



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université 20 Aout 1955 -Skikda

Faculté de Science

Projet de fin d'étude Pour l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Informatique

Spécialité : Réseaux et systèmes distribués

**THEME :**

Traducteur de la langue des signes  
Algérienne (LSA)

**Les Etudiant :**

- Guelouat Amani
- Sad Djaballah Lina

**L'encadreur :**

- Dr. Zeghida Djamel

2024/2025

# Dédicace

Avec tous mes sentiments du respect, avec l'expérience de ma reconnaissance.  
Ce modeste travail est dédié :

À ma mère bien-aimée, qui a toujours été ma source d'inspiration et de force, merci pour tout le soutien et l'amour que tu m'as apportés. Cette réussite est le fruit de tes sacrifices et de ton amour indéfectible. Je t'aime, Maman.

À mon cher père, grâce à ta sagesse et à tes conseils, j'ai pu accomplir cet accomplissement. Merci pour tout. Tu es la plus grande bénédiction de ma vie. Je te dédie cette réussite avec fierté et gratitude.

À mes sœurs, Aya, Rahma et Hayet, mes petits bouts de cœur, merci pour chaque instant de soutien et d'encouragement. Vous avez toujours été mes modèles et mes sources d'inspiration. Cette remise de diplômes est une dédicace à toi pour tout l'amour et les encouragements que tu m'as prodigués.

À mes défunts grands-parents qui ont quitté ce monde, mais dans le souvenir vivant dans mon cœur, vous me manquez beaucoup et j'espère que vous êtes fières de moi.

À ma chère amie et sœur, Amani, que ma mère n'a pas mise au monde, merci pour tout ce que tu m'as donné. Nous avons parcouru le chemin ensemble, de l'enfance jusqu'à l'université. J'espère que nous serons toujours ensemble

À tous mes chères amies proches ou loin.

Et à tous ce qui m'ont enseigné au long de ma vie scolaire.

# Dédicace

À mes parents,

Merci pour votre amour, votre patience et votre soutien à chaque étape.

Sans vous, rien n'aurait été possible.

À mes frères et sœurs,

Merci d'avoir toujours été là, pour votre aide, votre soutien dans chaque étape, et votre présence dans ma vie.

Vous m'avez beaucoup apporté, et ce travail, je le partage avec vous de tout cœur.

À mes amis,

Pour leur présence et leur réconfort, même dans les petits gestes.

À ma chère amie lina

Plus qu'une amie, tu es une sœur de cœur.

On a traversé ce long chemin ensemble, et je suis vraiment reconnaissante de t'avoir à mes côtés et pour tous les souvenirs qu'on n'oubliera jamais.

À toutes les personnes qui m'ont soutenue, de près ou de loin,

je vous remercie du fond du cœur.

*Amani*

# Remerciement

Tout d'abord, nous remercions le Dieu, notre créateur de nous avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de la Faculté Mathématique et Informatique, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Notre remerciements vont à notre encadreur Dr, Zeghida Djamel, pour toute sa gentillesse, pour Ses précieux conseils et pour sa patience avec nous, ainsi tous ceux qui nous ont aidée et soutenue dans notre travail.

Nous remercions vivement notre examinateur, pour son acceptation pour l'examen de notre mémoire de fin d'étude et son temps qui l'a réservé pour nous.

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues et à tout ce qui participe de réaliser ce mémoire. Ainsi que l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation.

## **Résumé :**

Le traducteur de langue des signes est l'une des innovations numériques les plus remarquables de notre époque. Il constitue un outil technologique avancé visant à briser les barrières de communication entre les personnes sourdes et muettes et le reste de la société. Cette technologie cherche à favoriser l'inclusion des personnes atteintes de déficience auditive dans la vie quotidienne.

Notre projet vise à développer une application capable de traduire la **Langue des Signes Algérienne (LSA)** en **mots écrits et en paroles audibles**, en s'appuyant sur des techniques **d'intelligence artificielle et de vision par ordinateur**. Le système repose sur des réseaux de neurones appelés **Long Short-Term Memory (LSTM)**, un type avancé de réseaux neuronaux récurrents, capables de traiter des mouvements de main séquentiels et complexes tout en comprenant le contexte temporel. Ce traducteur se concentre sur la reconnaissance précise et l'analyse temporelle des gestes afin de les convertir instantanément en texte ou en parole, facilitant ainsi la communication entre les personnes sourdes et leur entourage.

## **Abstract:**

The sign language translator is considered one of the most remarkable digital innovations of the modern era, serving as an advanced technological tool aimed at breaking communication barriers between deaf and mute individuals and the rest of society. This technology strives to empower people with hearing impairments to integrate into daily life.

Our project aims to develop an application capable of translating **Algerian Sign Language (LSA)** into **written words and audible speech**, using **artificial intelligence and computer vision techniques**. The system relies on **Long Short-Term Memory (LSTM)** networks, a sophisticated type of recurrent neural network, capable of processing sequential and complex hand movements while understanding their temporal context. This translator focuses on accurately recognizing and analyzing hand gestures over time to convert them instantly into text or spoken words, thus facilitating communication between deaf individuals and the surrounding community.

## ملخص

يُعد مترجم لغة الإشارة من أبرز الابتكارات الرقمية في العصر الحديث، إذ يُمثل أداة تكنولوجية متقدمة تهدف إلى كسر حواجز التواصل بين الأشخاص الصم والبكم وبقية أفراد المجتمع. تسعى هذه التقنية إلى تمكين ذوي الاحتياجات السمعية من الاندماج في الحياة اليومية.

يهدف مشروعنا إلى تطوير تطبيق قادر على ترجمة لغة الإشارة الجزائرية يعتمد على كلمات مكتوبة وصوت مسموع، بالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي ورؤية الحاسوب (LSA)، وهي نوع متقدم من الشبكات العصبية المتكررة، قادرة (LSTM) النظام على شبكات الذاكرة طويلة المدى على معالجة الحركات المتسلسلة والمعقدة للإشارات وفهم السياق الزمني لكل إشارة. يركّز هذا المترجم على التعرف على حركات اليد وتحليلها زمنياً بدقة، لتحويلها مباشرة إلى نصوص أو كلام منطوق، مما يساهم في تسهيل التواصل بين الصم والمجتمع من حولهم.

## Table des matières

Liste des Figures :.....	10
Liste des Tableaux : .....	12
Introduction générale: .....	1

### *Premier chapitre : La langue des signes*

1	Introduction :.....	4
2	Définition :.....	4
3	Historique :.....	5
3.1	La langue des signes américaine (ASL) - Influence française et autochtone..	5
3.2	La langue des signes britannique (BSL) et ses descendants.....	5
3.3	La langue des signes française (FSL) et son impact mondial.....	5
3.4	La langue des signes russe et son influence en Europe de l'Est.....	5
3.5	La langue des signes japonaise et son expansion en Asie .....	6
4	Déficience auditive : .....	6
5	Les types de langue des Signes :.....	7
5.1	Langue des Signes française (FSL) : .....	7
5.2	Langue des Signes américaine (ASL) :.....	8
5.3	Langue des Signes algérienne (LSA) :.....	8
5.4	Langue des signes internationale (Gestuno) :.....	9
6	Structure linguistique de la langue des signes : .....	9
6.1	Les contrastes de forme de main dans la phonologie de la langue des signes :.....	10
6.1.1	Articulations :.....	10
6.1.2	Doigts sélectionnés :.....	10
6.2	Le mouvement :.....	11
6.3	Le Lieu :.....	12
6.4	L'Orientation :.....	12
7	Utilisations de la langue des signes.....	13
7.1	La langue des Signes et les enfants autistes : .....	13
7.2	La Langue des signes dans les médias et les arts :.....	13
7.3	La communication gestuelle chez les bébés.....	14
8	Les défis auxquels sont confrontés les utilisateurs de la langue des signes : .....	14

8.1	Les limites dans l'obtention d'un diplôme : .....	14
8.2	Le nombre restreint de traducteurs spécialisés : .....	15
8.3	Les défis liés à la technologie : .....	15
8.4	Le manque d'accès à l'information et aux médias.....	15
8.5	La conscience et l'intégration sociales.....	15
9.	Les droits des personnes sourdes en temps de crise et de catastrophe .....	16
9.1.	Les problèmes des personnes sourdes pendant les situations de crise et d'urgence .....	16
9.2.	Accès limité à l'information et aux services.....	16
9.3.	Les difficultés spécifiques rencontrées par les enfants sourds.....	16
9.4.	Le manque d'informations pour les personnes déplacées utilisant la langue des signes 16	
10.	Difficultés d'apprentissage et de communication des sourds et malentendants en Algérie : .....	17
11.	Conclusion : .....	18

### *Deuxième chapitre : Domaine d'application*

1	Introduction : .....	19
2	Domaine d'Application : .....	19
2.1	La Traduction.....	19
2.1.1	Avatar 3D : .....	20
2.1.2	Les Gants traduction : .....	22
2.2	L'éducation et l'apprentissage : .....	22
2.2.1	Applications d'apprentissage pour la langue des signes: .....	23
2.2.2	Aides à l'enseignement et à l'étude pour les étudiants sourds : .....	24
2.3	La santé : .....	25
2.4	Application Signes et Paroles : .....	25
2.5	Les urgences et la sécurité : .....	26
2.6	La Vie quotidienne et les services Publics : .....	27
3	Travaux similaires: .....	28
	Idée 1 : La reconnaissance de la langue des signes algérienne « La mise en place d'un système de traduction SIGNES/MOTS »: .....	28
	Idée 2 : Application androïde pour traduire la langue des signes : .....	28
	Idée 3 : Application mobile dédiée aux personnes sourdes- muettes : .....	30
4.	Présentation de Notre Approche et Améliorations Apportées aux Travaux Précédents: .....	30
5.	Conclusion: .....	31

### *Troisième chapitre : Conception et analyse des besoins*

1. Introduction :	32
2. Analyse des besoin et conception :	32
2.1. Problématique :	32
3.2. Description Générale :	32
3.3. Présentation des diagrammes utilisés :	33
3.3.1. Le Diagramme de Cas d'utilisation :	33
3.3.2. Le Diagramme de classes :	47
3.3.3. Le Diagramme de Séquence :	49
4. Conclusion	65

### Quatrième chapitre : Réalisations du projet

1. Introduction :	66
2. Méthodologie:	66
3. Les Langages de développement :	67
3.1. Python :	67
3.2. HTML :	67
3.3. CSS :	68
3.4. SQL :	68
4. Les Outils de développement et bibliothèque :	68
4.1. Les bibliothèques :	68
4.1.1. Streamlit :	69
4.1.2. MediaPipe :	69
4.1.3. TensorFlow :	69
4.1.4. NumPy	69
4.1.5. Joblib :	70
4.1.6. SQLite :	70
4.1.7. OpenCV :	71
4.2. Les Outils de développement :	71
4.4.1. PyCharm :	71
4.4.2. DB Browser for SQLite :	71
4.4.3. Google Drive :	72
4.4.4. Google Colab :	72
5. Résultats:	72
5.1. Courbes d'Accuracy et de Loss :	72
5.2. Matrice de confusion (Résultats sur les données de test):	73
5.3. Présentation de quelque page de l'application :	74

## Liste des Figures :

Figure 1.1 – Déficience auditive .....	6Error! Bookmark not defined.
Figure 1.2 – Les types de langue des Signes.....	7
Figure 1.3 – forme de main .....	10
Figure 1. 4 – Le mouvement.....	11
Figure 1.1 – Bébé signe.....	14
Figure 2.1 – Kara Auto Translate KAT.....	21
Figure 2.2 – Application Hand Talk Translator.....	22
Figure 2.3 – Application Elix.....	22
Figure 2.4 – Les gants traduire la langue des signes.....	23
Figure 2.5 – Applications d'apprentissage pour la langue des signes Spread Signs.....	24
Figure 2.6 – Applications d'apprentissage pour la langue des signes Bébé Signe.....	24
Figure 2.7 – Applications d'apprentissage pour la langue des signes SignEveil.....	25
Figure 3.1 – Diagramme cas d'utilisation « Utilisateur » et « Abonné ».....	34
Figure 3.2 – Diagramme cas d'utilisation « Admin » .....	43
Figure 3.3 – Diagramme de la classe.....	48
Figure 3.4 – Le digramme de séquence cas «Ouvrir l'application» .....	49
Figure 3.5 – Le digramme de séquence cas « Démarrer la traduction du geste » .....	50
Figure 3.6 – Le digramme de séquence cas « Ouvrir camera» .....	51
Figure 3.7 – Le digramme de séquence cas « Rechercher un mot » .....	52
Figure 3.8 – Le digramme de séquence cas « Naviguer par catégories » .....	53
Figure 3.9 – Le digramme de séquence cas « Créer un compte » .....	54
Figure 3.10 – Le digramme de séquence cas « Se Connecter » .....	55
Figure 3.11 – Le digramme de séquence cas « Apprendre par niveaux ».....	56
Figure 3.12 – Le digramme de séquence cas « Modifier profil.....	57
Figure 3.13 – Le digramme de séquence cas « Gérer Favoris » .....	58
Figure 3.14 – Le digramme de séquence cas « Se Déconnecter » .....	59
Figure 3.15 – Le digramme de séquence cas «Gérer utilisateurs » .....	60
Figure 3.16 – Le digramme de séquence cas « Gérer catégories » .....	61
Figure 3.17 – Le digramme de séquence cas « Consulter les statistique ».....	62

<b>Figure 4.1– Page d'accueil .....</b>	<b>74</b>
<b>Figure 4.2– Créer Compte .....</b>	<b>74</b>
<b>Figure 4.3– Page Se Connecter .....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 4.4– Page Recherche .....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 4.5– Page de recherche de vidéos .....</b>	<b>76</b>
<b>Figure 4.6– Page Catégories .....</b>	<b>76</b>
<b>Figure 4.7– Page Accueil après connexion .....</b>	<b>77</b>
<b>Figure 4.8– Page Apprentissage .....</b>	<b>77</b>
<b>Figure 4.9– Page niveau Débutant .....</b>	<b>78</b>
<b>Figure 4.10– Page niveau Débutant Complété .....</b>	<b>78</b>
<b>Figure 4.11– Page niveau Élémentaire .....</b>	<b>79</b>
<b>Figure 4.12– Page vidéos favoris .....</b>	<b>79</b>
<b>Figure 4.13– Page Traduction.....</b>	<b>80</b>
<b>Figure 4.14– Page Traduction mot «من».....</b>	<b>80</b>
<b>Figure 4.15– Page Traduction mot «غدا».....</b>	<b>81</b>
<b>Figure 4.16– Page Profile.....</b>	<b>81</b>
<b>Figure 4.17– Page modifié profile.....</b>	<b>82</b>
<b>Figure 4.18– Page admin tableau de bord .....</b>	<b>82</b>
<b>Figure 4.19– Page admin gestion des utilisateurs .....</b>	<b>83</b>
<b>Figure 4.20– Page admin gestion des vidéos signes .....</b>	<b>83</b>
<b>Figure 4.21– Page admin ajouter une nouvelle vidéo .....</b>	<b>84</b>
<b>Figure 4.22– Page admin gestion des catégories.....</b>	<b>84</b>
<b>Figure 4.23– Page admin ajouter une nouvelle catégorie .....</b>	<b>85</b>
<b>Figure 4.24– Page admin gestion des leçons et niveaux .....</b>	<b>85</b>
<b>Figure 4.25– Courbes d'Accuracy et de Loss.....</b>	<b>72</b>
<b>Figure 4.26– Matrice de confusion .....</b>	<b>73</b>

## Liste des Tableaux :

<b>Tableau 1 - Description textuelle du cas d'utilisation « Ouvrir l'application »</b> .....	35
<b>Tableau 2 - Description textuelle du cas d'utilisation « Démarrer la traduction du geste»</b> .....	35
<b>Tableau 3 - Description textuelle du cas d'utilisation « Ouvrir la caméra »</b> .....	36
<b>Tableau 4 - Description textuelle du cas d'utilisation « Rechercher un mot »</b> .....	37
<b>Tableau 5 - Description textuelle du cas d'utilisation « Naviguer par catégories »</b> .....	37
<b>Tableau 6 - Description textuelle du cas d'utilisation « créer un compte »</b> .....	39
<b>Tableau 8 - Description textuelle du cas d'utilisation « Apprendre par niveaux »</b> .....	40
<b>Tableau 9 - Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer favoris »</b> .....	41
<b>Tableau 10 - Description textuelle du cas d'utilisation «Modifier profil»</b> .....	41
<b>Tableau 11 - Description textuelle du cas d'utilisation « Se déconnecter »</b> .....	42
<b>Tableau 12 - Description textuelle du cas d'utilisation «Se Connecter»</b> .....	44
<b>Tableau 13 - Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer utilisateurs »</b> .....	44
<b>Tableau 14 - Description textuelle du cas d'utilisation «Gérer vidéos des signes»</b> .....	45
<b>Tableau 15 - Description textuelle du cas d'utilisation «Gérer niveaux»</b> .....	45
<b>Tableau 16 - Description textuelle du cas d'utilisation «Gérer catégories»</b> .....	46
<b>Tableau 17 - Description textuelle du cas d'utilisation «Gérer statistiques»</b> .....	46
<b>Tableau 18 - Description textuelle du cas d'utilisation «Se déconnecter»</b> .....	47

## **Introduction générale:**

La communication est la pierre angulaire de toute société humaine et le principal moyen d'intégration. Pour des millions de sourds et de malentendants dans le monde, la langue des signes n'est pas seulement un moyen de communication, c'est une langue en soi, riche et visuellement expressive, leur identité culturelle, leur principal mode d'expression et leur lien avec le monde. Elle est le reflet d'une culture vivante. Cependant, malgré son importance, cette langue reste souvent inconnue et inaccessible à la majorité de la population entendante, ce qui crée un fossé de communication profond et persistant.

Ce fossé crée des défis importants dans la vie quotidienne des personnes sourdes, les plaçant parfois en marge des interactions sociales, éducatives et professionnelles. De nombreux efforts ont été déployés dans le monde entier pour combler ce fossé, ce qui a conduit à l'émergence de systèmes intelligents d'interprétation de la langue des signes et de plateformes éducatives innovantes. Des projets de recherche et des applications utilisant des technologies avancées telles que l'intelligence artificielle pour convertir les signes en texte ou en parole, et vice versa, ont vu le jour, offrant des solutions prometteuses pour l'accessibilité linguistique

Cependant, malgré ces progrès globaux, la situation en Algérie en est l'antithèse. Bien que la langue des signes algérienne soit utilisée par environ 220 000 locuteurs (selon les données de 2014), elle souffre d'un manque de ressources organisées, de bases de données et d'outils technologiques pour soutenir les personnes sourdes. Cette lacune limite considérablement son apprentissage et sa diffusion, affectant l'indépendance et la pleine participation de cette population à la société algérienne.

Convaincus que la technologie peut changer cette réalité, nous avons développé une application intelligente multifonctionnelle pour la langue des signes algérienne. Notre ambition est d'aller au-delà de la simple traduction et de créer une solution intégrée, un véritable pont entre la communauté sourde et la communauté entendante, facilitant la communication et l'accès à la langue des signes algérienne.

Pour concrétiser cette vision, notre système comprend deux éléments clés. Tout d'abord, un module de traduction en temps réel pour convertir les gestes complexes de l'LSA en texte

ou en parole, ce qui rend les interactions plus fluides dans les environnements critiques tels que les institutions publiques, les hôpitaux ou les établissements d'enseignement. Deuxièmement, nous avons développé une forte dimension éducative : des parcours d'apprentissage progressifs de l'LSA et un moteur de recherche intuitif qui affiche la vidéo correspondant à un signe particulier, fournissant une ressource inestimable pour l'auto-apprentissage et la référence.

En raison de l'absence d'une base de données publique et autorisée pour la langue des signes algérienne, nous avons dû recourir à la collecte manuelle de données en rassemblant diverses vidéos contenant différentes expressions faites par un certain nombre de personnes. Cet effort nous a permis de constituer une première base de données, que nous estimons suffisante pour servir de point de départ et de fondement à ce projet.

Notre travail se décompose en quatre parties principales :

1. Le premier chapitre est dédié sur une vue ensemble de la langue des signes. Une définition et Une vue historique a été proposée sur les principales langues des signes à travers le monde. Ensuite, les différents types de langues des signes, notamment la Langue des Signes Algérienne (LSA). Le chapitre a également exploré la structure linguistique de ces langues (forme de la main, mouvement, orientation, lieu), ainsi que leurs usages variés dans l'éducation, les médias ou encore auprès des enfants. Enfin, nous avons mis en lumière les défis rencontrés par les utilisateurs, notamment le manque de ressources, de traducteurs, les difficultés d'apprentissage.

2. Le deuxième chapitre est consacré à explorer les différents domaines où un système de traduction en Langue des Signes peut être utilisé, comme la traduction en temps réel, l'éducation, la santé, la sécurité et les services quotidiens. Nous avons également présenté quelques travaux similaires et expliqué en quoi notre projet apporte des améliorations et des ajouts par rapport aux recherches précédentes.

3. Le troisième chapitre est consacré à l'analyse et à la conception. Nous commençons par une brève présentation du langage de modélisation UML (Unified Modeling Language). Ensuite, nous décrivons en détail notre application de traducteur de la langue des signes, en expliquant

ses fonctionnalités et son architecture. Enfin, nous présentons plusieurs diagrammes qui illustrent visuellement le fonctionnement et la structure de notre application.

4. Le quatrième chapitre est dédié à l'implémentation de notre application web, Nous détaillons les langages et outils de développement que nous avons utilisés, notamment Python, HTML, CSS, SQL et l'environnement Pycharm. Enfin, nous présentons quelques interfaces de notre application web, mettant en évidence leur conception et leur convivialité.

# **Chapitre 1**

## **La Langue des signes**

## **1 Introduction :**

La langue des signes n'est pas simplement un outil de communication ; Pour les malentendants, elle facilite la vie, mais elle va bien plus loin que cela puisqu'elle touche à une culture bien plus profonde. Aujourd'hui, il existe plus de 300 langues des signes dans le monde, utilisées par plus de 72 millions de personnes, Comme les langues parlées, les langues des signes sont naturelles, ce qui signifie qu'elles se sont développées au fil des ans par les personnes qui les utilisent.

Dans ce chapitre, nous expliquons l'histoire fascinante de la langue des signes de quelque pays retraçant L'évolution de la langue des signes à travers le temps et Nous aborderons le problème de la déficience auditive, les types et règles de la langue des signes, ainsi que sa structure linguistique de la langue des signes. Nous analyserons l'utilisation de la langue et les défis auxquels font face ses utilisateurs, notamment en matière d'accessibilité et d'éducation. Nous analyserons également L'éducation en langue des signes. Enfin, nous examinerons les droits des personnes sourdes en temps de crise et de catastrophe ainsi que les difficultés d'apprentissage et les méthodes d'enseignement.

## **2 Définition :**

La langue des signes est un langage visuel, non-vocal qui s'exprime par des mouvements des mains, des expressions faciales et des postures corporelles pour transmettre des significations et des émotions. Elle inclut également la lecture des mouvements des lèvres comme une partie avancée de la communication, Elle possède sa propre grammaire et structure. Utilisée principalement par les personnes sourdes et malentendantes (Les personnes ayant des handicaps auditifs ou des troubles de la parole), mais aussi par certaines personnes entendant, la langue des signes n'est pas internationale, chaque pays ou région a sa propre version, bien qu'il y ait des similitudes entre elles, comme la langue des signes américaine (ASL) et le La langue des signes britannique (BSL).

### **3 Historique :**

Les langues des signes ont évolué différemment selon les régions, influencées par les contextes sociaux, éducatifs et les politiques de chaque pays. Certaines se sont développées indépendamment, tandis que d'autres ont été enrichies par les échanges entre communautés sourdes et institutions. Leur étude permet de mieux comprendre leur évolution et d'assurer leur préservation. Dans ce qui suit, nous allons parler de l'historique des langues des signes à travers différentes régions du monde. [1]

#### **3.1 La langue des signes américaine (ASL) - Influence française et autochtone**

L'ASL est née en 1817 avec la création de la première école pour sourds aux États-Unis, fondée par Thomas Hopkins Gallaudet et Laurent Clerc. Elle est fortement influencée par l'ancienne langue des signes française (LSF), mais aussi par les langues des signes autochtones et celle pratiquée sur l'île de Martha's Vineyard. [1]

#### **3.2 La langue des signes britannique (BSL) et ses descendants**

La langue des signes britannique (BSL), documentée dès le XVIIIe siècle, a donné naissance à la famille BANZSL, qui regroupe la langue des signes britannique, australienne et néo-zélandaise. Ces langues conservent une forte similarité lexicale. [1]

#### **3.3 La langue des signes française (FSL) et son impact mondial**

Créée au XVIIIe siècle par l'abbé de l'Épée, la LSF a eu une influence majeure sur plusieurs autres langues des signes à travers le monde, notamment en Espagne, en Irlande, en Russie et en Afrique, grâce à la diffusion des méthodes éducatives françaises. [1]

#### **3.4 La langue des signes russe et son influence en Europe de l'Est**

La langue des signes russe (RSL) a été formalisée en 1806 avec la création d'une école à

Saint-Pétersbourg. Elle s'est ensuite diffusée dans les pays de l'ex-URSS, influençant les langues des signes ukrainienne, moldave et estonienne. [1]

### 3.5 La langue des signes japonaise et son expansion en Asie

La langue des signes japonaise (JSL) a émergé avec la création d'écoles pour sourds à Kyoto à la fin du XIXe siècle. Durant l'occupation japonaise, elle a influencé les langues des signes taïwanaise et coréenne, créant une famille linguistique en Asie de l'Est. [1]

## 4 Déficience auditive :

Les termes "**déficience auditive**" et "**surdité**" désignent la même chose : le terme "déficience auditive" désigne un handicap résultant d'une perte auditive. Nous utilisons le terme "surdité" pour désigner la présentation médicale. La perte auditive, qu'elle soit partielle ou totale, entraîne une diminution de la capacité d'entendre. Elle peut affecter une ou les deux oreilles lorsque le seuil auditif est supérieur à 20 dB. Les personnes malentendantes peuvent utiliser des appareils auditifs ou des implants cochléaires, tandis que les personnes sourdes utilisent souvent la langue des signes ou la lecture labiale.



*Figure 2.1 – Déficience auditive*

La déficience auditive ou la surdité peuvent être le résultat de diverses causes, selon les étapes de la vie :

- **Avant l'accouchement** : facteurs génétiques, y compris la perte auditive congénitale et la perte auditive non congénitale, les infections intra-utérines.
- **À la naissance** : complications telles que l'asphyxie, la jaunisse sévère ou d'autres problèmes de santé.

- **Enfance et adolescence** : otites chroniques, méningites et autres infections.
- **Puberté et vieillesse** : maladies chroniques, tabagisme, vieillesse, otosclérose.

La perte auditive affecte la vie quotidienne par la difficulté à comprendre les sons, les problèmes de communication avec les autres, l'isolement social, affectant l'acquisition du langage, en particulier chez les enfants et les restrictions d'accès à l'éducation et à l'emploi.

La prévention est importante pour protéger l'audition, comme éviter les bruits forts, prendre soin de l'hygiène des oreilles et consulter un spécialiste en cas de problème auditif. La perte auditive peut être traitée en fonction de la cause, à l'aide de médicaments, d'appareils auditifs ou d'une intervention chirurgicale. Actuellement, environ 5 millions de personnes ont des problèmes d'audition, et ce nombre augmente avec l'âge. [2]

## 5 Les types de langue des Signes :

Il n'y a pas de langue des signes universelle, chaque communauté ou pays dispose de sa propre langue. Voici quelques de langues des signes à travers le monde :



*Figure 1.2 – Les types de langue des Signes*

### 5.1 Langue des Signes française (FSL) :

La langue des signes française (FSL) est une langue de signes visuelle largement utilisée en France par la communauté sourde. Sa grammaire est unique et diffère du français parlé à plusieurs égards, notamment par la forme et la position exactes des mains, leur mouvement, ainsi que les expressions du visage et du corps. La langue des signes a longtemps été ignorée

par la linguistique générale et n'est pleinement reconnue comme une langue à part entière que depuis 2005. [4]

## **5.2 Langue des Signes américaine (ASL) :**

La langue des signes américaine (ASL) est une langue naturelle avec sa propre grammaire, qui est assez différente de la grammaire anglaise, Elle repose sur l'usage des mains ainsi que sur les expressions faciales pour transmettre le sens. Cette langue est utilisée principalement en Amérique du Nord par les personnes sourdes et est le produit d'un mélange de diverses langues des signes régionales et de la langue des signes française (FSL) depuis maintenant plus de deux siècles. Avec le temps, elle est devenue une langue entièrement indépendante et parfaitement organisée. La langue des signes américaine et la langue des signes française sont désormais complètement différentes et complètement incompréhensibles l'une pour l'autre, malgré leurs similitudes remarquables. [5]

## **5.3 Langue des Signes algérienne (LSA) :**

Comme la langue des signes américaine (ASL) et la langue des signes française (FSL), la langue des signes algérienne (LSA) a reçu la reconnaissance officielle de la langue unie sourds. D'après les données du Ministère de la Solidarité Nationale, la communauté rassemble environ 220.000 personnes. En témoigne la création croissante de nouveaux instituts d'enseignement pour les enfants malentendants en LSA, ainsi que les travaux en cours sur un dictionnaire algérien de la langue des signes. [6]

#### **5.4 Langue des signes internationale (Gestuno) :**

Les personnes sourdes du monde entier ont mis en avant une méthode appelée LSI (Langue des Signes Internationale) pour communiquer. La LSI leur a permis de se connecter efficacement les uns aux autres en même temps. Il y a eu une tentative d'unifier le système LSI après la seconde guerre mondiale, qui a été fortement opposée par la majorité des personnes sourdes, car elles estimaient que c'était une atteinte à leur identité culturelle. Néanmoins, cela a réussi en 1975 avec la publication du dictionnaire international des sourds, **gestuno**. [7]

Une langue des signes est une langue unique en soi, elle a donc son propre ensemble de règles concernant sa grammaire, sa syntaxe et son vocabulaire. Les langues des signes ne sont pas universelles car elles diffèrent d'une culture ou d'une région à l'autre.

### **6 Structure linguistique de la langue des signes :**

Quand on fait un signe en langue des signes, il y a cinq choses importantes à regarder :

1. **La forme de la main** : Comment on place ses doigts.
2. **Le mouvement** : Comment la main bouge.
3. **Le lieu** : Où on fait le signe (près du visage, sur la poitrine, etc.).
4. **L'orientation** : Dans quelle direction la main est tournée.
5. **Les expressions du visage** : Les sourcils, les yeux et la bouche qui aident à donner du sens

## 6.1 Les contrastes de forme de main dans la phonologie de la langue des signes :

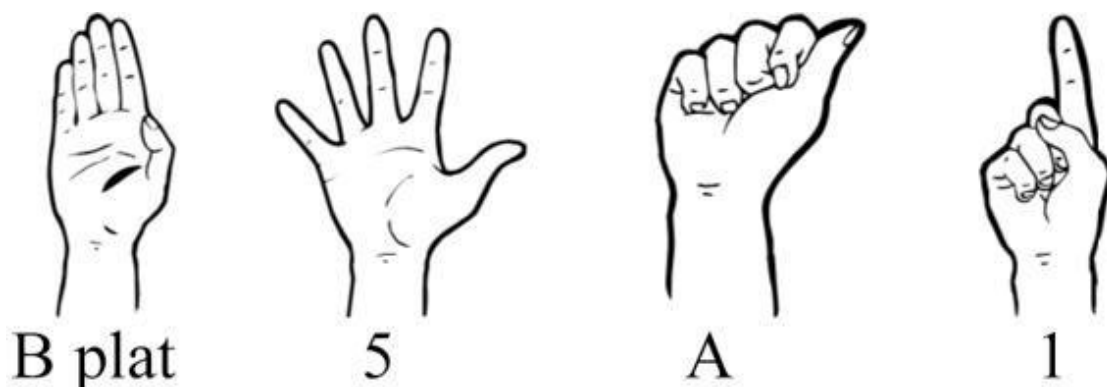


Figure 1.3 – forme de main

La façon dont nous façonnons nos mains en langue des signes est très importante. Les scientifiques qui étudient la langue des signes s'accordent sur la façon dont fonctionnent les formes de main, et une grande partie de cette compréhension provient du travail de “Brentari (1998)”. La structure des formes de main comporte deux parties principales [8] :

### 6.1.1 Articulations :

Il s'agit de la façon dont vos doigts sont disposés. Vos doigts peuvent être :

- Stacked : les doigts sont les uns sur les autres.
- Spread : les doigts sont écartés.
- Bent : les doigts sont pliés ou fermés.
- Crossed les doigts sont croisés.

Les articulations peuvent être :

- Basique : les grosses articulations de vos doigts.
- Non basique : les plus petites articulations à l'intérieur de vos doigts.
- 

### 6.1.2 Doigts sélectionnés :

Ce sont les doigts qui effectuent le travail principal dans une forme de main. Ce sont ceux qui bougent ou touchent une autre partie du corps lors de la réalisation d'un signe.

- Le ‘nombre de doigts sélectionnés’ est appelé ‘quantité’ (comme un doigt, deux doigts ou plus).

- Le 'point de référence' pour ces doigts peut être :
- Ulnaire : le côté de votre main près de votre petit doigt.
- Milieu : la partie médiane de votre main (près de votre majeur).
- Radial : le côté de votre main près de votre index (il s'agit de la valeur par défaut).[8]

### **Exemples de formes de main :**

Certaines formes de main n'utilisent qu'un seul doigt, mais le doigt peut être dans différentes positions :

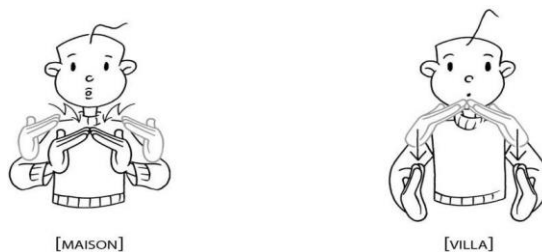
- a. Ulnaire : côté auriculaire.
- b. Milieu : partie centrale de la main.
- c. Radial : côté index.

## **6.2 Le mouvement :**

Chaque signe de la langue des signes possède une forme de main, une direction et une position. De nombreux signes incluent également un mouvement, qui peut être divisé en deux types : le mouvement de trajectoire et le mouvement local.

-Le mouvement de trajectoire nécessite une articulation au niveau du coude et/ou de l'épaule.

-Le mouvement local concerne l'articulation au niveau du coude (rotation de l'avant-bras), du poignet, des articulations à la base des doigts (articulations métacarpophalangiennes) et/ou des articulations situées entre les segments des doigts (articulations interphalangiennes).



*Figure 1. 4 – Le mouvement*

En général, pour les signes à une main, ceux qui utilisent la langue des signes se servent de leur main dominante, celle qu'ils emploient pour les tâches quotidiennes telles que l'écriture. L'autre main est appelée la main non dominante.

Dans les signes à deux mains, les mains dominante et non dominante sont utilisées. Typiquement, elles sont employées de façon symétrique (par exemple, les deux mains se déplacent conjointement et de façon identique). [9]

### **6.3 Le Lieu :**

Endroit d'un signe est l'endroit où il est mangé sur l'espace ou sur le corps. Les signes peuvent être ratissés par endroits différents. La position par défaut est la position neutre, la zone entre le torse du signeur, mais les lieux sont pratiquement tous les endroits du corps. Ils vont généralement pour rondir nullement autour d'une partie précise de la tête. [9]

### **6.4 L'Orientation :**

Les quatre principaux joints principaux (épaule, poignet, coude et radio-ulnaire) sont reliés par une chaîne osseuse de manière à ce que les mouvements locaux de l'esprit dans l'espace par rapport aux ordonnées des contraintes soient absorbés. Les mouvements de la main sont classés en deux principaux types :

- a) Direction vers laquelle la paume est tournée (orientation de la paume).
- b) Direction des doigts étendus (orientation des doigts).

Il s'agit maintenant de rappeler que les oscillations d'une main, telles que le maintien de la position tout en regardant ou le regard vers le haut, ne dépendent que du cou et que les quatre grandes articulations listées au départ dominant les changements d'orientation de la tête durant l'utilisation des mains pour l'homme de la pause. Dans ce sens et allant dans la direction de la main vers le cou et le buste, il faut dire que la posture de la main n'est affectée que par les articulations des doigts.

Il s'agit de cet un ou une poignée, verso, De la paume de la main vers le haut ou vers le bas. (Les gestes d'accompagnement).

En rapport avec la verticale/ standard. Et, dans le cas où des quotas vers l'intérieur, l'extérieur, la droite, la gauche/vers et active (Au pays) sont ajoutées. [9]

## **7 Utilisations de la langue des signes**

### **7.1 La langue des Signes et les enfants autistes :**

L'utilisation de la langue des signes et de la communication simultanée, qui associent voix et signes, est une alternative efficace aux systèmes de communication alternatifs pour les enfants autistes non verbaux ou peu verbaux. Selon une étude **d'Adama et Cruveiller (2021)**, 99,5 % des enfants acquièrent des signes expressifs et réceptifs, et 53 % des études montrent une augmentation de la production vocale (vocalisations et mots). Ces méthodes améliorent la communication, réduisent la frustration, renforcent l'autonomie et stimulent le développement du langage verbal. Elles améliorent également les compétences sociales et l'attention, tout en réduisant les troubles du comportement. La CS est particulièrement adapté aux enfants ayant de bonnes capacités d'imitation motrice. Cependant, l'apprentissage des LS nécessite une forte implication des parents et des éducateurs. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour confirmer leur efficacité à long terme. [10]

### **7.2 La Langue des signes dans les médias et les arts :**

La langue des signes est fréquemment et malheureusement reléguée à un rôle considérablement subalterne dans l'ensemble des médias ainsi que des arts, ce que démontre-t-on ne peut mieux le « médaillon », où les interprètes sont effectivement et injustement confinés à un espace restreint à l'écran. Cette façon de faire consolide l'idée que la langue des signes est juste un moyen d'accès pour toutes les personnes sourdes. Par conséquent, ce n'est aucunement une langue d'expression artistique. Cependant, certains événements précis, comme de grands discours politiques ou des concerts musicaux, montrent bien que la langue écrite prend toute sa valeur quand elle partage pleinement l'espace médiatique avec la langue parlée. [11]

Il est absolument essentiel d'assurer à chaque personne sourde une position équitable au sein de tous les médias ainsi que de tous les arts, moyennant la mise en place de pratiques de communication complètement bilingues, garantissant par conséquent une coexistence des deux langues sur un pied d'égalité. Cela reconnaît pleinement la langue des signes comme une langue authentiquement vivante et foncièrement créative. Cela encourage une participation sociale accrue des personnes sourdes. En mettant en valeur la langue des signes, nous pouvons atteindre une égalité réelle et entière entre toutes les langues et tous leurs locuteurs. [11]

### 7.3 La communication gestuelle chez les bébés

Depuis les années 1980, **Joseph Garcia** a constaté que les bébés exposés aux signes communiquaient plus tôt que ceux de familles entendant. Il a développé une approche basée sur l'utilisation des signes conventionnels et publié *Sign with Your Baby* en 1999.



*Figure 1.3 – Bébés signe*

Simultanément, **Linda Acredolo et Susan Goodwyn** ont noté avec acuité que les nourrissons utilisaient naturellement des gestes pour communiquer. Il a été prouvé que le programme Baby Signs améliore grandement l'apprentissage du langage. De plus, il diminue énormément toute frustration et fortifie considérablement le lien avec les parents. [12]

L'emploi de signes particuliers offre la possibilité à tous les bébés de formuler leurs besoins avant de pouvoir parler, ce qui consolide grandement leur assurance, avec un impact notable sur leur développement cognitif. Les bébés peuvent commencer à apprendre la langue des signes dès la naissance, selon leur propre rythme. [12]

## 8 Les défis auxquels sont confrontés les utilisateurs de la langue des signes :

Les problèmes rencontrés par les utilisateurs de la langue des signes :

### 8.1 Les limites dans l'obtention d'un diplôme :

Les défis sévères pour les individus sourds incluent l'accès adéquat à l'instruction en langue des signes. De nombreux jeunes enfants sourds ne peuvent pas apprendre dans leur langue maternelle, ce qui altère négativement leur performance éducative et réduit considérablement leurs opportunités futures. Selon la Fédération mondiale des sourds, ces facteurs ont un impact sévère sur les droits humains essentiels. [13]

## **8.2 Le nombre restreint de traducteurs spécialisés :**

L'absence d'interprètes de langue des signes compétents constitue un obstacle majeur pour les individus sourds cherchant des services de santé, juridiques ou éducatifs. Conduit à un faible engagement social. Il est nécessaire d'obtenir une reconnaissance gouvernementale des langues des signes et d'employer des praticiens compétents pour résoudre ce problème. [13]

## **8.3 Les défis liés à la technologie :**

Bien que les progrès en intelligence artificielle soient prometteurs, ils posent également un ou deux problèmes. Les outils de traduction automatisée pour les langues des signes sont difficiles à mettre en œuvre en raison du manque de bonnes données et des nuances culturelles pour chaque langue. De plus, l'utilisation d'avatars de langue des signes soulève des préoccupations concernant l'exactitude et l'efficacité de la communication, ce qui risque d'appauvrir le spectre culturel de ces langues. [13]

## **8.4 Le manque d'accès à l'information et aux médias**

Les locuteurs de langues des signes sont confrontés à des défis avec un accès limité à l'information. De nombreuses émissions de télévision, sites Web et autres formes de médias ne fournissent pas de sous-titres ou d'interprétation en langue des signes, laissant certaines parties de la population avec un accès limité à l'information et même au divertissement. Bien qu'il y ait quelques efforts pour aider à augmenter l'accès, il reste encore beaucoup à faire pour garantir que tout le monde puisse être inclus. [13]

## **8.5 La conscience et l'intégration sociales**

Une sensibilisation limitée aux besoins des personnes sourdes peut créer des malentendus et favoriser leur marginalisation. Promouvoir l'enseignement de la langue des signes à la population entendant ainsi qu'encourager la création de nouveaux espaces inclusifs sont quelques-unes des étapes clés vers une meilleure intégration. La mise en œuvre de projets éducatifs et de campagnes de sensibilisation contribue à combler cet écar

## **9. Les droits des personnes sourdes en temps de crise et de catastrophe**

Priver les personnes sourdes de leurs droits en temps de crise et de catastrophe

### **9.1. Les problèmes des personnes sourdes pendant les situations de crise et d'urgence**

Les personnes sourdes sont plus vulnérables en période de crise en raison d'un manque d'informations et de services essentiels, ce qui met davantage en danger leur sécurité et leur santé. [14]

### **9.2. Accès limité à l'information et aux services**

Sans interprète en langue des signes, les personnes sourdes ne peuvent pas accéder à des informations essentielles et ont un accès compliqué aux traitements médicaux d'urgence, ce qui les rend plus à risque en cas de catastrophe. [14]

### **9.3. Les difficultés spécifiques rencontrées par les enfants sourds**

Les enfants sourds ont plus de difficultés à comprendre les instructions d'urgence en raison d'un manque de cadre d'environnement de langue des signes, ce qui entrave leur capacité à réagir en cas d'urgence. [14]

### **9.4. Le manque d'informations pour les personnes déplacées utilisant la langue des signes**

Les jeunes sans interprètes en langue des signes dans les camps de réfugiés sont privés d'aide souffrante et se retrouvent en grand danger, y compris en devenant victimes d'abus. [14]

La WFD travaille avec ses membres, les associations nationales de sourds, qui sont confrontées à des situations de crise et d'urgence. Actuellement, notre travail se concentre sur plusieurs zones :

Depuis octobre 2023, la Fédération Mondiale des Sourds (WFD) a établi un partenariat avec la Fédération Palestinienne des Sourds pour aider les personnes sourdes dans la bande de

Gaza. Plusieurs organisations humanitaires, y compris les Nations Unies (ONU), l'UNICEF et le Programme Alimentaire Mondial, ont été activées afin de faciliter l'accès à une assistance vitale. Une stratégie de réponse est également en cours de conception pour l'aide post-blocus. [14]

Effets de leurs actions :

- Des colis alimentaires ont été distribués par l'intermédiaire des centres de distribution alimentaire de l'ONU à Rafah.
- Des groupes WhatsApp ont été créés pour la diffusion d'informations en langue des signes.
- Communication avec le gouvernement palestinien qui s'associe désormais à la Fédération Palestinienne des Sourds pour fournir des services d'interprétation en langue des signes pour l'information.
- Fourniture de vêtements identifiants pour que les soldats puissent différencier les personnes sourdes.
- Des expériences ont été partagées avec la Fédération Ukrainienne des Sourds sur la manière de traiter avec des personnes sourdes dans des situations de conflit.
- Préparation pour le relogement d'enfants sourds dans une école en Cisjordanie qui se spécialise dans l'éducation des sourds après le lifting du blocus. [14]

Ces programmes visent à garantir que l'assistance humanitaire et l'information soient disponibles pour les personnes sourdes et affectées par la crise. [14]

## **10. Difficultés d'apprentissage et de communication des sourds et malentendants en Algérie :**

Les personnes sourdes et malentendantes rencontrent de grandes difficultés dans les domaines de l'apprentissage et de la communication en Algérie. L'accès à une éducation appropriée est souvent limité, car les programmes éducatifs sont conçus pour les personnes entendant sans tenir compte des besoins particuliers des élèves sourds ou malentendants.

Ce déficit fait particulièrement mal en raison du manque de conscience phonémique, nécessaire à l'apprentissage de la lecture, des difficultés d'acquisition de la langue écrite, dues aux différences structurelles entre la langue des signes et la langue écrite. De plus, le manque de ressources pédagogiques appropriées, telles que des manuels ou des plateformes en

ligne de langue des signes et le manque d'enseignants formés pour s'occuper des élèves sourds, constituent un obstacle supplémentaire.

En ce qui concerne la communication, le manque de connaissances de la majorité des personnes qui entendent la langue des signes complique la vie quotidienne des personnes sourdes, lorsqu'une personne n'a pas de compétences en communication. Avec d'autres personnes et quand les autres ne savent pas comment communiquer avec lui, il peut être marginalisé la plupart du temps, même des personnes les plus proches de lui. Et au bout d'un moment ça devient isolé socialement.

L'absence ou l'insuffisance d'interprètes en langue des signes dans les lieux publics, les services administratifs et les hôpitaux rend difficile l'accès des personnes sourdes aux services de base, ce qui les rend constamment dans le besoin d'assistance des autres, qui ne sera pas toujours disponible.

## **11. Conclusion :**

La langue des signes va au-delà d'être un simple outil de communication ; elle incarne une richesse culturelle et linguistique essentielle pour les communautés sourdes partout dans le monde. Son statut officiel est essentiel pour l'intégration des personnes sourdes, leur offrant un accès amélioré à l'éducation, à l'emploi et à une implication active dans la société.

# **Chapitre 2**

## **Domaine d'application**

---

## **1 Introduction :**

Les personnes sourdes et muettes sont confrontées chaque jour à des défis importants pour communiquer avec les autres, s'appuyant sur la langue des signes et des aides visuelles pour communiquer, interagir et comprendre ceux qui les entourent. Cependant, le manque de sensibilisation de la communauté et le manque d'infrastructures adaptées rendent leur intégration difficile. Parallèlement, notre monde connaît un développement technologique rapide. Parmi ces développements, nous assistons à une croissance remarquable des applications de traduction en langue des signes, qui comptent parmi les outils modernes les plus importants pour faciliter la vie des personnes sourdes et muettes. Ces applications jouent un rôle aussi important que celui d'un traducteur humain, les aidants à interagir avec les personnes non sourdes dans divers domaines, notamment l'éducation, la santé, la vie quotidienne et les médias, notamment grâce à leur recours aux technologies de l'intelligence artificielle.

Dans ce chapitre, nous parlerons des différents domaines d'application de la langue des signes, notamment la traduction, l'éducation, la santé, les urgences et la vie quotidienne et les services publics, Nous prendrons également en considération quelques exemples similaires à notre idée, les expliquerons et les critiquerons, et enfin nous parlerons de notre idée en détail.

## **2 Domaine d'Application :**

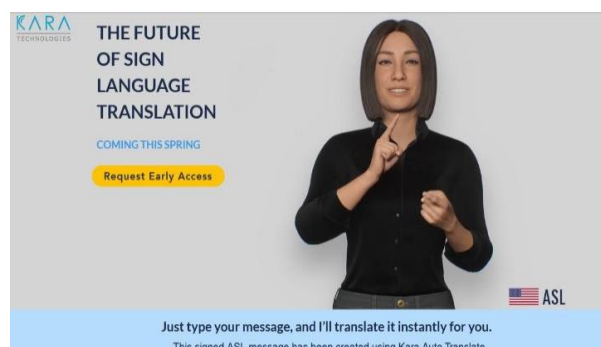
### **2.1 La Traduction**

Il existe plusieurs technologies de l'intelligence artificielle (IA) dans le domaine d'applications de traduction en langue des signes, Parmi lesquels des applications de traduction en temps réel, dont certaines convertissent les signes en texte ou en voix ou vice versa, Il existe également des applications qui fonctionnent dans le domaine virtuel les Systèmes d'avatar animé en 3D pour la langue des signes.

### 2.1.1 Avatar 3D :

Les avatars 3D peuvent rendre le langage au moyen d'expressions corporelles, de mouvements et de gestes. Des recherches ont été entreprises pour développer des systèmes de langue des signes ayant recours à l'apprentissage profond, au traitement automatique du langage et à des techniques de cinématique inverse. Pour certains, ce sont des réseaux LSTM profonds qui servent à effectuer la conversion des vidéos de signes en paroles tandis que pour d'autres, ce sont les enregistrements audios et les règles linguistiques qui alimentent le système. Mais l'expressivité des avatars 3D exige encore des expressions faciales. Certains modèles peuvent réussir la traduction de textes parlés ou écrits, mais ils semblent difficilement gérer les enjeux de contextibilité et la reconnaissance gestuelle. Différents développements et pistes d'améliorations s'imposent dans la synthèse de mouvement par IA, la mise en œuvre en temps réel ainsi que la précision en matière de signes pour faciliter la communication avec la langue des signes. [15]

**A. KAT :** Kara Auto Translate, KAT en abrégé, est un dispositif de traduction automatique de la langue des signes fondé sur l'intelligence artificielle et la contribution humaine. Sa chaîne de production est initiée par le Kara Gloss Translator, un logiciel qui convertit un texte en anglais dans une notation en langue des signes au sens du Kara Notation System (KNS), un format normalisé qui permet de prendre en compte la grammaire, la phonologie et les émotions. [16]



*Figure 2.1 – Kara Auto Translate KAT*

**B. Application Hand Talk Translator:** Sous la houlette d'Hugo et Maya, les traducteurs 3D les plus charmants qui soient, l'application Hand Talk convertit de manière automatique le texte et la voix en langue des signes américaine (ASL) et en langue des signes brésilienne (Libras) à l'aides de l'intelligence artificielle. Si vous cherchez à apprendre une nouvelle langue de manière ludique et efficace, l'application Hand Talk est le meilleur choix. [17]



Figure 2.2 – Application Hand Talk Translator

**C. Application Elix :** Elix est une application qui traduit des mots en Langue des Signes Française, et un dictionnaire de LSF, Fournit une traduction dans les deux sens. Dotée d'un vocabulaire très large et étant également gratuite, cette application est une référence dans ce domaine sur smartphones. [18]

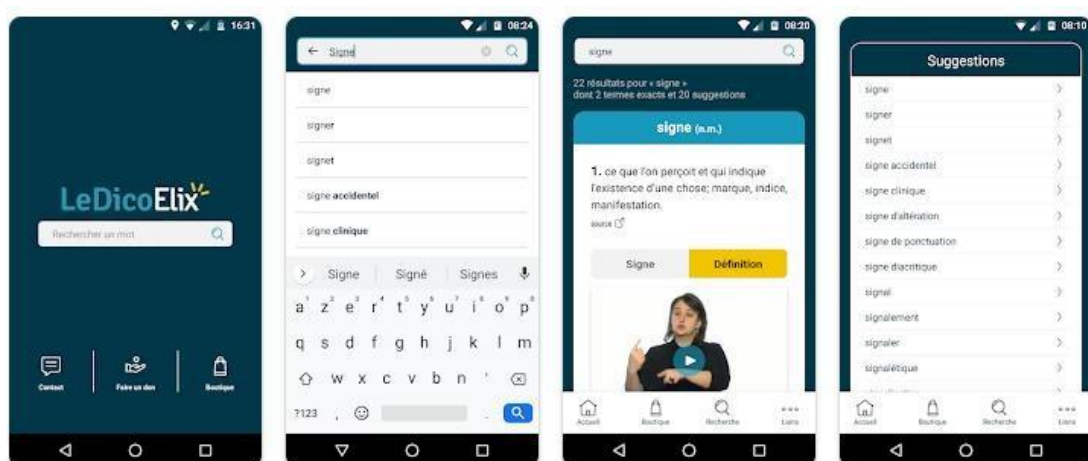


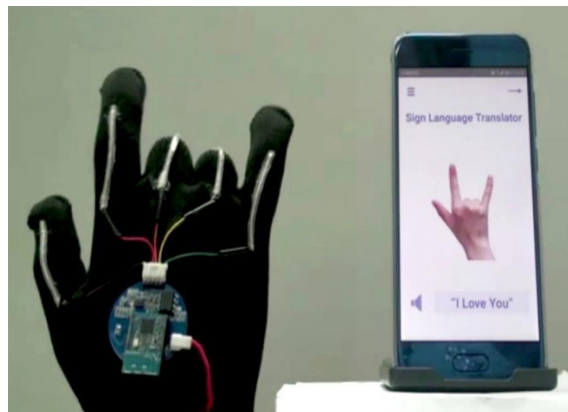
Figure 2.3 – Application Elix

### 2.1.2 Les Gants traduction :

Les dispositifs technologiques de l'interprétation en Langue des Signes reposent sur des systèmes visuels et sensoriels, mais ne sont pas sans problèmes de luminosité, de projection et de traduction. Les systèmes à capteur, avec des gants portables intégrant des capteurs MEMS et IMU permettraient pourtant une traduction plus précise et rapide en étant plus mobiles, mais sont souvent trop chers et trop volumineux pour être déployés confortablement. Les chercheurs souhaitent alors associer l'outil technologique phare, le smartphone, à des solutions pertinentes. [19]

#### Exemple :

Un groupe d'étudiants de l'Université de Californie à Los Angeles a mis au point un gant innovant capable de traduire la langue des signes. Le gant équipé de capteurs et de petits circuits imprimés est aujourd'hui capable de traduire 660 mots à la vitesse de 60 mots par minute avec un taux de précision de 98 %. [20]



*Figure 2.4 – Les gants traduire la langue des signes*

## 2.2 L'éducation et l'apprentissage :

Les techniques et applications de la langue des signes jouent un rôle important dans l'enseignement et l'apprentissage. Ces innovations technologiques contribuent à améliorer l'accès à l'éducation et à l'apprentissage pour les personnes sourdes. En voici quelques exemples :

### 2.2.1 Applications d'apprentissage pour la langue des signes des signes:

**A. Spread Signs:** Ce vaste répertoire de la langue des signes à travers le monde compte plus de 100 000 signes ! On peut accéder à plus de 17 langues des signes différentes, y compris le suédois, le portugais, le tchèque, l'allemand, l'anglais britannique, l'espagnol, le turc et même le lituanien. [21]



Figure 2.5 – Applications d'apprentissage pour la langue des signes Spread Signs

**B. Bébé Signe:** Bébé Signe exploite cette tendance moderne qui fait appel à la langue des signes pour interagir avec un (son) nourrisson ou un jeune enfant avant l'apprentissage du langage. L'application, très intuitive, propose un vocabulaire simplifié accompagné de vidéos explicatives et d'une multitude de conseils.



Figure 2.6 – Applications d'apprentissage pour la langue des signes Bébé Signe

L'application est offerte sans frais et fournit quelques mots initiaux. Si vous souhaitez aller plus loin, il vous faudra acheter des packs de mots supplémentaires pour quelques euros. [22]

**C. SignEveil:** Cette application est toute nouvelle. Elle offre une vision claire de la progression attendue de ces outils dans le futur : Réalité virtuelle, trois dimensions... SignEveil est élaborée en s'appuyant sur des animations 3D générées par la capture des signes d'un individu sourd grâce à la technologie de capture de mouvement. Elle devrait séduire les plus jeunes avec sa belle apparence et ses couleurs vives. Elle offre l'opportunité de découvrir du vocabulaire à travers des signes effectués par de petits animaux. Il est possible de visionner les animations sous différents angles et de les ralentir pour faciliter l'assimilation des signes. L'application offre également des mini-jeux astucieusement conçus pour appliquer et apprendre à identifier les signes. [22]



*Figure 2.7 – Applications d'apprentissage pour la langue des signes SignEveil*

### 2.2.2 Aides à l'enseignement et à l'étude pour les étudiants sourds :

- A. Un système FM:** est un genre d'équipement d'écoute assistée qui transmet la voix directement depuis un microphone spécialisé vers une prothèse auditive, destiné aux individus qui utilisent des appareils auditifs. Dans des endroits bruyants, comme une salle de classe. Le microphone émet transmet directement la voix de l'enseignant au récepteur de l'élève en se servant des ondes radioélectriques FM.

### **2.3 La santé :**

Les personnes sourdes et muettes rencontrent de grandes difficultés à communiquer avec les autres, non seulement dans la vie quotidienne ou à l'école, mais aussi avec les médecins et les pharmaciens, ce qui complique le processus de diagnostic et autres.

Les inégalités d'accès aux soins sont un problème majeur lié à la surdité. Selon Gay-Crosier et ses collègues (2023), la surdité pose des défis importants dans le domaine des soins de santé. Des chercheurs tels que Chastonay et al. (2018) ont identifié divers facteurs de vulnérabilité spécifiques aux personnes sourdes en matière d'accès aux soins. Ces facteurs incluent un manque de connaissances en matière de santé, des difficultés d'accès à l'information écrite, des obstacles liés à la lecture labiale, des problèmes de compréhension des langues parlées, un manque de confidentialité, un manque de prise en compte des aspects linguistiques et culturels par le personnel soignant, des difficultés de communication, ainsi que des idées fausses sur les besoins des patients sourds et malentendants. [23]

#### **A. Faciliter l'accès aux soins : de la conception à la réalisation**

Depuis plus de dix ans, la communauté sourde s'est mobilisée pour faire reconnaître la langue des signes et pour adapter l'accessibilité du système de santé à ses besoins. Plusieurs étapes ont été franchies pour concrétiser ce projet. En 2013, la langue des signes a été officiellement reconnue à Genève. [23]

#### **B. Mise en place d'outils de communication**

Divers outils de communication adaptés ont été instaurés. Une page internet dédiée à la population sourde et malentendante a été créée. Cette page propose des vidéos en langue des signes française présentant le rôle de l'infirmière référent, ainsi qu'une fiche que les personnes sourdes et malentendantes peuvent remplir avant leur arrivée à l'hôpital. Cela leur permet de communiquer des informations essentielles telles que les données administratives, les antécédents médicaux et chirurgicaux, les traitements, et le nom du médecin traitant. [23]

### **2.4 Application Signes et Paroles :**

Pour améliorer la communication avec les professionnels de santé du GHEF pendant votre séjour à l'hôpital, vous pouvez télécharger l'application « Signes et Paroles » sur votre téléphone en accédant au Play Store.

Grâce à cette application, les professionnels de la santé pourront poser des questions au patient sur son état de santé. Ces questions seront ensuite traduites en langue des signes pour lui, instantanément, par l'application Signes et Mots. [24]

## **2.5 Les urgences et la sécurité :**

**A. MC-ASSIST :** C'est une application pour les pompiers. Elle offre une formation en Langue des Signes Française (LSF) destinée, de même qu'un dispositif de communication sur mobile. Les secouristes peuvent ainsi apprendre une vingtaine de signes de base et accéder à environ 150 questions en LSF, accompagnées de 180 pictogrammes et schémas pour évaluer la douleur. [25]

**B. L'application « Urgence 114 » :** Ce service d'urgence est spécifiquement pensé pour ceux qui éprouvent des problèmes d'audition ou de parole. Accessible via une application mobile, il permet de contacter les secours (SAMU, police, pompiers) par SMS ou visiophonie en LSF, assurant une réponse adaptée aux besoins spécifiques de ces usagers. [26]

**C. 999 BSL :** est une plateforme de vidéo-interprétation d'urgence, offrant un service à distance sur demande grâce à des interprètes hautement qualifiés et inscrits en langue de signe britannique. Ce service s'adresse exclusivement aux utilisateurs de la langue des signes britannique (BSL) en situation d'urgence. Pour résumer ; l'application 999 BSL permet aux utilisateurs de BSL de cliquer sur un seul bouton pour passer un appel d'urgence avec la police, les pompiers ou l'ambulance en vidéo. L'interprète effectuera une traduction en direct de la conversation entre les personnes sourdes et entendant. [27]

**D. Notifications de sons :** La fonctionnalité « Notifications de sons » proposée par Google a pour but de soutenir les personnes qui sont sourdes ou qui ont une déficience auditive en les avertissant des bruits significatifs dans leur entourage, comme les alarmes incendie, les coups à la porte ou les pleurs d'un nourrisson. [28]

## **2.6 La Vie quotidienne et les services Publics :**

Les personnes sourdes rencontrent des difficultés dans leur interaction de tous les jours ou dans l'accès aux services, ce qu'elles contribuent davantage encore à les isoler depuis les autres et dans l'une des raisons pour lesquelles elles ne sont pas à l'aise dans la langue usuelle du service, difficulté exprimée et entre autres par le fait qu'elles ne l'abordent pas en tant que leur langue maternelle. Les empêchements relationnels se multiplient. Pourtant les progrès technologiques déjà opérationnels comme par ex. la traduction automatique et les avatars numériques pourraient apporter des solutions novatrices en faveur de leur inclusion.

Les personnes sourdes ne rencontrent pas seulement des obstacles face à la vie quotidienne, mais également dans l'accès aux services publics où la langue des signes, bien que légalisée, est trop souvent mise de côté en faveur d'autres méthodologies. Les démarches administratives, médicales ou sociales s'avèrent complexes en raison d'un manque d'interprètes, d'outils d'aide, d'acculturation du personnel. Pourtant, de nouvelles technologies comme la vidéo-interprétation ou encore les avatars qui permettent de signer, commencent à émerger comme solution à cet accès aux services dits « de droit commun ». Cependant, bien des services restent inadaptés, à l'instar de plusieurs sites Internet non sous-titrés ou de services téléphoniques inaccessibles. Pour une inclusion effective, il est essentiel d'amener des solutions innovantes comme les chatbots visuels ou la traduction à la volée, et surtout de former mieux les agents publics afin de permettre aux personnes sourdes de jouir du même accès à l'information et à la prise en charge que les autres. [29]

### **3 Travaux similaires:**

#### **Idée 1 : La reconnaissance de la langue des signes algérienne « La mise en place d'un système de traduction SIGNES/MOTS »:**

##### **1. Description :**

Ce mémoire porte sur à développer un système de reconnaissance et de traduction de la Langue des Signes Algérienne (LSA) en lettres. L'objectif est de faciliter la communication entre les personnes sourdes et entendants en automatisant la conversion des gestes en texte écrit. Ce système repose sur l'intelligence artificielle et la vision par ordinateur pour identifier et interpréter les signes manuels. [30]

##### **2. Critique :**

###### **A. Reconnaissance limitée aux à l'alphabet :**

S'appuyer uniquement sur la reconnaissance alphabétique est une étape incomplète, car la langue des signes ne dépend pas des lettres. Les personnes sourdes et muettes ne s'expriment pas avec des lettres, mais utilisent des mots et des phrases complètes qui expriment leurs pensées et leurs sentiments. C'est donc ce système qui les aide réellement dans la communication de tous les jours, par exemple dans une situation de demande d'aide ou même dans un simple dialogue.

###### **B. Base de données insuffisante :**

La capacité du modèle à bien généraliser est restreinte par l'ampleur et la variété du jeu de données utilisé (980 images pour l'entraînement et 420 pour les tests). Ceci a un impact notable sur l'efficacité des réseaux de neurones convolutifs (CNN), qui ont besoin de grandes quantités de données diversifiées pour un apprentissage optimal.

###### **C. Limitations de l'implémentation :**

Le développement sous MATLAB restreint l'accessibilité et l'intégration du projet dans des solutions concrètes comme des applications mobiles ou des interfaces web.

#### **Idée 2 : Application androïde pour traduire la langue des signes :**

##### **1. Description :**

Les personnes sourdes et muettes, ainsi que les personnes malentendantes, sont confrontées

Quotidiennement à des problèmes de communication. Elles sont confrontées à des problèmes de conversation naturelle. La langue des signes et même la lecture labiale ont été étudiées au cours du développement, mais cette dernière n'a pas été largement adoptée par la société. Avec l'utilisation croissante des smartphones et des technologies mobiles, la communication est devenue plus facile et plus fluide pour les personnes sourdes et muettes. Le projet vise à développer une application SignLingo spécialement conçue pour la communauté des sourds et muets, afin de faciliter leur intégration dans la société et de leur permettre de mener une vie plus indépendante. [31]

## **2. Critique :**

### **A. Limité à l'alphabet :**

L'application ne reconnaît que les lettres de l'alphabet. Ce n'est pas suffisant pour aider les personnes sourdes dans la vie de tous les jours. En effet, ils ne communiquent pas en utilisant des lettres séparées, mais des mots ou des phrases entières. Ce système ne répond donc pas aux besoins réels pour les personnes sourdes.

### **B. Absence de soutien linguistique local :**

Il s'agit d'une faiblesse évidente. Le type de langue des signes pris en charge (américaine, britannique, etc.) n'est pas spécifié, et les particularités linguistiques et culturelles telles que la langue des signes algérienne, qui diffère en termes de symboles et d'expressions, ne sont pas prises en compte. Cette absence de prise en compte peut rendre l'application inefficace dans le contexte local et limiter son utilisation par le public cible réel en Algérie.

### **C. Problèmes de taille et de résolution :**

Les images capturées ont une taille de 50x50 pixels Firebase, ce qui est trop petit et peut affecter la précision de la reconnaissance des gestes. Si les images étaient plus grandes ou si des techniques d'amélioration de l'image étaient utilisées, telles que l'augmentation de la taille des images ou l'optimisation de l'éclairage, les résultats auraient pu être meilleurs.

### **Idée 3 : Application mobile dédiée aux personnes sourdes- muettes :**

#### **1. Description :**

Ce mémoire porte sur le développement d'une application mobile nommée **DIALOGUE**, conçue pour faciliter la communication entre les personnes sourdes-muettes et les entendant. Il s'agit d'une solution sous Android permettant **la traduction de la voix en texte et du texte en voix**, avec des fonctionnalités de partage et d'adaptation de la voix selon le genre de l'utilisateur. Le mémoire explore les **difficultés de communication des personnes sourdes**, l'importance des applications mobiles pour améliorer leur quotidien, et décrit la méthodologie de conception et d'implémentation du projet. [32]

#### **2. Critique :**

##### **A. L'application ne prend pas en charge la traduction en langue des signes :**

Bien que l'application offre une solution efficace en convertissant la voix en texte et vice versa, l'absence de traduction en langue des signes constitue un inconvénient majeur. En effet, la communauté sourde utilise principalement la langue des signes pour communiquer, et son exclusion réduit considérablement l'utilité de l'application. Un outil destiné à ce groupe ne peut pas être efficace de manière réaliste s'il ne prend pas en charge leur première langue. Cette solution démontre une compréhension partielle des besoins réels des utilisateurs cibles. Toutes les personnes sourdes ne savent pas écrire ou parler, surtout si elles n'ont pas appris à lire ou à écrire correctement. Ignorer la langue des signes dans ce type d'application ne répond pas aux besoins réels des bénéficiaires et limite l'efficacité du projet dans la pratique.

### **4. Présentation de Notre Approche et Améliorations Apportées aux Travaux**

#### **Précédents:**

Notre projet a fourni une solution simple et intuitive pour faciliter la communication et l'apprentissage de la langue des signes algérienne. Nous avons développé une application qui permet à l'utilisateur de faire un geste de la main et de le convertir instantanément en texte écrit, facilitant ainsi l'interaction immédiate sans avoir besoin d'un interprète.

En plus de la traduction en temps réel, l'application offre une option de recherche : L'utilisateur peut saisir un mot et obtenir la vidéo ou l'image correspondante en langue des signes.

Alors que certaines solutions se sont concentrées sur la synthèse vocale pour aider les personnes sourdes à interagir avec les personnes entendantes, notre projet vise spécifiquement la reconnaissance et la traduction des gestes de la main. Il répond ainsi à un besoin important en facilitant l'apprentissage et l'utilisation pratique de la langue des signes algérienne au quotidien.

Contrairement aux travaux précédents qui se limitaient à la reconnaissance des lettres, une solution de communication peu pratique pour les personnes sourdes, notre projet permet la traduction directe des mots les plus couramment utilisés. Cette optimisation rend l'interaction plus naturelle.

Enfin, notre objectif est de fournir une solution intuitive, rapide et efficace, adaptée au contexte éducatif et à la vie quotidienne. Elle fait tomber les barrières de communication entre sourds et entendants et favorise l'inclusion des personnes sourdes dans la société.

## **5. Conclusion:**

Dans ce chapitre, nous avons exploré les différents domaines d'application de notre projet, en mettant l'accent sur la traduction, l'éducation et l'apprentissage, la santé, les urgences et la sécurité, ainsi que la vie quotidienne et les services publics. Chacun de ces domaines montre l'importance et la pertinence de l'utilisation de la technologie pour améliorer la communication et les services dans différents contextes. En fin de chapitre, nous avons présenté les travaux similaires dans le domaine, soulignant les avancées réalisées ainsi que les défis encore présents.

**Chapitre 3**

**Conception et analyse**

**Des besoins**

## **1. Introduction :**

Ce chapitre se concentre sur l'analyse et la conception de notre projet, mettant en avant l'importance cruciale de cette étape dans le développement d'un système efficace. Notre objectif principal sera de comprendre les besoins des utilisateurs et de concevoir une solution adaptée. Pour cela, nous utiliserons l'UML (**Unified Modeling Language**) et ses diagrammes pour représenter visuellement et structurer notre projet. Les différents diagrammes UML, tels que le diagramme de cas d'utilisation et le diagramme de séquence, nous permettront de visualiser les interactions et les fonctionnalités essentielles du système. L'analyse et la conception, basées sur l'UML, joueront un rôle clé dans la résolution des problèmes potentiels et garantiront une mise en œuvre réussie du projet.

## **2. Analyse des besoin et conception :**

### **2.1. Problématique :**

En Algérie, la barrière de communication entre les personnes sourdes et entendantes constitue un frein considérable à leur inclusion sociale, éducative et professionnelle. Bien que la Langue des Signes Algérienne (LSA) soit riche et expressive, elle demeure peu soutenue par les outils technologiques actuels.

L'évolution des technologies, notamment l'intelligence artificielle et la vision par ordinateur, offre de nouvelles perspectives pour améliorer l'accessibilité de la LSA à travers des systèmes de reconnaissance et de traduction en temps réel.

Cela soulève les questions suivantes :

1. Comment une solution numérique intelligente peut-elle contribuer à combler le fossé de communication entre les personnes sourdes et entendantes ?
2. En quoi un tel outil pourrait-il faciliter l'apprentissage et la diffusion de la langue des signes algérienne ?

### **3.2. Description Générale :**

Le système proposé est une application interactive destinée à faciliter la communication entre les personnes sourdes et entendantes à travers la reconnaissance en temps réel des gestes de la Langue des Signes Algérienne (LSA).

Conçue pour fonctionner sur un ordinateur équipé d'une caméra, l'application permet à

l'utilisateur d'effectuer un geste devant la caméra. Ce geste est ensuite capté et analysé par un modèle d'intelligence artificielle, qui en affiche immédiatement la signification sous forme de texte écrit.

En plus de cette fonctionnalité de traduction instantanée, l'application intègre un module d'apprentissage structuré par niveaux. Celui-ci permet aux utilisateurs (qu'ils soient sourds, entendants ou professionnels de l'éducation) d'apprendre la LSA de manière progressive. Chaque niveau propose une série de mots ou d'expressions illustrés par des vidéos ou animations, facilitant ainsi la mémorisation visuelle et gestuelle.

Une fonction de recherche est également disponible : l'utilisateur peut saisir un mot pour consulter directement sa version signée (sous forme de vidéo).

Ce projet ne s'adresse pas uniquement aux personnes sourdes. Il va bien au-delà. Apprendre et comprendre la Langue des Signes Algérienne permet de réduire l'écart entre les communautés, de renforcer l'empathie, et de favoriser une société plus inclusive.

Cette solution peut être utilisée par les familles, les enseignants, les professionnels de la santé, ou toute personne souhaitant apprendre à communiquer autrement .

En combinant reconnaissance gestuelle, apprentissage progressif et accessibilité, cette application n'est pas seulement un outil technologique, mais également un pont entre deux mondes : celui des entendants et celui des personnes sourdes.

### **3.3. Présentation des diagrammes utilisés :**

Pour modéliser notre application de traduction de la langue des signes algérienne, nous nous appuyerons sur plusieurs types de diagrammes UML, choisis pour leur pertinence à représenter les aspects clés du système :

#### **3.3.1. Le Diagramme de Cas d'utilisation :**

##### **a. Identification des Acteurs :**

**Utilisateur :** l'acteur « **Utilisateur** » représente toute personne accédant à l'application sans être nécessairement connectée ou abonnée. Il peut consulter des informations publiques telles que la page d'accueil, effectuer des recherches de mots en langue des signes, naviguer par catégories, ou visualiser des vidéos de base sans restriction.

**Abonne :** l'acteur « **abonne** » est un utilisateur qui possède un compte et bénéficie des fonctionnalités de l'application. L'abonne hérite des fonctionnalités de l'acteur "Utilisateur", Il peut enregistrer ses vidéos préférées avec la possibilité de les supprimer, passer des tests

pour débloquent des niveaux et suivre ses progrès. Il peut également modifier ses informations personnelles dans l'application.

**Administrateur (Admin) :** l'acteur **administrateur** est responsable de la gestion de l'application. Il permet compris la gestion des utilisateurs, les vidéos, les catégories, et les niveaux d'apprentissage. Il peut aussi consulter les statistiques d'utilisation, et modérer le contenu, ajouter ou supprimer des éléments de la base de données.

- Pour l'utilisateur :

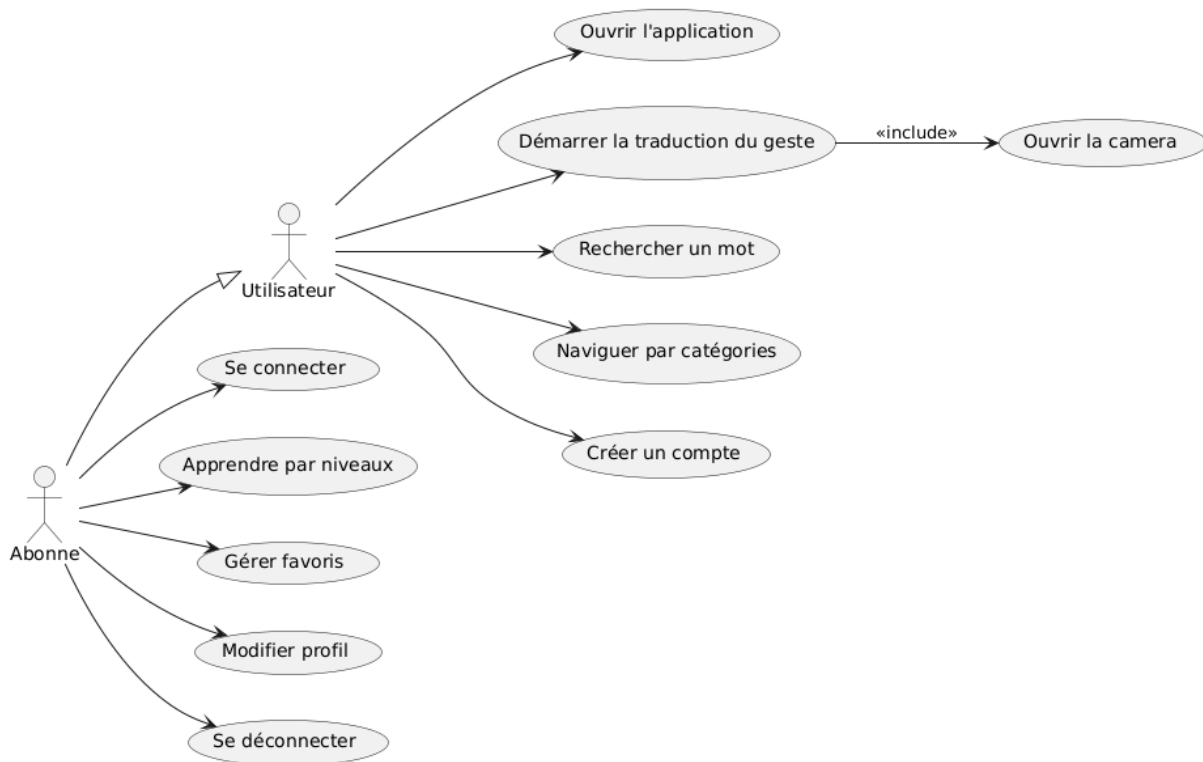


Figure 3.1 – Diagramme cas d'utilisation « Utilisateur » et « Abonné »

**Description textuelle :**

La description textuelle d'un diagramme de cas d'utilisation décrit les différentes fonctionnalités du système du point de vue de l'utilisateur. Elle fournit une explication détaillée des interactions entre les acteurs et le système, ainsi que des actions spécifiques réalisées pour atteindre un objectif

a) Description textuelle du cas d'utilisation « Ouvrir l'application »

<b>Titre</b>	Ouvrir l'application
<b>Acteur</b>	Utilisateur, Abonné
<b>Description</b>	Ce cas décrit l'action initiale effectuée par un utilisateur pour lancer l'application de la traduction de la langue des signes depuis son appareil.
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'utilisateur ouvre le lien web de l'application.</li> <li>2. Le système affiche l'interface principale (page accueil)</li> </ol>

Tableau 1 - Description textuelle du cas d'utilisation « Ouvrir l'application »

b) Description textuelle du cas d'utilisation « Démarrer la traduction du geste »

<b>Titre</b>	Démarrer la traduction du geste
<b>Acteur</b>	Utilisateur, Abonné
<b>Description</b>	Dans ce cas, l'utilisateur active la fonction de traduction en temps réel afin de traduire les gestes en mots.
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'utilisateur ouvre l'application.</li> <li>2. il accède à la page traduction</li> <li>3. cliqué sur le bouton démarrer la caméra.</li> <li>4. La caméra de l'appareil s'active pour capturer les mouvements.</li> <li>5. l'utilisateur effectue un geste avec la main en langue des signes algérienne devant la caméra.</li> <li>6. le système reconnaît le geste et affiche la traduction en texte ou vocale.</li> <li>7. l'utilisateur clique sur le bouton arrêté la caméra pour fermer la caméra.</li> </ol>

Tableau 2 - Description textuelle du cas d'utilisation « Démarrer la traduction du geste »

c) Description textuelle du cas d'utilisation « Ouvrir la caméra »

<b>Titre</b>	Ouvrir la caméra
<b>Acteur</b>	Utilisateur, Abonne
<b>Description</b>	Ce cas décrit le processus par lequel l'utilisateur active la caméra de son appareil pour permettre la détection des gestes ou la capture vidéo.
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'utilisateur clique sur le bouton « Ouvrir la caméra » dans l'application.</li> <li>2. Le système demande les permissions nécessaires si elles n'ont pas encore été accordées.</li> <li>3. Une fois les permissions validées, la caméra de l'appareil s'ouvre.</li> <li>4. L'image en direct s'affiche sur l'écran pour permettre l'interaction en temps réel.</li> </ol>

*Tableau 3 - Description textuelle du cas d'utilisation « Ouvrir la caméra »*

**d) Description textuelle du cas d'utilisation « Rechercher un mot »**

<b>Titre</b>	Rechercher un mot
<b>Acteur</b>	Utilisateur, Abonne
<b>Description</b>	L'utilisateur/abonne recherche dans la base de données à un mot spécifique pour obtenir sa traduction en langue des signes sur des vidéos.
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'utilisateur/abonne accéder à l'application.</li> <li>2. il accéder à la page de recherche.</li> <li>3. dans la barre de la recherche, l'utilisateur entré n'importe quel mot en arabe et en français.</li> <li>4. le système affiché à l'utilisateur/abonne la traduction du mot entrée en langue des</li> </ol>

	signes sur une vidéo.
--	-----------------------

**Tableau 4 - Description textuelle du cas d'utilisation « Rechercher un mot »**

**e) Description textuelle du cas d'utilisation « Naviguer par catégories »**

<b>Titre</b>	Naviguer par catégories
<b>Acteur</b>	Utilisateur, Abonne
<b>Description</b>	Sur la page de recherche, l'utilisateur/abonne peut explorer certaines catégories de la langue des signes dans l'application à travers différentes vidéos pour différents mots en arabe et en français de chaque catégorie.
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'utilisateur /abonne accéder à la page du Recherche.</li> <li>2. Il cliqué sur le bouton Explore du n'importe quelles catégories dans la page.</li> <li>3. le système affiché des mots qui est dans la catégorie choisie.</li> <li>4. L'utilisateur/abonne cliqué sur bouton voir vidéo du n'importe quel mot à son choix</li> <li>5. le système affichée la vidéo du mot choisie.</li> </ol>

**Tableau 5 - Description textuelle du cas d'utilisation « Naviguer par catégories »**

**f) Description textuelle du cas d'utilisation « créer un compte »**

<b>Titre</b>	créer un compte
<b>Acteur</b>	Utilisateur
<b>Description</b>	Ce cas décrit le processus par lequel un nouvel utilisateur s'enregistre dans le système pour pouvoir accéder aux fonctionnalités réservées aux abonnés.

<p><b>Scénario nominal</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'utilisateur accède à la page de création de compte.</li> <li>2. Il remplit les champs requis : nom, prénom, email, mot de passe, etc.</li> <li>3. Il valide le formulaire.</li> <li>4. Le système vérifie les informations, crée le compte et envoie une confirmation à l'utilisateur.</li> </ol>
<p><b>Scénario alternatif</b></p>	<p>4a. Le système détecte une erreur dans le formulaire (email déjà utilisé, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le système affiche un message d'erreur (« Email déjà enregistré », « Veuillez remplir tous les champs », etc.)</li> <li>- L'utilisateur doit corriger toutes les erreurs avant de pouvoir créer son compte.</li> </ul>

*Tableau 6 - Description textuelle du cas d'utilisation « créer un compte »*

- Pour l'abonne :

Description textuelle :

g) Description textuelle du cas d'utilisation « Se connecter »

<p><b>Titre</b></p>	<p>Se connecter</p>
<p><b>Acteur</b></p>	<p>Abonne</p>
<p><b>Description</b></p>	<p>Ce cas décrit l'action d'un abonné qui accède à son compte pour accéder à des fonctionnalités premium ou sauvegarder ses préférences.</p>
<p><b>Scénario nominal</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'abonne ouvre l'application.</li> <li>2. l'abonne accéder à la page Se connecter</li> <li>3. cliqué sur le bouton connexion.</li> <li>4. Il saisit sont identifiant (Nom d'utilisateur, mot de passe).</li> <li>5. le système vérifier les informations</li> </ol>

	<p>d'authentification.</p> <p>6. Si les informations sont correctes, le système ouvre la session et affiche à l'utilisateur la page accueil avec ses paramètres personnels et les pages ajoutées chargées s'il est connecté.</p>
<b>Scénario alternatif</b>	<p>5a. Si les informations sont incorrectes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le système affiche un message d'erreur (identifiant ou mot de passe incorrecte).</li> <li>- L'abonné peut réessayer de se connecter</li> </ul>

*Tableau 7 - Description textuelle du cas d'utilisation « Se connecter »*

**h) Description textuelle du cas d'utilisation « Apprendre par niveaux »**

<b>Titre</b>	Apprendre par niveaux
<b>Acteur</b>	Abonné
<b>Description</b>	<p>Ce cas décrit comment un utilisateur abonné accède aux contenus pédagogiques organisés par niveaux de difficulté (débutant, élémentaire, intermédiaire, avancé).</p> <p>L'apprentissage est progressif : pour accéder à certaines leçons (ex. : les animaux), l'utilisateur doit d'abord terminer d'autres leçons pré requises (ex. : les lettres). En outre, un quiz de validation est requis pour passer au niveau supérieur.</p>
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'abonné s'identifie sur la plateforme avec ses identifiants.</li> <li>2. Il sélectionne l'option « Apprendre par niveau » dans le menu principal.</li> <li>3. Le système affiche les niveaux disponibles (débutant, élémentaire,</li> </ol>

	<p>intermédiaire, avancé), ainsi que la progression de l'utilisateur.</p> <p>4. L'abonné choisit un niveau (ex. : débutant).</p> <p>5. Le système affiche la liste des leçons associées à ce niveau.</p> <p>6. L'abonné sélectionne une leçon disponible (ex. : « les lettres »).</p> <p>7. Une fois la leçon terminée, d'autres leçons (ex. : « les animaux ») deviennent déverrouillées si les prérequis sont remplis.</p> <p>8. Lorsque toutes les leçons d'un niveau sont complétées, l'abonné doit réussir un quiz final pour débloquent le niveau suivant.</p> <p>9. Le système valide le quiz et débloquent le niveau suivant si le score atteint le seuil requis.</p>
--	---

*Tableau 8 - Description textuelle du cas d'utilisation « Apprendre par niveaux »*

**i) Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer favoris »**

<b>Titre</b>	Gérer favoris
<b>Acteur</b>	Abonne
<b>Description</b>	Ce cas décrit comment un abonné peut ajouter ou supprimer des vidéos dans sa liste de favoris, pour un accès rapide ultérieur.
<b>Scénario nominal</b>	<p>1. L'abonné navigue dans la plateforme et accède à une vidéo, soit via les catégories, soit via les niveaux d'apprentissage.</p> <p>2. Il clique sur l'icône de favori (ex. : une étoile ou un cœur) associée à la vidéo pour l'ajouter à sa liste personnelle.</p> <p>3. Le système enregistre cette vidéo dans la liste de favoris de l'abonné.</p>

	<p>4. L'abonné peut accéder à une section « Mes favoris » où toutes les vidéos enregistrées sont listées, triées selon leur catégorie ou niveau.</p> <p>5. Dans cette liste, l'abonné peut choisir de retirer une vidéo de ses favoris.</p> <p>6. Le système met à jour dynamiquement la liste des favoris en conséquence.</p>
--	--

*Tableau 9 - Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer favoris »*

**j) Description textuelle du cas d'utilisation «Modifier profil»**

<b>Titre</b>	Modifier profil
<b>Acteur</b>	Admin
<b>Description</b>	Ce cas décrit le processus par lequel un utilisateur modifie ses informations personnelles dans le système, telles que le nom, le mot de passe, ou l'adresse e-mail.
<b>Scénario nominal</b>	<p>1. L'utilisateur accède à la page de modification de profil depuis son espace personnel.</p> <p>2. Il modifie les champs souhaités (ex. : nom, prénom, mot de passe, etc.).</p> <p>3. Il valide les modifications.</p> <p>4. Le système vérifie les nouvelles informations et met à jour le profil de l'utilisateur.</p> <p>5. Un message de confirmation est affiché.</p>

*Table 10 - Description textuelle du cas d'utilisation « Modifier Profil »*

**k) Description textuelle du cas d'utilisation « Se déconnecter »**

<b>Titre</b>	Se déconnecter
<b>Acteur</b>	Abonne
<b>Description</b>	Ce cas décrit l'action d'un abonné qui souhaite quitter son compte pour des raisons de sécurité ou de confidentialité.
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. L'abonné clique sur le bouton « Déconnecter ».</li><li>2. Le système termine la session en cours.</li><li>3. L'abonné est redirigé vers la page de connexion ou d'accueil.</li><li>4. Toutes les informations de session sont supprimées localement.</li></ol>

*Tableau 11 - Description textuelle du cas d'utilisation « Se déconnecter »*

- Pour l'admin :

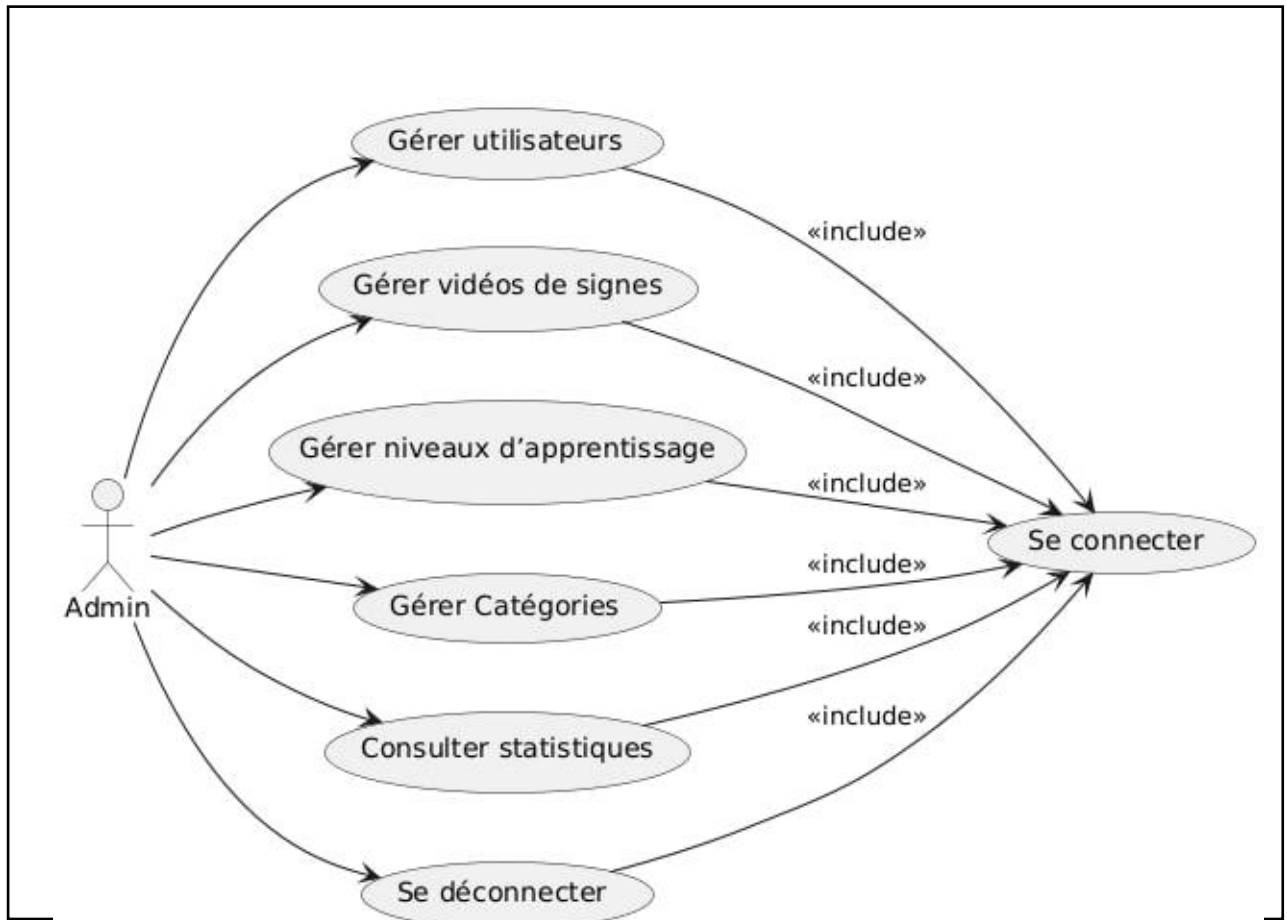


Figure 3.2 – Diagramme cas d'utilisation « Admin »

**Description textuelle :**

**1) Description textuelle du cas d'utilisation « Se Connecter »**

<b>Titre</b>	Se Connecter
<b>Acteur</b>	Admin
<b>Description</b>	Ce cas décrit l'action d'admin qui accède à son compte pour accéder à la page admin pour gérer des fonctions dans l'application
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'admin ouvre l'application.</li> <li>2. l'admin accéder à la page Se connecter.</li> <li>3. cliqué sur le bouton connexion.</li> <li>4. Il saisit sont identifiant (Nom d'utilisateur, mot de passe).</li> <li>5. le système vérifier les informations</li> </ol>

	<p>d'authentification.</p> <p>6. Si les informations sont correctes, le système ouvre la session et affiche à l'admin le tableau de bord avec ses paramètres personnels et les autres pages pour gérer les utilisateurs, vidéos des signes ...etc.</p>
<b>Scénario alternatif</b>	<p>5a. Si les informations sont incorrectes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le système affiche un message d'erreur (identifiant ou mot de passe incorrecte).</li> <li>- L'admin peut réessayer de se connecter</li> </ul>

*Tableau 12 - Description textuelle du cas d'utilisation «Se Connecter»*

**m) Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer utilisateurs »**

<b>Titre</b>	Gérer utilisateurs
<b>Acteur</b>	Admin
<b>Description</b>	Ce cas décrit l'action d'admin lorsque supprimer ou consulter les informations des utilisateurs inscrits à l'application.
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'admin accéder à la page « Gestion des utilisateurs ».</li> <li>2. Il consulte la liste des utilisateurs.</li> <li>3. Il choisit de supprimer un utilisateur.</li> <li>4. Le système enregistre les changements.</li> </ol>

*Tableau 13 - Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer utilisateurs »*

**n) Description textuelle du cas d'utilisation «Gérer vidéos des signes»**

<b>Titre</b>	Gérer vidéos des signes
<b>Acteur</b>	Admin
<b>Description</b>	Ce cas permet de gérer la base des vidéos signes (ajouter, consulter, supprimer) des vidéos liées à des mots ou à des catégories
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'admin accède à la page gérer vidéos signes</li> <li>2. Il choisit une catégorie ou un mot-clé.</li> <li>3. Il consulte les informations de vidéo ou ajoute une nouvelle vidéo et supprime une vidéo existante.</li> <li>4. Le système met à jour la base de données.</li> </ol>

*Tableau 14 - Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer vidéos des signes »*

**o) Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer niveaux »**

<b>Titre</b>	Gérer niveaux
<b>Acteur</b>	Admin
<b>Description</b>	Ce cas permet de gérer créer et organiser des niveaux d'apprentissage.
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'admin ouvre l'application.</li> <li>2. accéder à la page connexion et entrer son identifiant (Nom d'admin, mot de passe).</li> <li>3. accéder à la page gérer niveaux</li> <li>4. Ajouter / supprimer niveau</li> <li>5. le système met à jour la base de données</li> </ol>

*Tableau 15 - Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer niveaux »*

**p) Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer catégories »**

<b>Titre</b>	Gérer catégories
<b>Acteur</b>	Admin
<b>Description</b>	Ce cas permet de gérer créer et organiser les catégories des vidéos, ajouter ou supprimer des catégories (animaux, couleurs, alphabet, etc.)
<b>Scénario nominal</b>	<p>3. L'admin accède à la page «Gérer catégories».</p> <p>4. Il consulte ou édite la liste des catégories.</p> <p>5. Il ajoute une nouvelle catégorie ou en ajoute/supprime une.</p> <p>6. Le système met à jour la structure de navigation.</p>

*Tableau 16 - Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer catégories »*

**q) Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer statistiques »**

<b>Titre</b>	Gérer statistiques
<b>Acteur</b>	Admin
<b>Description</b>	Ce cas décrit l'action d'admin qui souhaite du Voir les statistiques d'utilisation : nombre d'utilisateurs, progression des apprenants.
<b>Scénario nominal</b>	<p>1. L'admin ouvre la page gérer statistiques.</p> <p>2. Il consulte les statistiques des utilisateurs dans le côté apprentissage.</p> <p>3. Le système affiche les données de manière claire.</p>

*Tableau 17 - Description textuelle du cas d'utilisation « Gérer statistiques »*

**r) Description textuelle du cas d'utilisation « Se déconnecter »**

<b>Titre</b>	Se déconnecter
<b>Acteur</b>	Admin
<b>Description</b>	Ce cas décrit l'action d'admin qui souhaite quitter son compte pour des raisons de sécurité ou de confidentialité.
<b>Scénario nominal</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. L'admin clique sur le bouton « Déconnecter ».</li><li>2. Le système termine la session en cours.</li><li>3. L'admin est redirigé vers la page de connexion ou d'accueil.</li><li>4. Toutes les informations de session sont supprimées localement.</li></ol>

*Tableau 18 - Description textuelle du cas d'utilisation «Se déconnecter»*

### 3.3.2. Le Diagramme de classes :

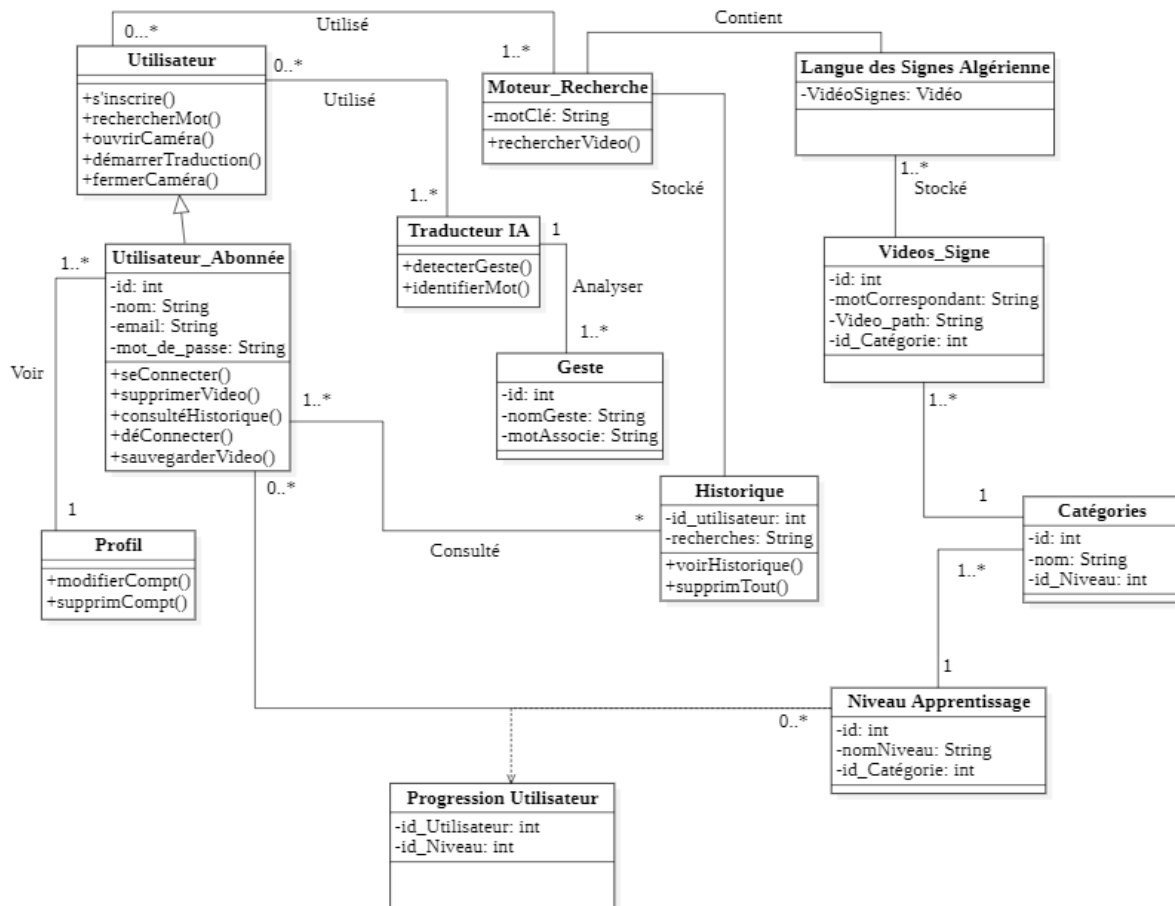


Figure 3.3 – Diagramme de la classe

3.3.3. Le Diagramme de Séquence :

- Pour L'utilisateur :

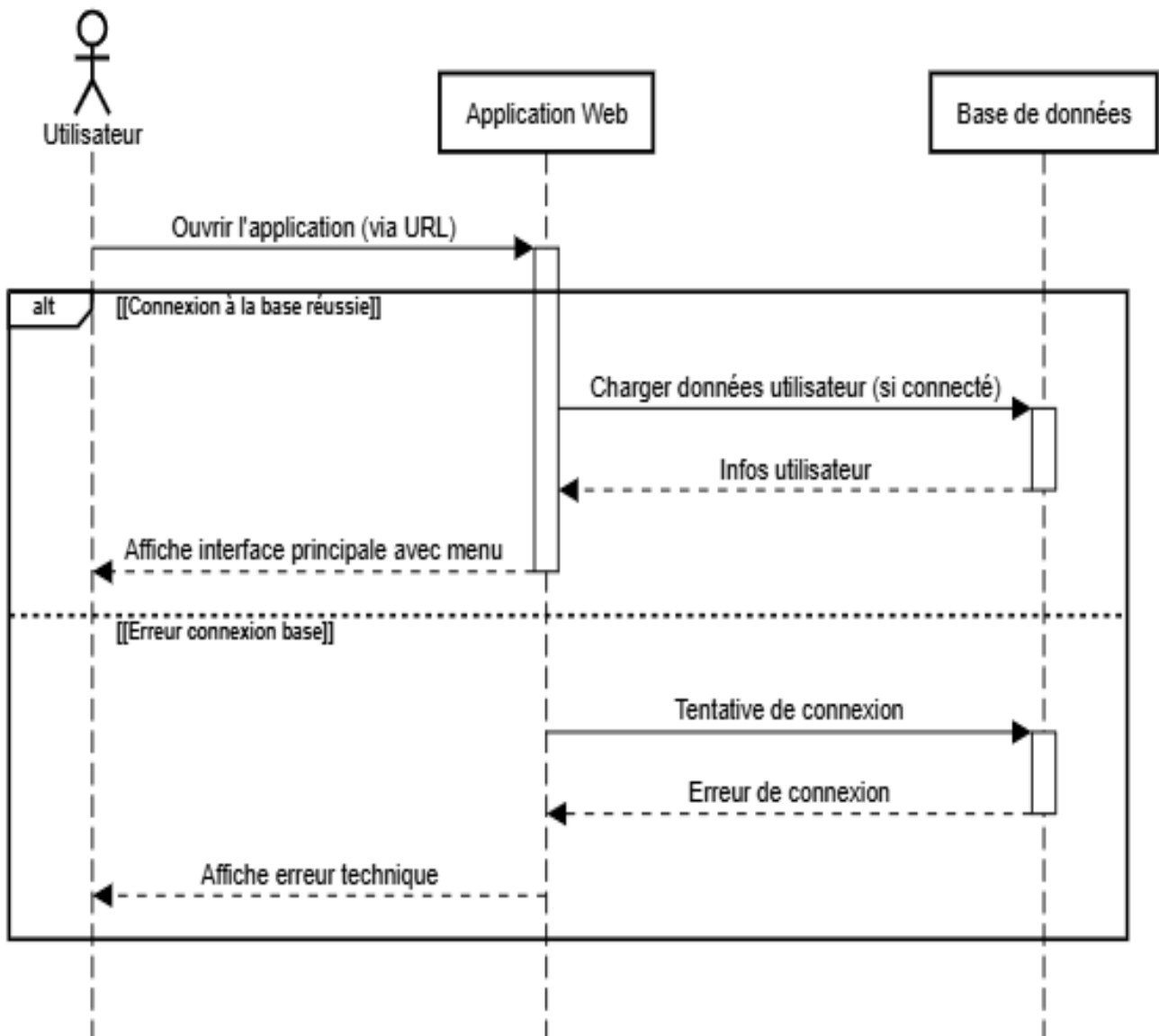


Figure 3.4 – Le digramme de séquence cas «Ouvrir l'application»

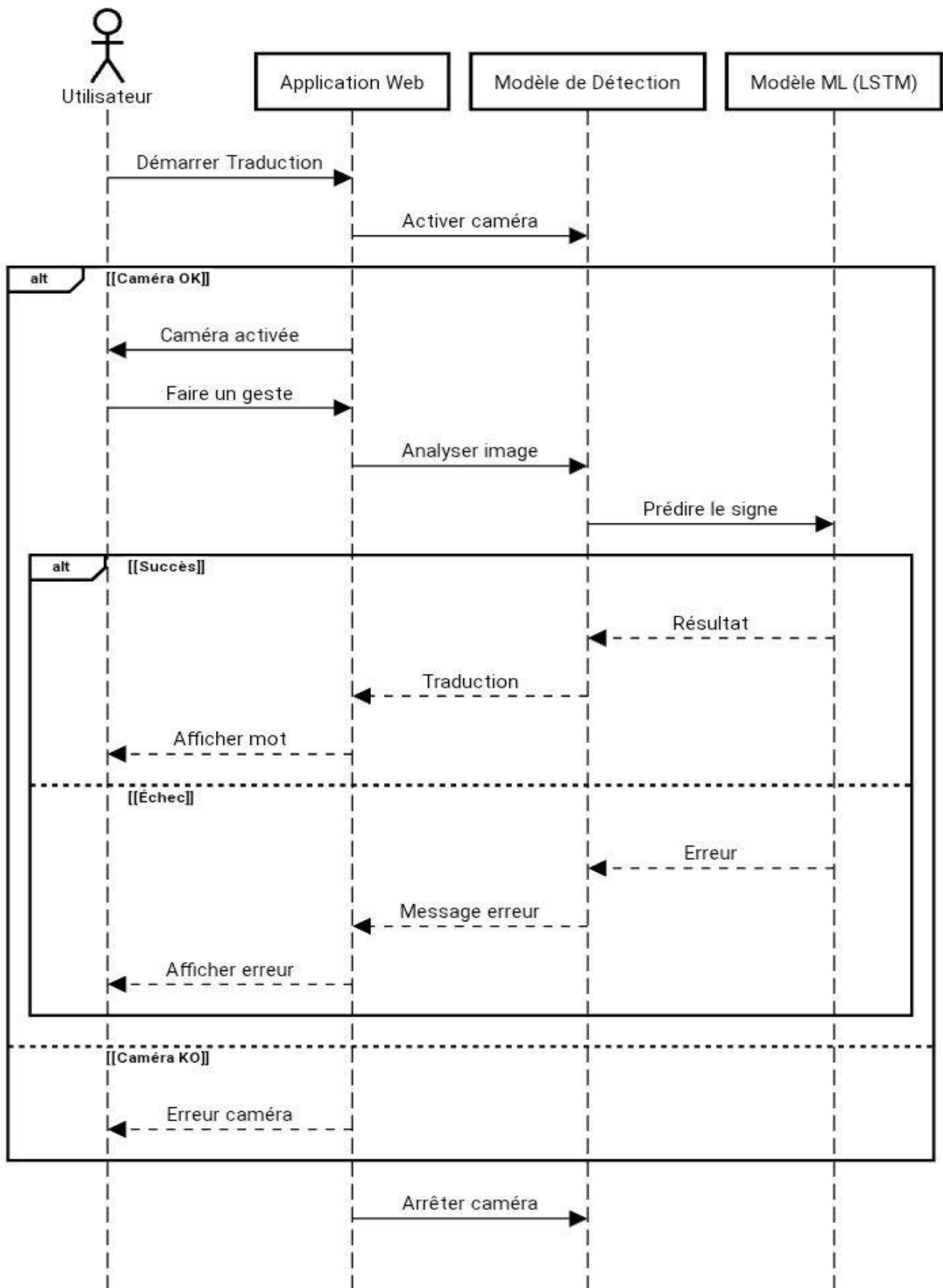


Figure 3.5 – Le digramme de séquence cas « Démarrer la traduction du geste »

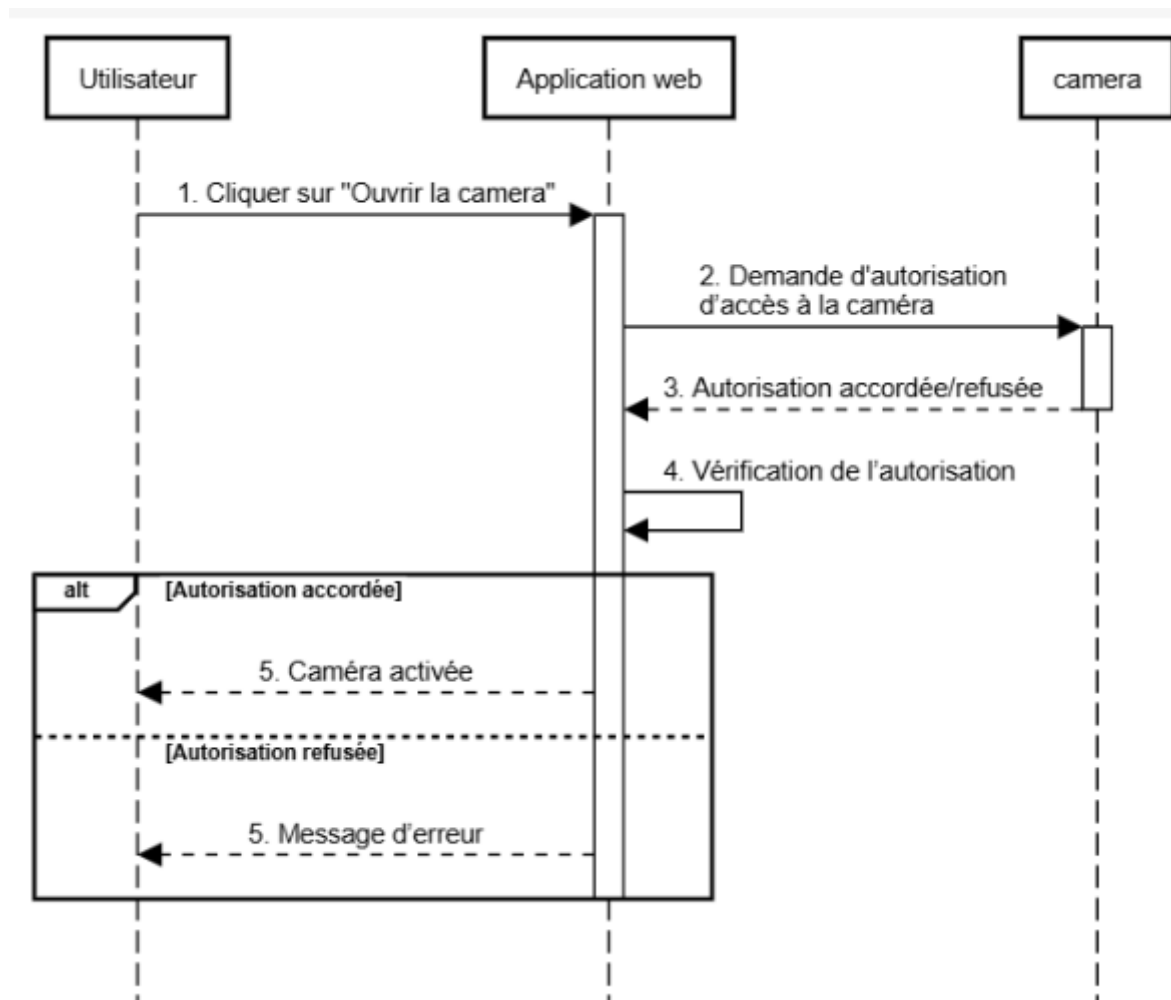


Figure 3.6 – Le digramme de séquence cas « Ouvrir la camera »

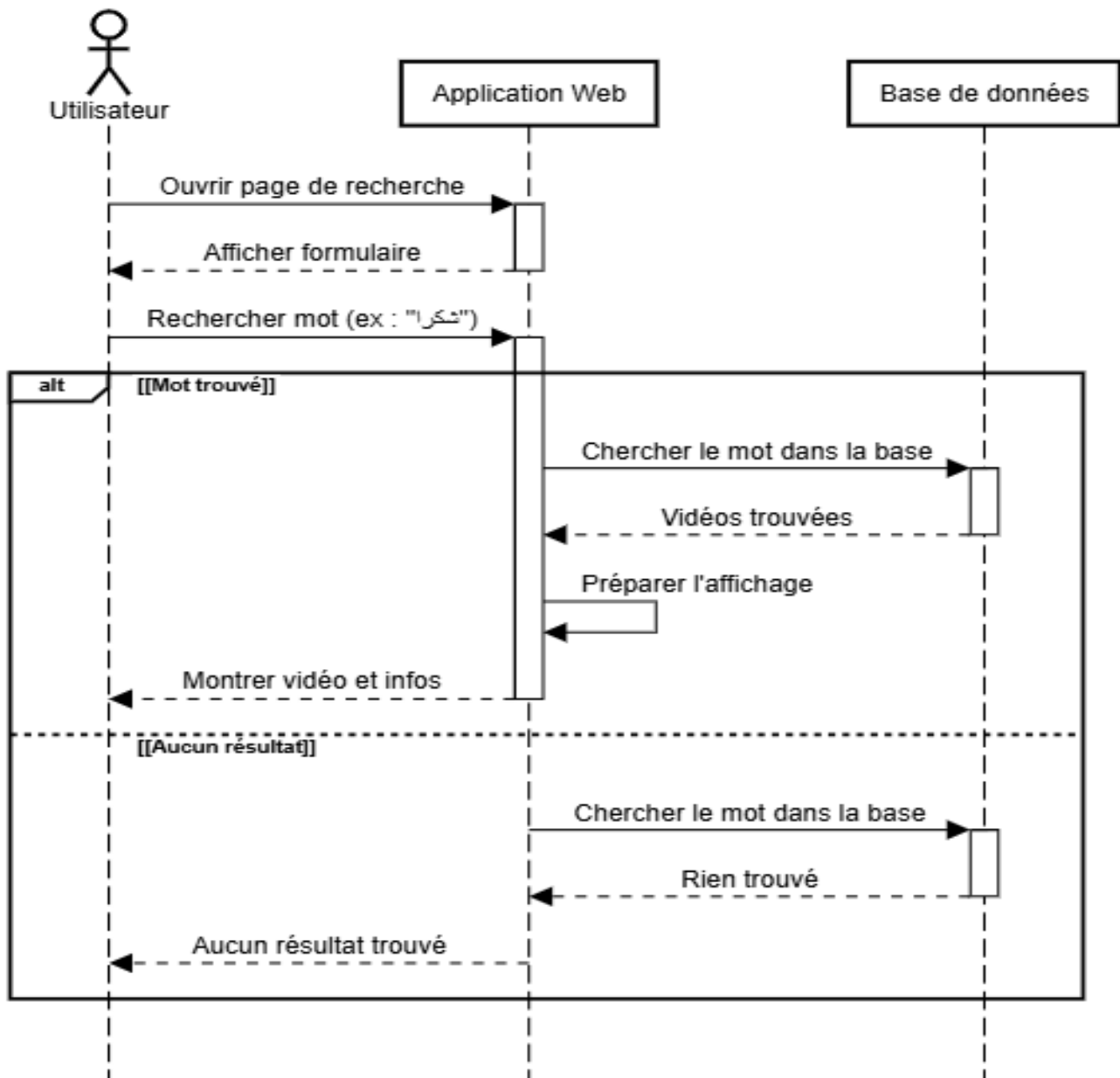


Figure 3.7 – Le digramme de séquence cas « Rechercher un mot »

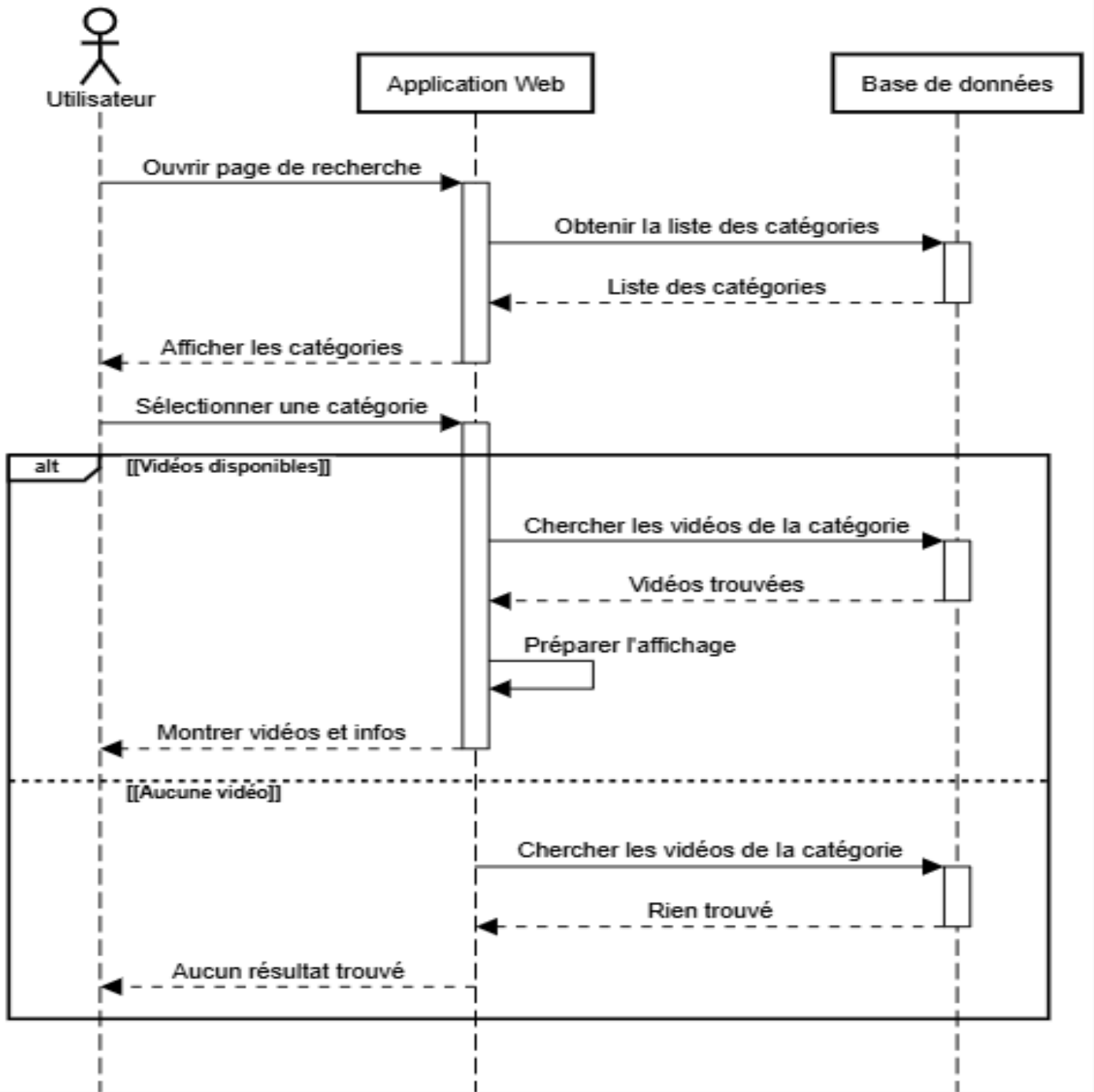


Figure 3.8 – Le digramme de séquence cas « Naviguer par catégories »

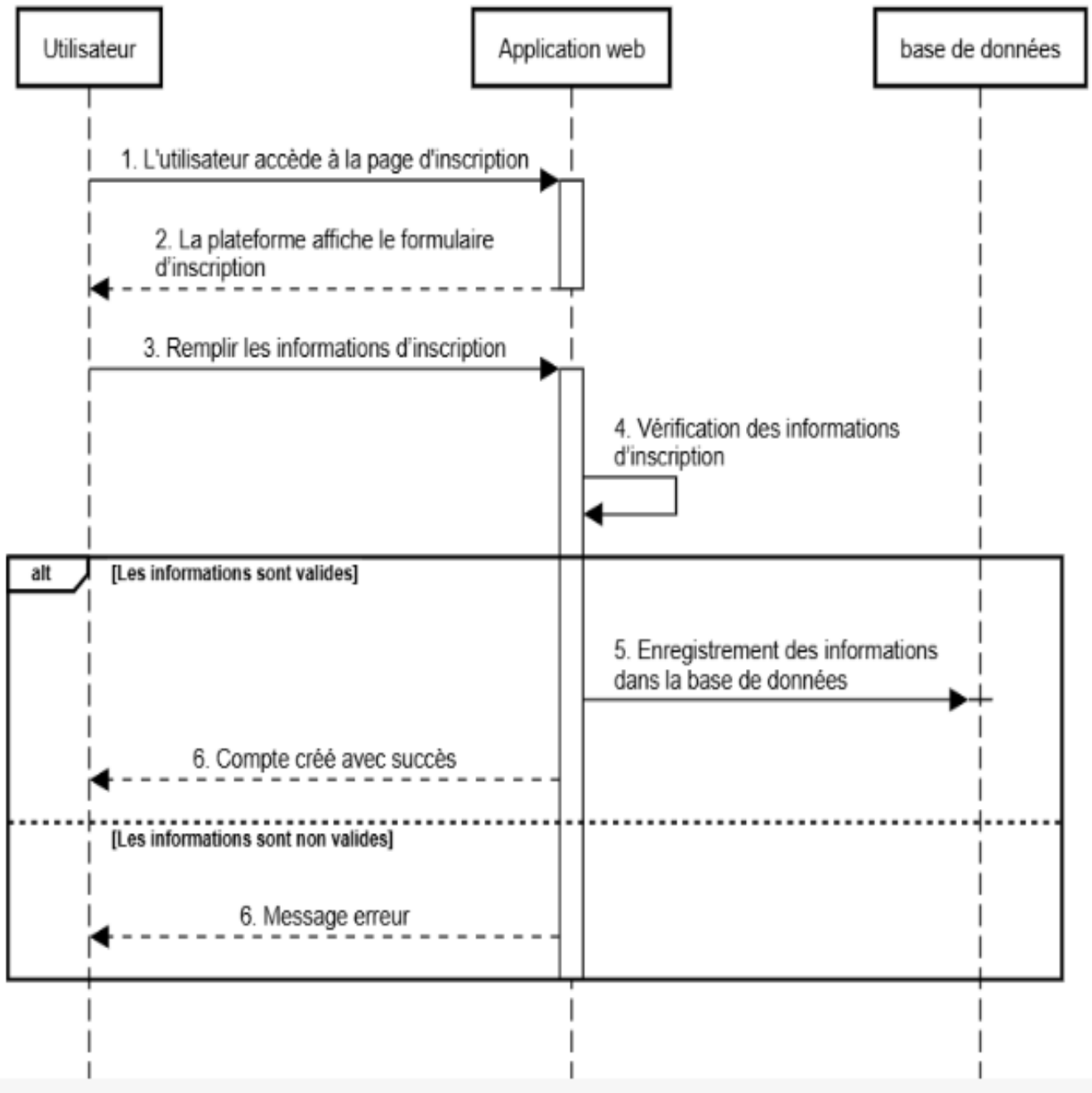


Figure 3.9 – Le digramme de séquence cas « Créer un compte »

Pour L'abonne

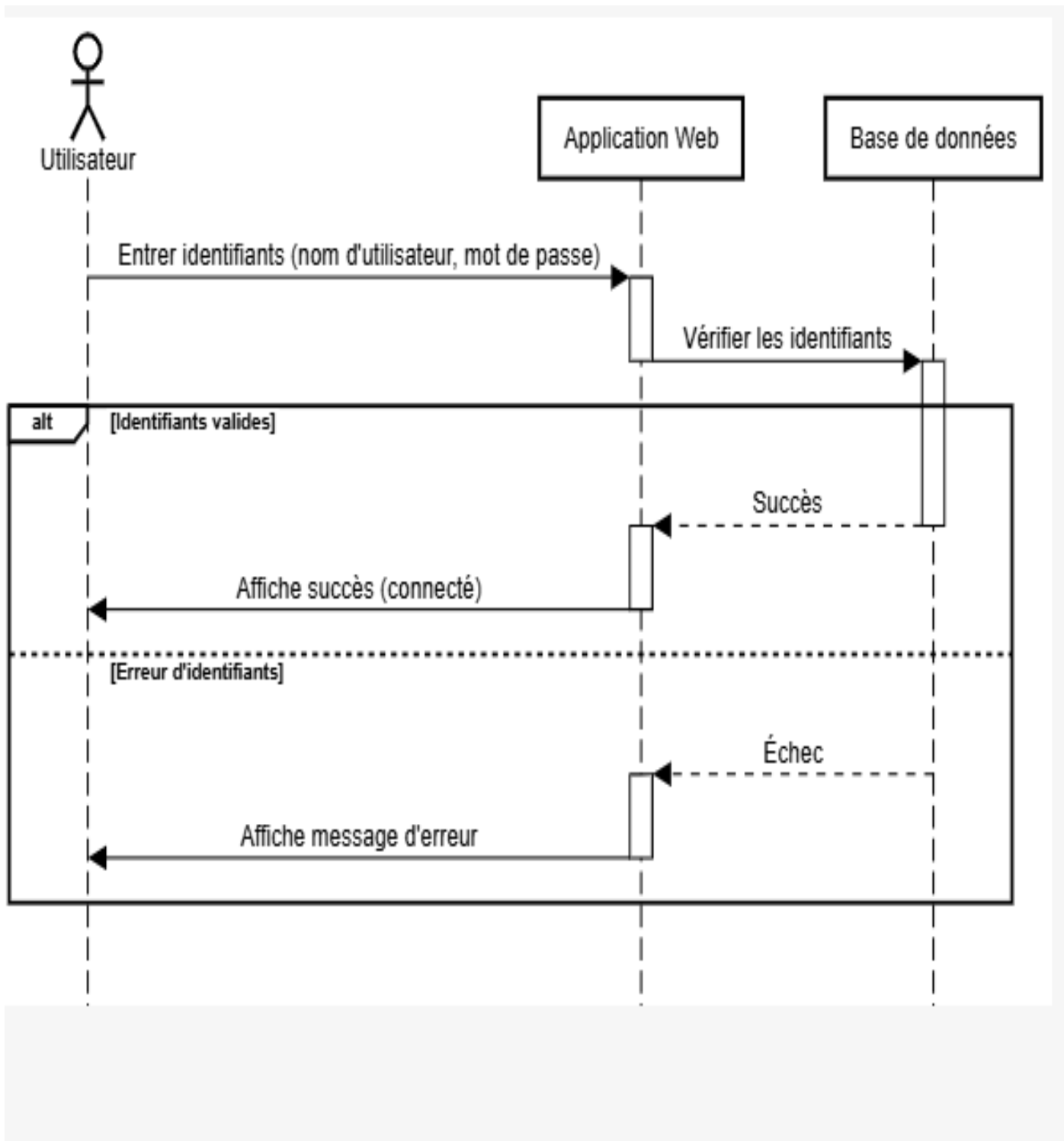


Figure 3.10 – Le digramme de séquence cas « Se Connecter »

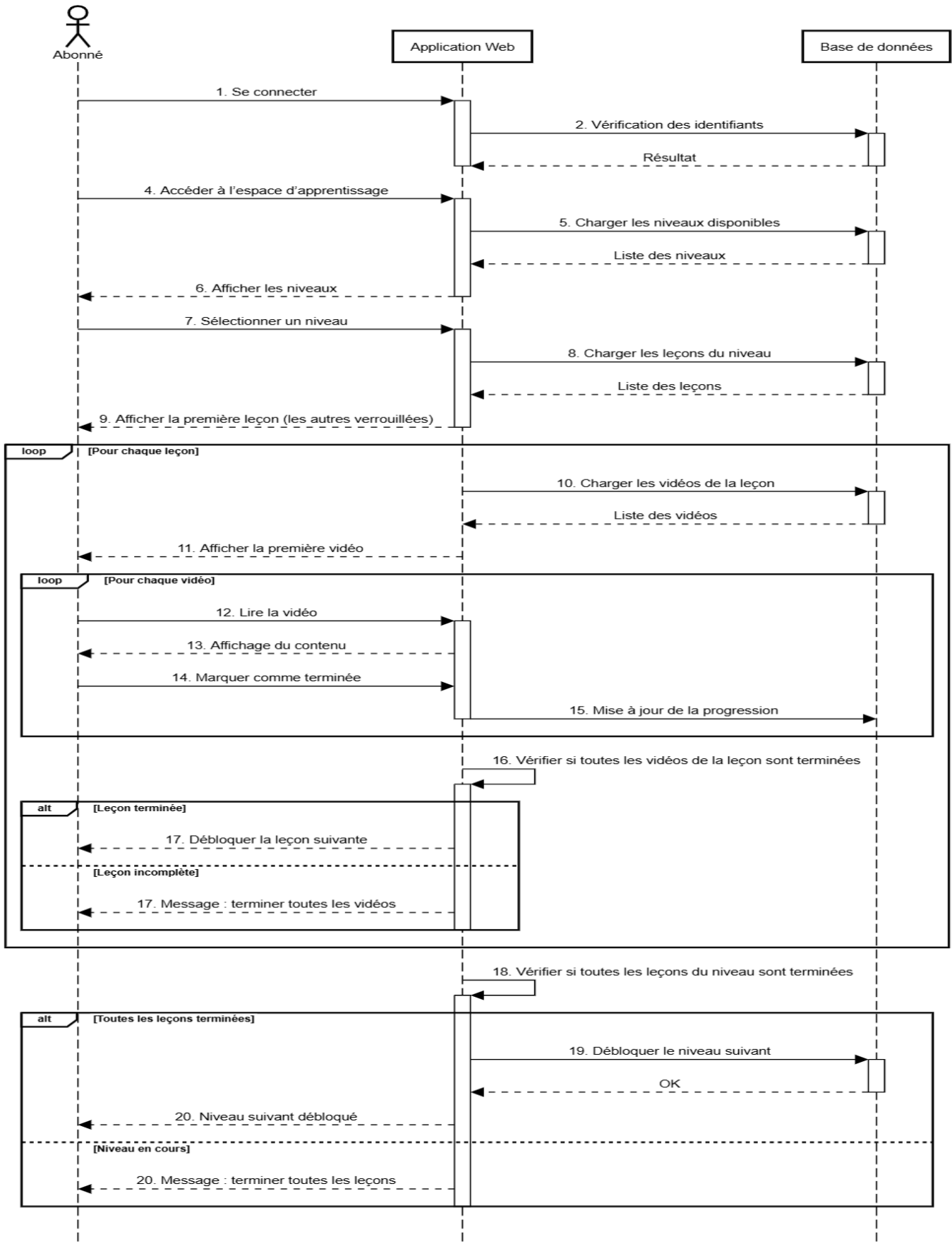


Figure 3.11 – Le digramme de séquence cas « Apprendre par niveaux »

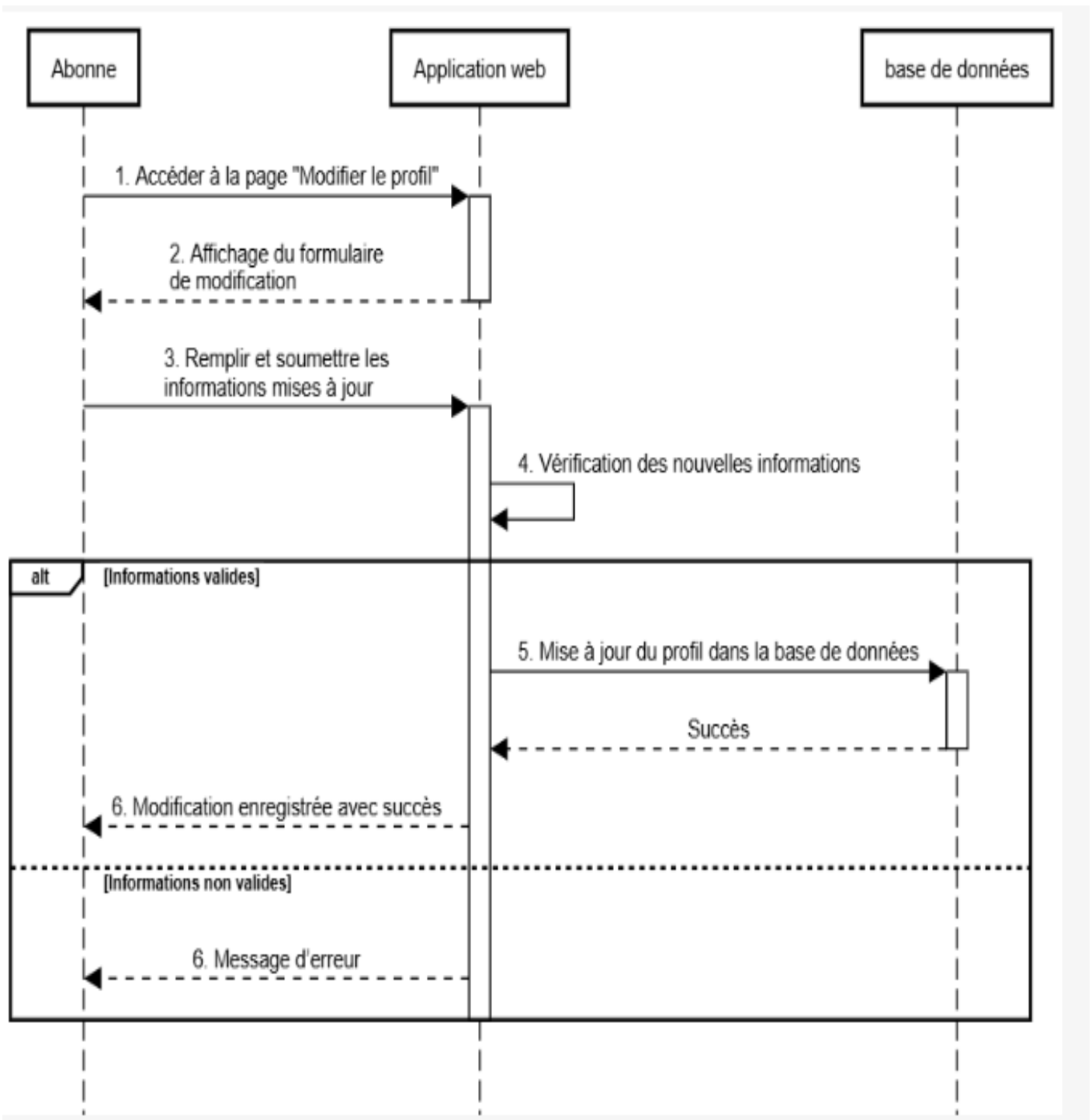


Figure 3.12 – Le digramme de séquence cas « Modifier profil »

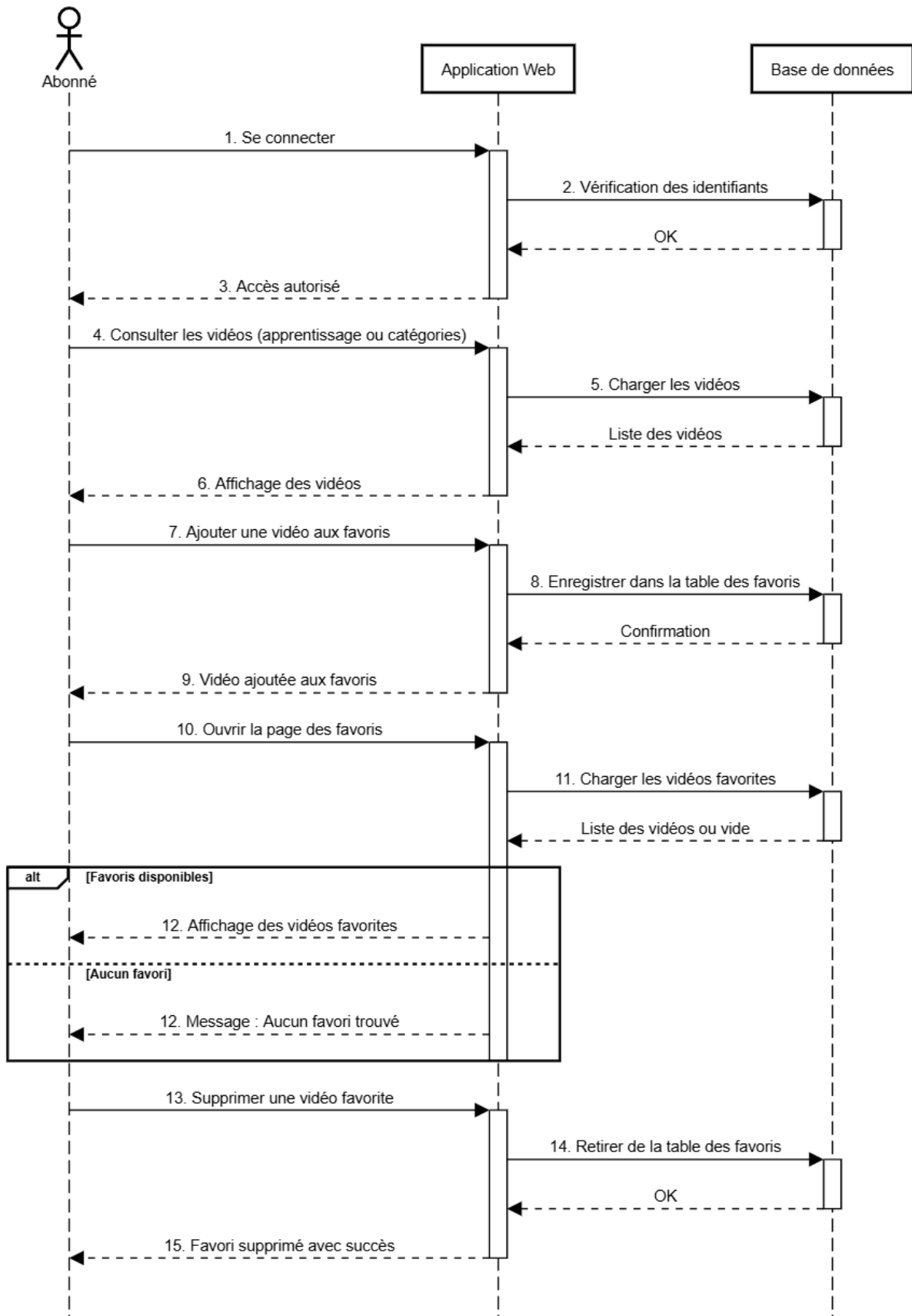


Figure 3.13 – Le digramme de séquence cas « Gérer Favoris »

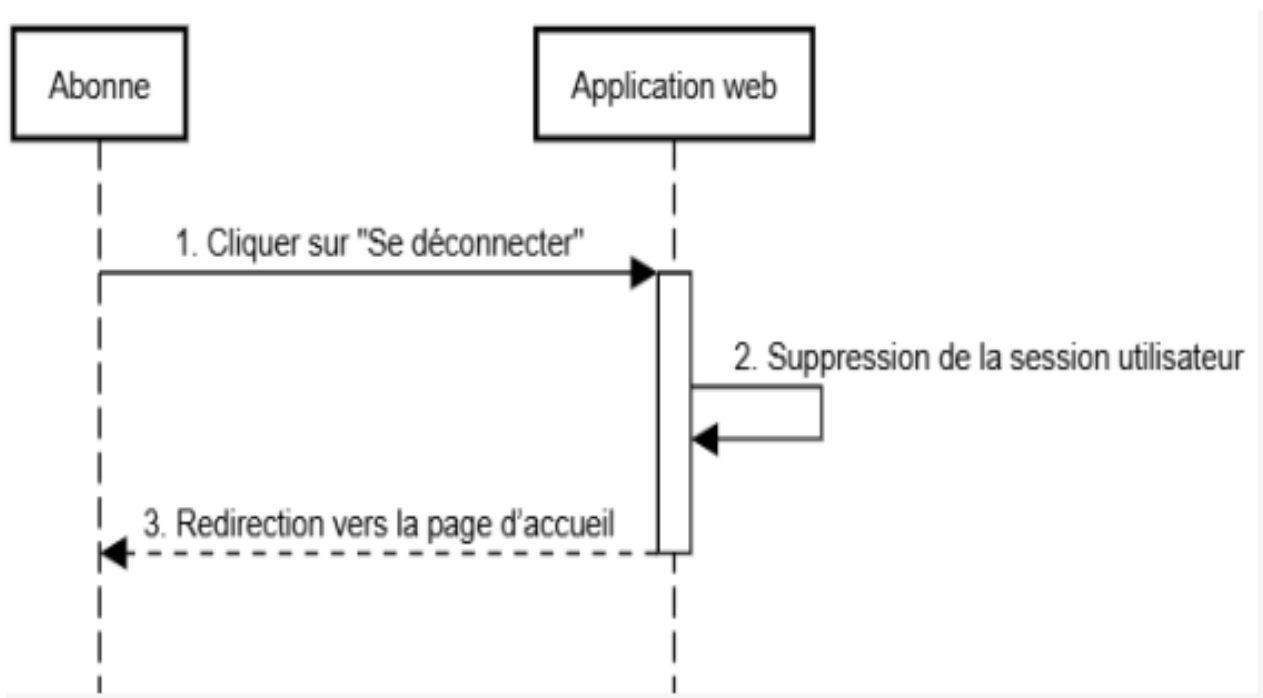


Figure 3.14 – Le diagramme de séquence cas « Se Déconnecter »

Pour L'admin

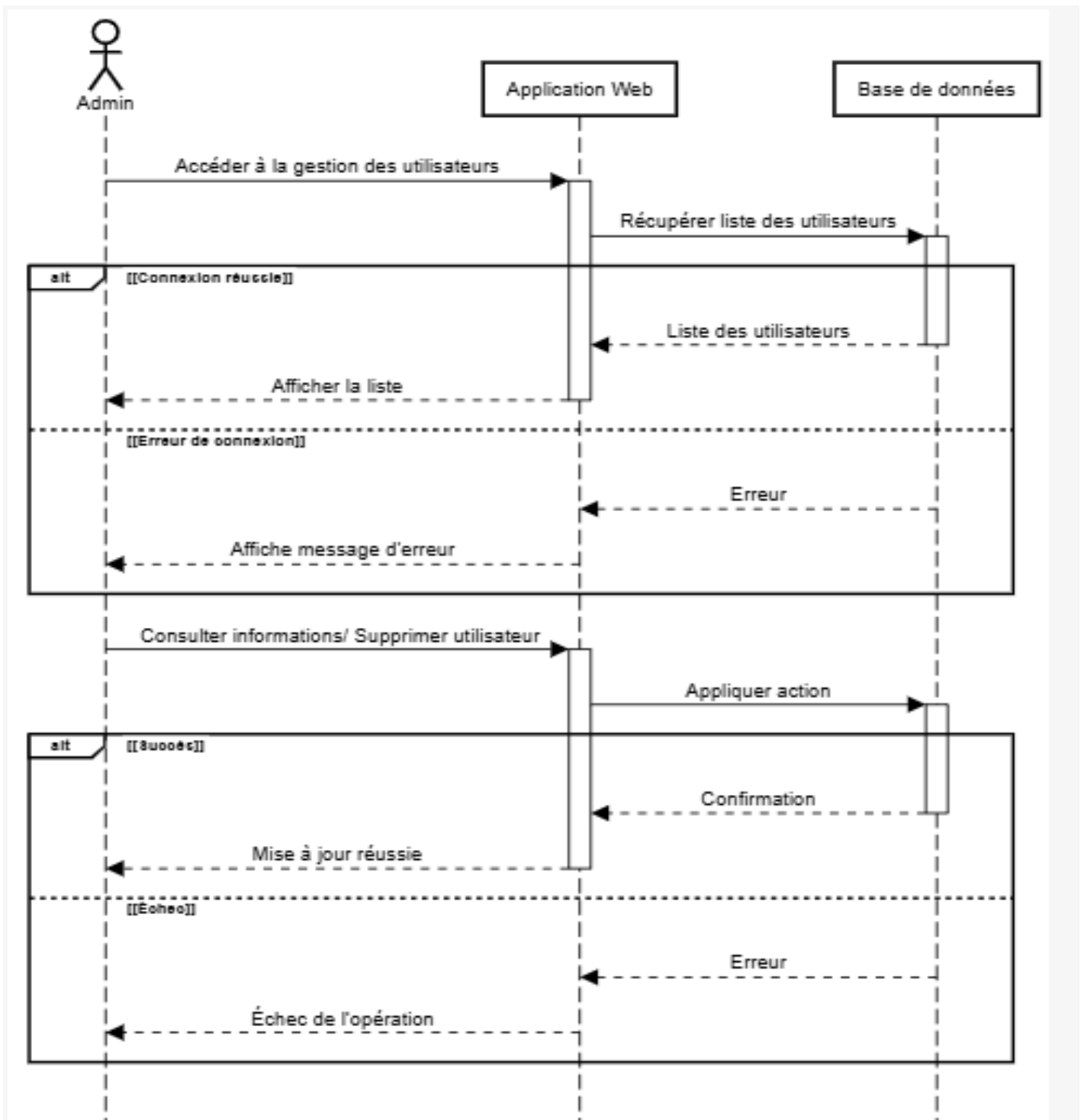


Figure 3.15 – Le digramme de séquence cas « Gérer utilisateurs »

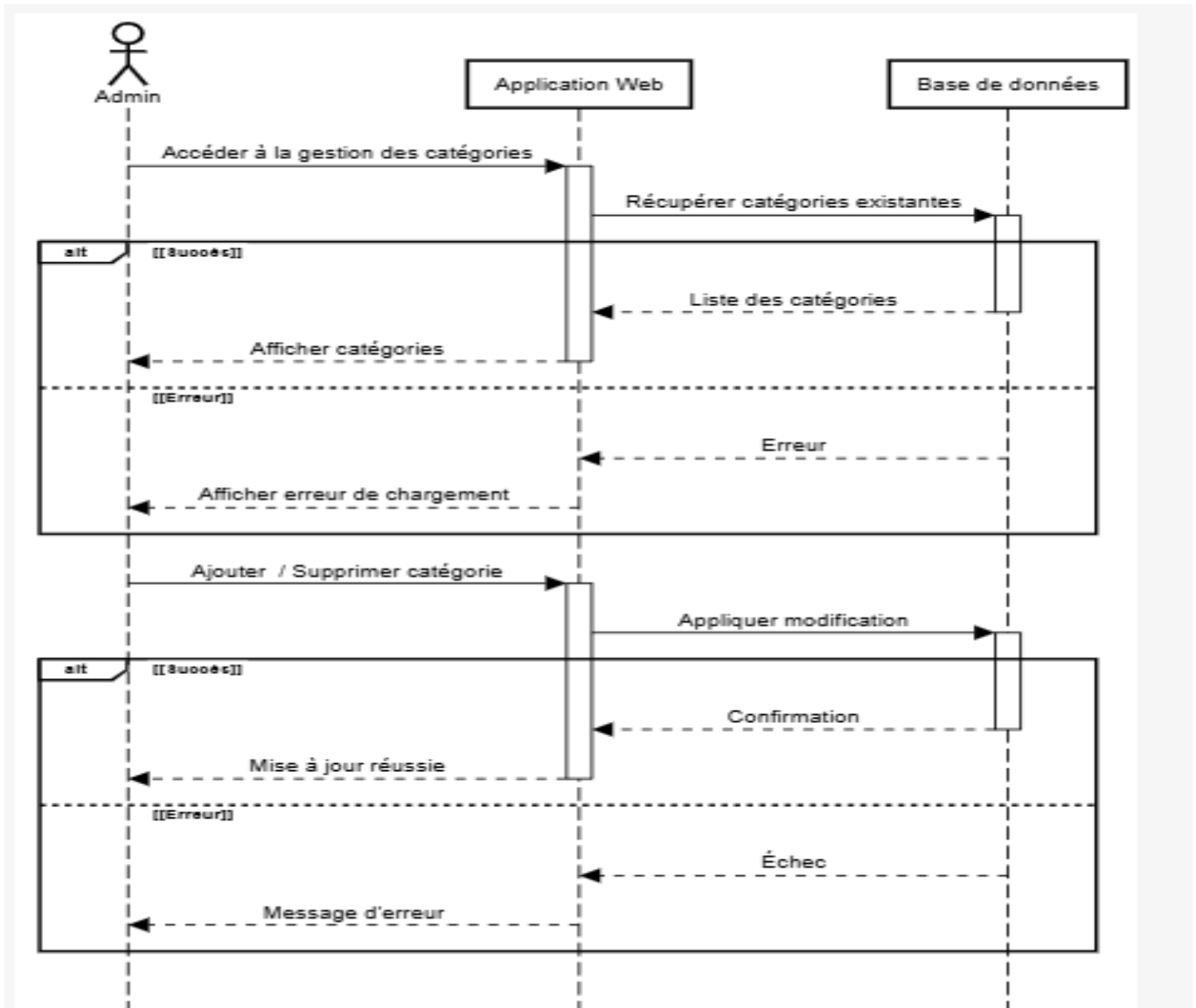
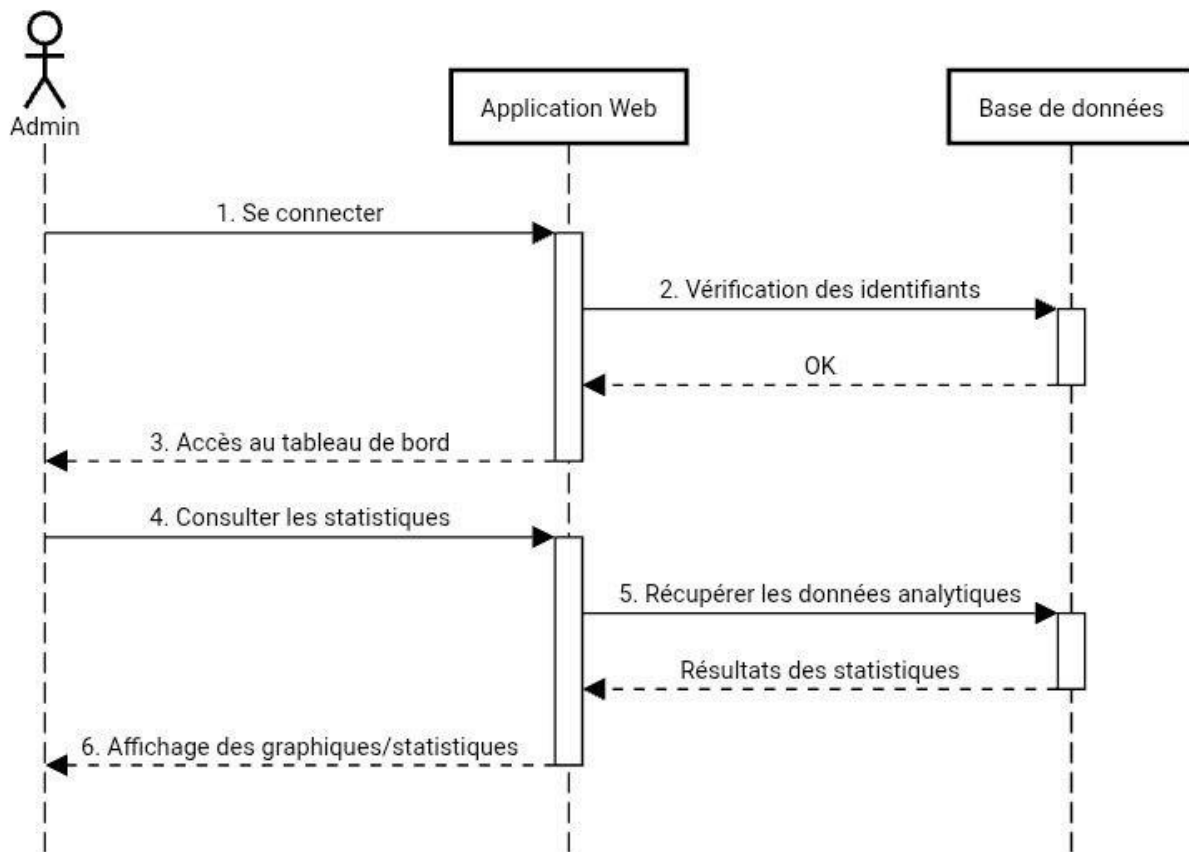
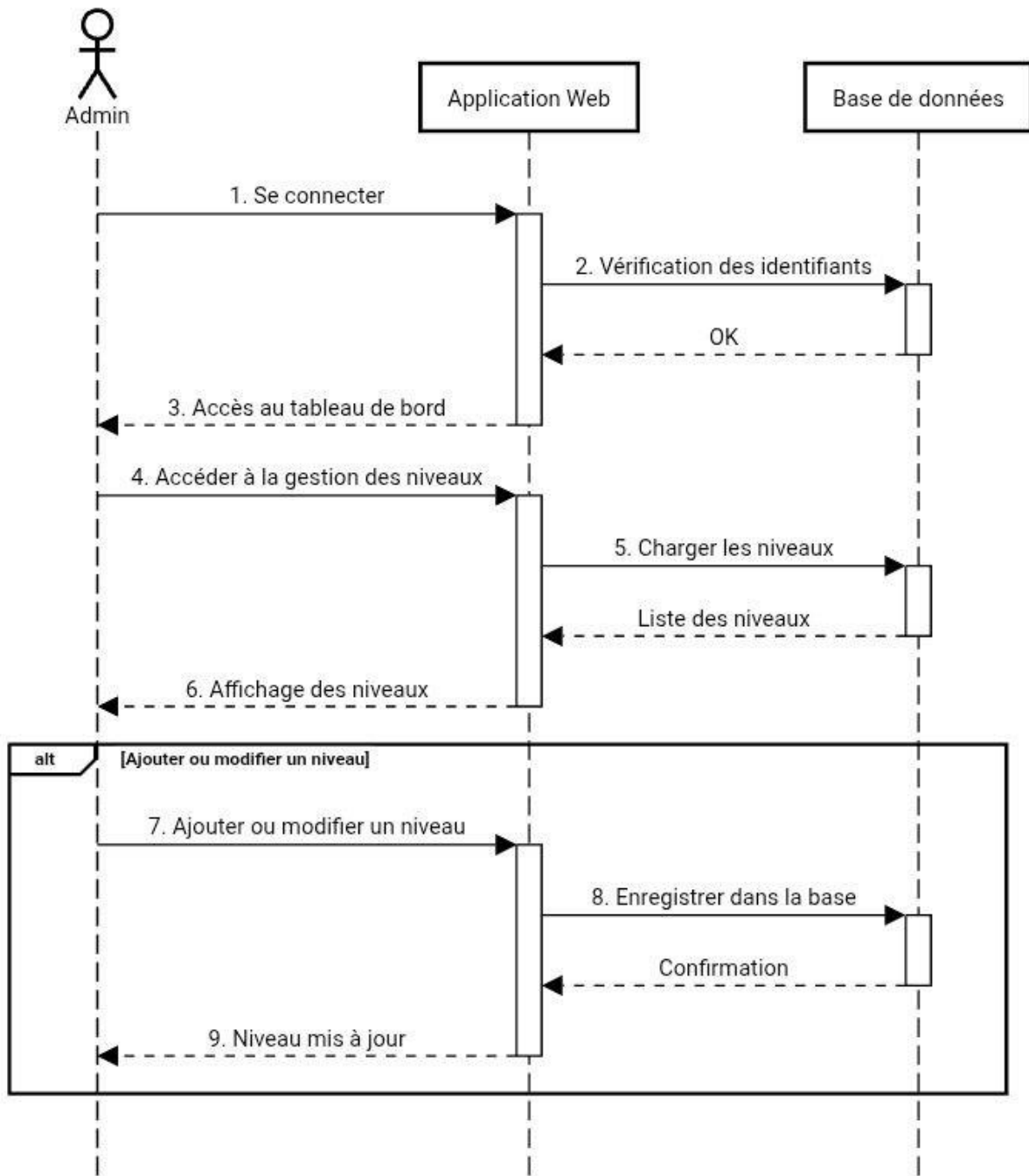


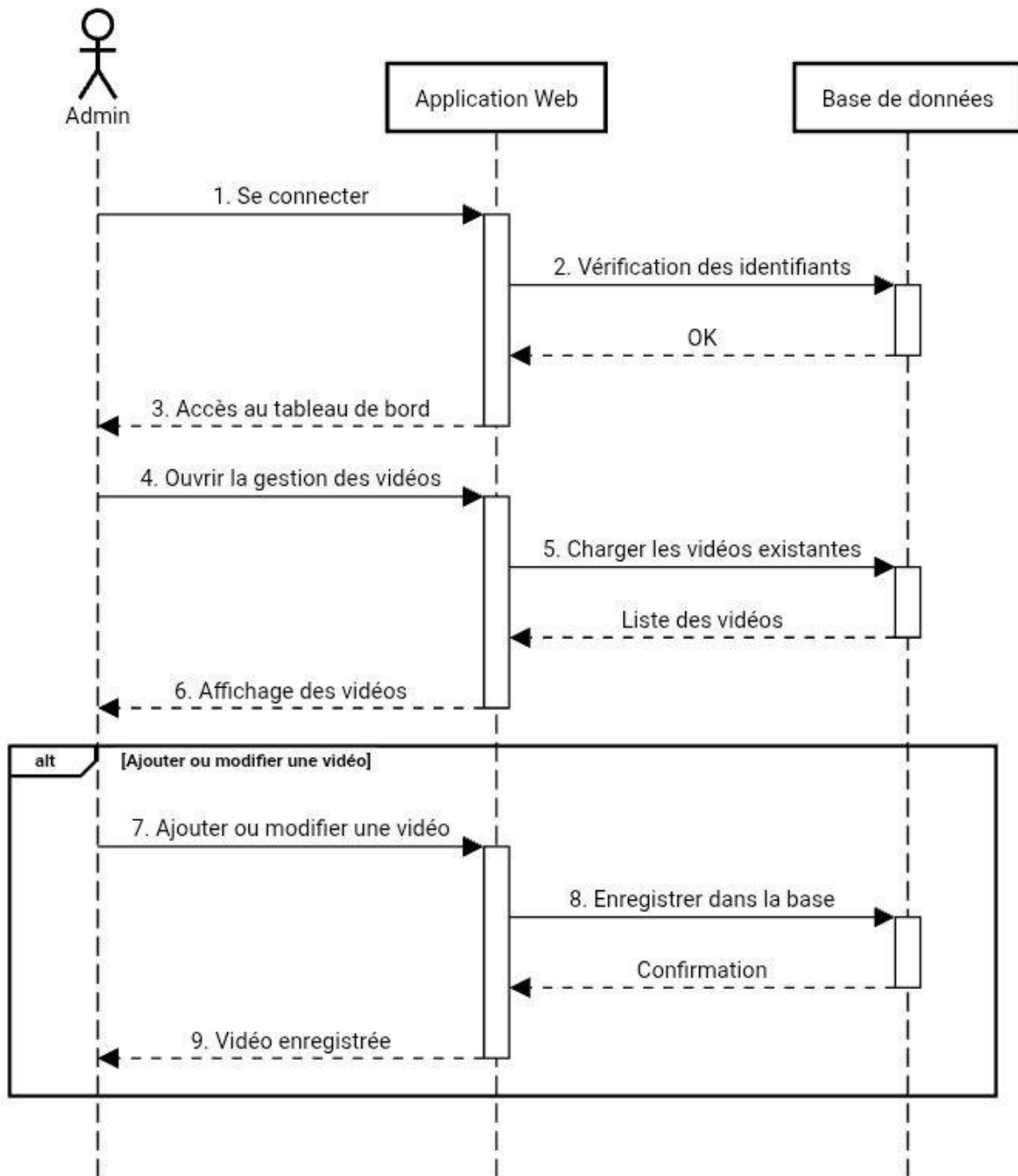
Figure 3.16 – Le diagramme de séquence cas « Gérer catégories »



3.17 – Le digramme de séquence cas « Consulter les statistique »



3.18 – Le digramme de séquence cas « Gérer les niveaux »



3.19 – Le digramme de séquence cas « Gérer les vidéos singes »

## **4. Conclusion**

Dans ce chapitre d'Analyse et Conception, nous avons utilisé les diagrammes UML pour décrire la structure et les fonctionnalités de notre logiciel, facilitant ainsi la tâche de programmation. Ces diagrammes nous ont permis de visualiser et de communiquer clairement les exigences du système. En passant au prochain chapitre, nous décrirons le travail accompli Jusqu'à présent et expliquerons l'environnement logiciel utilisé

# **Chapitre 4**

## **Réalisation du projet**

---

## **1. Introduction :**

Après avoir réalisé une analyse approfondie et conçu l'architecture générale de notre projet, nous sommes parvenus à l'étape finale : la mise en œuvre concrète de notre application web dans un environnement de développement approprié.

Dans ce chapitre, nous présentons la méthodologie adoptée ainsi que les différents langages, outils et bibliothèques utilisés tout au long du processus de réalisation. Enfin, nous exposons les résultats obtenus et l'interface utilisateur développée, témoignant de l'aboutissement du travail réalisé.

## **2. Méthodologie :**

Afin de construire notre système de reconnaissance de la langue des signes, nous avons suivi une méthodologie structurée composée de plusieurs étapes, allant de la collecte des données jusqu'au développement de l'application finale.

### **2.1. Sélection des mots :**

Dans un premier temps, nous avons sélectionné un ensemble de 15 mots courants en langue des signes algérienne. Le choix de ces mots a été guidé par leur fréquence d'utilisation dans la communication quotidienne, afin d'assurer une utilité réelle à l'application développée.

### **2.2. Collecte des vidéos :**

Les données ont été collectées manuellement dans le cadre du projet. Cinq participants différents ont été sollicités pour filmer les gestes. Chaque participant a réalisé 20 vidéos pour chaque mot, ce qui représente un total de 100 vidéos par mot, soit 1500 vidéos au total. Cette diversité de sources permet d'enrichir la base de données et d'améliorer la robustesse du modèle face à la variation des gestes selon les individus.

### **2.3. Extraction des frames :**

Chaque vidéo a été divisée en séquences d'images (frames) à raison de plusieurs images par seconde. Cette étape permet d'obtenir un grand volume de données d'entraînement à partir de chaque séquence gestuelle.

### **2.4. Détection des landmarks :**

À l'aide de la bibliothèque MediaPipe, nous avons extrait les landmarks (points clés) des mains pour chaque image. Ces points représentent la position des doigts, des articulations et de la paume, et constituent la base des données d'entrée du modèle d'apprentissage.

## 2.5. Préparation des données :

Les coordonnées des landmarks ont été normalisées et organisées dans des structures adaptées à l'apprentissage. Chaque séquence de gestes devient ainsi une série temporelle de points utilisable par le modèle.

## 2.6. Entraînement du modèle LSTM :

Nous avons entraîné un modèle de type LSTM (Long Short-Term Memory), bien adapté à la reconnaissance de séquences temporelles comme les gestes. Le modèle a été entraîné à classer les séquences selon le mot correspondant.

## 2.7. Développement de l'application :

Enfin, nous avons développé une application avec Streamlit, permettant d'interagir avec le modèle, de visualiser les résultats et d'effectuer des tests de reconnaissance en temps réel.

## 3. Les Langages de développement :

### 3.1. Python :

Python est un langage de codage couramment utilisé. Conçu par Guido van Rossum et lancé en 1991, ce langage est utilisé pour le développement web (côté serveur), la création de logiciels, les mathématiques et l'écriture de scripts système.

On peut utiliser Python sur le serveur afin de développer des applications web. Il est aussi employé en complément des programmes afin de concevoir des flux de travail. Python a la capacité de se connecter aux systèmes de bases de données et peut aussi lire et ajuster des fichiers. Python offre la possibilité de traiter d'importants volumes de données et de réaliser des calculs sophistiqués.

Python est compatible avec diverses plateformes (Windows, Mac, Linux, Raspberry Pi, etc.). Il se distingue aussi par une syntaxe épurée et proche de l'anglais, avec une structure grammaticale qui facilite la rédaction de programmes en réduisant le nombre de lignes comparé à d'autres langages de programmation. [33]

### 3.2. HTML :

HTML, qui signifie **Hyper Text Markup Langage**, est le langage de balisage standard utilisé pour créer des pages Web sur Internet. C'est le bloc de construction fondamental du World Wide Web et il est



responsable de la définition de la structure et de la mise en page du contenu Web.

HTML utilise une série d'éléments ou de balises pour étiqueter et structurer différentes parties d'une page Web. Ces éléments incluent des titres, des paragraphes, des liens, des images, des listes, des tableaux, des formulaires, etc. Chaque élément sert un objectif spécifique et fournit des instructions aux navigateurs Web sur la façon d'afficher le contenu. [33]

### **3.3. CSS :**

CSS, abréviation de **Cascading Style Sheets**, est un langage de style utilisé pour décrire comment les éléments HTML doivent être affichés sur différents supports. Il offre aux développeurs Web la possibilité de contrôler simultanément la mise en page, la conception et l'apparence de plusieurs pages Web.

Avec CSS, la présentation des éléments HTML peut être personnalisée en spécifiant des propriétés telles que les couleurs, les polices, l'espacement, les bordures, etc. Ces styles peuvent être définis directement dans un fichier HTML à l'aide de styles en ligne, ou ils peuvent être organisés et stockés séparément dans des fichiers CSS externes. [33]



### **3.4. SQL :**

SQL, ou **Structured Query Language**, est un langage standard universellement reconnu spécialement conçu pour accéder et manipuler des bases de données. Il offre un ensemble complet de commandes et de syntaxe qui permet aux utilisateurs d'interagir efficacement avec les bases de données relationnelles.

Avec SQL, les utilisateurs peuvent récupérer, manipuler et interroger des données de manière transparente, ce qui permet des opérations complexes et une gestion efficace des structures et des relations de la base de données. Cette approche standardisée permet aux développeurs et aux administrateurs de base de données d'écrire du code portable et compatible sur divers systèmes de gestion de base de données. SQL est un outil essentiel dans la gestion des données, jouant un rôle central dans le développement et la maintenance d'applications fiables et évolutives pilotées par des bases de données. [33]

## **4. Les Outils de développement et bibliothèque :**

### **4.1. Les bibliothèques :**

### 4.1.1. Streamlit :

Streamlit est une bibliothèque Python open-source qui facilite la création et le partage d'applications web personnalisées pour l'apprentissage automatique et la science des données. En utilisant Streamlit, vous pouvez rapidement créer et déployer de puissantes applications de données. [34]

### 4.1.2. MediaPipe :

MediaPipe est une bibliothèque open source développée par Google, conçue pour créer et déployer des pipelines d'apprentissage automatique destinés au traitement en temps réel des données multimédias. Grâce à son architecture modulaire et son design graphique convivial, mediaPipe permettent la création de pipelines de vision par ordinateur, avec des données circulant à travers des calculateurs connectés, garantissant un traitement efficace des données et une exécution fluide des pipelines. [35]



### 4.1.3. TensorFlow :

Une bibliothèque open source de machine learning développé par Google peut être utilisé pour développer des modèles pour diverses tâches, y compris le traitement du langage naturel, la reconnaissance d'images, la reconnaissance de l'écriture manuscrite et différentes simulations basées sur le calcul, telles que les équations différentielles partielles. [36]



### 4.1.4. NumPy

NumPy est une bibliothèque python essentiel pour le calcul scientifique performant, créé en 2005 par Travis Oliphant. Cette bibliothèque propose des tableaux multidimensionnels (ndarrays) jusqu'à 50 fois plus rapides que les listes python standards grâce à sa version optimisée en C/C++. On fait souvent appel aux tableaux en science des données, un domaine où la rapidité et les ressources sont primordiales. Cette librairie libre offre des instruments

performants pour l'algèbre linéaire, la transformation de Fourier et les manipulations de matrices, tout en facilitant les calculs vectorisés sans nécessiter de boucles explicites.

Contrairement aux listes, les tableaux NumPy sont sauvegardés à un emplacement continu dans la mémoire, ce qui facilite grandement leur accès et manipulation par les processus.

En informatique, ce phénomène est connu sous le nom de localité de référence. C'est la raison principale pour laquelle NumPy dépasse les listes en termes de vitesse. En outre, il est perfectionné pour être performant avec les architectures de processeurs les plus récentes.[33]

#### **4.1.5. Joblib :**

Joblib est une bibliothèque open-source pour le langage de programmation Python qui facilite le traitement parallèle, la mise en cache de résultats et la distribution de tâches. Elle a été conçue pour simplifier les tâches de calcul intensif en offrant aux développeurs la possibilité de paralléliser leurs opérations, d'accélérer les calculs et de minimiser le temps total d'exécution. [37]

#### **4.1.6. SQLite :**

SQLite est une bibliothèque en langage C qui implémente un moteur de base de données SQL petit, rapide, autonome, très fiable et complet. SQLite est le moteur de base de données le plus utilisé au monde.

SQLite est présent sur tous les smartphones et la majorité des ordinateurs, et il fait partie d'innombrables autres applications utilisées quotidiennement par les utilisateurs.

Le format de fichier SQLite est stable, compatible avec plusieurs plateformes et rétrocompatible, et les développeurs promettent de le conserver dans cet état jusqu'en 2050.

Les fichiers SQLite sont fréquemment employés comme supports pour le transfert de contenu de qualité entre différents systèmes, ainsi que pour l'archivage à long terme des données. On dénombre plus d'un trillion de bases de données SQLite en cours d'utilisation. [38]



### 4.1.7. OpenCV :

OpenCV (Open Computer Vision) est une bibliothèque graphique. Elle est spécialisée dans le traitement d'images, que ce soit pour de la photo ou de la vidéo. Sa première version est sortie en juin 2000. Elle est disponible sur la plupart des systèmes d'exploitation et existe pour les langages Python, C++ et Java. [39]



## 4.2. Les Outils de développement :

### 4.4.1. PyCharm :

PyCharm est un IDE (environnement de développement intégré) qui sert à écrire des programmes en Python. Il permet l'analyse de code et contient un débogueur graphique. Il permet également la gestion des tests unitaires, l'intégration de logiciel de gestion de versions, et supporte le développement web avec Django. Conçu par la société tchèque JetBrains, c'est un programme multi-plateforme qui opère sur Windows, macOS et Linux. Il est disponible en version professionnelle, sous une licence propriétaire, ainsi qu'en version communautaire distribuée sous la licence Apache. [40]



### 4.4.2. DB Browser for SQLite :

DB Browser for SQLite est une application conçue pour les utilisateurs et les développeurs afin de construire, consulter et ajuster des bases de données SQLite. Il propose une interface graphique intuitive permettant d'interagir avec des bases de données SQLite, incluant la création de tables, l'ajout, la modification et la suppression de données, l'exécution de requêtes SQL, la gestion des index et des contraintes ainsi que la sauvegarde et la restauration des bases de données. [41]

### 4.4.3. Google Drive :

Google Drive est un service de stockage en ligne qui permet d'importer, créer, organiser, modifier et partager facilement des fichiers depuis n'importe quel appareil, facilitant l'accès et la collaboration à distance. [42]



### 4.4.4. Google Colab :

Colab est une plateforme Jupyter Notebook hébergée qui ne demande aucune installation préalable et donne un accès sans frais aux ressources de calcul, y compris les GPU et TPU. Colab se prête particulièrement bien à des domaines tels que l'apprentissage automatique, la science des données et l'éducation. [43]



## 5. Résultats:

### 5.1. Courbes d'Accuracy et de Loss :

Le graphique suivant montre l'évolution de la précision (accuracy) et de la perte (loss) sur 30 époques. On observe une hausse progressive de la précision, atteignant environ 96 % pour les ensembles d'entraînement et de validation, ce qui reflète une bonne capacité d'apprentissage du modèle. En parallèle, la courbe de perte diminue régulièrement, sans écart significatif entre les deux ensembles. Cela indique que le modèle apprend de façon stable, sans surapprentissage (overfitting).

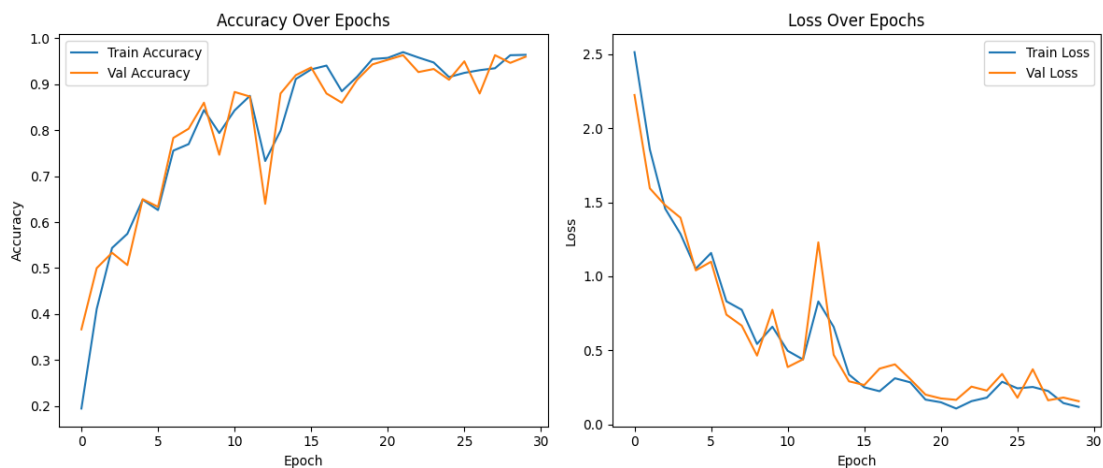


Figure 4.25– Courbes d'Accuracy et de Loss

Ces résultats confirment que le modèle LSTM est bien adapté à la reconnaissance de gestes en langue des signes, avec un bon équilibre entre apprentissage et généralisation.

### 5.2. Matrice de confusion (Résultats sur les données de test):

La matrice de confusion ci-dessous illustre les performances du modèle sur l'ensemble de test. Le modèle devait reconnaître 15 classes, chacune correspondant à un mot spécifique en langue des signes.

On observe une diagonale principale bien marquée, avec des valeurs proches de 20, ce qui indique que la majorité des prédictions sont correctes. Cela signifie que le modèle a appris à associer correctement la séquence de gestes à la classe correspondante.

Les erreurs de classification sont peu nombreuses et apparaissent de manière dispersée, sans concentration sur une classe particulière. Cela reflète une bonne capacité de généralisation du modèle sur des données qu'il n'a jamais vues auparavant.

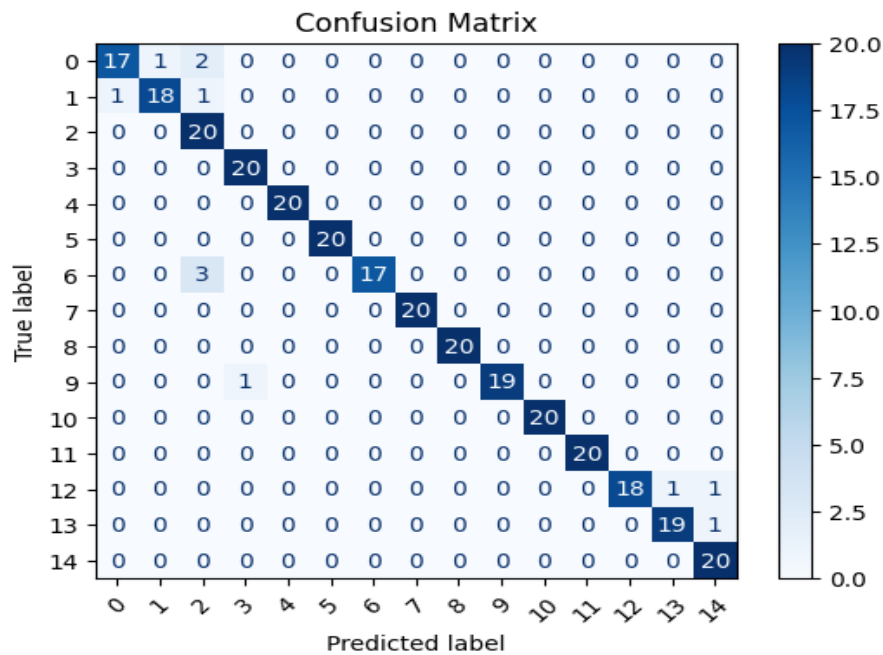


Figure 4.26– Matrice de confusion

Ces résultats viennent confirmer ceux observés sur les courbes d'entraînement et de validation, et montrent que le modèle est à la fois précis et robuste.

### 5.3. Présentation de quelque page de l'application :

#### 5.3.1. Page d'accueil :

C'est la page principale, elle permet d'aller vers les autres pages d'application.

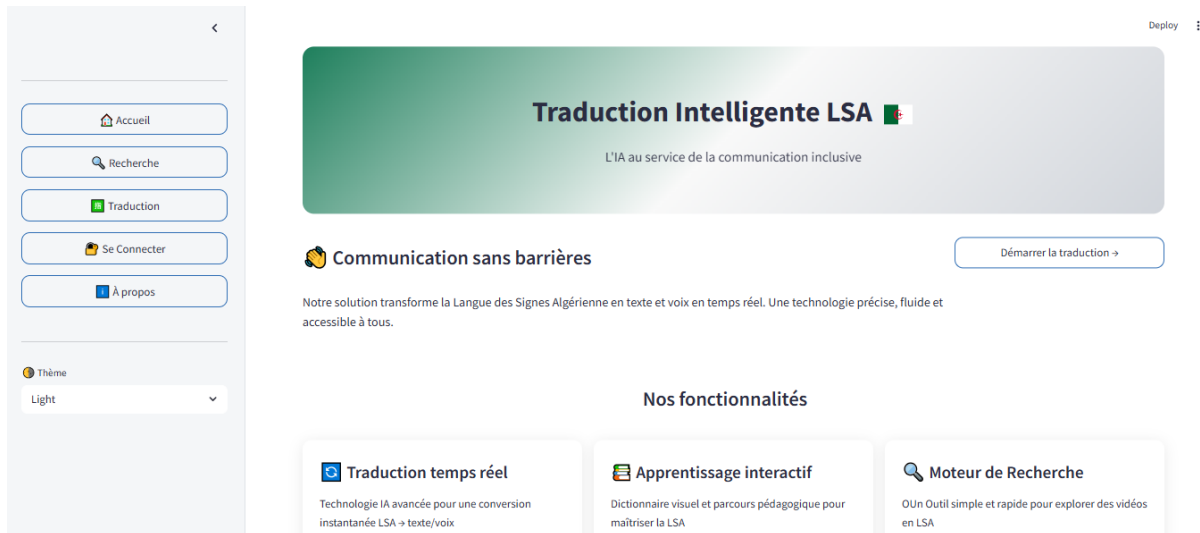


Figure 4.1– Page d'accueil

#### 5.3.2. Page Créer Compte :

Cette page permet au visiteur d'application d'entrer ses informations nécessaires afin de créer un compte.

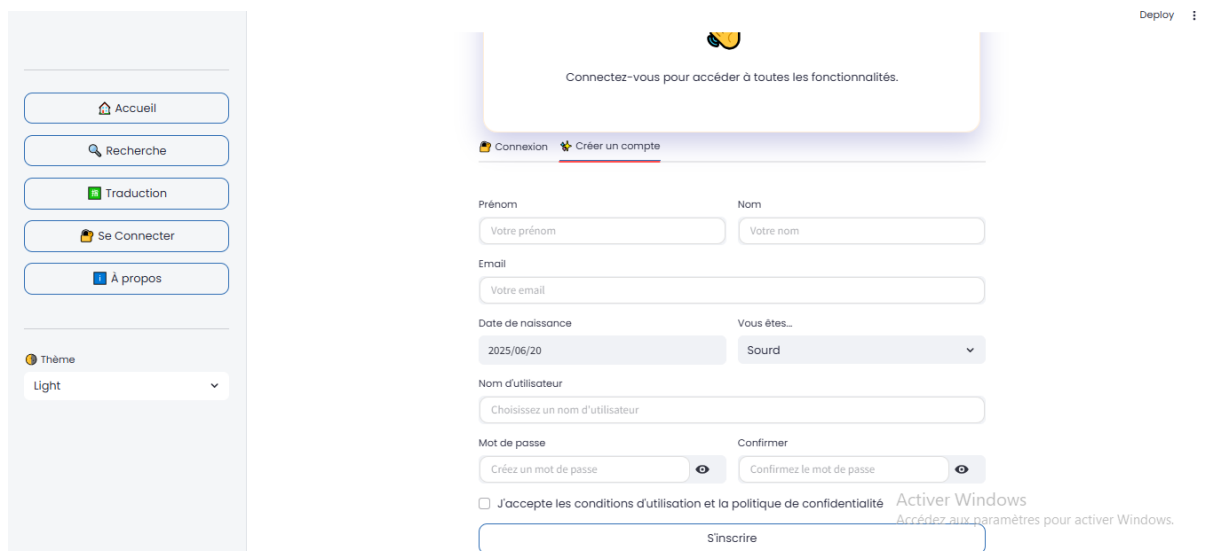


Figure 4.2– Créer Compte

### 5.3.3. Page Authentification :

Cette page permet aux utilisateurs déjà inscrits de se connecter à leur compte.

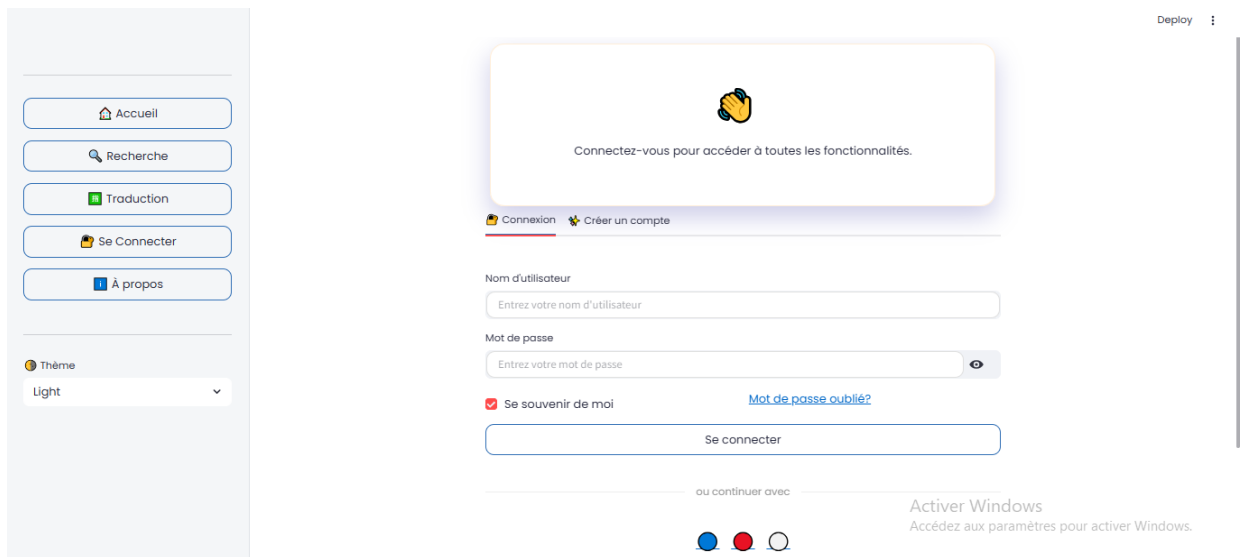


Figure 4.3– Page Se Connecter

### 5.3.4. Page Recherche :

Cette page permet aux utilisateurs de rechercher des mots pour voir des vidéos des signes du mot saisis

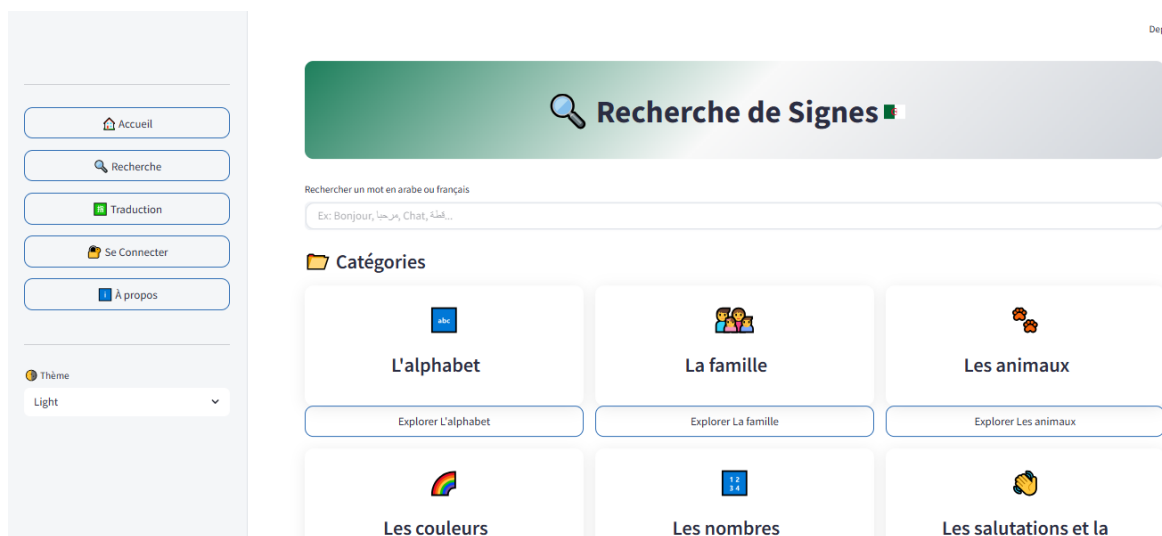


Figure 4.4– Page Recherche

### 5.3.5. Page de recherche de vidéos :

Lorsque l'utilisateur entre un mot dans la barre de recherche l'application affichée la vidéo du mot saisi soit en arabe ou en français.

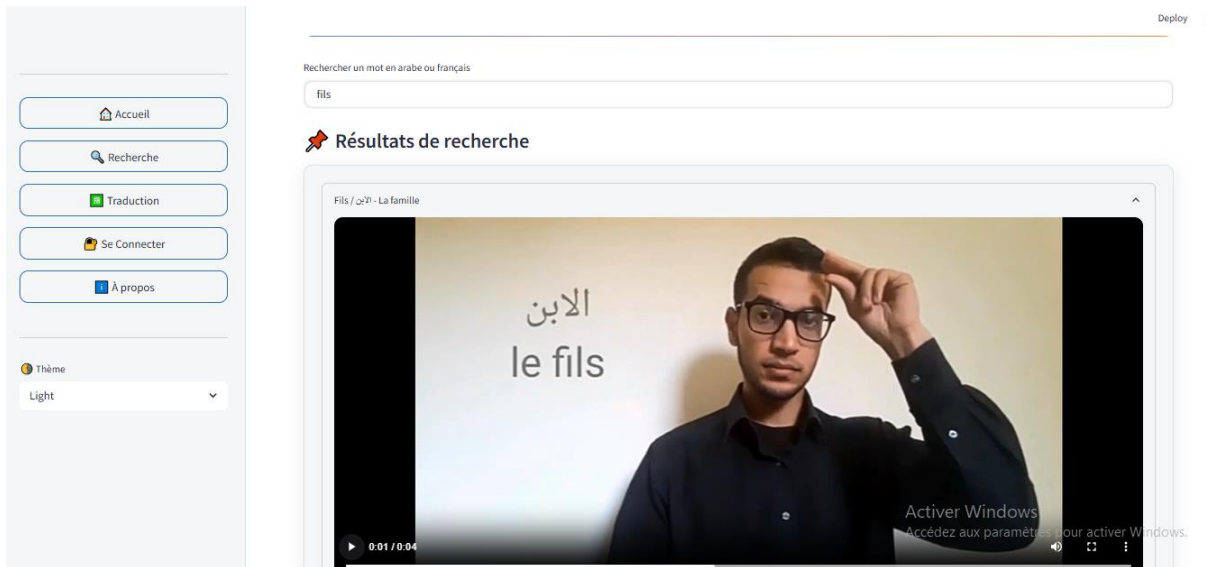


Figure 4.5– Page Vidéo recherché

### 5.3.6. Page Catégories :

Dans la page de la recherche, il y'a aussi des quelques catégories contient des vidéos du chaque mot dans cette catégorie.

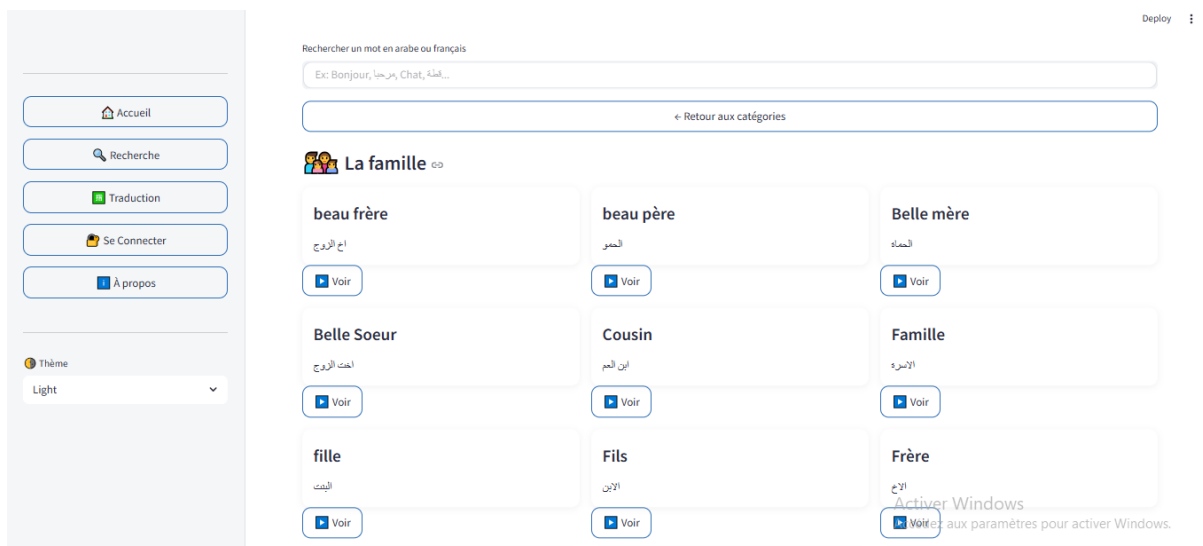


Figure 4.6– Page Catégories

### 5.3.7. Page Accueil après Connexion :

Dans le cas où l'utilisateur possède un compte, des pages supplémentaires lui sont affichées.

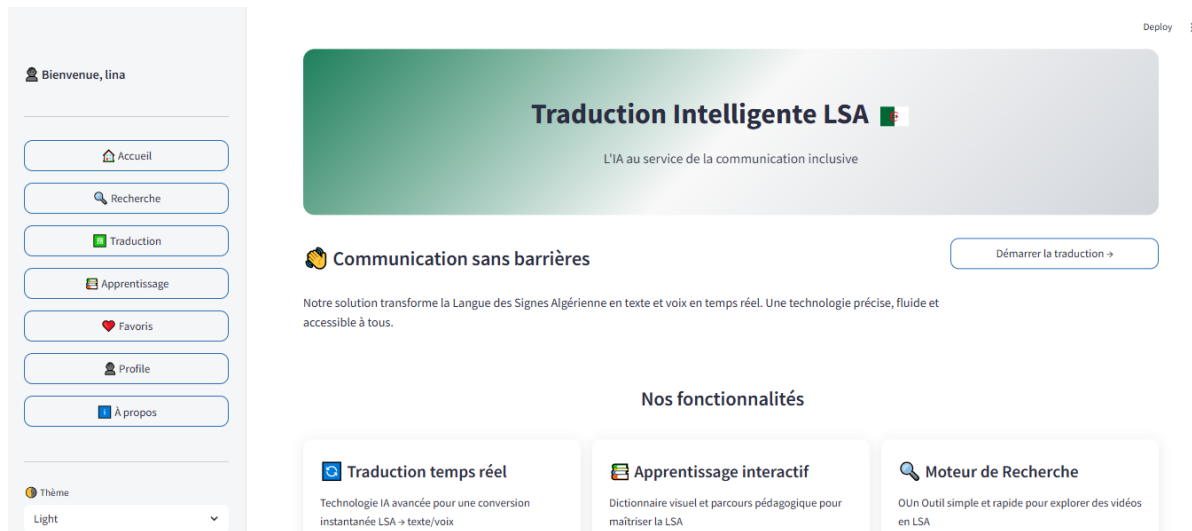


Figure 4.7– Page Accueil après connexion

### 5.3.8. Page Apprentissage :

Dans cette page l'abonné peut apprendre la langue des signes algérienne à partir des niveaux organisés.

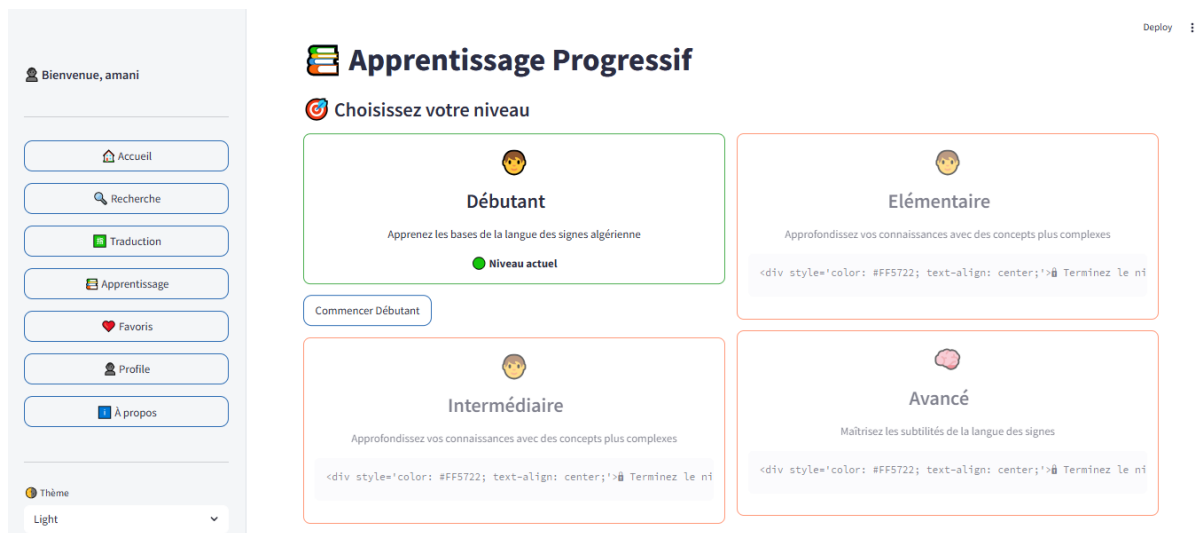


Figure 4.8– Page Apprentissage

### 5.3.9. Page Apprentissage niveau débutant :

L'utilisateur commencé l'apprentissage du la langue des signes par niveaux

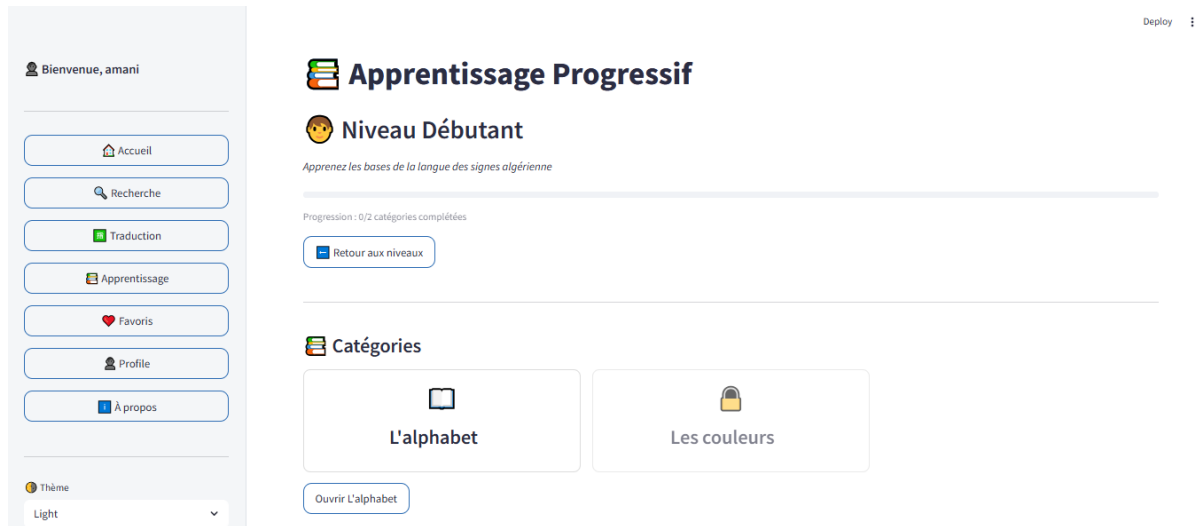


Figure 4.9– Page niveau Débutant

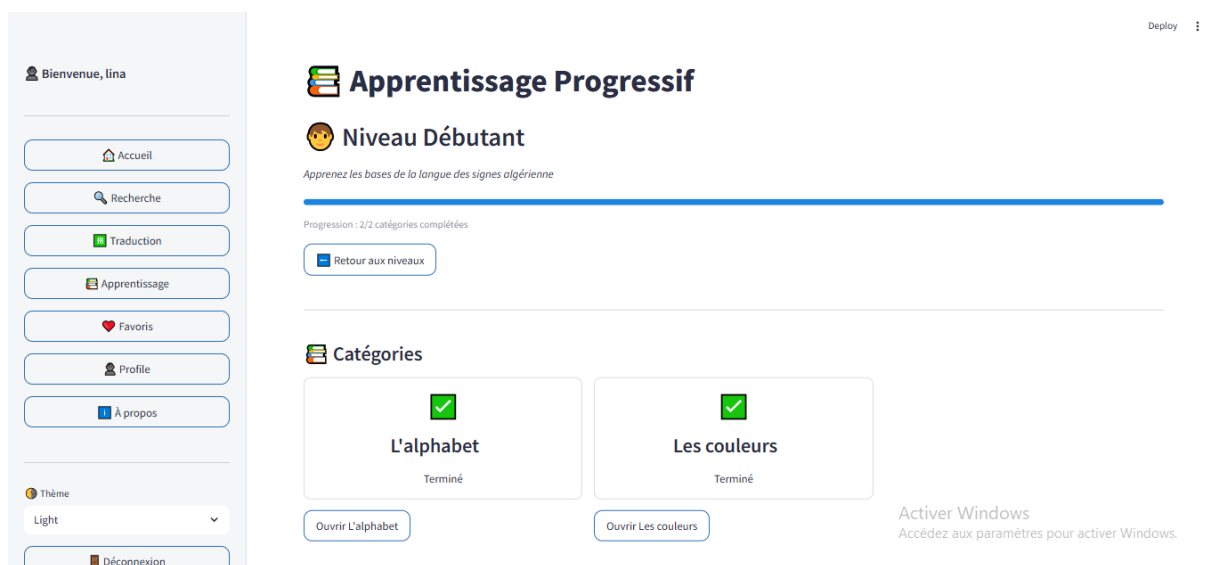


Figure 4.10– Page niveau Débutant Complété

5.3.10. Page Apprentissage niveau Élémentaire :

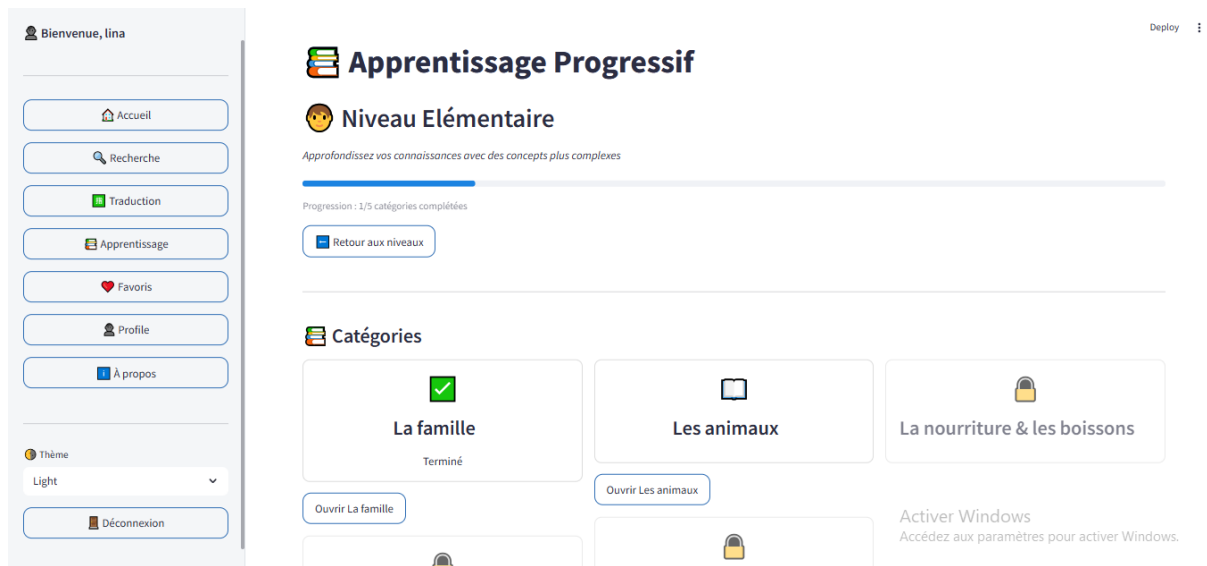


Figure 4.11– Page niveau Élémentaire

5.3.11. Page vidéos favoris :



Figure 4.12– Page vidéos favoris

### 5.3.12. Page de traduction :

L'utilisateur peut traduire quelque mot avec la caméra

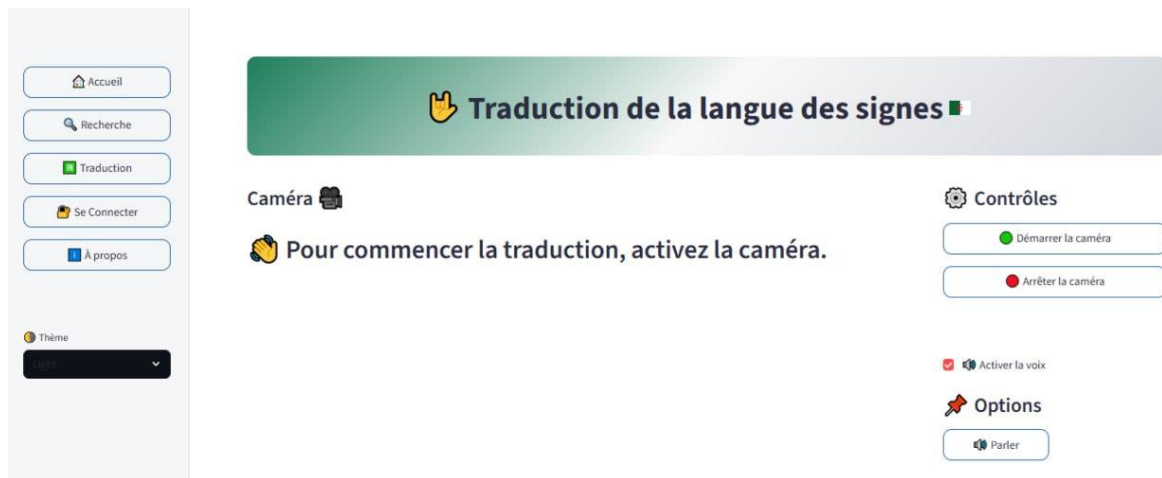


Figure 4.13– Page Traduction

L'utilisateur fait le geste du mot « من » avec la caméra et le système affiche la traduction du signe.

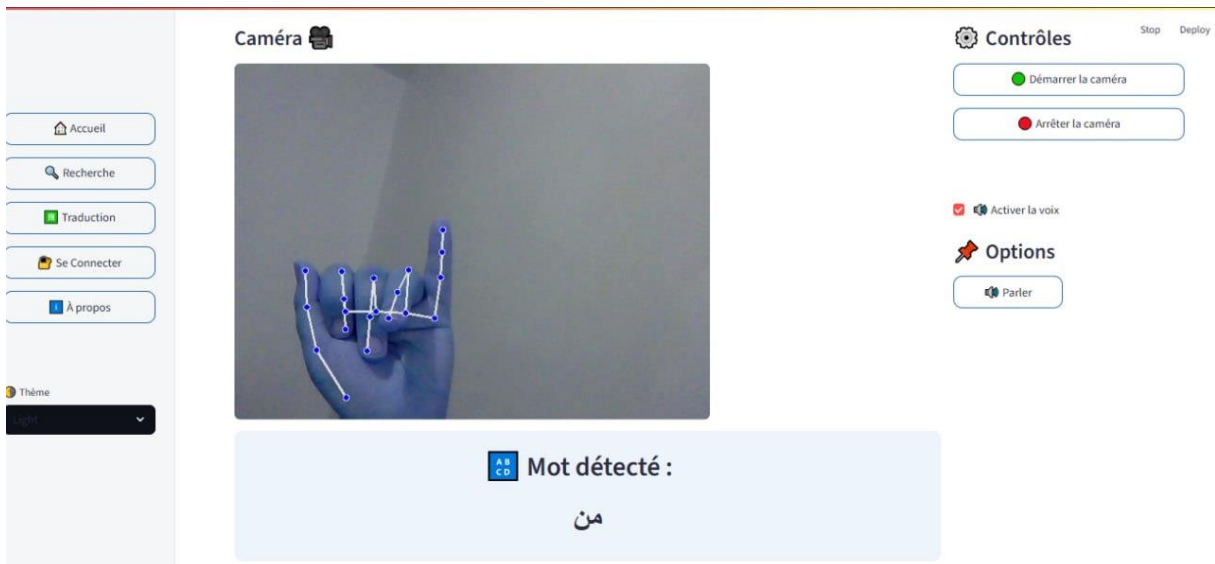


Figure 4.14– Page Traduction mot «من»

L'utilisateur fait le geste du mot « غدا » avec la caméra et le système affiche la traduction du signe.



Figure 4.15– Page Traduction mot « غدا »

### 5.3.13. Page de profile :

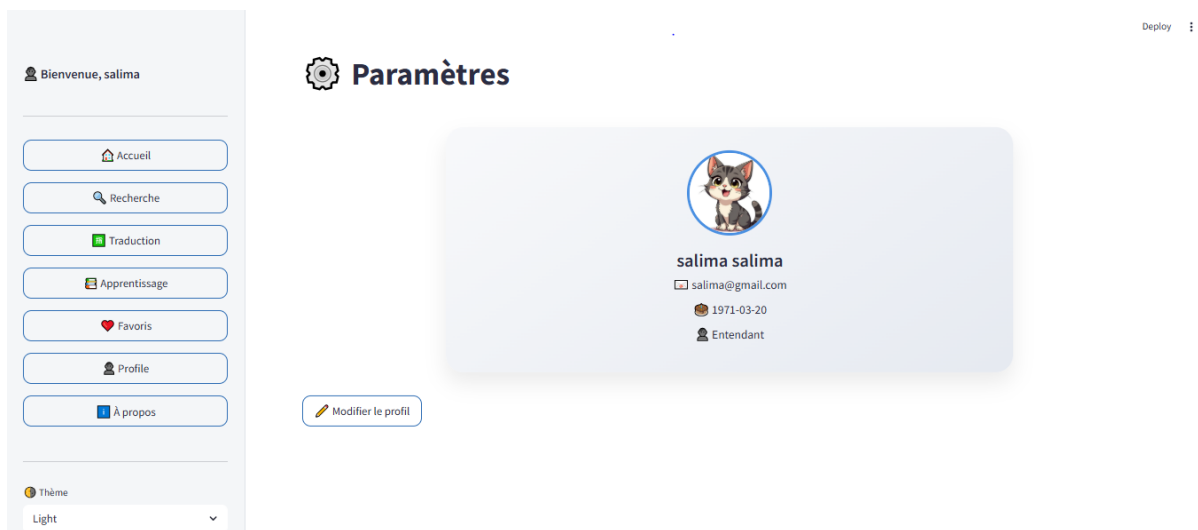


Figure 4.16– Page Profile

### 5.3.14. Page modifier profile :

L'utilisateur peut modifier ses informations.

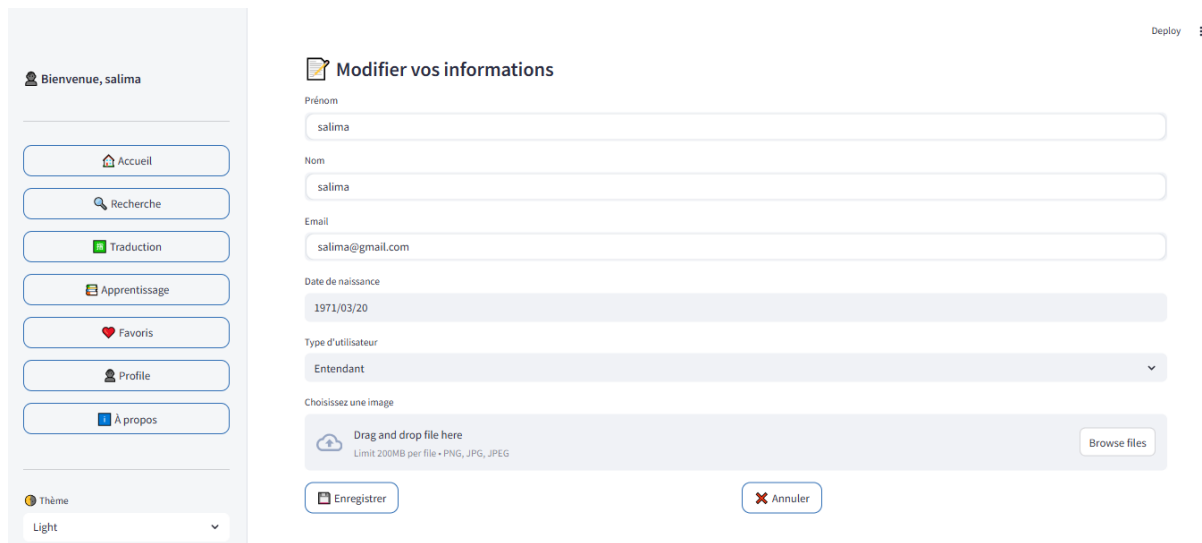


Figure 4.17– Page modifié profile

### 5.3.15. Page admin tableau de bord :

Dans cette page tableau de bord affichée des informations généraux du l'application nombres utilisateurs, vidéos etc .

Figure 4.18– Page admin tableau de bord



### 5.3.16. Page admin gestion des utilisateurs :

Dans cette page l'admin supprimer des utilisateurs et consulter ses informations.

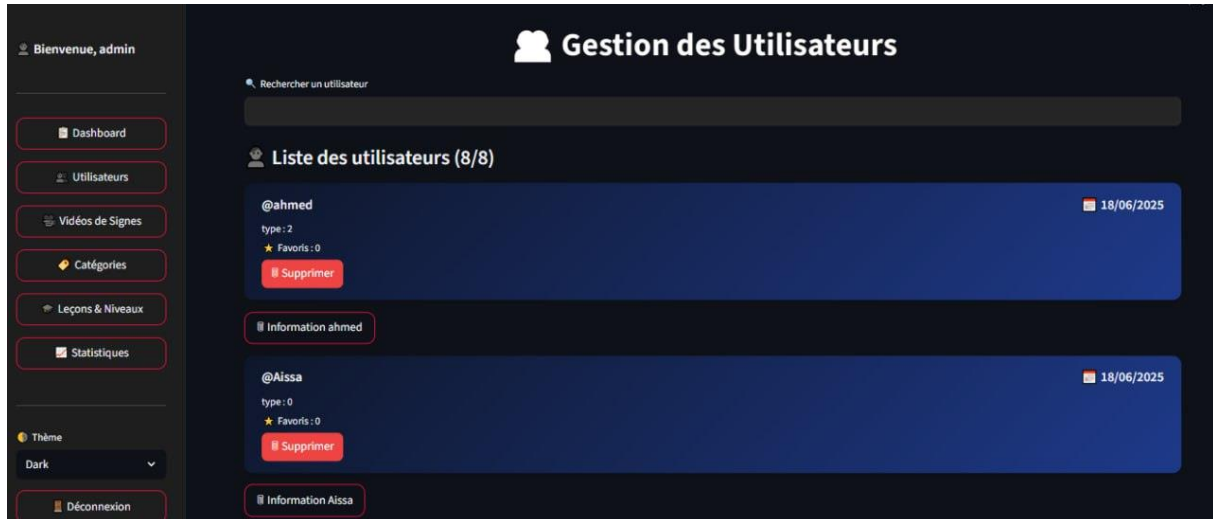


Figure 4.19– Page admin gestion des utilisateurs

### 5.3.17. Page admin gestion des vidéos signes :

Dans cette page l'admin gérer et consulter toutes les vidéos qui sont dans l'application.



Figure 4.20– Page admin gestion des vidéos signes

### 5.3.18. Page admin ajouter une nouvelle vidéo :

Dans cette page l'admin ajouter une nouvelle vidéo.

*Figure 4.21– Page admin ajouter une nouvelle vidéo*

### 5.3.19. Page admin gestion catégories :

Dans cette page l'admin gérer et consulter toutes les catégories qui sont dans l'application.

*Figure 4.22– Page admin gestion des catégories*

### 5.3.20. Page admin ajouter une nouvelle catégorie :

Dans cette page l'admin ajouter une nouvelle catégorie.

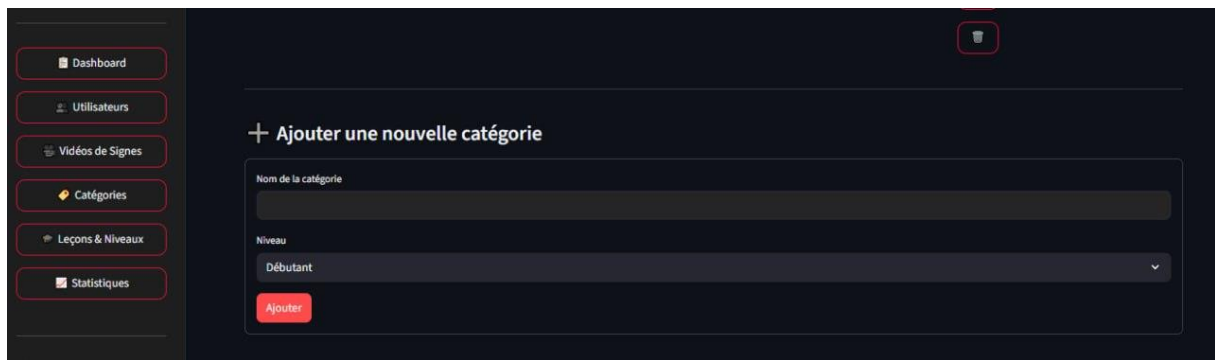


Figure 4.23– Page admin ajouter une nouvelle catégorie

### 5.3.21. Page admin gestion des leçons et niveaux :

Dans cette page l’admin gère et consulte toutes les leçons et les niveaux qui sont dans l’application.

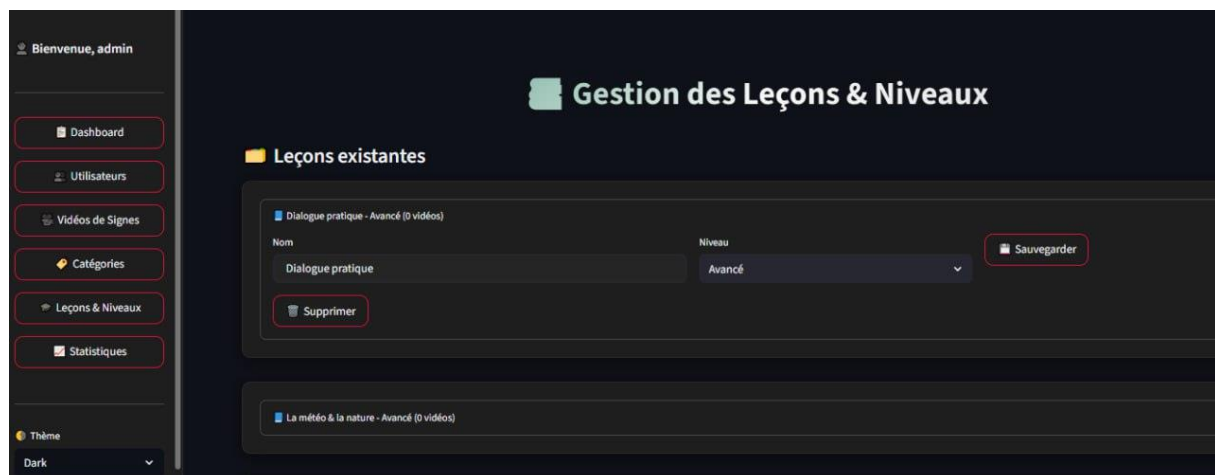


Figure 4.24– Page admin gestion des leçons et niveaux

## 6. Conclusion :

À la fin de ce chapitre, nous avons présenté en détail les différentes étapes suivies pour la réalisation de notre application web. Nous avons choisi les technologies adéquates ainsi que les outils appropriés pour assurer une mise en œuvre efficace de notre solution.

Nous avons également décrit les principales fonctionnalités de l’application, en illustrant chaque composant de l’interface à l’aide de captures d’écran représentatives. Cette étape concrétise le travail réalisé depuis la phase de conception jusqu’au développement final, et constitue une base solide pour une éventuelle amélioration future du système.



## **Conclusion générale :**

L'expérience que nous livrons dans cette étude repose sur la conception d'une application web dédiée à la traduction de la langue des signes algérienne (LSA) qui, bien que singulière, constitue une expérience indubitable dans le champ de l'intelligence artificielle en mettant en œuvre les connaissances héritées de notre cursus universitaire. De la création au développement puis à la réalisation de cette application, il s'est révélé possible d'orienter nos travaux de recherche et d'exploration en direction de la langue des signes, qui constitue par ailleurs le moyen de communication fondamental et vital des sourds et malentendants qui l'utilisent dans leurs relations avec l'environnement. Elle n'est pas qu'un substitut de la parole, mais une langue à part entière, dotée ainsi de ses règles et structure propres.

Nous avons ainsi élaboré les fonctionnalités qui constituent la base d'une application permettant d'interagir à bon escient avec le contenu. Outre la possibilité de traduire les termes de la vie courante pour les mots utilisés ou les phrases usitées au quotidien, il s'agit aussi de permettre d'accéder à un système servant aussi à éduquer le public souhaitant accéder à la langue des signes algérienne par niveaux. À cela, a été ajouté un moteur de recherche facilitant l'accès aux vidéos de la langue des signes, qu'il s'agisse de mots-clés ou de catégories aussi bien fournies que parcourables, créant ainsi un lieu d'échanges où le potentiel de l'interaction entre le logo-gestuel, le visuel et le multimédia viennent alimenter l'ergonomie des utilisations et le résultat de la prise en charge du document aussi bien que la recherche d'informations d'ordre informationnel, cognitif, didactique et surtout interactif.

Parmi les principaux défis que nous avons rencontrés lors de la création de l'application, il y a le manque considérable de données structurées et spécifiques à la langue des signes algérienne. Ce qui nous a poussés à collecter et à traiter les données nous-mêmes, puis à entraîner le modèle pour reconnaître les signes, ce qui a constitué une expérience enrichissante malgré les défis.

En résumé, malgré la simplicité de la version initiale de l'application, nous sommes fiers et croyons en nos capacités et notre ambition de construire un projet numérique efficace qui serve cette catégorie de la société. Nous sommes prêts à continuer d'apprendre, à interagir avec les retours des utilisateurs, et à améliorer l'application de manière continue, tout en maintenant notre objectif suprême : promouvoir la communication, réaliser l'inclusion et garantir l'égalité des chances.

**Bibliographie :**

- [1] Abner, N., Clarté, G., Geraci, C., & Ryder, R. J. (2024). Computational phylogenetics reveal histories of sign languages. *Science*, 383(519). DOI: 10.1126/science.Add7766.
- [4] Brigitte GARCIA (2010). Problématiques de la scripturisation et modélisation des bas niveaux en langue des signes française (LSF).
- [6] Abdelaziz Lakhfif, Mohamed Tayeb Laskri (2015). Un Signeur Virtuel 3D pour la Traduction Automatique de Textes Arabes vers la Langue des Signes Algérienne. *Journal of Language and Technology*.
- [7] Nathalie Monteillard (2001). *La langue des signes internationale*.
- [8] Brentari, D. (1998). *Un modèle prosodique de la phonologie de la langue des signes*. MIT Press.
- [10] Adama, E., & Cruveiller, V. (2021). L'utilisation des langues des signes avec les enfants autistes : Une revue de la littérature. Elsevier.
- [11] Schmitt, P. (2016). Sourds et interprètes dans les arts et médias : mises en scène contemporaines de la langue des signes. *Glottopol : Revue de sociolinguistique en ligne*, 27, pp.130-140. HAL Id: hal-03508908.
- [15] Papastratis, I., Chatzikonstantinou, C., Konstantinidis, D., Dimitropoulos, K., & Daras, P. (2021). Artificial Intelligence Technologies for Sign Language. *Sensors*, 21(17), 5843.
- [19] Ambar, R., Salim, S., Wahab, M. H. A., Jamil, M. M. A., & Phing, T. C. (2023). Development of a Wearable Sensor Glove for Real-Time Sign Language Translation. *Annals of Emerging Technologies in Computing (AETiC)*, 7(5), 1–14.
- [30] BOUKHETTALA Narimane & GUERAICHI Khaoula (2017). La Reconnaissance de la Langue des Signes Algérienne : Mise en place d'un système de traduction signes/mots. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- [31] Kouachi Nadine (2023). Application Android pour traduire la langue des signes. Université Ferhat Abbas – Sétif 1.
- [32] BENACHOUR, Abdelhakim & LABIDI, Lamri (2021). Application mobile dédiée aux personnes sourdes-muettes. Université El Bachir El Ibrahim - BBA.
- [44] Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw-Hill.
- [45] Szeliski, R. (2010). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer.
- [46] Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural computation*.

**Sitographie :**

- [2] <https://www.who.int/Surdité-et-perde-auditive>
- [3] <https://mutlor.fr/la-surdite-ou-deficience-auditive>
- [5] <https://www.nih.gov/>
- [9] <https://ecampusontario.pressbooks>
- [12] <https://blog.ama-campus.com/bienfaits-communication-gestuelle>
- [13] <https://langage-des-signes.org/defis-utilisateurs-langue-signes>
- [14] <https://wfdeaf.org/deaf-human-rights-in-times-of-crisis-and-disasters/>
- [16] <https://www.kara.tech>
- [17] <https://apps.apple.com>
- [18] <https://www.clubic.com>
- [20] <https://leseclaireurs.canalplus.com/articles/decouvrir/des-etudiants-ont-invente-un-gant-qui-traduit-la-langue-des-signes>
- [21] <https://www.francosourd.com>
- [22] <https://outilstice.com>
- [23] <https://ojs.szh.ch/revue/article>
- [24] <https://www.ghef.fr/espace-patient/le-ghef-en-langue-des-signes-francaise>
- [25] <https://informations.handicap.fr>
- [26] <https://www.gendarmerie.interieur.gouv.fr>
- [27] <https://999bsl.co.uk>
- [28] <https://support.google.com>
- [29] <https://snakkar.com/langue-des-signes-acces-aux-services-publics/>
- [33] <https://www.w3schools.com>
- [34] <https://streamlit.io>
- [35] <https://blog.roboflow.com/what-is-mediapipe>
- [36] <https://www.tensorflow.org/>
- [37] <https://www.joblib.com>
- [38] <https://www.sqlite.org/index.html>
- [39] <https://opencv.org>
- [40] <https://www.pycharm.com>
- [41] <https://iledefrance-unowhy.com/>

- [42] <https://support.google.com/drive/answer/2424384>
- [43] <https://colab.google>