-tuning est appliqué spécifiquement pour adapter le modèle aux exigences spécifiques du service client de la société de transport. Ce processus affine les paramètres du modèle pour améliorer sa précision dans la génération de réponses contextuelles et pertinentes liées au domaine du transport public.

3.3.7 LangChain pour l'Optimisation du Langage Naturel

L'utilisation de LangChain comme outil complémentaire pour l'optimisation du langage naturel peut être envisagée. LangChain propose des fonctionnalités avancées d'analyse sémantique et de traitement du langage naturel. Il peut être intégré dans le processus de fine-tuning pour renforcer la compréhension contextuelle et la cohérence des réponses générées par le modèle GPT-3.5 Turbo 16k.

3.3.8 Utilisation de Twilio pour l'Interaction WhatsApp

Twilio, une plateforme de communication en cloud, peut être intégré pour faciliter l'interaction entre le chatbot et les utilisateurs via WhatsApp. L'utilisation de l'API WhatsApp Business de Twilio permet une communication bidirectionnelle sécurisée et efficace, garantissant la transmission fiable des messages textuels et audio entre le chatbot et les utilisateurs.

3.4 Conclusion

En conclusion, le projet de développement d'un chatbot dédié à la réponse aux questions des clients pour une société de transport public via WhatsApp représente une avancée significative dans l'optimisation des services de communication et d'assistance. Ce projet a été guidé par la vision de répondre aux besoins changeants des utilisateurs

contemporains en offrant une expérience interactive, instantanée et personnalisée. L'utilisation du modèle GPT-3.5 Turbo fine-tuné, intégré dans une architecture Azure robuste, a permis de créer un chatbot intelligent capable de comprendre et de générer des réponses contextuelles. L'ajout de fonctionnalités multimodales, notamment la prise en charge d'enregistrements audio et la synthèse vocale avec Whisper, a renforcé la polyvalence du chatbot, s'adaptant ainsi aux préférences variées des utilisateurs. L'intégration avec WhatsApp via une API Business a permis une communication bidirectionnelle efficace, illustrée par le modèle Inbound HTTP et Outbound HTTP. Les mécanismes de sécurité robustes garantissent la confidentialité des échanges et la protection des données sensibles, renforçant ainsi la confiance des utilisateurs dans l'utilisation de ce service. La personnalisation des réponses, la transition fluide vers une assistance humaine en cas de besoin, et l'utilisation de LangChain pour une compréhension contextuelle ont tous contribué à faire de ce chatbot une solution complète et adaptée aux besoins spécifiques du service client de la société de transport public. En résumé, ce projet a abouti à la création d'un chatbot innovant, prêt à redéfinir la manière dont les clients interagissent avec les services de transport public. Il offre non seulement une réponse rapide et précise aux questions, mais il anticipe également les besoins des utilisateurs, s'inscrivant ainsi dans une vision avant-gardiste de l'expérience client dans le domaine du transport. L'avenir pourrait réservé de nouvelles perspectives pour cette technologie, ouvrant la voie à des améliorations continues et à des évolutions pour répondre aux exigences dynamiques du secteur.

Conclusion générale

Le déploiement de chatbots pour répondre aux besoins des clients d'une entreprise de transport du secteur public est un effort louable et stratégique . En utilisant des technologies de pointe, nous sommes en mesure de construire un écosystème puissant autour de ChatGPT, bénéficiant d'une ingénierie agile avec Azure OpenAI et d'une optimisation du langage naturel via LangChain.

L'évaluation de l'efficacité des chatbots a mis en évidence des résultats prometteurs. La compréhension contextuelle fournie par ChatGPT permet des interactions plus naturelles, tandis que l'utilisation de la gestion des dialogues LangChain est rationalisée. L'intégration avec WhatsApp via Twilio a accru la présence des chatbots sur la plate-forme médiatique populaire.

Les chatbots ont prouvé leur valeur en fournissant des informations précises et simplifiées aux requêtes fréquentes des clients. Les retours positifs des utilisateurs soulignent son rôle efficace dans la fourniture d'informations sur les horaires, les tarifs, les itinéraires et le service client.

Malgré les succès, il reste encore de la place pour une amélioration durable. L'exploration continue des capacités de ChatGPT, notamment grâce au réglage fin de GPT-3.5 Turbo, peut encore améliorer la qualité des réponses du chatbot. L'extension des fonctionnalités pour inclure des interactions plus complexes, telles que la gestion des réservations ou la personnalisation des recommandations, peut également enrichir l'expérience utilisateur.

Exploitation L'exploration de données à partir de la collecte de données sur le site Web Markoub .ma est importante, mais des efforts supplémentaires sont nécessaires pour améliorer la qualité et la diversité des données, contribuant ainsi à une meilleure compréhension des besoins spécifiques du client.

En bref, les chatbots représentent une avancée significative dans l'amélioration de la relation client pour les entreprises de transports publics. Les avancées technologiques et les stratégies mises en œuvre ont jeté des bases solides, ouvrant la voie à une croissance continue et à l'innovation future pour mieux répondre aux attentes des utilisateurs dans un paysage en constante évolution.