

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Table des matières</b>	<b>i</b>
<b>Table des figures</b>	<b>iii</b>
<b>I Cahier d'Analyse</b>	<b>1</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>2</b>
1.1 Contexte . . . . .	2
1.2 Problématique . . . . .	2
1.3 Objectifs . . . . .	2
<b>2 Périmètre de l'étude</b>	<b>4</b>
2.1 Conception du gant . . . . .	4
2.2 Développement de l'application . . . . .	4
2.3 Connexion Bluetooth . . . . .	5
2.4 Accessibilité du projet . . . . .	5
2.5 Limites du projet . . . . .	6
<b>3 Identificateur des acteurs</b>	<b>7</b>
3.1 Utilisateur final . . . . .	7
3.2 Développeurs . . . . .	7
<b>4 Exigences</b>	<b>9</b>
4.1 Exigences Fonctionnelles . . . . .	9
4.1.1 Reconnaissance des Gestes . . . . .	9
4.1.2 Interface Utilisateur . . . . .	9
4.1.3 Connexion Bluetooth . . . . .	9
4.1.4 Détection des Gestes . . . . .	10
4.1.5 Ergonomie . . . . .	10
4.2 Exigences Fonctionnelles . . . . .	10
4.2.1 Performance . . . . .	10
4.2.2 Accessibilité . . . . .	11
4.2.3 Compatibilité . . . . .	11

<b>5</b>	<b>Contraintes</b>	<b>12</b>
5.1	Contraintes Technologiques . . . . .	12
5.1.1	Choix des Capteurs Flex . . . . .	12
5.1.2	Communication Bluetooth . . . . .	12
5.2	Contraintes Budgétaires : Coût des Composants . . . . .	13
5.3	Contraintes d'Adaptation Locale : Langue des Signes Camerounaise . . . . .	13
<b>II</b>	<b>Cahier Conception</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Architecture du système et Choix des technologies</b>	<b>15</b>
6.1	Gant Intelligent (Hardware) . . . . .	15
6.1.1	Acquisition des données . . . . .	15
6.1.2	Composants principaux . . . . .	15
6.1.3	Processus . . . . .	15
6.2	Serveur Backend . . . . .	15
6.2.1	Traitement et Interprétation . . . . .	15
6.2.2	Technologies envisagées . . . . .	16
6.2.3	Processus . . . . .	16
6.3	Application Web (Frontend) – Affichage et Interaction . . . . .	16
6.3.1	Technologie envisagée . . . . .	16
6.3.2	Fonctionnalités clés . . . . .	16

## TABLE DES FIGURES

5.1	Langue des Signes Camerounaise . . . . .	13
5.2	Diagramme de Contexte . . . . .	13
6.1	Gant Harmony : Harmony Gloves . . . . .	17

**Première partie**

**Cahier d'Analyse**

# INTRODUCTION

## 1.1 Contexte

Dans un monde où l'accessibilité et l'inclusion sont des enjeux majeurs, la reconnaissance et l'interprétation de la langue des signes constituent un défi technologique de premier plan. La communication entre les personnes sourdes/malentendantes et celles ne maîtrisant pas la langue des signes repose souvent sur des traducteurs humains ou des solutions de transcription visuelle. Cependant, ces méthodes restent coûteuses, limitées géographiquement et parfois peu adaptées aux interactions en temps réel.

Le projet *Harmony Gloves* vise à remédier à ces limites en proposant : un gant intelligent capable de traduire les gestes de la langue des signes camerounaise en texte et en audio. Grâce à des flex sensors, les mouvements des doigts et de la main sont détectés et interprétés puis affichés sur une application web, offrant ainsi une alternative portable et interactive pour les utilisateurs.

## 1.2 Problématique

L'un des défis majeurs dans l'interprétation de la langue des signes est le développement de systèmes fiables et en temps réel capables de capturer et d'analyser avec précision les mouvements manuels. Les principales questions que ce projet tente de résoudre sont les suivantes :

- Comment assurer une reconnaissance précise et fluide des gestes en langue des signes ?
- Comment garantir une expérience utilisateur fluide avec une communication Bluetooth efficace ?

## 1.3 Objectifs

Le projet *Harmony Gloves* a pour objectif principal de concevoir une solution interactive et portable permettant d'interpréter la langue des signes camerounaise en

---

temps réel. De manière plus spécifique, il vise à :

- Développer un gant intelligent capable de capter les mouvements des doigts et de la main via des capteurs.
- Créer une application web interactive permettant d’afficher les gestes traduits en texte et en audio.
- Assurer une connexion Bluetooth stable entre le gant et l’application, pour une transmission fluide des données.
- Proposer une interface intuitive et ergonomique, accessible aux personnes sourdes/malentendantes et à leur entourage.

## PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

### 2.1 Conception du gant

Le gant est le dispositif clé du projet, destiné à capturer les mouvements de la main et des doigts dans le but de traduire ces gestes en langue des signes. La conception du gant devra prendre en compte les points suivants :

- **Capteurs Flex** : Ces capteurs sont utilisés pour mesurer la flexion des doigts. Ils permettent de détecter les changements de position et la courbure des doigts, fournissant ainsi des données essentielles pour l'interprétation des gestes.
- **Confort et Ergonomie** : Le gant doit être confortable à porter sur de longues périodes. Il doit être conçu pour s'adapter à différentes tailles de mains tout en permettant une grande liberté de mouvement.
- **Alimentation et Autonomie** : Le gant doit être alimenté par des batteries rechargeables offrant une autonomie suffisante pour des sessions d'utilisation prolongées.

### 2.2 Développement de l'application

Il s'agit de l'interface principale par laquelle l'utilisateur interagira avec le système. Elle recevra les données interprétées et les affichera. L'application devra répondre aux exigences suivantes :

- **Affichage en Temps Réel des données** : L'application web doit afficher la traduction des gestes capturés par le gant en texte et/ou en audio. Chaque geste de la langue des signes camerounaise sera traduit de manière instantanée, permettant ainsi une communication fluide entre l'utilisateur sourd/malentendant et son interlocuteur.
- **Interface Utilisateur** : L'application doit être intuitive et facile à utiliser. Elle doit afficher le texte traduit et lire l'audio correspondant, tout en offrant une interface claire et simple à naviguer pour les personnes sourdes/malentendantes. L'interface sera conçue avec des éléments visuels adaptés à ce public (par exemple, des polices de grande taille, des couleurs contrastées, etc.).

- **Personnalisation** : L'application pourra permettre à l'utilisateur de personnaliser certains paramètres (comme la vitesse de transmission des données) afin d'améliorer l'accessibilité.
- **Multi-Plateforme** : L'application devra être compatible avec les principaux navigateurs web (Chrome, Firefox, Safari, etc.) et fonctionner sur les systèmes d'exploitation comme Windows, macOS et Linux. .

## 2.3 Connexion Bluetooth

Une communication sans fil entre le gant et l'application web sera mise en place via Bluetooth. Ce choix de technologie vise à garantir une transmission fluide des données sans contrainte de câbles. Cette fonctionnalité doit répondre aux critères suivants :

- **Transmission en Temps Réel** : Les données doivent être envoyées au fur et à mesure que le geste est effectué, sans délai perceptible. On doit être capable de recevoir, traiter et afficher les textes immédiatement.
- **Stabilité de la Connexion** : Le Bluetooth doit garantir une connexion stable et sans interférence. Des mécanismes de reconnexion automatique doivent être mis en place pour assurer que la communication soit maintenue, même en cas de perte momentanée du signal.
- **Portée du Bluetooth** : Le périmètre du projet ne prévoit pas des distances longues. La portée doit être suffisante pour que l'utilisateur puisse interagir confortablement avec l'application dans une pièce ou dans un environnement de travail normal, mais il ne s'agit pas d'une solution de communication longue portée.
- **Gestion des Interférences** : Les communications Bluetooth doivent être robustes face aux interférences de signal, en particulier dans les environnements urbains où des dispositifs sans fil multiples peuvent coexister.

## 2.4 Accessibilité du projet

Une partie essentielle du périmètre du projet concerne l'accessibilité de l'application et de la solution en général. L'objectif principal est de rendre l'application aussi accessible que possible pour les personnes sourdes et malentendantes, tout en offrant une expérience fluide et compréhensible. Les points suivants sont à considérer :

- **Interface Visuelle** : L'interface utilisateur doit respecter des standards d'accessibilité. Cela inclut des contrastes de couleur élevés, des boutons bien visibles, et des icônes simples. Il est aussi important que la navigation dans l'application soit intuitive et rapide.
- **Compatibilité avec des Dispositifs d'Assistance** : L'application doit pouvoir être utilisée avec des dispositifs d'assistance comme les lecteurs d'écran et les logiciels de braille pour les personnes ayant des déficiences visuelles.



## 2.5 Limites du projet

Bien qu'ambitieux, le projet Harmony Gloves a des limites clairement définies. Le périmètre du projet exclut :

- **La prise en charge de toutes les langues des signes** : Le projet se concentrera sur la langue des signes camerounaise, et non sur d'autres langues des signes internationales.
- **Le développement d'une application mobile native** : Bien qu'une version mobile ait été envisagée, les possibilités ne couvrent que l'application web.
- **La traduction des gestes dans des environnements bruyants** : Le système est conçu pour fonctionner dans un environnement relativement calme. L'adaptation du système pour des environnements bruyants ou complexes (comme des bruits de fond ou des gestes rapides) ne fait pas partie du périmètre initial.

## IDENTIFICATEUR DES ACTEURS

### 3.1 Utilisateur final

Les utilisateurs finaux du projet sont **les personnes sourdes ou malentendantes** qui utiliseront le gant intelligent pour communiquer en langue des signes. Ces utilisateurs sont au cœur du projet, car la solution est conçue pour répondre à leurs besoins en matière de communication. Voici leurs rôles et attentes :

- **Rôle** : Utiliser le gant pour réaliser des gestes en langue des signes, qui seront ensuite traduits et retransmis via l'application.
- **Besoins** : Les utilisateurs finaux ont besoin d'une solution qui leur permet de communiquer de manière fluide, sans avoir à dépendre d'un traducteur humain. Ils attendent une traduction rapide et précise des gestes en texte et en audio, ainsi qu'une interface facile à utiliser et accessible.
- **Attentes** : L'application doit offrir une traduction en temps réel et une interface claire, avec des fonctionnalités de personnalisation pour améliorer l'accessibilité.

### 3.2 Développeurs

Les développeurs sont les acteurs responsables de la conception et du développement du gant intelligent, de l'application web et de l'intégration du Bluetooth. Ils doivent avoir une expertise dans plusieurs domaines techniques, allant de l'embarqué à l'interface web, en passant par la gestion de la communication sans fil. Voici les rôles et attentes :

- **Rôle** : Concevoir et développer les composants matériels et logiciels du projet, y compris le gant, l'application web, le Bluetooth, ainsi que l'intégration de tous ces éléments.
- **Besoins** : Les développeurs doivent travailler avec des outils et technologies adaptés pour garantir la fiabilité, la sécurité, et la performance du système. Ils auront besoin de logiciels de développement pour la partie embarquée (par exemple, Arduino IDE pour programmer le gant) et pour le développement web (NextJs pour l'application web).

- **Attentes** : Les développeurs devront concevoir un gant ergonomique et fonctionnel avec des capteurs flex, ainsi qu'une application web performante capable de traduire les gestes en temps réel. Ils devront également s'assurer que la communication Bluetooth entre le gant et l'application est stable et sans erreur.

## EXIGENCES

### 4.1 Exigences Fonctionnelles

Les exigences fonctionnelles décrivent les actions que le système Harmony Gloves doit pouvoir accomplir pour répondre aux attentes et besoins des utilisateurs finaux. Ces exigences visent à garantir que le système offre une expérience utilisateur optimale et une solution fiable pour la traduction des gestes en langue des signes.

#### 4.1.1 Reconnaissance des Gestes

Le système doit être capable de détecter et de transmettre en temps réel les gestes de la langue des signes via les capteurs flex intégrés dans le gant.

- Action attendue : Le gant envoie les données des gestes à l'application web en temps réel.
- Critères de performance : La traduction des gestes doit être rapide, précise, et sans latence visible pour l'utilisateur.

#### 4.1.2 Interface Utilisateur

L'application web doit fournir une interface claire et ergonomique, permettant aux utilisateurs de recevoir la traduction en texte et en audio des gestes effectués avec le gant.

- Affichage Texte : L'application doit afficher le texte correspondant aux gestes traduits.
- Personnalisation : Les utilisateurs doivent pouvoir personnaliser des paramètres tels que la vitesse de transmission.

#### 4.1.3 Connexion Bluetooth

La communication entre le gant et l'application web doit se faire sans fil via Bluetooth.

- **Transmission en temps réel** : La connexion Bluetooth doit permettre une transmission fluide des données sans interférence, garantissant une interaction en temps réel entre l'utilisateur et l'application.
- **Stabilité et fiabilité** : La connexion doit être stable, avec un faible délai de transmission, pour éviter tout décalage perceptible entre le geste effectué et la traduction.

#### 4.1.4 Détection des Gestes

Le gant doit être capable de distinguer et de traduire des gestes spécifiques à la langue des signes camerounaise.

- **Précision** : Le système doit être capable de reconnaître différents gestes, même si ces derniers sont effectués de manière légèrement différente (en fonction de l'utilisateur, de son environnement, etc.).
- **Adaptabilité** : Le système doit pouvoir ajuster la détection des gestes en fonction des variations (gestes effectués plus lentement ou plus rapidement) et garantir une traduction précise.

#### 4.1.5 Ergonomie

L'ergonomie du gant et de l'application web doit être prise en compte pour garantir un confort d'utilisation optimal.

- **Gant** : Le gant doit être conçu de manière à être confortable à porter pendant de longues périodes, tout en étant ajustable pour s'adapter aux différentes tailles de main.
- **Application Web** : L'application web doit être simple et intuitive à utiliser, même pour les personnes ayant peu ou pas de familiarité avec la technologie.

## 4.2 Exigences Fonctionnelles

### 4.2.1 Performance

Les exigences de performance garantissent que le système fonctionne de manière fluide, rapide et efficace, offrant une expérience utilisateur optimale.

- **Traduction en temps réel** : Le délai entre l'exécution d'un geste et sa traduction en texte et audio doit être minimal (quelques millisecondes).
- **Compatibilité avec les navigateurs** : L'application doit être compatible avec différents navigateurs web modernes (Chrome, Firefox, Edge, Safari), et ne pas subir de latence excessive lors de la traduction des gestes.

### 4.2.2 Accessibilité

L'application web doit être accessible, en particulier pour les personnes sourdes et malentendantes. Les fonctionnalités d'accessibilité doivent permettre à ces utilisateurs de personnaliser l'interface pour répondre à leurs besoins spécifiques.

- **Adaptabilité de l'interface** : L'application doit permettre de modifier la taille du texte, d'ajuster la vitesse de la voix, et d'activer des sous-titres si nécessaire.
- **Prise en charge des normes d'accessibilité** : L'application doit respecter les normes d'accessibilité Web (WCAG) pour garantir que toutes les fonctionnalités sont utilisables par les personnes sourdes/malentendantes.

### 4.2.3 Compatibilité

L'application web doit être compatible avec une large gamme de systèmes d'exploitation et de plateformes.

- **Systèmes d'exploitation** : L'application doit fonctionner sur les principaux systèmes d'exploitation modernes, y compris Windows, macOS et Linux.
- **Navigateurs et appareils** : L'application doit être compatible avec les versions récentes des navigateurs web et s'adapter aux différentes tailles d'écrans (ordinateurs, tablettes, smartphones).

## CONTRAINTES

Il s'agit des éléments essentiels à prendre en compte pour assurer la réussite du projet tout en respectant des limites spécifiques. Ces contraintes touchent des aspects technologiques, budgétaires, temporels et d'adaptation locale.

### 5.1 Contraintes Technologiques

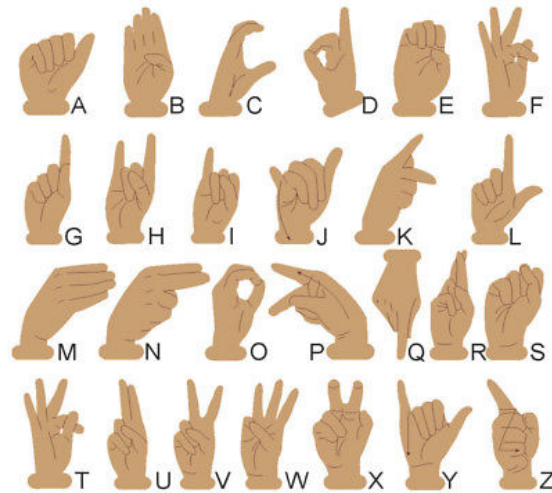
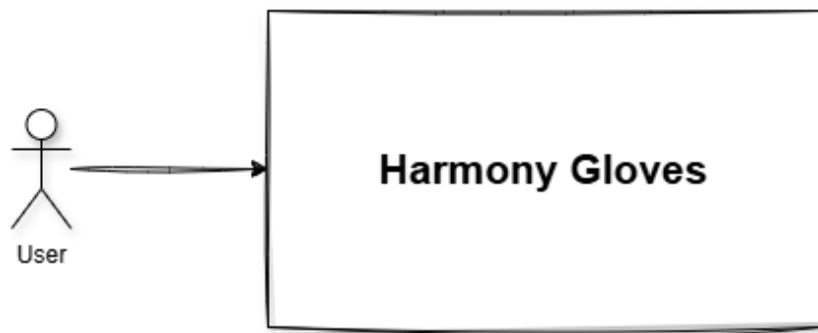
#### 5.1.1 Choix des Capteurs Flex

Le choix des capteurs flex (qui mesurent la flexion des doigts) doit être basé sur des critères de performance, de précision et de coût.

- **Performance** : Les capteurs doivent permettre de capturer avec précision les gestes de la langue des signes, en particulier les variations subtiles de la position des doigts.
- **Précision** : La précision des capteurs doit être suffisante pour garantir une détection claire des gestes, sans erreurs ou ambiguïtés. La calibration et l'ajustement des capteurs doivent être effectués de manière précise.
- **Durabilité et fiabilité** : Les capteurs doivent être résistants à l'usure et aux conditions environnementales, car le gant sera porté sur une longue durée.

#### 5.1.2 Communication Bluetooth

- **Stabilité** : La communication Bluetooth doit être stable pour éviter toute perte de données. Le signal Bluetooth doit être capable de couvrir une distance suffisante pour permettre une interaction fluide entre le gant et l'application web.
- **Rapidité des échanges de données** : Le Bluetooth doit permettre la transmission en temps réel des données sans retard perceptible, garantissant une interaction rapide entre les gestes effectués et leur traduction dans l'application.
- **Consommation d'énergie** : L'optimisation de la consommation d'énergie est également importante, notamment pour les composants Bluetooth, afin de prolonger l'autonomie du gant.

FIGURE 5.1 – *Langue des Signes Camerounaise*FIGURE 5.2 – *Diagramme de Contexte*

## 5.2 Contraintes Budgétaires : Coût des Composants

Le projet doit respecter un budget limité tout en garantissant des performances de qualité. Bien que des choix de composants plus abordables puissent être faits, il est crucial que ces choix n'impactent pas négativement les performances du gant ou de l'application web.

## 5.3 Contraintes d'Adaptation Locale : Langue des Signes Camerounaise

- **Représentation et Documentation** : La langue des signes camerounaise doit être suffisamment documentée et structurée pour garantir que les gestes sont traduits de manière précise.
- **Ressources locales** : Des consultations avec des experts ou des utilisateurs sourds/malentendants seront nécessaires pour s'assurer que la langue des signes camerounaise est correctement modélisée et incluse dans l'application.



**Deuxième partie**

**Cahier Conception**

## ARCHITECTURE DU SYSTÈME ET CHOIX DES TECHNOLOGIES

Le système repose sur une architecture modulaire, divisée en trois couches principales, chacune ayant un rôle spécifique :

### 6.1 Gant Intelligent (Hardware)

#### 6.1.1 Acquisition des données

Le gant est équipé de capteurs (flex sensors) embarqués qui capturent les mouvements des doigts et de la main. Il est responsable de l'acquisition des données brutes avant leur transmission.

#### 6.1.2 Composants principaux

- Capteurs flex → Mesurent la flexion des doigts pour identifier les formes des gestes.
- Arduino Uno → Convertit les signaux analogiques en données exploitables.
- Bluetooth HC-05 → Permet la transmission des données vers le backend.

#### 6.1.3 Processus

- Capture des mouvements en continu via les capteurs.
- Transformation des signaux en données numériques.
- Envoi des données via Bluetooth vers le serveur backend.

### 6.2 Serveur Backend

#### 6.2.1 Traitement et Interprétation

Le backend reçoit les données du gant et effectue le traitement en temps réel pour les convertir en texte.

### 6.2.2 Technologies envisagées

- Python (Machine Learning - TensorFlow) → Algorithme de reconnaissance des gestes.
- Bluetooth API → Communication en temps réel entre le gant et l'application web.

### 6.2.3 Processus

- Réception des données envoyées par l'Arduino via Bluetooth.
- Interprétation des gestes grâce à un modèle basé sur les LSTM.
- Conversion du geste en texte.
- Envoi des résultats à l'application web.

## 6.3 Application Web (Frontend) – Affichage et Interaction

L'application permet à l'utilisateur de visualiser la traduction des gestes sous forme de texte et audio et d'accéder à l'historique.

### 6.3.1 Technologie envisagée

- NextJs → Interface dynamique et responsive.

### 6.3.2 Fonctionnalités clés

- Affichage du texte correspondant au geste reconnu.
- Personnalisation (vitesse d'affichage).



**FIGURE 6.1** – Gant Harmony : Harmony Gloves