

Faculté des Sciences Exactes et d'Informatique
Département de Mathématiques et informatique
Filière : Informatique



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Master en Informatique
Option : **Intelligence Artificielle pour l'internet des objets (IA4IoT)**

Présenté par :
Benguireche Khaoula

THEME :
**Développement d'une application éducative
avec intelligence artificielle : *AI Teacher***

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

M. Moumene	Grade	Université de Mostaganem	Président
M. Bessaoud	Grade	Université de Mostaganem	Examineur
Mme. Kaid Slimane Bouchra	Grade	Université de Mostaganem	Encadrante

Année Universitaire 2024-2025

Résumé :

Ce document est le rapport final du projet de fin d'études en Mater2 spécialité IA4IoT (Intelligence Artificielle pour l'Internet des Objets).

L'objectif du projet est de créer et de mettre au point une application éducative basée sur l'intelligence artificielle, appelée AI Teacher, destinée aux élèves de primaire pour l'apprentissage de l'anglais.

L'objectif principal de cette application est de fournir une expérience d'apprentissage interactive et personnalisée en utilisant des technologies d'intelligence artificielle telles que : la synthèse vocale, la personnalisation des exemples et le suivi du niveau des élèves.

Diverses compétences techniques ont été mobilisées lors du développement de ce projet, telles que la programmation, les bases de données, l'intelligence artificielle, la conception d'interface utilisateur et la gestion de projet.

L'application est conçue pour offrir un apprentissage interactif et adapté au niveau de chaque élève, en plus d'être facile à utiliser. Ce projet contribue à la modernisation des outils éducatifs en Algérie et propose une solution innovante pour renforcer l'apprentissage de l'anglais dès les premières années scolaires.

Abstract:

This document is the final report of the end-of-studies project in Mater2 specializing in IA4IoT (Artificial Intelligence for the Internet of Things).

The aim of the project is to create and develop an artificial intelligence-based educational application, called AI Teacher, for primary school pupils to learn English.

The main objective of this application is to provide an interactive and personalized learning experience using artificial intelligence technologies such as voice synthesis, personalization of examples and monitoring of pupils' levels.

A variety of technical skills were mobilized during the development of this project, including programming, databases, artificial intelligence, user interface design and project management.

The application is designed to offer interactive learning adapted to the level of each student, as well as being easy to use. This project contributes to the modernization of educational tools in Algeria and offers an innovative solution for reinforcing the learning of English from the earliest school years.

الملخص:

هذه الوثيقة هي التقرير النهائي لمشروع نهاية الدراسات في تخصص Mater2 (الذكاء الاصطناعي لإنترنت الأشياء) في IA4IoT

.والهدف من المشروع هو إنشاء وتطوير تطبيق تعليمي قائم على الذكاء الاصطناعي يسمى AI Teacher لتلاميذ المدارس الابتدائية لتعلم اللغة الإنجليزية

والهدف الرئيسي من هذا التطبيق هو توفير تجربة تعليمية تفاعلية وشخصية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل التوليف الصوتي، وتخصيص الأمثلة ومراقبة مستويات التلاميذ

وقد تم توظيف مجموعة من المهارات التقنية في تطوير هذا المشروع، بما في ذلك البرمجة وقواعد البيانات والذكاء الاصطناعي وتصميم واجهة المستخدم وإدارة المشروع

تم تصميم التطبيق لتقديم تعليم تفاعلي يتكيف مع مستوى كل طالب، بالإضافة إلى سهولة استخدامه. يساهم هذا المشروع في تحديث الأدوات التعليمية في الجزائر ويقدم حلاً مبتكراً لتعزيز تعلم اللغة الإنجليزية منذ السنوات الدراسية الأولى

Remercîment :

Tout d'abord, je remercie le bon Dieu Tout-Puissant, qui m'a donné la force, le courage, et la persévérance nécessaire pour mener à bien ce projet. Que Dieu ait pitié de mon père et bénisse son âme.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon encadrante, Mme Kaid Slimane Bouchra, pour sa disponibilité, son soutien et sa confiance tout au long de ce projet.

Je remercie également ma chère mère, pour son amour inconditionnel, ses prières, et son soutien constant, qui m'ont toujours inspirée. À mon frère, ma sœur et mes amis proches, je vous suis reconnaissante pour vos encouragements et votre soutien moral tout au long de ce parcours.

À toutes ces personnes qui m'ont accompagnée et soutenue dans cette aventure, j'exprime ma reconnaissance, mon respect, et ma gratitude.

Table des matières

Résumé.....	2
Remercîment	4
Table des matières	5
Liste des figures.....	8
Introduction générale	10
Chapitre 01 Introduction et Analyse des besoins.....	11
1.1 Introduction	11
1.2 Intelligence artificielle et éducation.....	11
1.2.1 Définition de l'intelligence artificielle en éducation	11
1.2.2 Importance de l'IA en éducation	11
1.2.3 Application de l'IA en éducation	12
1.3 Présentation d'AITeacher.....	13
1.3.1 Définition.....	13
1.3.2 Problématique	13
1.4 Analyse des besoins et exigences	14
1.4.1 Identification des besoins des utilisateurs	14
1.4.1.1 les élèves	14
1.4.1.2 les parent	14
1.4.2 Exigences du projet.....	14
1.4.2.1 Exigences fonctionnelles	14
1.4.2.2 Exigences non fonctionnelles	14
1.5 Contraintes et choix technologiques	15
1.5.1 Technologies utilisées	15
1.5.2 Contraintes du projet	15
1.6 Conclusion.....	15
Chapitre 02 Analyse et Modélisation.....	16
2.1 Introduction	16
2.2 Analyse fonctionnelle	16
2.2.1 Description des utilisateurs	16
2.2.1.1 Parent	16
2.2.1.2 Élève	16
2.2.2 Besoin fonctionnels	16

2.2.2.1 Élève	16
2.2.2.2 Parent	17
2.2.3 Besoin non fonctionnels	17
2.3 Modélisation UML	17
2.3.1 Qu'est-ce que UML	17
2.3.2 A quoi sert UML	17
2.3.3 Les différents types de diagrammes UML	18
2.4 Conception de mon application	18
2.4.1 Diagramme de classe	18
2.4.2 Diagramme de cas d'utilisation	19
2.4.3 Diagramme de séquence	20
2.5 Schéma Firebase	21
2.6 Conclusion	21
Chapitre 03 Conception et Réalisation	22
3.1 Introduction	22
3.2 Outils et technologies utilisés	22
3.2.1 Flutter	22
3.2.2 Dart	22
3.2.3 Firebase	23
3.2.4 Figma	23
3.2.5 Visual Code	23
3.2.6 Python	24
3.2.7 Flask	25
3.2.8 Outils de test	26
3.2.8.1 Postman	26
3.2.9 Bibliothèques et APIs IA	26
3.3 Architecture de l'application	26
3.3.1 Structure générale	26
3.3.2 Interaction des composants	26
3.4 Fonctionnalités de l'application	26
3.4.1 Caractéristiques de AITeacher App	26
3.4.2 Fonctionnalités intelligentes	27
3.5 Captures d'écrans des interfaces	28
3.5.1 Ecran de Bienvenue	28

3.5.2 Ecran d’Inscription/ Connexion (parent)	28
3.5.3 Ecran d’Accueil	29
3.5.4 Ecran de Création d’un compte enfant	29
3.5.5 Ecran de Liste des cours	30
3.3.6 Ecran d’affichage d’exemple	30
3.5.7 Ecran d’un cours	31
3.5.8 Ecran d’exercice	31
3.5.9 Ecran de paramètre/profil	32
3.5.10 Écran de profil d’enfants	33
3.5.11 Écran de Dashboard	33
3.5.12 Écrans de paiement	34
3.6 Jeu de données et apprentissage	35
3.6.1 Données générés dynamiquement	35
3.6.2 Modèles formés	35
3.6.3 Absence de dataset externe	36
3.6 Conclusion	36
Conclusion générale	37
Bibliographie	38
Annexe	39

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page N°
Figure 1	Apprentissage interactif avec un professeur virtuel assisté par l'IA.	14
Figure 2	Diagramme de classe	20
Figure 3	Diagramme de cas d'utilisation	21
Figure 4	Diagramme de séquence	22
Figure 5	Schéma Firebase.	22
Figure 6	Logo Flutter	23
Figure 7	Logo Dart	24
Figure 8	Logo Firebase	24
Figure 9	Logo Figma	24
Figure 10	Logo VS Code	25
Figure 11	Logo Flask	26
Figure 12	Logo Postman	26
Figure 13	Ecran de Bienvenue	29
Figure 14	Ecran d'Inscription (parent)	30
Figure 15	Ecran de Connexion (parent)	30
Figure 16	Ecran d'Accueil	30
Figure 17	Ecran de Création d'un compte d'enfant	31
Figure 18	Ecran de Liste des cours	31
Figure 19	Ecran des cours	31
Figure 20	Exemple personnalisé Flutter	31
Figure 21	Résultat de prédiction d'exemple	32
Figure 22	Ecran d'un cours	32
Figure 23	Code Flutter (Écoute et Lecture vocale)	32
Figure 24	Ecran de suivi du niveau	33
Figure 25	Code Flutter Intégration de l'API	33
Figure 26	Code app.py (suivi niveau)	33
Figure 27	Ecran de Paramètres/Profil	34
Figure 28	Ecran de profil d'enfant	34
Figure 29	Ecran de Dashboard	34
Figure 30	Choix du mode de paiement.	35
Figure 31	Sélection de BaridiMob.	35
Figure 32	Sélection de la durée d'abonnement	35
Figure 33	Sélection de l'élève pour le paiement	35
Figure 34	Ecran de confirmation de paiement	36

Introduction générale

L'apprentissage d'une langue étrangère joue un rôle essentiel dans le développement cognitif des enfants et ouvre une multitude de perspectives dans les domaines académique et professionnel. Cependant, les approches pédagogiques traditionnelles comportent plusieurs restrictions. Ils sont fréquemment dépourvus d'interactivité, n'ajustent pas systématiquement leur rythme à la singularité de chaque élève et compliquent l'évaluation exacte de leur avancement.

L'émergence d'outils numériques et de l'intelligence artificielle (IA) donne lieu à l'apparition de nouvelles méthodes pédagogiques pour répondre à ces problématiques. AITeacher participe à cette dynamique en proposant une méthode d'apprentissage de l'anglais personnalisée et interactive.

L'application est basée sur trois caractéristiques clés :

- Cours interactifs → Un module de synthèse vocale qui donne la possibilité aux enfants d'entendre les leçons avec une voix vivante et coule.
- Exercices adaptatifs → Un algorithme d'apprentissage automatique qui modifie les activités et les illustrations selon le niveau de compétence de l'apprenant et ses performances observées.
- Suivi individualisé de l'avancement → Un dispositif d'évaluation qui modifie la complexité des missions pour maximiser l'acquisition de savoir.

Le projet est structuré en quatre parties, qui sont les suivantes :

- Chapitre 1 : Présentation et Analyse des besoins → Identification des besoins des utilisateurs et des spécifications requises.
- Chapitre 2 : Conception et structuration → Mise en place de l'architecture du système ainsi que de la base de données.
- Chapitre 3 : Élaboration et intégration → Application des capacités et des modèles d'intelligence artificielle.
- Chapitre 4 : Appréciation et perspectives → Évaluation de la performance et identification des domaines nécessitant une amélioration pour l'avenir.

Cette recherche met en évidence les possibilités offertes par l'intelligence artificielle dans l'apprentissage des langues, tout en soulignant son influence sur l'accessibilité et la performance pédagogique.

Chapitre 01 : Présentation et Analyse des besoins

1.1 Introduction :

L'acquisition de langues est fondamentale pour le développement des attitudes cognitives et relationnelles chez les petits. Toutefois, l'éducation linguistique par le biais de méthodes conventionnelles comporte quelques inconvénients de tel sorte que ces approches sont fréquemment rigides, ne se modifient pas en fonction du rythme d'apprentissage personnel et manquent de caractère interactif. Face à une digitalisation accrue de notre espace, l'avancement des technologies pédagogiques offre de nouvelles opportunités pour ajuster et perfectionner l'enseignement des langues.

L'intelligence artificielle (IA) a transformé de nombreux domaines, notamment l'éducation. En utilisant des méthodes de pointe en traitement du langage naturel et apprentissage automatique, il est maintenant possible d'offrir des solutions interactives qui améliorent et rendent plus efficace l'apprentissage des langues pour les enfants. Dans cette optique, le projet AITeacher se positionne comme une application éducative faisant appel à l'intelligence artificielle afin de fournir un environnement d'apprentissage personnalisé, dynamique et interactif.

Ce chapitre se concentrera sur l'analyse du rôle de l'intelligence artificielle dans le domaine éducatif, en mettant en évidence ses bénéfices et contraintes, tout comme les exigences particulières que tente de satisfaire AITeacher. Nous expliquerons aussi les besoins du projet et les décisions technologiques prises pour garantir son efficacité.

1.2 Intelligence artificielle et éducation :

1.2.1 Définition de l'intelligence artificielle en éducation :

« L'IA assure le développement de plusieurs technologies qui sont susceptibles de remplacer des tâches prévisibles et répétitives des professeurs. Il s'agit par exemple d'automatiser certaines tâches avec peu de valeur ajoutée, comme les corrections d'examens qui consomment beaucoup du temps des enseignants. »[1]

« Grâce à des capteurs et à des systèmes de gestion de l'apprentissage, l'intelligence artificielle peut aider les enseignants à mieux comprendre comment chacun de leurs élèves apprend : ce qui les intéresse, ce qui les ennue, les domaines où ils progressent ou ceux qui les bloquent. La pédagogie intelligente permet d'adapter l'apprentissage aux différents besoins des élèves et donne aux apprenants une plus grande maîtrise de ce qu'ils apprennent, de la manière dont ils apprennent, du lieu et du moment où ils apprennent. »[2]

1.2.2 Importance de l'IA dans le domaine éducatif :

L'IA s'avère de plus en plus essentielle dans le domaine de l'éducation, ce qui optimise l'efficacité des méthodes d'enseignement et d'apprentissage.

On perçoit principalement son impact à travers trois aspects essentiels :

- Enseignement sur mesure : L'IA facilite l'adaptation des ressources pédagogiques en fonction du rythme et du degré d'apprentissage propre à chaque élève. Les sites d'apprentissage utilisent des algorithmes pour mesurer les résultats des étudiants et proposer des exercices personnalisés, favorisant ainsi leur épanouissement individuel.
- Automatisation des processus éducatifs : Une proportion importante du temps des enseignants est dédiée à des tâches administratives telles que la correction des examens et l'appréciation des élèves. L'IA propose des systèmes d'évaluation automatique et de suivi de progression, favorisant un contrôle plus exact et approfondi.
- Accessibilité et inclusion : L'IA rend l'éducation disponible pour tous. Cela inclut notamment l'utilisation de la synthèse vocale pour les élèves ayant des problèmes d'apprentissage, ainsi que des outils de traduction automatique qui éliminent les obstacles linguistiques. Elle offre aussi des solutions pédagogiques pour les régions éloignées grâce à des plateformes numériques.

Ces progrès permettent à l'IA de rendre l'éducation plus efficace, interactive et accessible à un public élargi d'élèves. Cependant, son incorporation demande une modification des méthodes d'enseignement et un accompagnement pour assurer son utilisation appropriée.

1.2.3 Applications de l'IA en éducation :

Dans le domaine de l'éducation, l'usage croissant de l'IA ouvre la porte à des stratégies innovantes destinées à optimiser les méthodes d'enseignement et d'apprentissage. Elle permet en particulier la personnalisation de l'enseignement et assure un accès optimal aux ressources pédagogiques.

On peut le retrouver dans diverses applications telles que :

- Les tuteurs virtuels : Les chatbots et les assistants intelligents soutiennent les étudiants en répondant à leurs interrogations et en leur offrant des exercices sur mesure.
- Apprentissage personnalisé : L'IA examine les actions et les performances des étudiants pour leur fournir un contenu sur mesure, modifiant le degré de difficulté des tâches en fonction de leurs exigences particulières.
- Correction automatisée : L'IA permet de corriger automatiquement les tests et les travaux, ce qui libère du temps pour les enseignants afin qu'ils puissent concentrer leurs efforts sur l'accompagnement individualisé des élèves.
- La reconnaissance vocale : Plusieurs applications éducatives utilisent l'IA pour aider les élèves dans leur apprentissage. "L'application Duolingo, avec son système de reconnaissance vocale et ses plus de 200 millions d'utilisateurs, est un outil numérique doté d'une intelligence artificielle fort présent en éducation. Cette plateforme intelligente d'apprentissage des langues, la plus populaire au monde, est

désormais de plus en plus présente dans les salles de classe où des dizaines de milliers d'enseignants l'utilisent déjà pour améliorer leurs leçons. Son intelligence artificielle permet notamment d'adapter les activités d'apprentissage en fonction de la connaissance actuelle de la langue. Il existe d'autres plateformes pour l'apprentissage des langues, comme Mon Coach Bescherelle qui est une application d'entraînement à l'orthographe, qui s'adapte au niveau de l'apprenant."[3]

- **Accessibilité et inclusion :** L'intelligence artificielle est essentielle pour rendre l'éducation accessible aux étudiants avec des besoins spécifiques, en utilisant des outils comme la synthèse vocale, les traducteurs automatiques et les aides pédagogiques.

L'utilisation de ces technologies dans le domaine éducatif ouvre des horizons inédits, rehaussant la qualité de l'enseignement et proposant une approche d'apprentissage plus interactive et personnalisée. Toutefois, une utilisation optimale nécessite l'adaptation des méthodes d'enseignement et la formation appropriée du personnel éducatif pour tirer le meilleur parti de ces outils.



Figure 1 : Apprentissage interactif avec un professeur virtuel assisté par l'IA.

1.3 Présentation d'AITeacher :

1.3.1 Définition :

AITeacher est une application interactive destinée aux élèves de primaire en Algérie pour les accompagner à comprendre l'anglais de manière personnalisée, grâce à les technologies d'IA elle propose un enseignement adapte aux niveau et besoins de chaque élève, en intégrant des outils comme synthèse vocale, personnalisation des exemples dans les cours, et le suivi du niveau.

1.3.2 Problématique :

L'anglais est une langue internationale, et l'apprentissage de cette langue pour les enfants du primaire reste un défi.

- **Le manque de ressources interactives :** Les méthodes traditionnelles d'apprentissage ne captivent pas l'attention de l'enfant.

- L’Absence de suivi personnalisé : Chaque élève adopte un rythme spécifique, mais les méthodes traditionnelles ne s’adaptent pas au rythme de chaque enfant individuellement.
- Difficulté de suivi des progrès : Les parents et enseignants peinent à évaluer avec précision l’évolution des compétences linguistiques des enfants.

Manque d’accès aux ressources éducatives : Certains enfants n’ont pas la possibilité d’avoir un professeur particulier ou des supports adaptés.

1.4 Analyse des besoins et exigences :

L'application AITeacher vise à améliorer l'apprentissage de l'anglais pour les élèves du primaire en Algérie basée sur des outils de l’IA. Pour concevoir un système adapte et efficace.

1.4.1 Identification des besoins des utilisateurs :

AITeacher concerne deux types d’utilisateurs, les élèves, les parents. Chacun a des besoins spécifiques.

1.4.1.1 les élèves :

- Un apprentissage interactif et amusant pour maintenir leurs engagements.
- Des exercices s’adaptent à leurs rythmes et niveau.

1.4.1.2 Les parent :

- Accès aux progrès et résultats de leur enfant.
- Interface simple pour gérer les comptes.
- Option de paiement sécurisée pour débloquent du contenu premium.

1.4.2 Exigences du projet :

Pour répondre aux besoins, l'application doit respecter plusieurs exigences.

1.4.2.1 Exigences fonctionnelles :

- Création et gestion des comptes (parents, élèves).
- Des cours interactifs et exercices personnalisés.
- L’intégration de synthèse vocale pour la lecture des cours.
- Un suivi du niveau et adaptation en fonction de leurs progressions.
- Une interface intuitive.
- Un système de paiement sécurisée.

1.4.2.2 Exigences non fonctionnelles :

- **Accessibilité** : l'application doit être intuitive et utilisable par les enfants.
- **Performance** : l'application doit offrir une réponse rapide aux interactions des utilisateurs.
- **Sécurité** : l'application doit être sécurisée et protéger les données personnelles et les paiements.
- **Compatibilité** : l'application fonctionne sur Android et iOS.

1.5 Contraintes et choix technologiques :

1.5.1 Technologies utilisées :

- ✓ Firebase : Pour la base de données et l'authentification.
- ✓ Flutter : pour le développement cross-platform (Android, iOS).
- ✓ Flutter TTS : Pour la synthèse vocale.
- ✓ Random Forest : Pour la personnalisation des exercices selon le niveau de chaque élève.

1.5.2 Contraintes du projet :

- Contrainte technique : Intégration des modèles IA dans une application mobile.
- Contraintes de ressources : Limitation en termes de données disponibles pour l'entraînement des modèles IA
- Accessibilité : L'application doit être adaptée aux enfants et facile à utiliser pour les parents.

1.6 Conclusion :

Ce chapitre a permis d'introduire le contexte de l'impact croissant de l'intelligence artificielle dans le domaine éducatif. Nous avons donné une description de notre application conçue pour améliorer l'apprentissage de l'anglais chez les élèves de primaire en Algérie, en s'appuyant sur des outils de l'IA tels que la synthèse vocale, la personnalisation des exercices et le suivi des progrès.

Nous avons également analysé les besoins des utilisateurs en soulignant les attentes des élèves et des parents, ainsi que les exigences fonctionnelles et techniques nécessaires pour garantir une expérience d'apprentissage efficace et interactive.

Dans le chapitre suivant nous allons procéder à la conception et à la modélisation de l'application.

Chapitre 02 : Analyse et Modélisation

2.1 Introduction :

Le développement de toute application repose fortement sur l'analyse et la modélisation. Ils permettent une évaluation des besoins et une représentation schématique du futur système. Ainsi, pour notre analyse du projet de développement d'applications mobiles dans ce chapitre, nous présentons une analyse fonctionnelle formelle du système pour l'application éducative mobile « IA Teacher » proposée aux élèves du primaire en Algérie, qui ont des difficultés à apprendre l'anglais et comment utiliser l'application, des leçons aux exercices, en passant par les évaluations et la rétroaction sur le progrès du rendement, en plus d'intégrer les capacités de l'IA pour rendre l'application plus utile. Ce chapitre fournit une analyse fonctionnelle du système en mettant l'accent sur les utilisateurs et leurs désirs ainsi que les exigences du projet, il est suivi d'une modélisation UML du système via des diagrammes de cas d'utilisation et de classe, les diagrammes de séquence et la structure attendue de la base de données Firebase.

2.2 Analyse fonctionnelle :

2.2.1 Description des utilisateurs :

2.2.1.1 Parent : Le parent crée le compte principal pour utiliser l'application, crée des comptes individuels pour chaque enfant, visualise les progrès de l'élève et est responsable du paiement de l'accès au cours.

2.2.1.2 Élève : Les élèves utilisent l'application pour apprendre l'anglais. Ils ont accès à des cours, font des exercices, voient leurs progrès et peuvent interagir avec l'IA utile en cours de route.

2.2.2 Besoins fonctionnels :

2.2.2.1 Élève :

- Se connecter avec son propre compte.
- Accéder à ses cours.
- Suivre ses progrès dans les différentes sections des cours.
- Recevoir des retours sur les exercices (erreurs et réussites).

2.2.2.2 Parent :

- Créer un compte principal.
- Ajouter ou supprimer ou modifier les comptes des enfants.
- Suivre les progrès des enfants dans leur apprentissage.
- Procéder au paiement de l'offre premium.
- Accéder à un tableau de bord pour la gestion des comptes enfants.
- Recevoir des notifications.

2.2.3 Besoins non fonctionnels :

- **Performances** : Le système doit présenter une performance optimale pour traiter un nombre important d'utilisateurs en même temps, sans interruption ou ralentissement.
- **Sécurité** : Le système doit être sécurisé, avec une authentification, des contrôles de sécurité des données et une gestion des droits d'accès.
- **Accessibilités** : L'application doit être accessible à tous.
- **Comptabilités** : L'application est compatible avec Android et iOS.
- **Ergonomie** : L'application doit être adaptée à l'utilisateur sans qu'il ne fasse aucun effort (utilisation claire et simple) en termes de navigation entre les différentes pages, couleurs et mise en page du texte utilisé.

2.3 Modélisation UML :

2.3.1 Qu'est-ce que UML :

Le langage UML (Unified Modeling Language, ou langage de modélisation unifié) a été pensé pour être un langage de modélisation visuelle commun, et riche sémantiquement et syntaxiquement. Il est destiné à l'architecture, la conception et la mise en œuvre de systèmes logiciels complexes par leur structure aussi bien que leur comportement. L'UML a des applications qui vont au-delà du développement logiciel, notamment pour les flux de processus dans l'industrie.

Il ressemble aux plans utilisés dans d'autres domaines et se compose de différents types de diagrammes. Dans l'ensemble, les diagrammes UML décrivent la limite, la structure et le comportement du système et des objets qui s'y trouvent.

L'UML n'est pas un langage de programmation, mais il existe des outils qui peuvent être utilisés pour générer du code en plusieurs langages à partir de diagrammes UML. L'UML a une relation directe avec l'analyse et la conception orientées objet. [4]

2.3.2 A quoi sert UML :

UML a été principalement utilisé comme langage de modélisation à usage général dans le domaine du génie logiciel. Cependant, il a maintenant trouvé sa place dans la documentation de plusieurs processus métier ou workflows. Par exemple, les diagrammes d'activités, un type de diagramme UML, peuvent être utilisés comme remplacement des organigrammes. Ils fournissent à la fois un moyen plus standardisé de workflows de modélisation ainsi qu'un plus large éventail de fonctionnalités pour améliorer lisibilité et efficacité.

Il existe plusieurs types de diagrammes UML et chacun d'eux sert un objectif différent, qu'il ait été conçu ou non avant la mise en œuvre ou après.

Les deux catégories les plus larges qui englobent tous les autres types sont comportementaux et structurels. Comme le nom le suggère, certains diagrammes UML tentent d'analyser et de décrire la structure d'un système ou processus, tandis que d'autres décrivent le comportement du système, ses acteurs et ses éléments constitutifs.

2.3.3 Les différents types de diagrammes UML :

Il y a deux types de diagrammes UML :

1. Les diagrammes de structure représentent les éléments du système, leurs propriétés et les relations entre eux
 - Diagramme de classes.
 - Diagramme d'objets.
 - Diagramme de paquetage.
 - Diagramme de déploiement.
2. Les diagrammes de comportement représentent les processus et les interactions entre les objets :
 - Diagramme de cas d'utilisation.
 - Diagramme de séquence.
 - Diagramme de transition d'état.

2.4 Conception de notre application :

2.4.1. Diagramme de classe :

Un diagramme de classes fournit une vue globale d'un système en présentant ses classes, interfaces et collaborations, et les relations entre elles. Les diagrammes de classes sont statiques : ils affichent ce qui interagit mais pas ce qui se passe pendant l'interaction. [5]

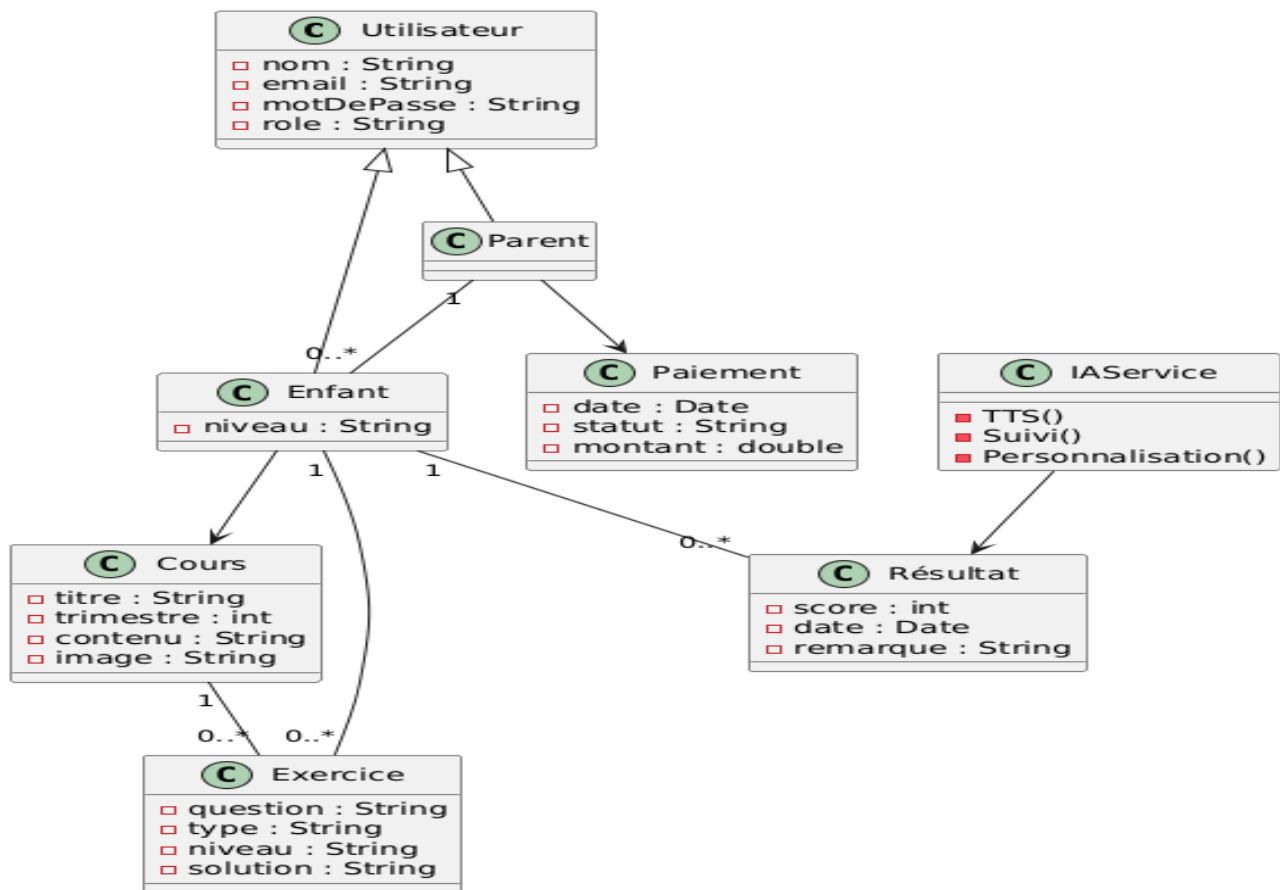


Figure 02 : Diagramme de classe.

2.4.2. Diagramme de cas d'utilisation :

L'objectif d'un diagramme de cas d'utilisation UML est de représenter les différentes façons dont un utilisateur peut interagir avec un système .[6]

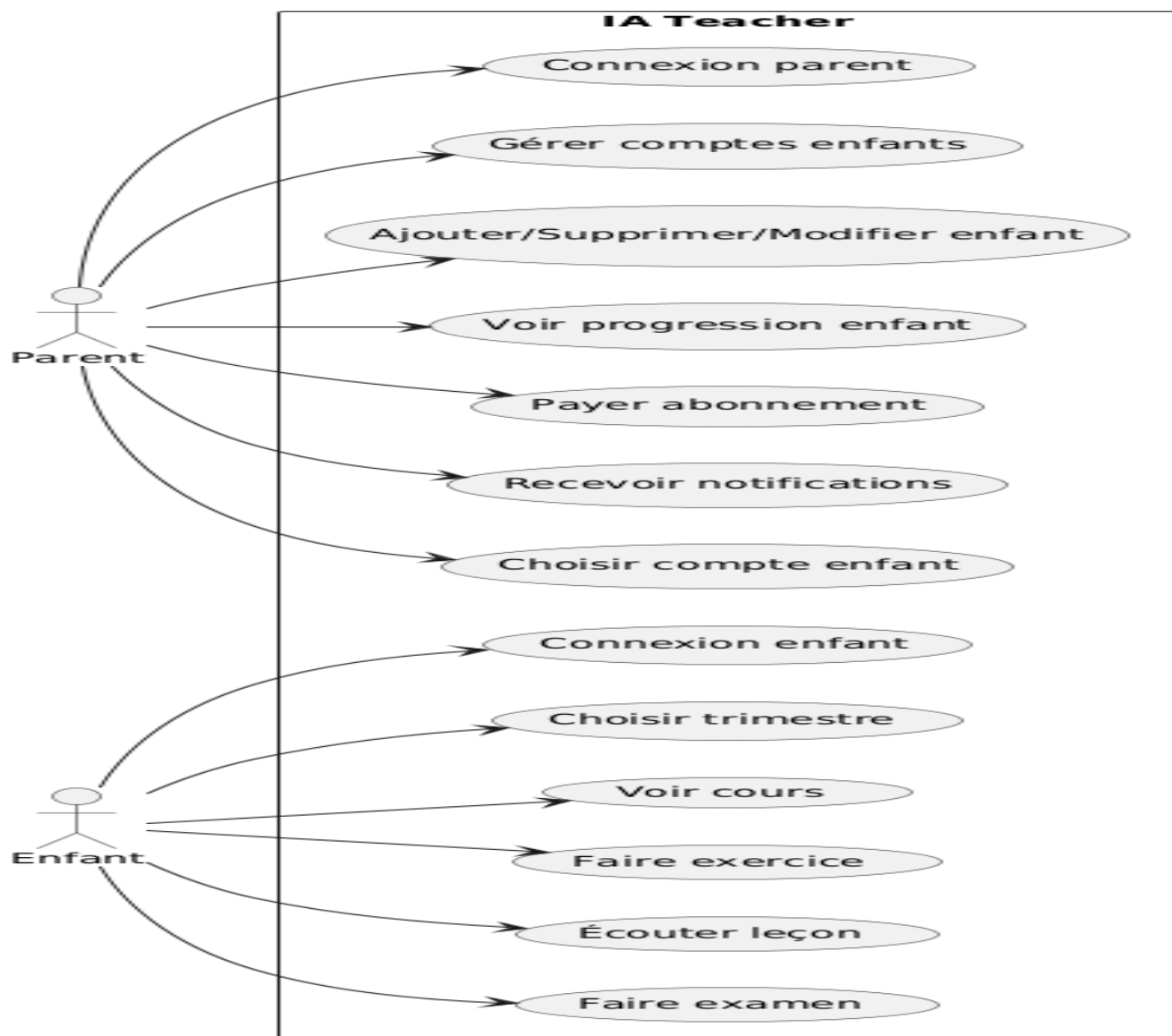


Figure 03 : Diagramme de cas d'utilisation.

2.4.3. Diagramme de séquence :

Les diagrammes de séquence sont une solution populaire de modélisation dynamique en langage UML, car ils se concentrent plus précisément sur les *lignes de vie*, les processus et les objets qui vivent simultanément, et les messages qu'ils échangent entre eux pour exercer une fonction avant la fin de la ligne de vie. Parallèlement à notre outil de création de diagrammes UML, utilisez ce guide pour tout savoir sur les diagrammes de séquence en langage UML. [7]

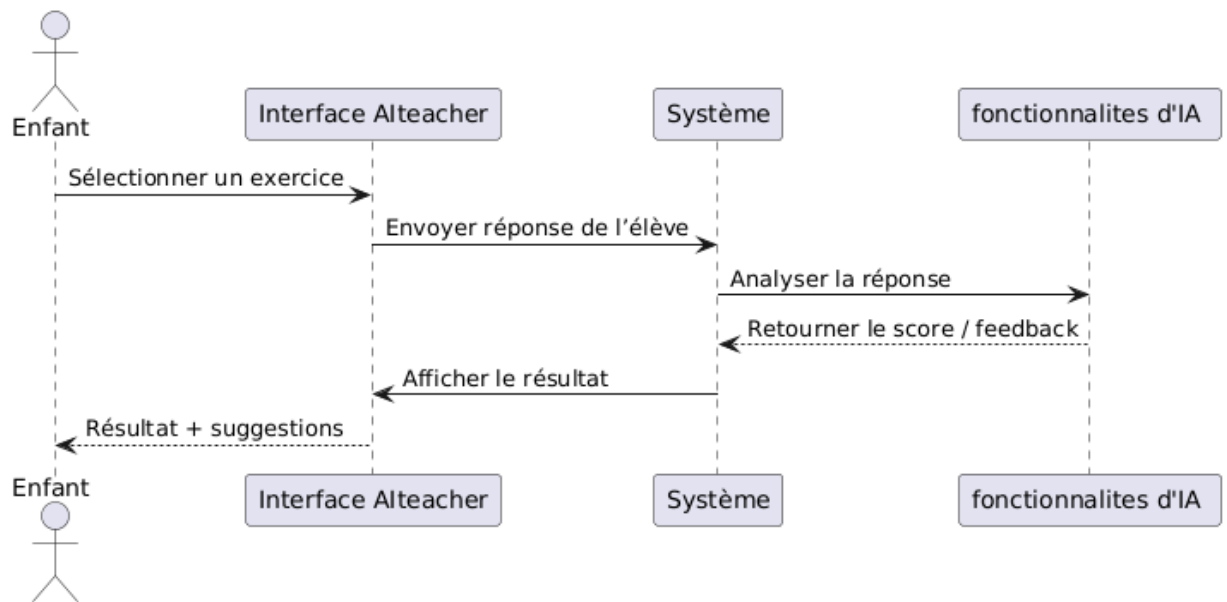


Figure 04 : Diagramme de séquence.

2.5 Schéma Firebase :

Cloud Firestore est une base de données NoSQL hébergée dans le cloud que vos applications Apple, Android et Web les applications peuvent y accéder directement via des SDK natifs. Cloud Firestore est également disponible dans les SDK natifs Node.js, Java, Python, Unity, C++ et Go, en plus de REST et API RPC. [8]

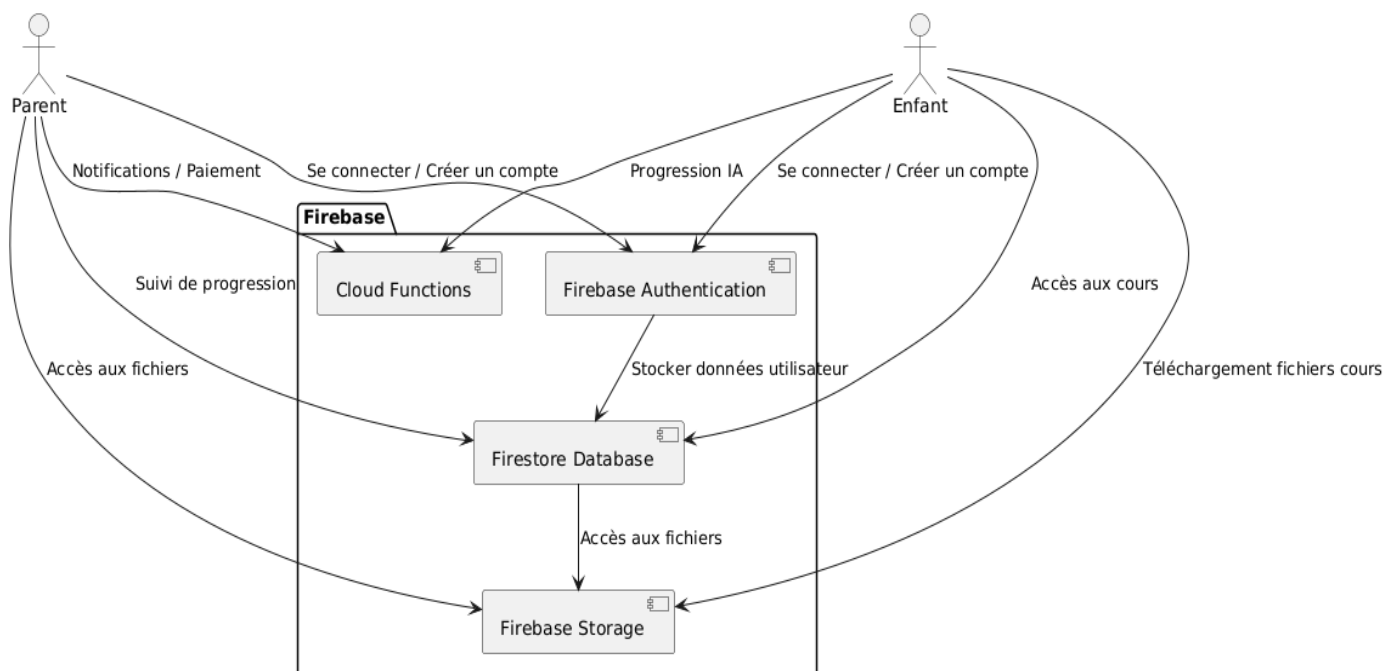


Figure 05 : Schéma Firebase.

2.6 Conclusion :

La phase conceptuelle est une étape fondamentale pour la réalisation de tout projet. Il facilite le système d'information et la mise en place de la base de données et son traitement. le prochain chapitre concerne les moyens et outils possibles pour développer notre application.

Chapitre 03 : Conception et Réalisation

3.1 Introduction :

Ce chapitre clarifie la conception concrète de l'application « AITeacher ». On y trouve les outils et langages de développement, l'architecture de l'application dans son ensemble et l'assemblage des diverses fonctionnalités dont certaines s'appuient sur l'intelligence artificielle. Des Screenshots sont également disposés pour donner un aperçu de l'apparence de l'application et le fonctionnement de chacun des modules comme le module de gestion des utilisateurs, le module d'affichage de cours, le module d'affichage d'exercices, ainsi que celui du suivi de progression, sans oublier le fonctionnement des modules intelligents à savoir le module de lecture et le module d'adaptation.

3.2 Outils et technologies utilisés :

Les caractéristiques des technologies et logiciels utilisés, ainsi que des outils pour le développement de l'application AITeacher sont les suivantes :

3.2.1 Flutter :

Flutter est un cadre open source développé et pris en charge par Google. Les développeurs front-end et full-stack utilisent Flutter pour créer l'interface utilisateur (UI) d'une application pour plusieurs plateformes avec une seule base de code.

Lorsque Flutter a été lancé en 2018, il prenait principalement en charge le développement d'applications mobiles. Flutter prend désormais en charge le développement d'applications sur six plateformes : iOS, Android, le web, Windows, MacOS et Linux. [9]



Figure 06 : Logo Flutter.

3.2.2 Dart :

Est un langage optimisé pour le client qui permet de développer des applications rapides sur n'importe quelle plateforme. Son objectif est d'offrir le langage de programmation le plus productif pour le développement multiplateforme, associé à une plateforme d'exécution flexible pour les cadres d'applications. Dart est un langage fortement typé, ce qui signifie que chaque variable doit être déclarée avec un type spécifique. Il prend en charge la programmation orientée objet avec des classes et des interfaces, offrant ainsi une structure bien organisée pour les projets de grande envergure. [10]



Figure 07 : Logo Dart.

3.2.3 Firebase :

Firebase est une plateforme de développement d'applications mobiles et web développés par Google. Elle fournit aux développeurs une variété de services et d'outils pour les aider à développer des applications de haute qualité, à améliorer leur base d'utilisateurs et à monétiser leurs applications. Firebase offre des fonctionnalités allant de l'hébergement et du stockage de données en temps réel à l'authentification des utilisateurs, en passant par des outils d'analyse et de reporting.[11]



Figure 08 : Logo Firebase.

3.2.4 Figma :

Un outil de prototypage et de design collaboratif [12]



Figure 09 : Logo Figma.

3.2.5 Visual code :

Visual Studio Code (VS Code) est un éditeur de code source et un environnement de développement intégré (IDE) de Microsoft. Il est open-source et cross-platform, c'est-à-dire qu'il fonctionne sur Windows, Linux et Mac. Il a été conçu pour les développeurs web, mais il prend en charge de nombreux autres langages de programmation tels que C++, C#, Python, Java, etc. Il offre de nombreuses fonctionnalités comme la coloration syntaxique, l'auto-complétion, la mise en évidence des erreurs, la navigation de code, le débogage, la gestion de versions, l'intégration avec Git, et beaucoup d'autres. Il est également extensible à l'aide d'une grande variété d'extensions développées par la communauté, permettant aux développeurs de personnaliser l'éditeur selon leurs besoins.[13]



Figure 10 : Logo VS Code.

3.2.6 Python :

Python est un langage de programmation informatique généraliste. Contrairement à HTML, CSS ou JavaScript, son usage n'est donc pas limité au développement web. Il peut être utilisé pour tout type de programmation et de développement logiciel.

On s'en sert notamment pour le développement back end d'applications web ou mobile, et pour le développement de logiciels et d'applications pour PC. Il permet également d'écrire des scripts système, afin de créer des instructions pour un système informatique.

Par ailleurs, Python est le langage informatique le plus populaire pour le traitement Big Data, l'exécution de calculs mathématiques ou le Machine Learning. De manière générale, il s'agit du langage de prédilection pour la Data Science.[14]

3.3.7 Flask :

Pour le développement du backend de l'application, nous avons utilisée Flask, qui est un micro framework open source écrit en Python. On parle de micro framework web parce que Flask ne propose par défaut que peu de fonctionnalités essentielles au développement web, comme la gestion des requêtes HTTP, le serveur web ou la gestion des cookies.

L'objectif est de conserver un noyau simple et léger, et surtout extensible. Il est donc possible d'ajouter des extensions supplémentaires en fonction des besoins de l'application web. Par exemple, une database, un système d'authentification, la gestion des téléchargements ou une validation de formulaire.

À l'origine, Flask est né d'un défi lancé par Armin Ronacher qui souhaitait réaliser un framework web ultra complet contenu dans un seul fichier Python. Le moins que l'on puisse dire, c'est que le pari a réussi. Et s'il est possible que la web application tienne dans un seul fichier Python, ce n'est pas forcément nécessaire.

L'idée est de pouvoir créer à la fois des apps en seulement 7 lignes de code ou beaucoup plus selon la complexité du projet.

Dans tous les cas, Flask offre aux développeurs un cadre de travail minimal pour qu'ils puissent créer des applications web de manière rapide, simple et efficace.[15]



Figure 11 : Logo Flask.

3.2.8 Outils de test :

3.2.8.1 Postman :

Postman est un outil qui permet aux développeurs de tester et de documenter les API (Application Programming Interface). Il permet de créer des requêtes HTTP (GET, POST, PUT, etc.), de gérer les paramètres et les entêtes, de vérifier les réponses et les statuts de retour, et de sauvegarder des requêtes pour une utilisation ultérieure. Il permet également de créer des collections de requêtes pour organiser et partager les tests avec d'autres développeurs. Il est disponible en tant qu'application de bureau et en tant qu'extension de navigateur. [16]



Figure 12 : Logo Postman.

3.2.9 Bibliothèques et APIs IA :

- **Flutter TTS** : Il s'agit d'une bibliothèque de synthèse vocale qui permet à l'application de lire automatiquement les leçons aux élèves, offrant ainsi une expérience d'apprentissage auditive.
- **Random Forest (Machine Learning)** : Utilisé pour suivre les progrès des élèves et des exemples personnalisés dans les leçons. Cela facilite les changements en temps réel au niveau de chaque élève en fonction de la façon dont ils se débrouillent à ce moment-là.

3.3 Architecture de l'application :

L'architecture d'application de IA Teacher repose sur une séparation en couches des préoccupations entre les interfaces, la logique métier, la persistance des données et l'intelligence. L'architecture de l'application repose sur une structure MVVM (Model – View – ViewModel) pour l'organisation, la maintenance et la réutilisation du code.

3.3.1 Structure générale :

L'application est structurée en couches :

- **Vue (UI)** : les différentes interfaces utilisateur Flutter créées (accueil, connexion, cours, exercices...).
- **Modèles** : classes représentant les entités (utilisateur, cours, exercice, résultat...).

- ViewModels / Services : responsables de la récupération logique et des données, y compris les appels de service Firebase ou AI. Assurent :
 - Les appels à Firebase (authentification, base de données, stockage),
 - Les requêtes vers l'API Flask, qui expose les modèles IA (Random Forest, etc.).
- **Backend** : Une API Flask a été développée en Python, utilisant principalement la méthode POST pour permettre à l'application mobile d'envoyer des données (comme les réponses des élèves ou leurs enregistrements vocaux) et de recevoir les prédictions ou analyses générées par les modèles d'IA.
- **Firebase** : Utilisé comme backend principal pour :
 - L'authentification (Firebase Auth).
 - La base de données (Firestore).
 - Sert aussi à stocker les résultats, les cours et le suivi des élèves.

3.3.2 Interaction des composants :

- L'interface utilisateur avec Flutter interface, qui pousse ou tire des données de Firebase.
- Les modules d'IA (appelés depuis le cloud ou intégrés) sont appelés à partir des services pour :
 - Générer une version texte-parole de la classe (TTS).
 - Évaluer la réponse de l'élève (Random Forest).
 - Tous les résultats et toutes les interactions sont par la suite consignés dans Firestore pour analyse personnalisée.

3.4 Fonctionnalités de l'application :

Cette section décrit l'application universelle des fonctionnalités de AITeacher.

3.4.1 Caractéristiques de AITeacher App :

- ✓ **Authentification et gestion des comptes :**
 - Le parent est en mesure de sécuriser un compte à partir duquel il pourra ultérieurement ajouter un ou plusieurs enfants depuis son tableau de bord.
 - Chaque enfant a son propre compte, accessible via l'application, et se voit attribuer des cours et des activités en fonction de ses niveaux respectifs.

✓ **Exercices et examens :**

- Chaque leçon est suivie par un ou plusieurs exercices interactifs.
- Des examens périodiques permettent d'évaluer l'assimilation des notions par l'élève.

✓ **Accès aux cours :**

- Les cours sont organisés par trimestre, selon le programme scolaire.
- Chaque cours contient des textes pédagogiques et des illustrations visuelles.
- L'élève peut parcourir librement les leçons disponibles à son niveau.

✓ **Suivi de la progression :**

- Le parent peut consulter les résultats de chaque enfant dans une interface dédiée.
- Un tableau de bord permet de voir les progrès, les erreurs fréquentes, et le niveau actuel.
- L'élève a également un aperçu de son évolution.

✓ **Paieement de l'abonnement :**

- Le parent peut effectuer un paiement mensuel via l'espace parent.

3.4.2 Fonctionnalités intelligentes :

Les fonctionnalités de l'application AITeacher sont basées sur l'intelligence artificielle afin d'améliorer l'apprentissage et l'interaction.

✓ **Synthèse Vocale (TTS) :**

- Technologie : Flutter TTS
- Type : Bibliothèque de synthèse vocale
- Fonctionnalité : Utilisation de Flutter TTS pour lire les cours à voix haute.

✓ **Personnalisation des Exemples dans les Cours :**

- Modèle : Random Forest.
- Type : Machine Learning.
- Fonctionnalité : Personnalisation des exemples d'exercices en fonction des performances de l'élève.

✓ **Suivi du Niveau :**

- Modèle : Random Forest.
- Type : Machine Learning.

- Fonctionnalité : Suivi des progrès de l'élève et ajustement de la difficulté des exercices en fonction de ses résultats.

3.5 Captures d'écran des interfaces :

Cette partie présente les principales interfaces graphiques de l'application AITeacher. Chaque écran a été créé pour satisfaire les besoins des utilisateurs (parents et étudiants) et pour fournir une navigation fluide, intuitive et agréable. Les interfaces ont été développées à partir des maquettes créées par Figma, et finalement déployées avec le framework Flutter.

3.5.1 Écran de bienvenue :

Cet écran est la page d'accueil de l'application. Il permet à l'utilisateur de choisir l'inscription ou la connexion comme parent.

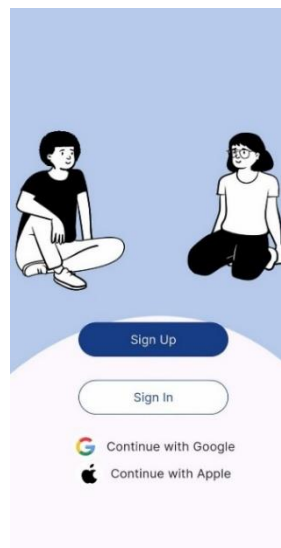


Figure 13 : Écran de bienvenu.

3.5.2 Écran d'inscription / connexion (parent) :

Le parent peut créer un nouveau compte ou se connecter à son espace personnel à l'aide de cet écran. Celui-ci est la principale porte d'entrée pour accéder aux fonctionnalités parentales comme la gestion des enfants, le suivi de leur progression et le paiement. La sécurité de l'authentification repose sur Firebase.

Figure 14 : Ecran d'inscription.

Figure 15 : Ecran de connexion.

3.5.3 Écran d'accueil :

Cet écran représente la page principale du compte parent. Il centralise les fonctionnalités clés permettant de gérer les enfants et leur apprentissage. Le parent peut :

- Créer un compte pour un enfant.
- Accéder à un tableau de bord regroupant les notifications, le suivi de progression des enfants, et l'état des paiements.
- Sélectionner un compte enfant actif via *"Switch Account"*.
- Accéder à la section paiement pour s'abonner ou renouveler son abonnement.

Cette interface offre une navigation intuitive, facilitant le contrôle parental sur l'utilisation de l'application.

Figure 16 : Ecran d'accueil.

3.5.4 Écran de création d'un compte enfant :

Depuis l'espace parent, cet écran permet d'ajouter un ou plusieurs comptes enfants afin qu'ils accèdent aux cours et activités.

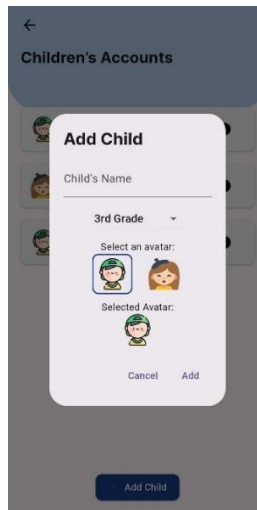


Figure 17 : Ecran de création d'un compte enfant.

3.5.5 Écran de Liste des cours :

L'élève visualise ici les cours disponibles par trimestre. Chaque cours contient une leçon illustrée.

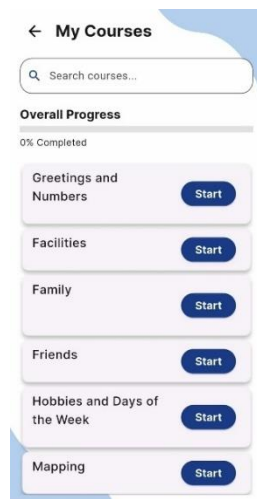


Figure 18 : Ecran de liste des cours.

3.5.6 Écran d'affichage d'exemple :

Dans la page de cours, un exemple différent est affiché à chaque fois, et l'élève peut aussi l'écouter en cliquant sur "Listen to example".



Figure 19 : Ecran des cours.

```
String getPersonalizedExample(List examples) {
  if (examples.isEmpty) return "No example available.";

  if (childData == null) {
    return examples[Random().nextInt(examples.length)].toString();
  }

  String preferredType = childData['preferredExampleType'] ?? '';

  var filteredExamples = examples.where((example) {
    if (example is Map && example.containsKey('type')) {
      return example['type'] == preferredType;
    }
    return true;
  }).toList();

  if (filteredExamples.isNotEmpty) {
    return filteredExamples[Random().nextInt(filteredExamples.length)].toString();
  } else {
    return examples[Random().nextInt(examples.length)].toString();
  }
}
```

Figure 20 : Exemple personnalisé Flutter.

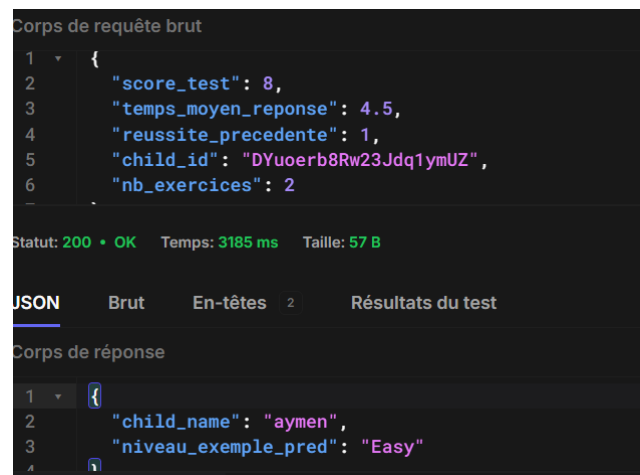


Figure 21 : Résultat de prédiction d'exemple.

3.5.7 Écran d'un cours :

Une interface présente le contenu d'un cours, incluant texte, audio, image illustrative, avec la possibilité pour l'élève d'écouter (Listen) et de parler (Speak) pour interagir avec le cours.



Figure 22 : Ecran d'un cours.

```

class _CoursePageState extends State<CoursePage> {
  Future<void> _speak(String text) async {
    if (isSpeaking) {
      await flutterTts.stop();
      setState(() {
        isSpeaking = false;
      });
    } else {
      setState(() {
        isSpeaking = true;
      });
      await flutterTts.speak(text);
    }
  }

  void startListening() async {
    bool available = await speech.initialize();
    onStatus: (status) {
      print('Status: $status');
      setState(() {
        isListening = status == 'listening';
      });
      if (status == 'done' || status == 'notListening') {
        setState(() {
          isListening = false;
        });
      }
    },
    onError: (error) {
      print('Error: $error');
      setState(() {

```

Figure 23 : Code Flutter (Écoute et Lecture vocale).

3.5.8 Écran d'exercice :

Dans la page d'exercices, l'élève répond aux questions, clique sur "**Finish**" pour voir son score et son niveau, et reçoit ensuite une liste d'exercices personnalisés selon ses performances.

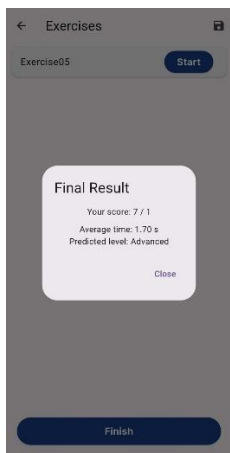


Figure 24 : Ecran de suivi du niveau.

```
class _ExercisePageState extends State<ExercisePage> {
  Future<void> savePredictionToFirebase(String predictedDifficulty) async {
    try {
      await FirebaseFirestore.instance.collection('predictions').add({
        'eleve_id': widget.studentId,
        'nb_exercices': exercises.length,
        'predicted_difficulty': predictedDifficulty,
        'timestamp': Timestamp.now(),
      });
    } catch (e) {
      Fluttertoast.showToast(msg: "Erreur en sauvegardant la prédiction.");
    }
  }

  Future<void> fetchPrediction() async {
    try {
      final response = await dio.post(
        'https://6e7e-154-252-100-245.ngrok-free.app/predict',
        data: {
          'eleve_id': widget.studentId,
          'nb_exercices': exercises.length,
          'nb_reussis': score,
          'niveau_pred': predictedDifficulty,
          'reponse_eleve': [], // vide ici
          'temps_moyen': moyenneTemps,
        },
        options: Options(headers: {'Content-Type': 'application/json'}),
      );
      print(response.data);
    }
  }
}
```

Figure 25 : Code Flutter Intégration du API.

```
from flask import Flask, request, jsonify
import joblib
import numpy as np
from flask_cors import CORS
import traceback

# Charger le modèle
model = joblib.load('model.pkl')
print("Modèle chargé avec succès")

# Création de l'app Flask
app = Flask(__name__)
CORS(app) # Autoriser les requêtes cross-origin

@app.route('/predict', methods=['POST'])
def predict():
    try:
        data = request.get_json()
        print("Données reçues:", data)
        nb_exercices = int(data['nb_exercices'])
        nb_reussis = int(data['nb_reussis'])
        temps_moyen = float(data['temps_moyen'])
        eleve_id = data['eleve_id']

        features = np.array([[nb_exercices, nb_reussis, temps_moyen]])
        prediction = model.predict(features)
        print("Prediction brute:", prediction)

        level_map = {0: "Beginner", 1: "Intermediate", 2: "Advanced"}
        niveau = level_map.get(int(prediction[0]), "Inconnu")
        return jsonify({'niveau_pred': niveau})
    except Exception as e:
        print(traceback.format_exc())
```

Figure 26 : Code app.py (suivi niveau).

3.5.9 Écran de paramètres/ profil :

Cette section permet à l'utilisateur de gérer son profil.

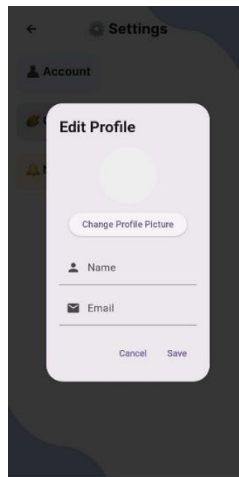


Figure 27 : Ecran de paramètres/profil.

3.5.10 Écran de profil d'enfants :

Cette section permet à l'utilisateur de gérer son profil.

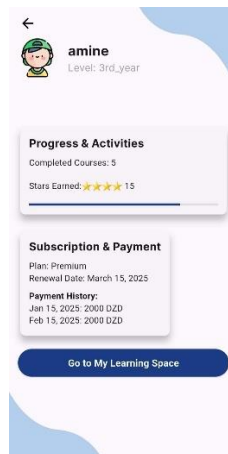


Figure 28 : Ecran de profil d'enfant.

3.5.11 Écran de Dashboard :

Le dashboard est une interface centrale qui présente un aperçu global des fonctionnalités, des activités récentes et de la progression de l'utilisateur.

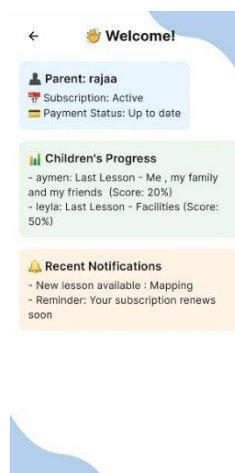


Figure 29 : Ecran de dashboard.

3.5.12 Écrans de paiement :

La section suivante présente plusieurs captures d'écran illustrant l'interface de paiement intégrée à l'application.

1. Choix de la Méthode de Paiement :

Les interfaces de sélection du mode de paiement permettent à l'utilisateur de choisir parmi plusieurs options telles que Visa, BaridiMob, ou Mastercard.



Figure 30 : Choix du mode de paiement.

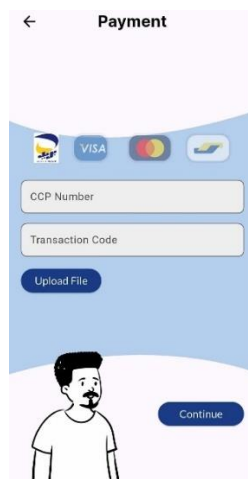


Figure 31 : Sélection de BaridiMob.

2. Sélection de la durée d'abonnement et de l'élève :

Ces interfaces permettent à l'utilisateur de choisir la période d'abonnement (mensuel, trimestriel ou annuel) ainsi que l'élève concerné par le paiement.

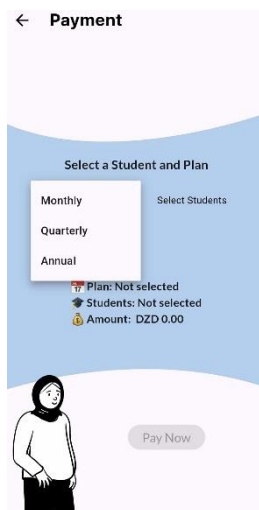


Figure 32 : Sélection de la durée d'abonnement.

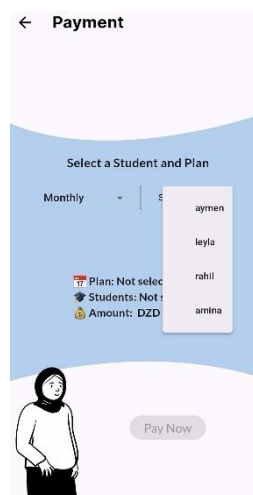


Figure 33 : Sélection de l'élève pour le paiement.

3. Confirmation et réussite du paiement :

Cette section présente les interfaces de confirmation de paiement ainsi que le message indiquant la réussite de la transaction, assurant à l'utilisateur que son paiement a été effectué avec succès.

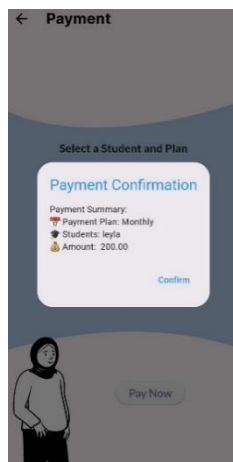


Figure 34 : Ecran de confirmation de paiement.

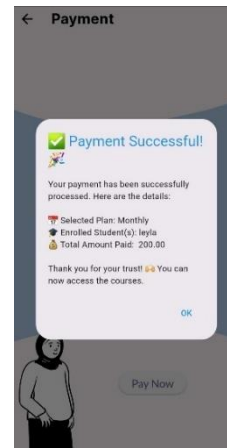


Figure 35 : Ecran de réussite de paiement.

3.6 Jeu de données et apprentissage :

Dans cette section, nous abordons les données derrière l'apprentissage automatique et la prise de décision intelligente pour l'application AITeacher.

Bien que l'application ne repose pas sur un ensemble de données de tiers, elle fonctionne sur des interactions réelles entre les élèves et apprend ainsi à s'adapter ce qui est enseigné.

3.6.1 Données générées dynamiquement :

Les réalisations des élèves (exercices de réponse, notes, erreurs répétées) sont stockées dans la base de données Firebase. Cela sert à :

- Suivre le niveau d'élève.
- Modifier les exercices à venir.
- Fournir des exemples personnalisés.

3.6.2 Modèles formés :

✓ Random Forest :

- Formé pour apprendre les réponses des élèves.
- S'applique à modifier automatiquement les niveaux des exercices.

✓ Conversion voix-texte (via Flutter) :

- Permet à l'élève de répondre oralement.
- La réponse est évaluée par rapport à la réponse prévue pour évaluer les erreurs.

✓ Tacotron 2 :

Le projet original avait envisagé d'utiliser le modèle Tacotron 2 pour la synthèse vocale. Tacotron 2 est un

modèle d'apprentissage profond qui peut convertir du texte en spectrogrammes audio de haute qualité.

Cependant, certains défis se sont posés :

- Poids du modèle : extrêmement lourd à former, dont l'exigence pour être formé sur un GPU puissant.
- Complexité technique : difficile à mettre en œuvre dans une application mobile légère.
- Temps de traitement : lent, pas adapté à une utilisation pédagogique rapide et fluide.
- Problèmes de licence : L'utilisation de modèles tels que le Tacotron 2 dans les produits peut permettre de surmonter certaines limitations d'utilisation ou de facturation supplémentaires.

En résumé, nous avons remplacé Tacotron 2 par Flutter TTS, qui utilise des moteurs de synthèse vocale natifs du téléphone (Android / iOS). Cependant, il est à noter que certaines voix (comme les voix d'enfants de meilleure qualité) peuvent être facturées en fonction du moteur utilisé sur le téléphone.

Nous avons adapté notre application pour utiliser une voix libre disponible sur l'appareil de test, ce qui permet :

- Réduire la complexité technique.
- Pour assurer une compatibilité mobile immédiate.
- Afin d'éviter des coûts supplémentaires pour l'utilisateur.

3.6.3 Absence de dataset externe :

Aucun ensemble de données externes publiques n'a été utilisé dans ce projet. La logique de personnalisation locale pour l'application provient des informations produites par les utilisateurs.

Par conséquent, il n'y a pas de formation préalable car tout peut être appris en temps réel et l'apprentissage est adapté et cumulatif.

3.6 Conclusion :

Ce chapitre décrit la conception et le développement de l'application « AITeacher », les logiciels et le matériel utilisés, l'architecture du système d'applications et les fonctionnalités les plus élaborées. L'accent a été mis principalement sur la mise en œuvre des fonctionnalités intelligentes grâce à l'utilisation de l'intelligence artificielle, comme la conversion texte-parole, la reconnaissance vocale, la personnalisation des exercices et le suivi personnalisé du niveau de l'élève.

Conclusion générale

L'application AITeacher a été conçue dans une perspective pédagogique innovante, visant à améliorer l'acquisition de l'anglais chez les élèves du primaire en Algérie, elle s'appuie sur des technologies avancées telles que Flutter et Firebase combinées à des techniques basées sur l'intelligence artificielle, offre un environnement interactif, personnalisé et dynamique, tant pour les élèves que pour leurs parents.

Au cours de ce projet, nous avons accompli :

- ✓ L'identification et l'analyse des besoins des utilisateurs finaux.
- ✓ La conception d'une solution éducative personnalisée qui soit ergonomique et évolutive.
- ✓ L'incorporation des caractéristiques intelligentes telles que la synthèse vocale, l'ajustement des tâches et le suivi du niveau de l'élève.

Ce projet a favorisé l'application de compétences techniques (développement mobile, intelligence artificielle, gestion de bases de données), ainsi que la consolidation d'une approche focalisée sur l'utilisateur, qui est indispensable pour tout projet éducatif.

En ce qui concerne les perspectives à venir, on pourrait envisager des améliorations telles que :

- L'intégration de nouvelles matières au-delà de l'anglais.
- L'implémentation d'un canal de communication entre les parents et les enseignants.
- L'amélioration des modules d'intelligence artificielle à l'aide de modèles plus sophistiqués.

En définitive, AITeacher constitue une première itération prometteuse d'un outil éducatif intelligent, accessible et adapté au contexte algérien local.

Bibliographie

- [1] « Rôle et impact de l'intelligence artificielle en éducation | Groupe IGENSIA Education (ex Groupe IGS) ». Consulté le: 13 mars 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.igensia-education.fr/actualites/impact-intelligence-artificielle-education>
- [2] OCDE, *Perspectives de l'OCDE sur l'éducation numérique 2021: Repousser les frontières avec l'IA, la blockchain et les robots*. OECD, 2022. doi: 10.1787/d5fe6bd0-fr.
- [3] T. Karsenti, « Intelligence artificielle en éducation : L'urgence de préparer les futurs enseignants aujourd'hui pour l'école de demain ? », *Form. Prof.*, vol. 26, n° 3, p. 112, 2018, doi: 10.18162/fp.2018.a159.
- [4] « Qu'est-ce que le langage UML (langage de modélisation unifié) ? », Lucidchart. Consulté le: 22 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.lucidchart.com/pages/fr/langage-uml>
- [5] « Définition des diagrammes de classes UML 1.5 — RAD Studio ». Consulté le: 22 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/Sydney/fr/D%C3%A9finition_des_diagrammes_de_classes_UML_1.5
- [6] « Les diagrammes de cas d'utilisation UML », Lucidchart. Consulté le: 22 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.lucidchart.com/pages/fr/diagramme-de-cas-dutilisation-uml>
- [7] « Qu'est-ce qu'un diagramme de séquence UML ? », Lucidchart. Consulté le: 22 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.lucidchart.com/pages/fr/diagramme-de-sequence-uml>
- [8] « Firestore », Firebase. Consulté le: 22 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=fr>
- [9] « Qu'est-ce que Flutter ? – L'application Flutter expliquée – AWS ». Consulté le: 22 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://aws.amazon.com/fr/what-is/flutter/>
- [10] « Dart programming language ». Consulté le: 22 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://dart.dev/>
- [11] « Firebase : Qu'est-ce que c'est ? - Définition & Explication », V-labs. Consulté le: 22 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.v-labs.fr/glossaire/firebase/>
- [12] « Figma : un outil de prototypage et de design collaboratif », BDM | Tools. Consulté le: 22 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.blogdumoderateur.com/tools/figma/>
- [13] « Définition Visual Studio Code - Bility - Agence de développement web sur-mesure ». Consulté le: 22 avril 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://bility.fr/definition-visual-studio-code/>
- [14] J. Robert, « Python 🐍 : Focus sur le langage le plus populaire », DataScientest. Consulté le: 18 mai 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://datascientest.com/python-tout-savoir>
- [15] R. Kassel, « Flask – Un des frameworks les plus populaires de Python », DataScientest. Consulté le: 18 mai

2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://datascientest.com/avantages-et-fonctionnement-de-flask>

[16] « Définition Postman - Bility - Agence de développement web sur-mesure ». Consulté le: 18 mai 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://bility.fr/definition-postman/>

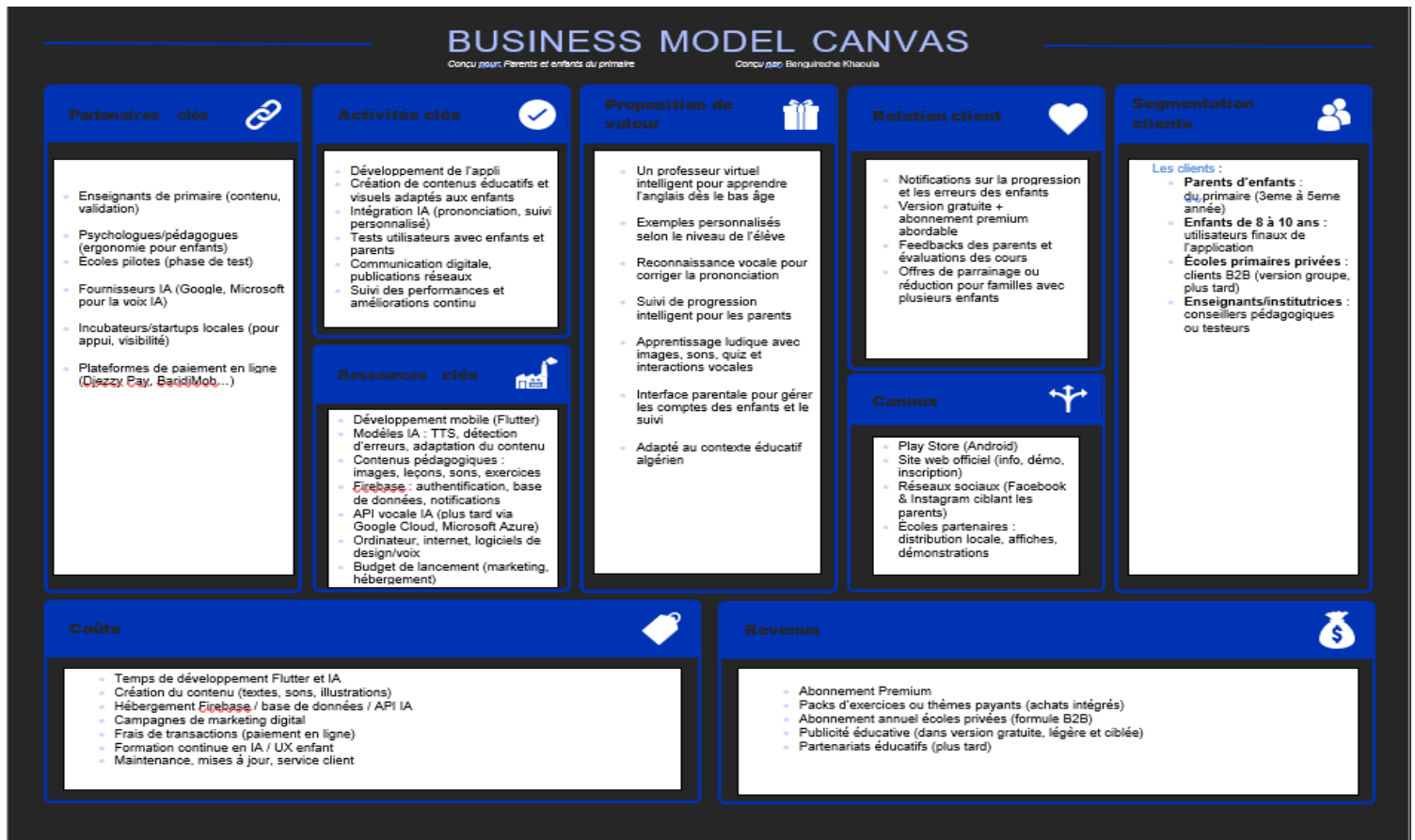
Annex BMC, Business Plan

Fiche technique du projet :

الاسم التجاري للمشروع Nom commercial du projet	AITeacher
رقم الهاتف Numéro de téléphone	+213557092028
البريد الالكتروني Adresse e-mail	Aiteacher.ai@gmail.com
مقر مزاولة النشاط (الولاية - البلد) Lieu d'implantation de l'activité (Wilaya - Commune)	Mostaganem, Algeria

Nature du projet :

Service



1. Description de l'entreprise

- **Vue d'ensemble** : AITeacher est une application mobile éducative basée sur l'intelligence artificielle, visant à enseigner l'anglais aux élèves de primaire en Algérie. Elle propose un apprentissage interactif avec des outils comme le suivi des progrès des élèves.

2. Segments de clients

Qui sont nos clients les plus importants ? À qui dirigeons-nous la valeur ?

Nos clients potentiels sont :

- **Parents d'enfants** : du primaire (3ème à 5ème année)
- **Enfants de 8 à 10 ans** : utilisateurs finaux de l'application
- **Écoles primaires privées** : clients B2B (version groupe, plus tard)
- **Enseignants/institutrices** : conseillers pédagogiques ou testeurs

3. Relations avec les clients

Comment attirons-nous l'attention des clients sur nos produits ou services ?

Comment encourager un client à acheter notre produit ou service ?

Comment le client bénéficie-t-il de notre produit ou service ?

- Notifications sur la progression et les erreurs des enfants
- Version gratuite + abonnement premium abordable
- Feedbacks des parents et évaluations des cours
- Offres de parrainage ou réduction pour familles avec plusieurs enfants

4. Proposition de valeur

Quelle valeur offrons-nous au client ?

Comment aidons-nous le client à résoudre ses problèmes ?

Quelle est la nature de cette solution au problème, s'agit-il de valeurs qualitatives ou quantitatives ?

(Choisissez parmi le dessin qui correspond à votre projet)

- Un professeur virtuel intelligent pour apprendre l'anglais dès le bas âge
- Exemples personnalisés selon le niveau de l'élève
- Reconnaissance vocale pour corriger la prononciation
- Suivi de progression intelligent pour les parents
- Apprentissage ludique avec images, sons, quiz et interactions vocales
- Interface parentale pour gérer les comptes des enfants et le suivi

- Adapté au contexte éducatif algérien

5. Activités clés

Quelles sont les étapes les plus importantes de la production ou du service ? (Nous mentionnons les étapes, de l'acquisition des matières premières au produit final)

- Développement de l'appli
- Création de contenus éducatifs et visuels adaptés aux enfants
- Intégration IA (prononciation, suivi personnalisé)
- Tests utilisateurs avec enfants et parents
- Communication digitale, publications réseaux
- Suivi des performances et améliorations continu

6. Partenaires clés

Qui sont les principaux partenaires qui peuvent nous aider dans la production, le service, le marketing ou la distribution ?

Qui sont les principaux fournisseurs ? (Ceux qui nous fournissent : matières premières + machines pour la production + logiciels pour le service + ...)

- Enseignants de primaire (contenu, validation)
- Psychologues/pédagogues (ergonomie pour enfants)
- Écoles pilotes (phase de test)
- Fournisseurs IA (Google, Microsoft pour la voix IA)
- Incubateurs/startups locales (pour appui, visibilité)

- Plateformes de paiement en ligne (Djezzy Pay, BaridiMob...)

7. Canaux de distribution

Comment le public prend-il connaissance de nous, de notre produit ou de notre service ?

Quels canaux de distribution les clients préfèrent-ils pour communiquer ?

Quels sont les canaux les plus rentables ?

8. Sources de revenus

- Abonnement Premium
- Packs d'exercices ou thèmes payants (achats intégrés)
- Abonnement annuel écoles privées (formule B2B)
- Publicité éducative (dans version gratuite, légère et ciblée)
- Partenariats éducatifs (plus tard)

9. Structure des coûts

Cette partie décrit les différents coûts que notre plateforme va engager

- Temps de développement Flutter et IA
- Création du contenu (textes, sons, illustrations)
- Hébergement Firebase / base de données / API IA
- Campagnes de marketing digital
- Frais de transactions (paiement en ligne)
- Formation continue en IA / UX enfant
- Maintenance, mises à jour, service client

10. Ressources clés

- Développement mobile (Flutter)
- Modèles IA : TTS, détection d'erreurs, adaptation du contenu
- Contenus pédagogiques : images, leçons, sons, exercices
- Firebase : authentification, base de données, notifications
- API vocale IA (plus tard via Google Cloud, Microsoft Azure)
- Ordinateur, internet, logiciels de design/voix
- Budget de lancement (marketing, hébergement)

10.1 Ressources matérielles :

Éléments	Prix(DA)	Quantité	Total
Local (location 6 mois)	25.000	6	150.000
PC principal (gestion)	90.000	1	90.000
Imprimante	40.000	1	40.000
Bureau	12.000	3	36.000
Chaise confortable	10.000	3	30.000
PC développeur	95.000	2	190.000
Fournitures de bureau	10.000	1	10.000
Livres et cours officiels d'anglais	8000	1 lot	8000
Casques avec micro	4000	2	8000
Smartphone de test (Android)	35.000	1	35.000
Frais juridiques (registre commerce)	15.000	1	15.000
Nom de domaine + hébergement web	6000	1	6000
Licence Google Play	3500	1	3500

Total par an : 631 500 DA

Total par 5 ans : 2 179 000 DA

10.2 Charges

Poste	Prix	Total
Développeurs (2)	90.000	1080.000
Secrétaire	25.000	300.000
Comptable	50.000	600.000
Électricité	5000	60.000
Internet + téléphone	7000	84.000
Assurances	5000	60.000
Maintenance informatique	3000	36.000
Marketing / communication	15.000	180.000

Total par an : 2 400 000 DA

Total par 5 ans : 12 000 000 DA

10.3 Amortissement

Éléments	Prix d'achat	Cycle de vie	Quantité	Amortissement
PC principal	90.000	3	1	30.000
PC développeur	95.000	3	2	63333
Imprimante	40.000	4	1	10.000
Bureau	12.000	5	3	7200
Chaise confortable	10.000	5	3	6000
Smartphone de test	35000	3	1	11.667

Livres et cours	8000	5	1	16000
-----------------	------	---	---	-------

Total par an : 129 800 DA

Total par 5 ans : 649 000 DA

TOTAL :

1+2+3

Par an : 3 161 300 DA

Par 5 ans : 14 828 000 DA

11. Calcul du chiffre d'affaires

11.1 Estimation du chiffre d'affaires annuel

Poste	Prix
Nombre d'élèves	300
Prix mensuel par élève	1500 DA
CA mensuel total	$300 \times 1500 = 450.000$ DA
CA annuel total	$450.000 \times 12 = 5400.000$ DA

11.2 Capital investi annuel

Poste	Montant annuel (DA)
Investissement	631.500
Charges	2 400.00
Amortissement	129.800
Total capital investi	3 161.300 DA

11.3 Comparaison chiffre d'affaires et capital investi

Poste	Montanat annuel (DA)
Chiffre d'affaires (CA)	5 400.000
Capital investi annuel	3 161.300
Bénéfice brut estimé	2 238.700 DA

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة عبد الحميد بن باديس-مستغانم-
كلية العلوم الدقيقة والإعلام الآلي

تصريح شرفي خاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية
لإنجاز البحث

أنا الممضي أدناه،
الطالب(ة): خولة بن قيرش
رقم التسجيل الجامعي: 202037030096
الحامل لبطاقة التعريف الوطنية رقم: 110030963013010004
والصادرة بتاريخ: 2025.02.07
عن مستغانم

المسجل ب : كلية العلوم الدقيقة والإعلام الآلي / قسم : إعلام آلي
شعبة : ذكاء اصطناعي وإنترنت الأشياء / التخصص : ذكاء اصطناعي وإنترنت الأشياء
والمكلف بإنجاز مذكرة ماستر بعنوان:
تطبيق ذكي لتعلم اللغة الإنجليزية لتلاميذ الطور الابتدائي في الجزائر
« AI Teacher »

أصرح بشرفي أنني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية ومعايير الأخلاقيات العلمية والنزاهة الأكاديمية المطلوبة في إنجاز البحث ، وأتحمل المسؤولية الشخصية عن كل المحتوى المتضمن في البحث المذكور أعلاه .

التاريخ: 2025.06.23

إمضاء المعني

(خولة بن قيرش)



* ملحق القرار الوزاري رقم 933 المؤرخ في 28 جويلية 2016 الذي يحدد القواعد المتعلقة بالوقاية من السرقة العلمية ومكافحتها.