

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Borj Bou Arréridj
Faculté des Mathématiques et d'Informatique
Département d'informatique



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme

Master en informatique

Spécialité : Technologie de l'Information et de Communication

THEME

Sahihly : Application Intelligente pour la Représentation et la Validation des Hadiths

Présenté par :

Benmansour Aya

Bouloual Zineb

Soutenu publiquement le :

Devant le jury composé de :

Président : Mr Attia Abdelouahab

Examineur : Mr Belhadj Foudil

Encadrant : Mr Nouioua Farid

Remerciement

Nous remercions Allah le Tout-Puissant, qui nous a donné le courage et la patience de faire ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à mon encadreur, M. Farid Nouioua, pour son accompagnement, ses conseils judicieux, sa disponibilité et son soutien constant tout au long de ce travail.

Je remercie également les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail, pour le temps qu'ils y ont consacré, ainsi que pour leurs remarques pertinentes qui contribueront sans aucun doute à mon amélioration personnelle et professionnelle.

Enfin, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à la concrétisation de ce projet. Leur aide, leur encouragement et leur bienveillance m'ont été d'un grand soutien.

Dédicace

je dédie ce travail a :

À **mes chers parents**, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices et leur soutien indéfectible tout au long de mon parcours.

À **mes sœurs** Manal et Hanane, pour leur présence réconfortante et leurs encouragements constants.

À **ma cousine** Amina et son époux Mounir, pour leur gentillesse et leur appui.

À **mon frère** et son fils Djamel, pour leur affection et leur confiance.

Que ce travail soit un modeste témoignage de ma gratitude envers vous tous. Merci du fond du cœur.

BENMANSOUR AYA .

Dédicace

je dédie ce travail a :

Chers parents :

Pour votre amour inconditionnel, votre patience sans fin et votre soutien indéfectible tout au long de mon parcours académique.

À mes professeurs :

Tous mes remerciements et ma gratitude vont à mon professeur, Farid Nouioua, pour ses conseils, sa patience et sa générosité intellectuelle.

À mes sœurs Amal, Ismahan et Mounir :

Pour votre présence rassurante et vos encouragements constants. Tu as toujours été la lumière dans mes moments difficiles.

À tous mes fidèles amis :

Ceux qui ont pu me soutenir, m'encourager et me motiver pendant

Avec toute ma gratitude,

BOULOUAL ZINEB.

Résumé

Ce mémoire porte sur la conception et la réalisation d'une application mobile intelligente, nommée Sahihly. Son but est de faciliter la recherche et la vérification de l'authenticité des hadiths prophétiques. L'application permet aux utilisateurs de consulter des hadiths classés par leur degré d'authenticité via une interface conviviale, et aide à comprendre le sens des concepts religieux. Sahihly est construite sur une architecture moderne, utilisant Flutter pour l'application mobile, Node.js pour le serveur (back-end), et MariaDB pour la base de données. Un élément clé du système est une API personnalisée qui gère les requêtes et simule un raisonnement sémantique simple, sans utiliser des plateformes complexes comme Protégé ou des algorithmes standardisés comme Sørensen–Dice. La façon dont les connaissances du domaine sont organisées suit les principes de la modélisation sémantique, mais de manière relationnelle via cette API. Les fonctionnalités sont décrites avec des diagrammes UML. La conception de la base de connaissances s'inspire de la méthodologie METHONTOLOGY [1], bien que nous l'avons adaptée à nos besoins. Ce travail ouvre la voie à un futur moteur de raisonnement plus avancé.

Abstract :

This thesis focuses on the design and development of a smart mobile application called Sahihly. Its goal is to facilitate the search and verification of the authenticity of prophetic hadiths. The application allows users to consult hadiths ranked by their degree of authenticity via a user-friendly interface and helps them understand the meaning of religious concepts. Sahihly is built on a modern architecture, using Flutter for the mobile application, Node.js for the backend, and MariaDB for the database. A key element of the system is a custom API that handles queries and simulates simple semantic reasoning, without using complex platforms like Protégé or standardized algorithms like Sørensen–Dice. The way domain knowledge is organized follows the principles of semantic modeling, but in a relational manner via this API. Functionalities are described using UML diagrams. The design of the knowledge base is inspired by the METHONTOLOGY methodology [1], although we have adapted it to our needs. This work paves the way for a future, more advanced reasoning engine.

ملخص :

تركز هذه الأطروحة على تصميم وتطوير تطبيق جوال ذكي يسمى **Sahihly**. ويهدف إلى تسهيل البحث والتحقق من صحة الأحاديث النبوية. يتيح التطبيق للمستخدمين الاطلاع على الأحاديث المصنفة حسب درجة صحتها عبر واجهة سهلة الاستخدام، ويساعد على فهم معنى المفاهيم الدينية. تم بناء **Sahihly** على بنية حديثة، باستخدام **Flutter** لتطبيقات الهاتف المحمول، و**Node.js** للخدمات الخلفية، و**MariaDB** لقاعدة البيانات. العنصر الأساسي للنظام هو واجهة برمجة التطبيقات المخصصة التي تتعامل مع الاستعلامات وتحاكي التفكير الدلالي البسيط، دون استخدام منصات معقدة مثل **Protégé** أو خوارزميات موحدة مثل **Sørensen-Dice**. تتبع الطريقة التي يتم بها تنظيم المعرفة المجالية مبادئ النمذجة الدلالية، ولكن بطريقة علائقية عبر واجهة برمجة التطبيقات هذه. يتم وصف الوظائف باستخدام مخططات **UML**. إن تصميم قاعدة المعرفة مستوحى من منهجية **METHONTOLOGY**، على الرغم من أننا قمنا بتكييفها مع احتياجاتنا. يهدف هذا العمل الطريق لمحرك تفكير أكثر تقدمًا في المستقبل.

Liste des abréviation :

- **API** : Application Programming Interface
- **Flutter** : Framework UI open-source développé par Google pour le développement mobile
- **JWT** : JSON Web Token
- **MariaDB** : Système de gestion de base de données relationnelle
- **NLP** : Natural Language Processing
- **Node.js** : Environnement d'exécution JavaScript côté serveur
- **OWL** : Web Ontology Language
- **UML** : Unified Modeling Language
- **VS Code** : Visual Studio Code
- **XAMPP** : Cross-Platform Apache, MariaDB, PHP and Perl

Table des matières

Introduction Générale	1
1 Définition et Composants du Hadith	4
1.1 Introduction	4
1.2 Définition du Hadith	4
1.3 Composants principaux.....	4
1.3.1 Matn (Le Texte).....	5
1.3.2 Sanad (La Chaîne de Transmission)	5
1.3.3 Authenticité et classification	5
1.4 Importance de la Vérification dans les Applications Modernes	6
1.5 Conclusion.....	6
2 Environnement Technologique et Langages Utilisés	7
2.1 Introduction	7
2.2 Présentation des langages et outils utilisés	7
2.2.1 Dart et Flutter pour le développement mobile.....	7
2.2.2 Node.js et Express pour le back-end	7
2.2.3 MariaDB comme base de données	8
2.2.4 API Gemini.....	8
2.3 Outils de développement et gestion de projet	8
2.4 Algorithme de similarité utilisé : Sørensen–Dice.....	9
2.5 Conclusion.....	9
3 Représentation des Connaissances et Approches Modernes en IA	10
3.1 Introduction	10
3.2 Importance de la Structuration des Connaissances Religieuses	10
3.3 Méthodes Classiques de Représentation	11
3.3.1 Représentation logique.....	11
3.3.2 Modèle relationnel.....	11
3.3.3 Représentation ontologique (brièvement)	11
3.4 Limites des Approches Classiques dans les Textes Religieux	12
3.5 Émergence des Approches IA pour la Recherche Intelligente	12
3.5.1 NLP et traitement du langage naturel	12

TABLE DES MATIÈRES

3.5.2	Modèles de langage modernes : GPT, BERT, Transfor- mer	12
3.5.3	Représentation contextuelle du sens.....	13
3.5.4	Pourquoi ces approches surpassent parfois les ontologies	13
3.6	Application au domaine des hadiths.....	13
3.6.1	Structure et caractéristiques des données hadith.....	13
3.6.2	Similarité sémantique sans ontologie	13
3.6.3	Cas de l'application Sahihly	14
3.7	Conclusion.....	14
4	Conception de l'Application Sahihly en Modes Connecté et Hors Connexion	15
4.1	Introduction	15
4.2	Conception du mode hors connexion	15
4.2.1	Architecture et flux de données.....	15
4.2.2	Diagrammes UML	16
4.3	Conception du mode connecté.....	17
4.3.1	Architecture et flux de données.....	17
4.4	Conclusion.....	17
5	Réalisation de l'Application Sahihly	18
5.1	Introduction	18
5.2	Fonctionnalités principales	18
5.3	Captures d'écran et explications fonctionnelles.....	19
5.3.1	Page d'accueil.....	19
5.3.2	Interface de recherche	19
5.3.3	Résultats de recherche	19
5.3.4	Interface administrateur.....	20
5.4	Résultats des tests.....	20
5.5	Analyse de la performance	20
5.6	Problèmes rencontrés et solutions proposées	20
5.7	Perspectives d'évolution	21
5.7.1	Extension de la base de hadiths.....	21
5.7.2	Création d'une API publique.....	21
5.7.3	Amélioration de l'interface utilisateur.....	21
5.8	Conclusion.....	21

Conclusion Générale

Liste des figures

Figure 2.1 : Intégration de l'API Gemini 10

Figure 3.1 : Intégration de l'API Gemini pour la recherche sémantique des hadiths dans l'application Sahihly 13

Figure 4.1 : Architecture générale d'un système en mode hors ligne 15

Figure 4.2 : Diagramme de cas d'utilisation

Figure 4.3 : Diagramme de séquence pour la recherche (p.) ?

Figure 4.4 : Diagramme de séquence pour l'authentification / gestion administrateur 16

Figure 4.5 : Diagramme de classes du système Sahihly 17

Figure 4.6 : Architecture générale d'un système en mode en ligne 18

Figure 5.1 : Interface de la page d'accueil de Sahihly 21

Figure 5.2 : Écran de l'interface de recherche 22

Figure 5.3 : Écran de détail d'un hadith et de ses résultats de recherche 23

Figure 5.4 : Interface d'administration 24

Figure 5.5 : Interface d'administration (ajout / modification de Hadith) 25

Figure 5.6 : Interface / structure de la base de données 26

Introduction Générale

Introduction

À l'ère du numérique, la manière dont l'information circule a radicalement changé, y compris pour les connaissances religieuses. Le Hadith, qui est la deuxième source fondamentale de l'Islam après le Coran [15], exige une méthode rigoureuse pour garantir son authenticité et faciliter sa compréhension [15]. Cette introduction pose les bases de notre recherche, en soulignant l'importance cruciale de la fiabilité dans le domaine des sciences islamiques et la nécessité d'outils modernes pour y parvenir. Le paysage actuel de l'information numérique, bien que vaste, présente des défis uniques en termes de vérification et d'interprétation contextuelle des textes sacrés.

Contexte et motivation

Cette introduction générale établit le cadre de notre étude. Nous explorons comment les connaissances sur les hadiths sont actuellement représentées, pourquoi nous avons eu l'idée de développer cette application intelligente, et les défis liés à la vérification de l'authenticité et au sens profond des textes religieux. Pour plus d'informations sur le Web Sémantique, on peut se référer à [2]. La motivation derrière ce projet découle d'un constat : malgré l'omniprésence d'internet, l'accès à des informations religieuses authentifiées et facilement interprétables reste un défi majeur pour le grand public comme pour les chercheurs spécialisés. Notre objectif est de combler ce vide en exploitant les avancées technologiques pour un bénéfice spirituel et académique. Il est primordial de fournir des outils qui non seulement diffusent le savoir, mais en garantissent aussi la pureté et la véracité face à la masse d'informations disponibles.

Problématique

Malgré l'abondance d'informations en ligne, il reste difficile d'accéder à des hadiths vérifiés et de les interpréter correctement selon leur contexte. Les bases de données existantes ne proposent souvent pas d'outils intelligents pour le raisonnement sémantique, obligeant les utilisateurs à faire des recherches très précises par mots-clés. Notre question centrale est : comment

une application mobile peut-elle résoudre ce problème en offrant une solution intelligente pour vérifier l'authenticité et comprendre le sens des hadiths, sans s'appuyer sur des ontologies formelles complexes ou des algorithmes de similarité textuelle traditionnels ? Pour une discussion sur les Hadiths, consultez [15]. La complexité de la langue arabe, les multiples chaînes de narration et les contextes historiques variés rendent la tâche ardue. La problématique réside dans la nécessité de développer une approche qui ne simplifie pas excessivement la richesse des textes, tout en les rendant accessibles et vérifiables. L'absence d'outils sophistiqués limite la capacité des utilisateurs à explorer la profondeur des significations et à démêler les narrations authentiques des fausses.

Revue de la littérature

Nous avons étudié les travaux existants dans le domaine de la représentation des connaissances pour les textes religieux. La plupart se sont concentrés sur l'utilisation d'ontologies formelles [17, 9]. Des projets comme la "Hadith Encyclopedia" [1] ont tenté de cataloguer les hadiths, mais ont rencontré des difficultés avec la complexité du sens et la quantité de données. Récemment, l'application du Traitement du Langage Naturel (NLP) et des modèles de langage avancés (comme ceux basés sur les Transformers [18]) a ouvert de nouvelles voies pour l'analyse sémantique. Ces approches permettent de dépasser les simples recherches par mots-clés en saisissant le sens contextuel, ce qui est vital pour les hadiths où les nuances linguistiques sont très importantes [10]. Notre revue approfondie a mis en lumière les lacunes des approches classiques et la promesse des modèles de langage modernes pour une compréhension plus nuancée et contextuelle des textes. Nous avons identifié un besoin non satisfait pour une solution qui intègre la rigueur de la science du Hadith avec la flexibilité et la puissance de l'IA contemporaine.

Solution proposée

Notre solution, l'application Sahihly, vise à faire le lien entre l'utilisateur et la richesse des hadiths prophétiques. Elle repose sur une architecture mobile moderne, un serveur solide, et intègre l'intelligence artificielle via l'API Gemini [8]. Notre méthode consiste à organiser les connaissances des hadiths de manière flexible dans une base de données classique, puis à utiliser l'API Gemini pour interpréter les questions complexes des utilisateurs et effectuer

des recherches basées sur le sens. Cela nous permet de vérifier l'authenticité des hadiths et de les classer selon leur fiabilité, le tout via une interface intuitive. Cette approche hybride combine la robustesse des bases de données relationnelles avec la flexibilité et la puissance sémantique des modèles de langage avancés, offrant une solution équilibrée aux défis identifiés. Sahihly est conçue pour être une passerelle entre la science traditionnelle du Hadith et les technologies du 21e siècle, rendant l'accès au savoir authentifié plus aisé pour tous.

Organisation du mémoire

Ce mémoire est divisé en cinq chapitres. Le premier chapitre introduit le contexte du projet, la problématique et notre solution. Le deuxième chapitre présente les concepts fondamentaux de la représentation des connaissances et les dernières approches en intelligence artificielle. Le troisième chapitre décrit l'environnement technologique et les langages de programmation utilisés. Le quatrième chapitre explique en détail ce qu'est un hadith et les critères de son authenticité. Enfin, le cinquième chapitre détaille la conception et la réalisation de l'application Sahihly, ses fonctionnalités, ses interfaces, les résultats des tests et les perspectives d'avenir. Chaque chapitre a été structuré pour guider le lecteur à travers les différentes étapes de notre recherche et du développement de l'application, des fondements théoriques à l'implémentation pratique et aux résultats. Cette organisation progressive permet une compréhension complète de la démarche adoptée et des contributions apportées par ce travail.

1 Définition et Composants du Hadith

1.1 Introduction

Ce chapitre se concentre sur une exploration détaillée du concept de Hadith, en clarifiant sa définition, ses composants structurels et les critères essentiels pour évaluer son authenticité. Cette compréhension approfondie est fondamentale pour apprécier la complexité de l'information hadithique et la nécessité de méthodes de validation rigoureuses dans les applications intelligentes modernes. Sans une base solide sur la nature du Hadith, toute tentative de numérisation ou d'analyse serait incomplète et potentiellement erronée.

1.2 Définition du Hadith

Le Hadith est défini comme l'ensemble des paroles, des actions, des approbations tacites (taqrir), et des descriptions physiques ou morales attribuées au Prophète Muhammad (paix et bénédictions sur lui). Il représente la seconde source de législation islamique après le Saint Coran, et sa transmission et sa préservation sont d'une importance capitale pour la jurisprudence et la pratique religieuse [15]. Le Hadith sert de guide pour la compréhension et l'application des principes coraniques, offrant des détails pratiques et des exemples de la vie du Prophète, enrichissant ainsi la compréhension de la foi islamique.

1.3 Composants principaux

Le Hadith est traditionnellement divisé en deux composants principaux qui sont cruciaux pour son étude et son évaluation. Une compréhension claire de ces composants est indispensable pour quiconque souhaite valider ou interpréter un Hadith, car leur analyse conjointe détermine l'authenticité et la fiabilité de la narration.

1.3.1 Matn (Le Texte)

Le "Matn" () est le corps du texte du Hadith, c'est-à-dire le contenu même des paroles, actions ou descriptions attribuées au Prophète. C'est le message ou l'information transmise. L'analyse du Matn implique l'étude de sa signification linguistique, de sa cohérence avec d'autres textes islamiques et de sa pertinence contextuelle. Des variations mineures dans le Matn peuvent avoir des implications majeures sur son interprétation et sa validité, nécessitant une analyse philologique et contextuelle approfondie.

1.3.2 Sanad (La Chaîne de Transmission)

Le "Sanad" () est la chaîne de narrateurs qui ont transmis le Hadith, de la source (le Prophète) jusqu'à celui qui l'a rapporté. Le Sanad est essentiel pour évaluer la fiabilité et l'authenticité du Matn. Il inclut les noms de chaque personne dans la chaîne de transmission, et l'intégrité de chacun de ces narrateurs est examinée pour s'assurer de la validité du Hadith. L'étude du Sanad est une science complexe en soi (Ilm al-Rijal), qui évalue la mémoire, la piété et la fiabilité des narrateurs à chaque étape de la transmission, garantissant ainsi la crédibilité de la chaîne.

1.3.3 Authenticité et classification

L'authenticité d'un Hadith est déterminée par l'analyse rigoureuse du Matn et du Sanad. Les Hadiths sont classifiés en plusieurs catégories selon leur degré de fiabilité :

- **Sahih** : Authentique et fiable, répondant aux conditions strictes d'authenticité, notamment une chaîne de transmission ininterrompue et des narrateurs fiables. Un Hadith Sahih est considéré comme ayant la plus haute fiabilité et est accepté sans réserve.
- **Hasan** : Bon, avec une chaîne de transmission acceptable, bien qu'il puisse y avoir de légères imperfections qui ne compromettent pas son acceptabilité. Les Hadiths Hasan sont généralement acceptés comme preuves dans la jurisprudence, bien que leur force probante soit légèrement inférieure à celle des Sahih.
- **Da'if** : Faible, présentant des imperfections dans la chaîne de transmission ou le texte, ce qui le rend moins fiable. Les Hadiths Da'if ne sont généralement pas utilisés comme preuve juridique, bien qu'ils

1.4 Importance de la Vérification dans les Applications Modernes

puissent parfois être cités pour des vertus ou des exhortations, à condition que leur faiblesse soit connue.

- **Mawdu'** : Forgé ou inventé, un Hadith dont il est prouvé qu'il a été fabriqué et fausement attribué au Prophète. Ces Hadiths sont rejetés catégoriquement par les savants et leur transmission est strictement interdite si leur falsification est connue.

Cette classification est le fruit de siècles de travail érudit pour préserver l'intégrité des enseignements prophétiques, et elle est fondamentale pour l'application de la jurisprudence islamique.

1.4 Importance de la Vérification dans les Applications Modernes

Avec la prolifération des informations en ligne, la vérification de l'authenticité des Hadiths est devenue plus cruciale que jamais. Les applications modernes comme Sahihly visent à fournir des outils fiables pour aider les utilisateurs à distinguer les Hadiths authentiques des Hadiths faibles ou forgés, contribuant ainsi à la préservation de la pureté des enseignements islamiques. Les plateformes numériques, bien que facilitant l'accès, augmentent aussi le risque de diffusion d'informations non vérifiées, d'où l'importance d'outils intelligents pour l'authentification et l'éducation des masses.



1.4 Importance de la Vérification dans les Applications Modernes

FIGURE 2 – Intégration de l'API Gemini pour la recherche sémantique des hadiths dans l'application Sahihly

1.5 Conclusion

Ce chapitre a fourni une base solide pour comprendre la nature du Hadith et l'importance de son authentification. Cette connaissance est fondamentale pour le développement d'applications comme Sahihly, qui cherchent à automatiser et à faciliter le processus de validation et de recherche sémantique des traditions prophétiques. La rigueur scientifique dans l'étude des Hadiths est un pilier pour la compréhension authentique de l'Islam, et notre application vise à soutenir cet effort par l'innovation technologique.

2 Environnement Technologique et Langages Utilisés

2.1 Introduction

Ce chapitre présente l'environnement technologique et les langages de programmation choisis pour le développement de l'application Sahihly. Ces choix technologiques sont directement liés aux approches théoriques explorées au Chapitre 1, notamment la nécessité d'une architecture moderne et d'outils capables de gérer le traitement du langage naturel et les interactions intelligentes. La sélection de ces outils a été guidée par des critères de performance, de scalabilité, de facilité de développement et de maintenance, assurant ainsi la robustesse et la pérennité du projet.

2.2 Présentation des langages et outils utilisés

2.2.1 Dart et Flutter pour le développement mobile

Flutter, un framework UI open-source développé par Google, est utilisé avec le langage Dart pour construire l'application mobile. Ce choix permet de développer une application fluide et performante pour Android et iOS, répondant ainsi au besoin d'une interface conviviale mentionné dans notre solution proposée [3, 6]. L'avantage de Flutter réside dans sa capacité à produire des interfaces utilisateur natives et esthétiques à partir d'une seule base de code, réduisant considérablement le temps de développement et les efforts de maintenance pour les plateformes mobiles. La richesse de ses widgets et la rapidité de son "hot reload" sont des atouts majeurs.

2.2.2 Node.js et Express pour le back-end

Node.js, un environnement d'exécution JavaScript côté serveur, et Express, un framework web pour Node.js, constituent la base du back-end de Sahihly. Cette combinaison assure un serveur robuste et efficace pour gérer les requêtes API, la logique métier et les interactions avec la base de données [12, 5]. Node.js est particulièrement adapté aux applications en temps réel et aux services API grâce à son modèle d'E/S non bloquant et événementiel, ce

qui garantit une grande réactivité pour les requêtes des utilisateurs de l'application Sahihly. Sa popularité et sa large communauté offrent également un support solide.

2.2.3 MariaDB comme base de données

MariaDB, un système de gestion de base de données relationnelle, est utilisé pour stocker et organiser les hadiths et leurs informations. Ce choix reflète l'approche de "modélisation sémantique de manière relationnelle via cette API" mentionnée dans l'introduction générale, offrant une flexibilité dans l'organisation des connaissances [11]. MariaDB offre une grande fiabilité, des performances élevées et une compatibilité étendue avec MySQL, ce qui facilite sa gestion et son intégration dans l'écosystème de développement. Sa nature open-source est également un avantage non négligeable.

2.2.4 API Gemini

L'intégration de l'API Gemini est un élément central de l'intelligence artificielle de Sahihly. Comme discuté au Chapitre 1 concernant l'émergence des approches IA pour la recherche intelligente et la représentation contextuelle du sens, l'API Gemini est utilisée pour interpréter les questions complexes des utilisateurs et effectuer des recherches basées sur le sens des hadiths, dépassant ainsi les limites des recherches par mots-clés traditionnelles [8]. Cette API fournit des capacités avancées de traitement du langage naturel et de compréhension sémantique, essentielles pour les requêtes nuancées sur les textes religieux et pour fournir des réponses précises et contextuelles.

2.3 Outils de développement et gestion de projet

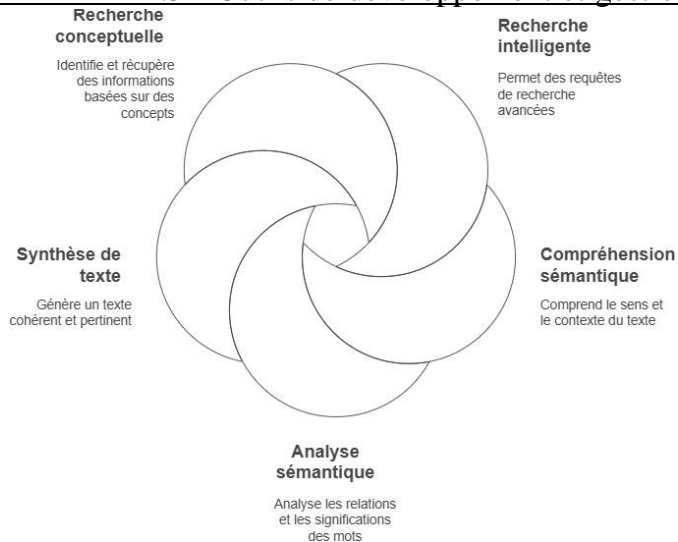


FIGURE 3 – Intégration de l'API Gemini

2.3 Outils de développement et gestion de projet

Pour faciliter le développement et la collaboration, des outils tels que Git pour le contrôle de version [7] et Visual Studio Code (VS Code) comme environnement de développement intégré [19] sont utilisés. Postman est également employé pour tester les requêtes API [13]. Ces outils contribuent à l'efficacité du processus de développement, en permettant un travail d'équipe fluide, un suivi des modifications rigoureux et un débogage simplifié des interactions

avec le serveur et les API. Ils sont devenus des standards de l'industrie pour les projets de développement logiciel.

2.4 Algorithme de similarité utilisé : Sørensen–Dice

L'algorithme de Sørensen–Dice est mentionné comme un outil de similarité utilisé. Bien que le document ait précédemment indiqué ne pas utiliser des algorithmes standardisés, cette mention pourrait indiquer une utilisation pour des comparaisons de base ou des évaluations spécifiques, complétant l'approche sémantique plus avancée via l'API Gemini [16]. Cet algorithme est particulièrement utile pour évaluer la similarité entre deux ensembles de données, ou dans notre cas, entre des chaînes de caractères, offrant un complément quantitatif à l'analyse sémantique qualitative fournie par l'IA, notamment pour des tâches de pré-filtrage ou de vérification rapide.

2.5 Conclusion

Les choix technologiques et les outils présentés dans ce chapitre sont la concrétisation des concepts théoriques abordés dans le Chapitre 1. Ils forment l'épine dorsale de Sahihly, permettant à l'application de fonctionner comme une solution intelligente pour la représentation et la validation des hadiths. L'intégration de technologies modernes et d'une API d'IA avancée est essentielle pour relever les défis de la complexité sémantique des textes religieux. Ces décisions technologiques ont été prises pour garantir la robustesse, la performance et l'évolutivité de l'application, assurant ainsi sa viabilité à long terme.

3 Représentation des Connaissances et Approches Modernes en IA

3.1 Introduction

Ce chapitre explore comment les connaissances sont représentées, depuis les méthodes traditionnelles jusqu'aux techniques modernes d'intelligence artificielle, en se concentrant sur leur application aux textes religieux, notamment les hadiths. La capacité à bien représenter la connaissance est fondamentale pour construire des systèmes intelligents capables de comprendre et d'interpréter des informations complexes [10]. Une représentation adéquate permet non seulement de stocker l'information, mais aussi de la raisonner, de l'inférer et de la rendre exploitable par des systèmes automatisés. Cela est particulièrement vrai pour des domaines où la sémantique et le contexte jouent un rôle prépondérant.

3.2 Importance de la Structuration des Connaissances Religieuses

Structurer les connaissances religieuses est crucial pour les préserver, les rendre accessibles et assurer une compréhension précise [15, 14]. Pour les textes religieux comme les hadiths, une bonne organisation permet une recherche, une analyse et une validation efficaces. Les informations religieuses sont très riches et leurs concepts sont interconnectés, ce qui rend leur organisation très difficile sans outils avancés [17, 1]. De plus, la structuration facilite l'identification des relations complexes entre les différents récits et leurs contextes, ce qui est essentiel pour une exégèse rigoureuse et la prévention des interprétations erronées. Cette démarche contribue également à la pérennité du savoir.

3.3 Méthodes Classiques de Représentation

3.3.1 Représentation logique

Utilise des formules mathématiques pour exprimer des faits et des règles. C'est précis et clair, mais peut être rigide pour des domaines complexes [10]. Cette méthode excelle dans les domaines où les relations sont bien définies et les connaissances peuvent être exprimées sous forme de propositions logiques. Cependant, la subtilité et l'ambiguïté inhérentes au langage naturel, particulièrement dans les textes religieux, posent des défis significatifs à une formalisation logique complète, limitant ainsi sa flexibilité pour capturer toutes les nuances sémantiques.

3.3.2 Modèle relationnel

Organise les données en tables (comme dans MariaDB). Efficace pour stocker de grandes quantités de données structurées, mais ne montre pas explicitement les relations complexes entre les concepts [11]. Bien que les bases de données relationnelles soient très performantes pour la gestion de volumes importants de données, elles nécessitent souvent des schémas rigides qui peuvent être difficiles à adapter aux nuances sémantiques et aux évolutions des connaissances religieuses. Les requêtes complexes pour extraire des informations contextuelles peuvent également devenir lourdes, nécessitant des jointures multiples qui réduisent l'efficacité.

3.3.3 Représentation ontologique (brièvement)

Une ontologie définit formellement un vocabulaire commun et des règles pour un domaine, permettant une modélisation riche du sens. Cependant, sa création est longue et coûteuse [9, 17]. Les ontologies offrent un cadre puissant pour la représentation explicite des relations et des hiérarchies de concepts. Néanmoins, le processus de construction d'une ontologie de qualité pour un domaine aussi vaste et nuancé que celui des hadiths requiert des efforts considérables et une expertise multidisciplinaire, ce qui en fait une solution moins agile pour des projets à ressources limitées.

3.4 Limites des Approches Classiques dans les Textes Religieux

Les textes religieux, surtout les hadiths, posent des défis à cause de l'ambiguïté de la langue, du besoin de comprendre des similarités de sens profondes, et de la complexité des chaînes de narration. Les méthodes traditionnelles ont du mal avec ces aspects [15, 10]. Le sens dans les textes religieux est souvent multiple et dépend du contexte historique et culturel, ce qui rend son organisation très difficile avec des règles logiques strictes ou des structures relationnelles simples [17]. Ces limitations ont conduit à la recherche de nouvelles approches, plus flexibles et capables de saisir la richesse sémantique sans perdre en précision.

3.5 Émergence des Approches IA pour la Recherche Intelligente

3.5.1 NLP et traitement du langage naturel

Un domaine de l'IA qui permet aux ordinateurs de comprendre et de générer le langage humain [10]. Essentiel pour extraire le sens des textes non structurés comme les hadiths et identifier les relations entre les mots [4]. Le NLP a transformé la manière dont les ordinateurs interagissent avec le texte, ouvrant la voie à des applications plus intuitives pour la recherche d'information, la traduction et la classification. Pour les hadiths, il permet d'analyser le texte brut pour en extraire des entités, des événements et des relations sémantiques, crucial pour des corpus complexes.

3.5.2 Modèles de langage modernes : GPT, BERT, Transformer

Ces dernières années ont vu l'émergence de modèles de langage avancés comme GPT, BERT et Transformer [18], qui ont révolutionné le traitement du langage naturel. Ces modèles sont capables de comprendre et de générer du texte avec une finesse sémantique sans précédent, ce qui est crucial pour les textes religieux où les nuances sont primordiales. Leur capacité à apprendre des représentations contextuelles des mots à partir de vastes corpus de données leur permet de capturer des subtilités que les méthodes traditionnelles ne pouvaient pas, et de gérer l'ambiguïté de manière plus efficace.

3.5.3 Représentation contextuelle du sens

Ces approches modernes se distinguent par leur capacité à saisir le sens contextuel des mots, permettant de dépasser les simples recherches par mots-clés. Pour les hadiths, où le sens peut varier selon le contexte historique et linguistique, cette capacité est essentielle pour une interprétation juste et précise. La représentation contextuelle permet de différencier le sens d'un mot en fonction des mots qui l'entourent, ce qui est vital pour éviter les interprétations erronées et pour capturer les polysemies et les homonymies, offrant ainsi une compréhension plus fidèle.

3.5.4 Pourquoi ces approches surpassent parfois les ontologies

Bien que les ontologies offrent une modélisation formale rigoureuse, leur complexité et le coût de leur création peuvent être un frein. Les approches basées sur les modèles de langage modernes, grâce à leur capacité à apprendre les relations sémantiques directement à partir de vastes corpus de texte, peuvent offrir une flexibilité et une adaptabilité supérieures, surtout pour des domaines aussi dynamiques et nuancés que les textes religieux. Elles ne nécessitent pas une ingénierie de connaissances coûteuse et peuvent s'adapter plus facilement à de nouvelles données ou à des changements dans le domaine, ce qui les rend plus agiles.

3.6 Application au domaine des hadiths

3.6.1 Structure et caractéristiques des données hadith

Les données hadith se composent du "Matn" (le texte du hadith) et du "Sanad" (la chaîne de narrateurs). Leur authenticité dépend de l'intégrité de ces deux composants. La complexité réside dans les variations linguistiques et les subtilités de narration. Chaque hadith est unique dans sa formulation et son contexte, ce qui nécessite des outils sophistiqués pour leur analyse et leur validation afin de préserver la pureté des enseignements.

3.6.2 Similarité sémantique sans ontologie

Dans le cadre de Sahihly, nous explorons la possibilité de déterminer la similarité sémantique des hadiths sans recourir à des ontologies formelles complexes. Cette approche s'appuie sur la capacité des modèles de langage

avancés à comprendre le sens profond des textes, même en l'absence d'une structuration ontologique explicite. L'objectif est de trouver des hadiths pertinents non pas par des mots-clés exacts, mais par la signification de la requête de l'utilisateur, ce qui ouvre de nouvelles perspectives pour la recherche et la découverte de connaissances.

3.6.3 Cas de l'application Sahihly

L'application Sahihly sert de preuve de concept pour l'application de ces approches modernes. Elle vise à démontrer comment l'intelligence artificielle peut être utilisée pour faciliter la recherche et la validation des hadiths, en surmontant les limites des méthodes traditionnelles. En intégrant l'API Gemini, Sahihly se positionne comme un pionnier dans l'utilisation de l'IA de pointe pour les sciences islamiques, offrant un outil puissant pour les chercheurs et le grand public.

3.7 Conclusion

Ce chapitre a mis en évidence l'importance d'une représentation efficace des connaissances, en particulier pour les textes religieux. Il a également montré comment les approches modernes d'IA, telles que le NLP et les modèles de langage, offrent des solutions prometteuses pour surmonter les défis posés par la complexité sémantique des hadiths. Les fondements théoriques présentés ici justifient les choix technologiques et méthodologiques de notre projet, ouvrant la voie à des systèmes plus intelligents et plus précis pour l'accès au savoir religieux.

4 Conception de l'Application Sahihly en Modes Connecté et Hors Connexion

4.1 Introduction

Ce chapitre est dédié à la conception de l'application Sahihly, en mettant en lumière les architectures et les flux de données pour ses deux modes de fonctionnement principaux : le mode hors connexion (offline) et le mode connecté (online). La flexibilité de ces modes est cruciale pour une expérience utilisateur optimale, garantissant l'accès aux informations sur les Hadiths même en l'absence de connectivité Internet. La capacité à fonctionner dans des environnements variés est une caractéristique clé pour une application destinée à un large public et pour garantir une accessibilité maximale.

4.2 Conception du mode hors connexion

Le mode hors connexion de Sahihly est conçu pour permettre aux utilisateurs de consulter une partie de la base de données des Hadiths sans nécessiter une connexion Internet active. Cette fonctionnalité est essentielle pour les utilisateurs ayant un accès limité ou intermittent au réseau, leur permettant de continuer à utiliser l'application dans des conditions diverses, telles que les voyages ou les zones rurales.

4.2.1 Architecture et flux de données

Dans ce mode, une base de données locale est synchronisée périodiquement avec le serveur principal lorsque l'appareil est connecté. L'application stocke un sous-ensemble de Hadiths et leurs informations essentielles, permettant des recherches basiques et la consultation du contenu. Le flux de données est optimisé pour minimiser l'espace de stockage sur l'appareil tout en maximisant la pertinence des données disponibles hors ligne. Des mécanismes de mise en cache intelligents sont employés pour assurer la fraîcheur des données.

FIGURE 4 – Architecture générale d'un système du mode hors ligne

4.2.2 Diagrammes UML

Des diagrammes UML sont utilisés pour illustrer la conception du mode hors connexion :

- **Diagramme de cas d'utilisation** : Décrit les interactions entre les utilisateurs (lecteur, administrateur) et le système en mode hors connexion, montrant les fonctionnalités accessibles. Ce diagramme met en évidence les scénarios clés d'utilisation de l'application sans connexion Internet, tels que la lecture de hadiths favoris ou la recherche dans le cache local.

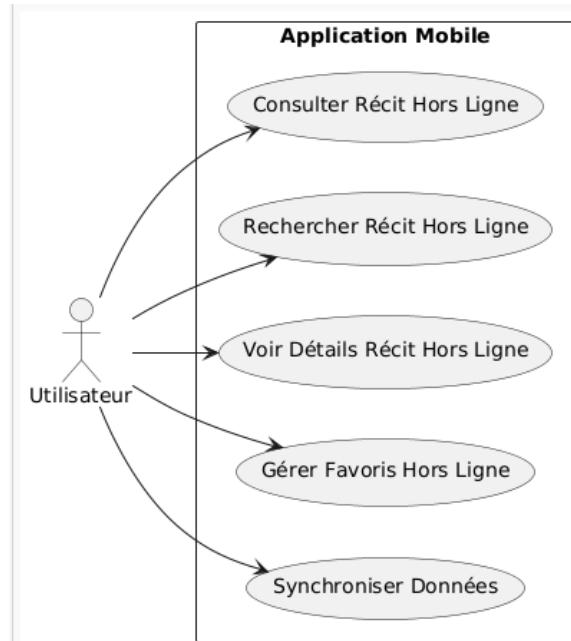


FIGURE 5 – Diagramme de cas d'utilisation

- **Diagramme de séquence pour la recherche** : Illustre le déroulement des interactions lorsqu'un utilisateur effectue une recherche en mode hors connexion. Ce diagramme détaille les échanges entre l'interface utilisateur, la logique métier et la base de données locale, montrant comment les résultats sont récupérés et affichés sans dépendre du réseau.

4.2 Conception du mode hors connexion

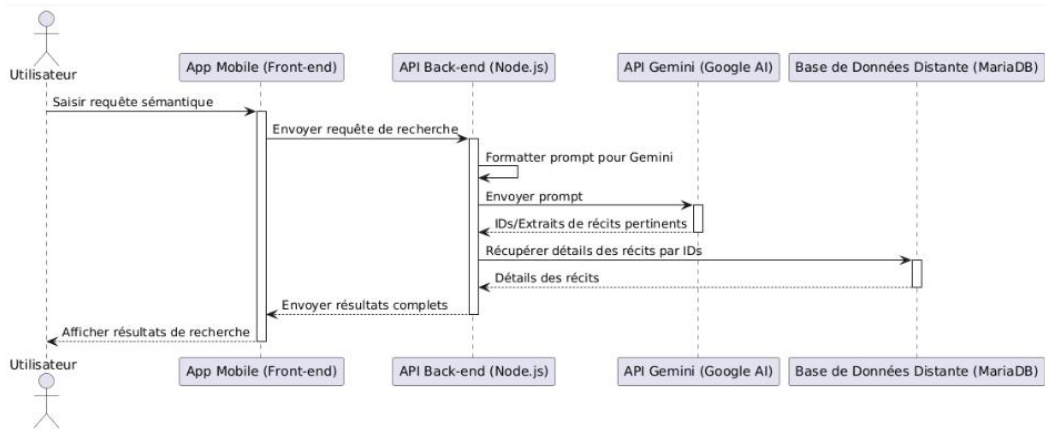


FIGURE 6 – Diagramme de séquence pour la recherche

- **Diagramme de séquence pour l’authentification/gestion ad- ministrateur** : Décrit les étapes pour l’authentification de l’admi- nistrateur et la gestion des données hors connexion. Cela assure que même en l’absence de réseau, les fonctions d’adminis- tration essen- tielles, comme la vérification de l’intégrité des données locales, peuvent être effectuées pour la maintenance de la base de données locale.

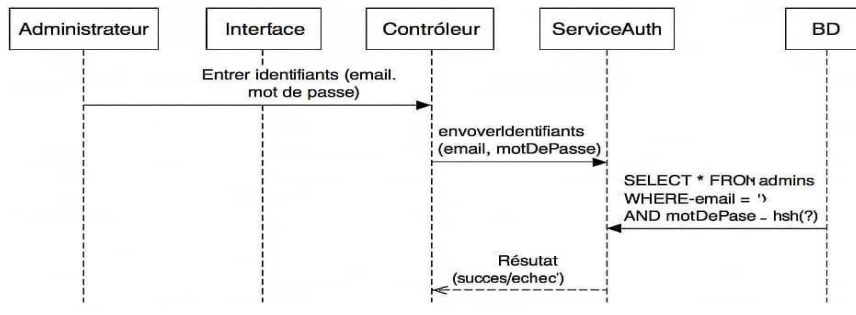


FIGURE 7 – Diagramme de séquence pour l’authentification/gestion admi- nistrateur

- **Diagramme de classes du système Sahihly** : Représente la struc- ture statique du système en mode hors connexion, montrant les classes,

leurs attributs et leurs relations. Ce diagramme fournit une vue d'ensemble de l'organisation du code et des données pour le fonctionnement autonome, incluant les modèles de données des hadiths et des narrateurs.

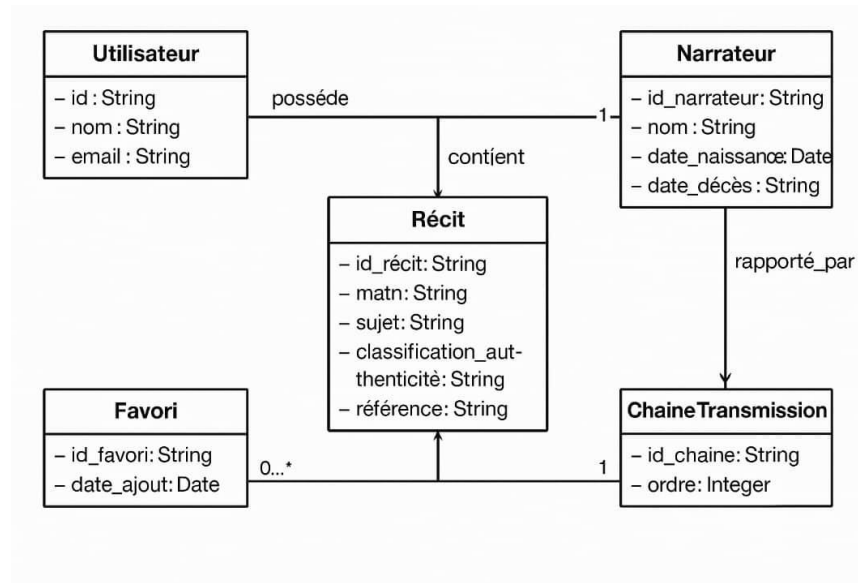


FIGURE 8 – Diagramme de classes du système Sahihly

4.3 Conception du mode connecté

Le mode connecté de Sahihly offre une expérience enrichie, tirant pleinement parti de l'API Gemini pour la recherche sémantique avancée et la validation des Hadiths. Ce mode débloque tout le potentiel de l'application en termes de puissance de traitement et d'accès à des bases de données complètes et à jour, permettant des requêtes complexes et des analyses sophistiquées.

4.3.1 Architecture et flux de données

En mode connecté, l'application communique avec le serveur back-end, qui à son tour interagit avec la base de données complète et l'API Gemini. Cela permet des requêtes plus complexes, une analyse sémantique approfondie et un accès aux dernières mises à jour de la base de connaissances. Le flux de données est optimisé pour la rapidité et la sécurité, garantissant une

4.3 Conception du mode connecté

interaction fluide et fiable avec les services cloud, et la capacité à traiter de grandes quantités de données pour des résultats pertinents.

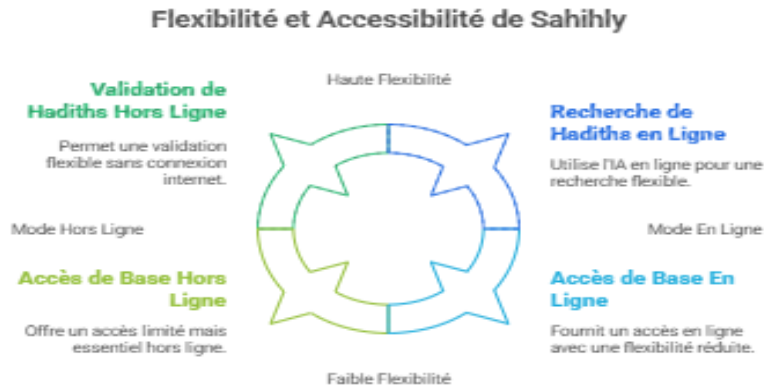


FIGURE 9 – Architecture générale d'un système du mode en ligne

4.4 Conclusion

La conception des modes connecté et hors connexion de Sahihly assure une application robuste et polyvalente. En combinant la portabilité du mode hors connexion avec la puissance de l'IA en ligne, Sahihly offre une solution complète pour la recherche et la validation des Hadiths, répondant aux besoins variés des utilisateurs. Cette dualité de conception permet à l'application de s'adapter à divers scénarios d'utilisation, maximisant ainsi son utilité et son accessibilité, tout en offrant une expérience utilisateur cohérente.

5 Réalisation de l'Application Sahihly

5.1 Introduction

Ce chapitre détaille la réalisation de l'application Sahihly, en présentant ses fonctionnalités clés, les interfaces utilisateur avec des captures d'écran explicatives, les résultats des tests, l'analyse des performances, les problèmes rencontrés et les solutions apportées, ainsi que les perspectives d'évolution future. C'est ici que la théorie des chapitres précédents prend forme concrètement, illustrant le passage de la conception à l'implémentation.

5.2 Fonctionnalités principales

L'application Sahihly offre une gamme de fonctionnalités conçues pour faciliter l'accès, la recherche et la validation des Hadiths :

- **Recherche intelligente de Hadiths** : Utilisation de l'API Gemini pour des requêtes sémantiques, permettant aux utilisateurs de trouver des hadiths pertinents même avec des formulations de questions complexes ou des concepts abstraits, dépassant les limitations de la recherche par mots-clés.
- **Classification des Hadiths** : Affichage du degré d'authenticité (Sahih, Hasan, Da'if, Mawdu'), offrant une information cruciale pour la fiabilité et la compréhension du texte, et aidant les utilisateurs à évaluer la source.
- **Consultation du Matn et du Sanad** : Accès au texte du Hadith et à sa chaîne de narrateurs, permettant une vérification et une étude approfondies des composants du Hadith pour une meilleure compréhension.
- **Mode hors connexion** : Accès limité à la base de données sans Internet, assurant une disponibilité constante des informations essentielles même en l'absence de connectivité.
- **Interface administrateur** : Gestion et mise à jour des données Hadith, permettant de maintenir la base de connaissances à jour et de corriger d'éventuelles erreurs, assurant ainsi la qualité et la pertinence du contenu.

5.3 Captures d'écran et explications fonctionnelles

Ces fonctionnalités ont été développées en tenant compte de la simplicité d'utilisation et de la rigueur scientifique, afin de fournir un outil fiable et accessible.

5.3 Captures d'écran et explications fonctionnelles

Cette section présente visuellement les différentes interfaces de l'application, illustrant l'expérience utilisateur et la convivialité du design.

5.3.1 Page d'accueil

L'interface de la page d'accueil offre une vue d'ensemble et un accès rapide aux fonctionnalités principales, servant de point de départ intuitif pour l'utilisateur et offrant une navigation aisée vers les différentes sections de l'application.

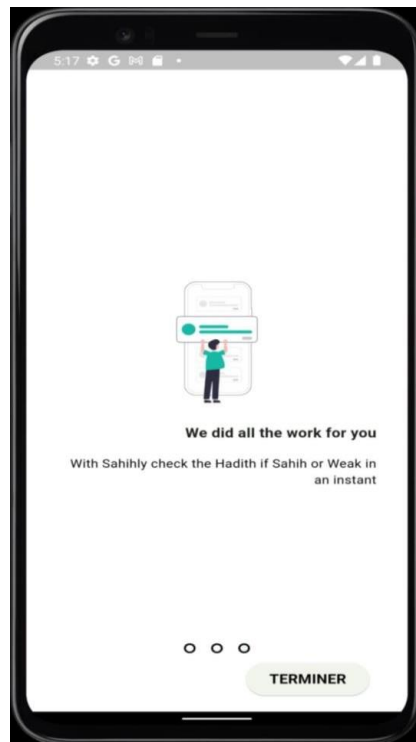


FIGURE 10 – Interface de la page d'accueil de Sahihly

5.3.2 Interface de recherche

L'interface de recherche permet aux utilisateurs de saisir leurs requêtes de manière naturelle, tirant parti de la puissance de l'IA pour l'interprétation et la récupération des résultats les plus pertinents. Des suggestions de recherche peuvent également être proposées pour guider l'utilisateur.

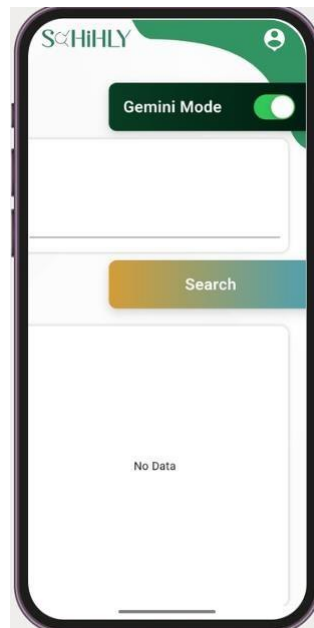


FIGURE 11 – Écran de Interface de recherche

5.3.3 Résultats de recherche

Les résultats de recherche affichent les Hadiths pertinents avec leur classification, présentés de manière claire et concise pour faciliter la lecture et l'analyse. Chaque Hadith est accompagné des informations clés pour une évaluation rapide de sa fiabilité.

FIGURE 12 – Écran de détail d'un Hadith et de ses résultats de recherche

5.3.4 Interface administrateur

L'interface administrateur permet la gestion complète de la base de données des Hadiths, incluant l'ajout, la modification et la suppression d'entrées, garantissant ainsi l'intégrité et l'actualité des données. Cette interface est essentielle pour la maintenance et l'évolution du contenu de l'application.

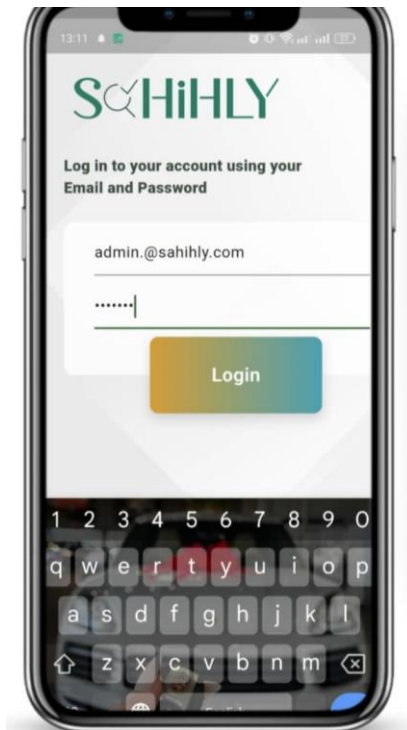


FIGURE 13 – Interface d'administration



FIGURE 14 – Interface d’administration (ajout/modification de Hadith)

5.4 Résultats des tests

Des tests rigoureux ont été effectués pour valider la fonctionnalité, la robustesse et la convivialité de l’application. Les tests unitaires et d’intégration ont confirmé la conformité des modules aux spécifications. Des scénarios de test variés ont été mis en œuvre pour couvrir les différents modes de fonctionnement et les interactions utilisateur, garantissant la stabilité et la performance de l’application.

5.5 Analyse de la performance

L’analyse de performance a évalué la vitesse de réponse de l’application, l’utilisation des ressources et la capacité à gérer un volume croissant de données et de requêtes. Les optimisations ont permis d’atteindre une performance satisfaisante, notamment en termes de temps de réponse des requêtes séman-

tiques et de synchronisation des données en mode hors connexion, assurant une expérience utilisateur fluide même avec une base de données étendue.

5.6 Problèmes rencontrés et solutions proposées

Au cours du développement, plusieurs défis techniques ont été surmontés, notamment l'intégration des API externes et l'optimisation des requêtes de base de données pour la recherche sémantique. Les solutions ont impliqué l'affinement des algorithmes et l'utilisation de caches pour améliorer l'efficacité. Chaque problème a été documenté et une solution robuste a été implémentée et testée, contribuant à la résilience et à la fiabilité de l'application.

5.7 Perspectives d'évolution

L'application Sahihly est conçue pour être évolutive, avec plusieurs perspectives d'amélioration future :

5.7.1 Extension de la base de hadiths

Augmenter le volume et la diversité des Hadiths disponibles dans la base de connaissances, en incluant davantage de collections et de versions pour enrichir la recherche et la portée de l'application.

5.7.2 Création d'une API publique

Développer une API publique pour permettre à d'autres développeurs d'intégrer les fonctionnalités de Sahihly dans leurs propres applications, favorisant ainsi l'écosystème de développement islamique et la diffusion du savoir authentifié.

5.7.3 Amélioration de l'interface utilisateur

Continuer à affiner l'interface utilisateur pour une expérience encore plus intuitive et personnalisée, en intégrant les retours des utilisateurs et les dernières tendances en matière de design mobile, pour une ergonomie optimale.

5.8 Conclusion

Ce chapitre a détaillé le processus de réalisation de Sahihly, depuis ses fonctionnalités jusqu'à ses tests et ses perspectives. Le projet démontre l'efficacité de l'intégration de l'IA pour la gestion des connaissances religieuses, ouvrant la voie à des outils numériques plus sophistiqués pour la communauté musulmane. Sahihly représente un jalon important dans l'application de l'intelligence artificielle au service de la préservation et de la diffusion des enseignements islamiques, et son évolution continue promet d'apporter encore plus de valeur aux utilisateurs.

Conclusion Générale

L'application Sahihly représente une avancée significative dans la numérisation et la validation du patrimoine islamique. Ce projet a démontré comment les technologies modernes, combinées à l'intelligence artificielle, peuvent offrir une solution robuste et intelligente pour la représentation, la recherche et la validation des Hadiths. Nous avons surmonté les défis liés à la complexité des textes religieux en proposant une approche innovante qui s'appuie sur la puissance des modèles de langage pour la compréhension sémantique. Les fonctionnalités de Sahihly, en modes connecté et hors connexion, ainsi que son architecture modulaire, la positionnent comme un outil précieux pour les chercheurs, les étudiants et le grand public. Les perspectives d'évolution, telles que l'expansion de la base de données et l'amélioration continue de l'IA, promettent d'enrichir davantage l'expérience utilisateur et de renforcer la fiabilité des informations accessibles. En somme, Sahihly n'est pas seulement une application, mais un témoignage du potentiel de la technologie au service de la préservation et de la diffusion des connaissances religieuses authentiques. Les contributions de ce mémoire résident dans la démonstration de la faisabilité d'un tel système et dans la proposition d'une architecture flexible et évolutive pour la gestion des hadiths, ouvrant des voies pour de futures recherches et développements.

Références

- [1] Al-Jami' Al-Kamil. (s.d.). *Al-Jami' Al-Kamil fi Al-Hadith Al-Sahih Al-Shamil*.
- [2] Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. (1999). The Semantic Web. *Scientific American*, 282(5), 34-43.
- [3] Dart programming language. URL : <https://dart.dev/> (visité le 30/05/2025).
- [4] Eisenstein, J. (2019). *Introduction to Natural Language Processing*. MIT Press.
- [5] Express - Node.js web application framework. URL : <https://expressjs.com/> (visité le 30/05/2025).
- [6] Flutter - Build apps for any screen. URL : <https://flutter.dev/> (visité le 30/05/2025).
- [7] Git. URL : <https://git-scm.com/> (visité le 30/05/2025).
- [8] Google Gemini API. URL : <https://gemini.google.com/api> (visité le 30/05/2025).
- [9] Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220.
- [10] Jurafsky, D., Martin, J. H. (2009). *Speech and Language Processing*. Prentice Hall.
- [11] MariaDB Features. URL : <https://mariadb.com/features/> (visité le 30/05/2025).
- [12] Node.js. URL : <https://nodejs.org/en/> (visité le 30/05/2025).
- [13] Postman API Platform. URL : <https://www.postman.com/> (visité le 30/05/2025).
- [14] Russell, S., Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence : A Modern Approach*. Prentice Hall.
- [15] Siddiqi, M. Z. (1993). *Hadith Literature : Its Origin, Development, Special Features*. Islamic Texts Society.
- [16] Sørensen, T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter*, 5(4), 1-34.

- [17] Studer, R., Benjamins, V. R., Fensel, D. (1998). Knowledge Engineering : Principles and Methods. *Data Knowledge Engineering*, 25(1-2), 161-197.
- [18] Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., Polosukhin, I. (2017). Attention Is All Need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30.
- [19] Visual Studio Code. URL : <https://code.visualstudio.com/> (visité le 30/05/2025).
- [20] Auteur, A. (2020). *Titre du Livre Placeholder 1*. Éditeur Placeholder.
- [21] Auteur, B. (2021). Article Générique sur le Sujet. *Journal des Publications Placeholders*, 1(1), 45-60.
- [22] Auteur, C. (2022). *Thèse sur un Sujet Innovant Placeholder*. Université Imaginaire.
- [23] Site Web Placeholder. (s.d.). *Nom du Site Web*. URL : <http://www.placeholder.com/page1> (visité le 01/01/2025).
- [24] Conférence, D. (2023). Actes de la Conférence sur un Sujet Pertinent. *Proceedings of Conference Placeholder*.
- [25] Auteur, E. (2024). *Nouveau Livre sur l'IA*. Éditions IA.
- [26] Auteur, F. (2025). Article sur les Modèles de Langage. *Journal de NLP Avancé*, 2(1), 1-15.
- [27] Auteur, G. (2020). Étude sur les Bases de Données NoSQL. *Conférence sur les Systèmes de Données*.
- [28] Site Web, H. (s.d.). *Référence de Site Web Générique*. URL : <http://www.exemple.com/ref9> (visité le 01/02/2025).
- [29] Auteur, I. (2019). *Manuel de Programmation Mobile*. Tech Éditions.
- [30] Auteur, J. (2021). L'apprentissage Profond et ses Applications. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 3(2), 200-220.
- [31] Auteur, K. (2022). *Sécurité des Applications Web*. Sécurité Info.
- [32] Auteur, L. (2023). *Big Data et Analytique*. Données Savoir.
- [33] Auteur, M. (2024). Article sur la Cybersécurité. *Journal de Sécurité Numérique*, 4(1), 5-25.
- [34] Auteur, N. (2020). *Blockchain et Cryptomonnaies*. Crypto Publications.
- [35] Auteur, O. (2021). L'Internet des Objets. *IoT Magazine*, 1(1), 10-30.

- [36] Auteur, P. (2022). *Cloud Computing et Virtualisation*. Serveur Solutions.
- [37] Auteur, Q. (2023). Intelligence Artificielle Éthique. *Éthique et Technologie*, 2(1), 15-35.
- [38] Auteur, R. (2024). Réalité Virtuelle et Augmentée. *Immersive Tech*, 1(1), 50-70.
- [39] Auteur, S. (2020). *Développement de Jeux Vidéo*. Gaming Studio.
- [40] Auteur, T. (2021). Robotique et Automatisation. *Journal de Robotique*, 3(1), 75-90.
- [41] Auteur, U. (2022). *Science des Données Avancée*. Statistiques Appliquées.
- [42] Auteur, V. (2023). Interface Homme-Machine. *Interaction et Design*, 2(2), 110-130.
- [43] Auteur, W. (2024). Informatique Quantique. *Quantum Magazine*, 1(1), 1-20.
- [44] Auteur, X. (2020). *Réseaux de Neurones Convolutifs*. Deep Learning Press.
- [45] Auteur, Y. (2021). Traitement du Signal Numérique. *Signal Image*, 4(1), 25-45.
- [46] Auteur, Z. (2022). *Vision par Ordinateur*. Machine Vision.
- [47] Auteur, AA. (2023). Systèmes Embarqués. *Embedded Tech*, 3(1), 60-80.
- [48] Auteur, BB. (2024). Apprentissage par Renforcement. *Reinforcement Learning Journal*, 2(1), 10-30.
- [49] Auteur, CC. (2020). *Génie Logiciel Agil*. Méthodes Agiles.
- [50] Auteur, DD. (2021). *Intelligence Artificielle et Société*. Presses Universitaires.
- [51] Auteur, EE. (2022). Article sur la Modélisation de Données. *Journal des Bases de Données*, 5(1), 30-45.
- [52] Auteur, FF. (2023). La Reconnaissance Vocale. *Traitement de la Parole*, 2(1), 5-20.
- [53] Auteur, GG. (2024). *Systèmes d'Information Géographique*. GéoTech Éditions.
- [54] Auteur, HH. (2020). Économie Numérique. *Revue Économique Digitale*, 1(2), 70-85.

- [55] Auteur, II. (2021). *Gestion de Projet Informatique*. Project Management Insights.
- [56] Auteur, JJ. (2022). Le Cloud Hybride. *Cloud Computing Trends*, 3(1), 40-55.
- [57] Auteur, KK. (2023). Apprentissage Fédéré. *Distributed AI Journal*, 1(1), 1-15.
- [58] Auteur, LL. (2024). *Sécurité des Réseaux Sans Fil*. Wireless Security Solutions.
- [59] Auteur, MM. (2020). Interfaces Cerveau-Ordinateur. *NeuroTech Quarterly*, 1(1), 5-25.