



**Université Mohammed V**  
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE ET D'ANALYSE DES SYSTÈMES -RABAT-  
(ENSIAS)

RAPPORT DE STAGE INITIATION

---

**Contrôle d'Accès Par Reconnaissance  
Faciale**

---

FILIÈRE : INGÉNIERIE DES SYSTÈMES EMBARQUÉS ET MOBILES (ISEM )

Réalisé par :  
**Abdellilah AIT JA**

Encadré Par :  
**M. SAMOUDI Youssef**

Membre du Jury :  
**M. Abderrahim MESBAH**  
**M. Aissam BERRAHOU**  
**M. Hassan BERBIA**

Année Universitaire 2020-2021

## Remerciements

Il apparaît opportun de commencer ce rapport de stage par des remerciements à Dieu, mes parents et ma famille de m'avoir offert les bonnes conditions pour pouvoir continuer mes études, ceux qui m'ont beaucoup soutenu au cours de ce stage ainsi que ceux qui ont eu la gentillesse de le rendre très profitable. Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes vifs remerciements à :

M. SAMOUDI Youssef, pour l'encadrement technique et pour m'avoir guidé, encouragé et conseillé pendant toute la période du stage.

Je tiens à mentionner le plaisir que j'ai eu de travailler qui lui. Je remercie tous ceux qui ont veillé à ce que ce travail soit ce qu'il est, leurs conseils, instructions, suggestions ou contributions. Et particulièrement M. Ahmed AIT JA.

J'adresse ma profonde gratitude à M. Abderahim MESBAH pour m'avoir guidé, encouragé et conseillé pendant tout la période de formation, à tous les membres du jury, à l'École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes Rabat pour le savoir qu'elle nous a offerte et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

## Résumé

L'intérêt croissant pour la vision par ordinateur au cours de la dernière décennie. Grâce au doublement régulier de la puissance de calcul tous les 13 mois, la détection et la reconnaissance des visages sont passées d'un domaine de recherche ésotérique à un domaine populaire de la vision par ordinateur et à l'une des meilleures applications réussies de l'analyse d'images et de la compréhension basée sur des algorithmes. En raison de la nature intrinsèque du problème, la vision par ordinateur n'est pas seulement un domaine de recherche informatique, mais aussi l'objet d'études neuroscientifiques et psychologiques, principalement en raison de l'opinion générale selon laquelle les progrès de la recherche sur le traitement et la compréhension des images informatiques permettront de comprendre le fonctionnement de notre cerveau et vice versa. En raison de la curiosité et de l'intérêt général pour la question, l'auteur a proposé de créer une application qui permettrait à l'utilisateur d'accéder à une machine particulière sur la base d'une analyse approfondie des traits du visage d'une personne.

# Abstract

The growing interest in computer vision of the past decade. Fueled by the steady doubling rate of computing power every 13 months, face detection and recognition has transcended from an esoteric to a popular area of research in computer vision and one of the better and successful applications of image analysis and algorithm based understanding. Because of the intrinsic nature of the problem, computer vision is not only a computer science area of research, but also the object of neuro-scientific and psychological studies, mainly because of the general opinion that advances in computer image processing and understanding research will provide insights into how our brain work and vice versa. Because of general curiosity and interest in the matter, the author has proposed to create an application that would allow user access to a particular machine based on an in-depth analysis of a person's facial features.

# Table de matières

<b>Remerciements</b>	<b>2</b>
<b>Résumé</b>	<b>3</b>
<b>Abstract</b>	<b>4</b>
<b>Table des figures</b>	<b>7</b>
<b>Introduction Général</b>	<b>10</b>
<b>Présentation de l'Organisme et Cadre général du projet</b>	<b>11</b>
<b>1 Présentation de l'Organisme et Cadre général du projet</b>	<b>11</b>
1.1 Introduction . . . . .	11
1.2 l'Organisme et de la Division d'Accueil . . . . .	11
1.2.1 Présentation de la Société . . . . .	11
1.2.2 Secteur d'Activité . . . . .	11
1.2.3 Organigramme de l'entreprise . . . . .	12
1.2.4 BOUI Travaux en chiffre . . . . .	13
1.2.5 QSE (Qualité Sécurité Environnement) . . . . .	13
1.3 Cadre général du projet . . . . .	14
1.3.1 Problématique . . . . .	14
1.3.2 Objectif du projet . . . . .	15

1.3.3	La solution proposée . . . . .	15
1.3.4	Conduite du projet . . . . .	16
1.4	Conclusion . . . . .	16
<b>État De L'Art</b>		<b>17</b>
<b>2</b>	<b>État De L'Art</b>	<b>17</b>
2.1	Introduction . . . . .	17
2.2	La reconnaissance Faciale . . . . .	17
2.2.1	Avantages et inconvénients de la Reconnaissance de Visage . . . . .	18
2.3	Système de reconnaissance de visages . . . . .	18
2.3.1	Architecture générale . . . . .	18
2.3.2	L'extraction des caractéristiques . . . . .	19
2.3.3	La comparaison des caractéristiques (classification) et décision . . . . .	20
2.4	Les Techniques de Reconnaissance Faciale . . . . .	20
2.5	Conclusion . . . . .	21
<b>Spécification et analyse des besoins</b>		<b>22</b>
<b>3</b>	<b>Spécification et analyse des besoins</b>	<b>22</b>
3.1	Introduction . . . . .	22
3.2	Spécification des besoins . . . . .	23
3.2.1	Capture des Besoins Fonctionnels . . . . .	23
3.2.2	Capture des Besoins Non Fonctionnels . . . . .	23
3.3	Analyse des besoins . . . . .	24
3.3.1	Phase d'Apprentissage . . . . .	26
3.3.2	Phase d'Identification . . . . .	26
3.3.3	Phase de tests : . . . . .	27

3.4 Conclusion . . . . .	27
<b>Etude Conceptuelle</b>	<b>28</b>
<b>4 Etude Conceptuelle</b>	<b>28</b>
4.1 Introduction . . . . .	28
4.2 Conception Globale . . . . .	28
4.3 Conception Détailée . . . . .	29
4.3.1 L'approche UML adoptée . . . . .	29
4.3.2 Les Diagrammes des Cas d'Utilisation . . . . .	30
4.3.3 Diagramme de séquence «Choisir la meilleure image» . . . . .	32
4.3.4 Diagramme de séquence «Reconnaitre les visages» . . . . .	33
4.3.5 Le Diagramme de Classe . . . . .	34
4.4 Conclusion . . . . .	35
<b>Etude Technique</b>	<b>36</b>
<b>5 Etude Technique</b>	<b>36</b>
5.1 Introduction . . . . .	36
5.2 Environnement du travail . . . . .	36
5.2.1 Environnement matériel . . . . .	36
5.2.2 Environnement logiciel . . . . .	37
5.3 Réalisation . . . . .	37
5.3.1 Partie Logiciel . . . . .	37
5.3.2 Partie Matériel . . . . .	39
5.4 Conclusion . . . . .	40
<b>Conclusion Général et Perspective</b>	<b>41</b>

# Table des figures

1.1	Section d'activité. . . . .	12
1.2	Organigramme de l'entreprise. . . . .	12
1.3	BOUI Travaux en chiffre. . . . .	13
1.4	QSE . . . . .	14
1.5	Le modèle de cycle de vie en cascade . . . . .	16
2.1	Avantages et inconvénients de la Reconnaissance de Visage . . . . .	18
3.1	Principe de fonctionnement de base d'un système de reconnaissance faciale . . . . .	22
3.2	Schéma global du système de reconnaissance de visages. . . . .	25
3.3	Architecture générale de notre système de reconnaissance de visages. . . . .	25
3.4	Représentation modulaire de la phase d'apprentissage. . . . .	26
4.1	Cinq façons de voir un système (4+1 vues de Kruchten) . . . . .	29
4.2	Diagramme de cas d'utilisation « Choisir la meilleure image » . . . . .	30
4.3	Diagramme de cas d'utilisation « Reconnaître les visages » . . . . .	31
4.4	Diagramme de cas d'utilisation « Gérer la base de données » . . . . .	32
4.5	Diagramme de séquence « Choisir la meilleure image» . . . . .	33
4.6	Diagramme de séquence « Reconnaître les visages» . . . . .	34
4.7	Diagramme de classes . . . . .	35
5.1	Interface Principal . . . . .	37

5.2	STREAM CAMERA . . . . .	38
5.3	ADD USER DELETE ALL . . . . .	38
5.4	DETECT FACES . . . . .	39
5.5	Schéma de réalisation . . . . .	40
5.6	Schéma réel . . . . .	40

# Introduction Général

Identifier une personne à partir de son visage est une tâche aisée pour les humains. En est-il de même pour une machine ? Ceci définit la problématique de la reconnaissance automatique de visages, qui a engendré un grand nombre de travaux de recherche au cours des dernières années. Le visage peut être considéré comme une donnée biométrique. Une donnée biométrique est une donnée qui permet l'identification d'une personne sur la base de ce qu'il est (caractéristiques physiologiques ou comportementales). Les indices biométriques physiologiques sont des traits biologiques/chimiques innés, alors que les indices biométriques comportementaux sont associés à des comportements appris ou acquis. Les données biométriques sont devenues des données incontournables pour le problème de l'identification sécurisée et de la vérification de personnes. Les méthodes d'identification ou de vérification d'identité basées sur une donnée biométrique offrent certains avantages par rapport aux méthodes basées sur un mot de passe ou un code PIN.

Premièrement, les données biométriques sont des données individuelles, alors que les mots de passe peuvent être utilisés ou volés par quelqu'un d'autre que l'utilisateur autorisé.

Deuxièmement, une donnée biométrique est très pratique car il n'y a rien à porter ou à mémoriser. Troisièmement, les technologies biométriques deviennent de plus en plus précises avec un coût en constante diminution. Cela veut dire entre autre que la biométrie faciale nous permet d'exploiter de nombreuses informations relatives à une personne. Dans la vie quotidienne, le visage est probablement le trait biométrique le plus utilisé par les humains afin de reconnaître les autres, le visage a de grands avantages par rapport aux autres biométries, parce qu'il est naturel, et facile à acquérir. Ce rapport est organisé en quatre chapitres : dans le premier chapitre, on présente l'organisme d'accueil et ses secteur d'activité . Dans le second chapitre, on présente le contexte général du projet, l'Analyse du projet dont on a décomposé notre projet en méthodes utiliser et fonctionnement du projet. Ensuite, le troisième chapitre sera consacré aux specification des besoins le quatrième chapitre doit traite l'étude conceptuelle. Avant de finir on a présenté l'étude technique et les étapes de réalisation du projet. Finalement la conclusion générale et les perspectives .

# **Chapitre 1**

## **Présentation de l'Organisme et Cadre général du projet**

### **1.1 Introduction**

Ce chapitre décrit une présentation de la société Bioui Travaux, ses activités et sa structure interne et après le cadre générale de Projet .

### **1.2 l'Organisme et de la Division d'Accueil**

#### **1.2.1 Présentation de la Société**

C'est une Société à responsabilité limitée (S.A.R.L) au capital de 100 000 000,00 Dirhams, créé en 1999, BIOUI TRAVAUX est devenue sans conteste une entreprise leader dans son domaine et a toujours su répondre aux exigences des professionnels en matière d'aménagement routier. Le chiffre d'affaires de BIOUI TRAVAUX a connu une augmentation rapide, grâce à la confiance de ses clients, et il a pu atteindre un milliard de dirhams en 2011. Cette entreprise s'est imposée sur le marché en participant à la plupart des chantiers de la Région de l'Oriental ainsi que sur d'autres régions du Royaume (Nador, Al Hoceima, Fès, Chefchaouen, Tétouan, Boulemane, Séfrou, Agadir, Guelmim ...).

#### **1.2.2 Secteur d'Activité**

Sa capacité d'étude et d'anticipation, lui permettent à BIOUI Travaux de piloter des projets de toutes tailles. BIOUI Travaux intègre l'ensemble des métiers concourant à optimiser les projets d'infrastructures et d'aménagements, le schéma suivant montre ses activités :

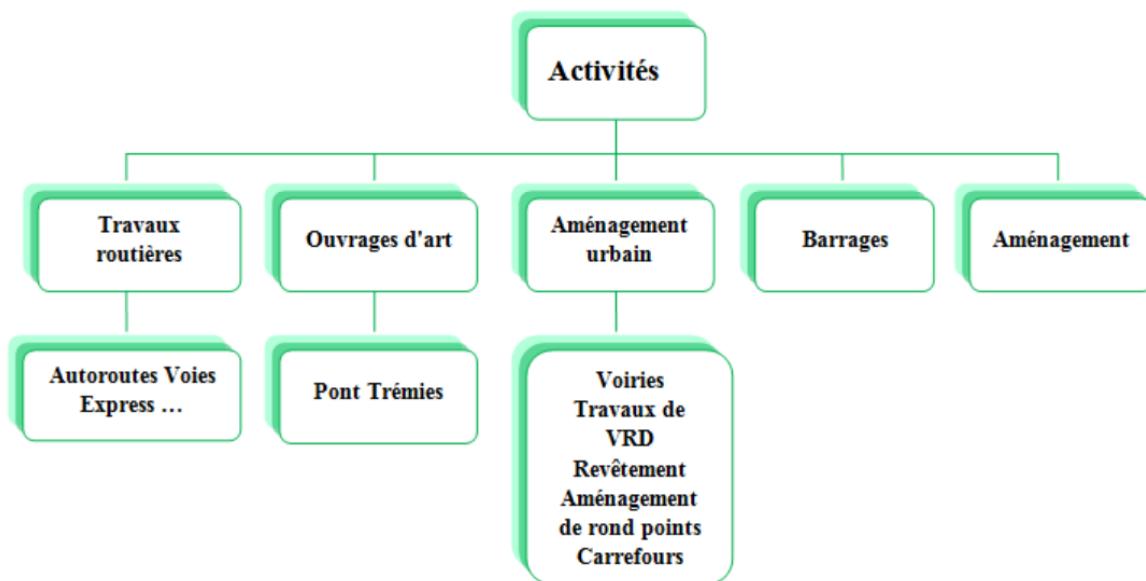


FIGURE 1.1 – Section d’activité.

### 1.2.3 Organigramme de l’entreprise

L’organigramme des différents acteurs de « BIOUI TRAVAUX » est représenté ci-dessous :

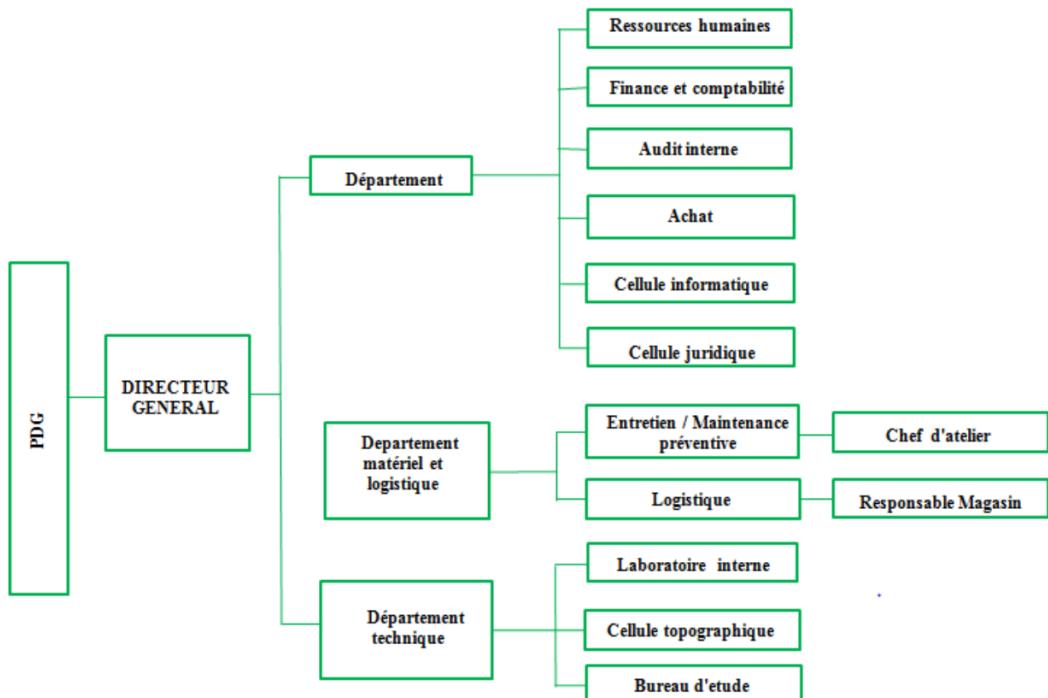


FIGURE 1.2 – Organigramme de l’entreprise.

### 1.2.4 BOUI Travaux en chiffre

La figure ci-après représente une représentation de la société « BIOUI TRAVAUX » en chiffre :

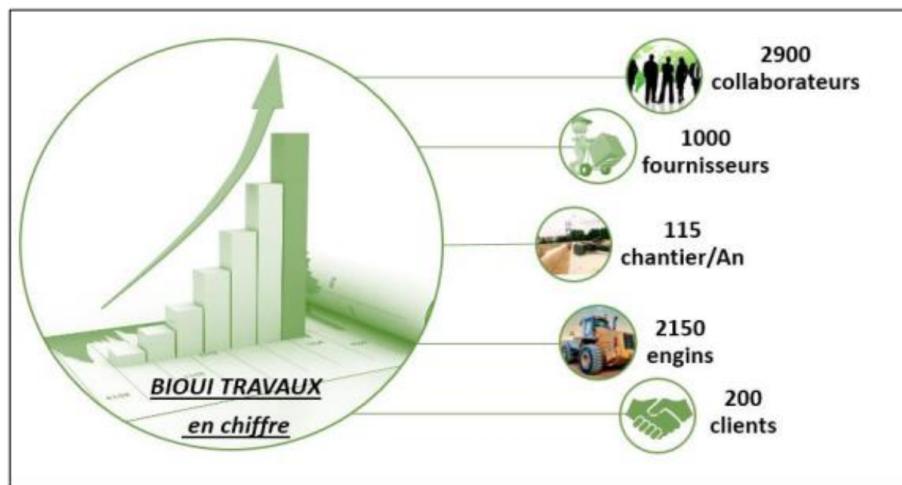


FIGURE 1.3 – BOUI Travaux en chiffre.

### 1.2.5 QSE (Qualité Sécurité Environnement)

Un domaine d'expertise technique contrôlant les aspects liés à la qualité, aux risques professionnels et à l'environnement au sein des organisations afin de conduire à un système de management intégré.



FIGURE 1.4 – QSE

## 1.3 Cadre général du projet

### 1.3.1 Problématique

La reconnaissance de visages est la technique la plus commune et populaire. Elle reste la plus acceptable puisqu'elle correspond à ce que les humains utilisent dans l'interaction visuelle; et par rapport aux autres méthodes, la reconnaissance du visage s'avère plus avantageuse, d'une part c'est une méthode non intrusive, c'est-à-dire elle n'exige pas la coopération du sujet (en observant les individus à distance), et d'une autre part les capteurs utilisés sont peu coûteux (une simple caméra) contrairement à l'empreinte digitale et l'iris où le sujet devra être très proche du capteur et devra coopérer pour l'acquisition de l'image sans oublier le coût de l'équipement nécessaire pour l'acquisition (équipement spécial coûteux).

Malgré que certains disent que la reconnaissance de visages est une biométrie relativement peu sûre, sur le fait que le signal acquis est sujet à des variations beaucoup plus élevées que d'autres caractéristiques, comme la variation de l'éclairage, le changement de la position du visage, la présence ou l'absence de lunettes et autres; mais, au cours de ces dernières années plusieurs techniques de traitements d'images sont apparues, telle que la détection du visage, la normalisation de l'éclairage, etc. Sans oublier le développement considérable des technologies des caméras numériques, ce qui néglige l'effet de ces problèmes.

Parmi les six attributs biométriques considérés, les caractéristiques faciales marquent

un score de compatibilité le plus élevé dans un système **MRTD** (“Machine Readable Travel Documents”), ce score étant basé sur plusieurs facteurs d’évaluation tels que l’enrôlement, le renouvellement des données, les requis matériels et la perception des utilisateurs.

### 1.3.2 Objectif du projet

**La reconnaissance de visages** est une technologie biométrique en vogue, elle est très utilisée dans les applications d’authentification, de contrôle d'accès et de vidéo de surveillance, on trouve plusieurs méthodes globales, locales et hybrides de reconnaissance de visages. Le but de ce projet est de reconnaître des formes géométriques simples, des visages des employées à partir de séquences vidéo en effectuant une suite de traitements morphologiques. Le but de la reconnaissance de visages est de concevoir des systèmes informatiques capables d'égaler les êtres humains dans ce domaine.

### 1.3.3 La solution proposée

**Contrôle d'Accès Par Reconnaissance Faciale** : est une alternative 100% sécurisée lorsque, outre la détection de présence, il est nécessaire de donner une certitude quant à l'accès des personnes autorisées. Très utile sur les sites externes, cet outil résout certains problèmes connus. Par exemple :

- Résout le problème des employés échangeant des badges pour en tamponner un et pour frauder les heures de travail de l’entreprise.
- Résout le problème du ”remplacement non autorisé”, c'est-à-dire que le travailleur qui doit faire des choses personnelles ne se présente pas au travail et prête le badge à un membre de sa famille.
- Résout un problème de confidentialité. Seules les personnes autorisées à accéder au site seront enregistrées comme temps de travail.

Cette technologie surpassé la technologie des empreintes digitales en ce qui concerne la sécurité, car les détecteurs biométriques d’empreintes digitales normaux doivent mémoriser l’empreinte digitale à l’intérieur de la matrice avant de pouvoir la reconnaître. Ensuite, un outil contenant les différentes empreintes digitales est laissé sur le site. Si cet outil est volé en même temps, les empreintes qu'il contient sont volées, ce qui peut être utilisé à des moments très dangereux.

### 1.3.4 Conduite du projet

#### cycle en cascade

Pour ce projet j'ai adopté le modèle de cycle de vie en cascade. Ce modèle définit des phases séquentielles à l'issue de chacune d'elles des documents sont produits pour en vérifier la conformité avant de passer à la suivante.

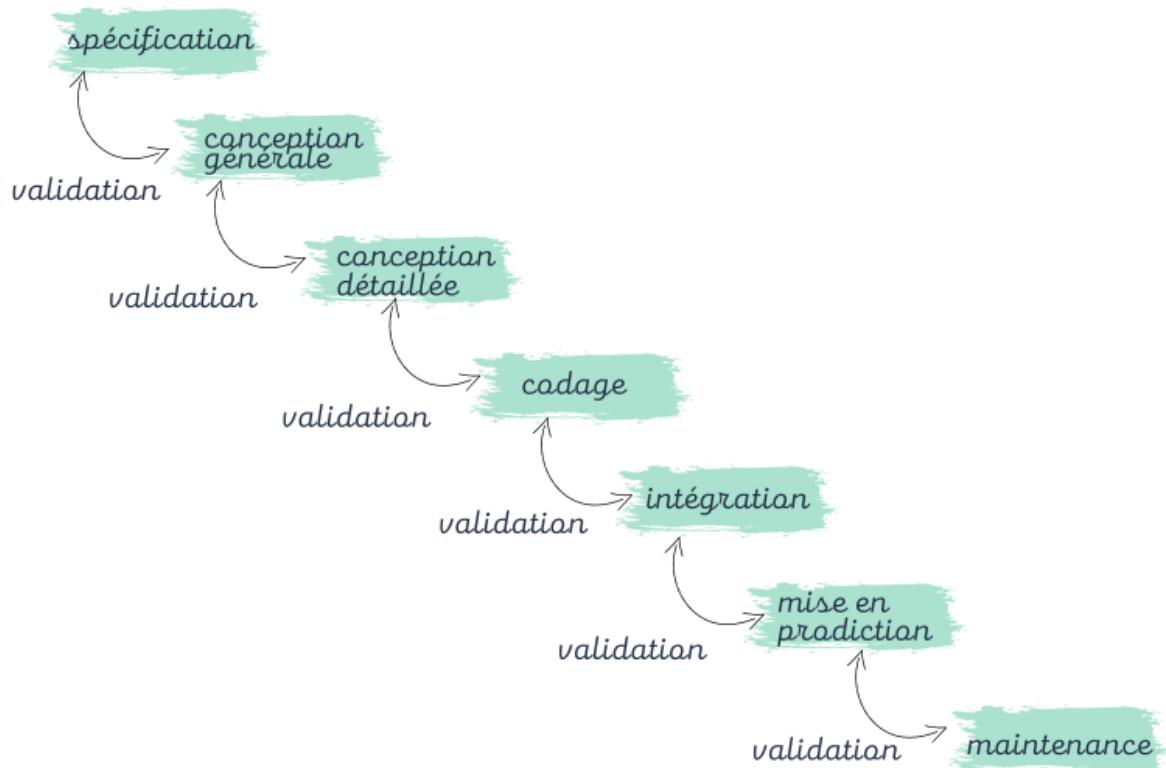


FIGURE 1.5 – Le modèle de cycle de vie en cascade

## 1.4 Conclusion

Dans ce chapitre, j'ai présenté le Groupe BIOUI Travaux ainsi que le site de l'organisme d'accueil. Dans le chapitre suivant, je vais décrire en détail analyse initiale de mon projet et les différents axes traités.

# **Chapitre 2**

## **État De L'Art**

### **2.1 Introduction**

En dépit de l'énorme progression en informatique et plus spécifiquement le traitement d'images, les systèmes appliquant les techniques de reconnaissance faciale sont considérés comme un gros « challenge » très intéressant, qui a attiré les chercheurs des différents domaines : psychologie, identification de modèles, réseaux de neurones, vision par ordinateur, infographie ...

### **2.2 La reconnaissance Faciale**

S'investir dans le domaine de la reconnaissance de visages est sans doute motivé par la multiplicité et la variété des champs d'applications de celui-ci (contrôle d'accès, télésurveillance et identification des criminels...). L'intérêt pour ce domaine s'explique aussi par le fait que par rapport aux autres filières de reconnaissance (reconnaissance de l'empreinte digitale, de la voix, etc.), la reconnaissance de visages n'a pas atteint un niveau aussi avancé que ces autres filières, elle souffre de plusieurs anomalies. Ceci s'explique avant tout par la complexité de la forme en question (le visage) comparée avec les autres formes .

Plusieurs méthodes de reconnaissance de visages ont été proposées durant ces 30 dernières années, suivant deux grands axes : la reconnaissance à partir d'images fixes et la reconnaissance à partir de séquence d'images (vidéo). La reconnaissance de visages basée sur la vidéo est préférable à celle basée sur des images fixes, puisque l'utilisation simultanée des informations temporelles et spatiales aide dans la reconnaissance. Dans ce projet, on s'est focalisé sur la reconnaissance basée sur la vidéo, puisqu'elle est plus demandée.

## 2.2.1 Avantages et inconvénients de la Reconnaissance de Visage

Avantages	Inconvénients
<p>Bien accepté par le public.</p> <p>Aucune action de l'usager (peu intrusive).</p> <p>Pas de contact physique.</p> <p>Technique peu coûteuse.</p>	<p>Technologie sensible à l'environnement (éclairage, position, expression du visage...)</p> <p>Difficultés de différencier de vrais jumeaux.</p> <p>Sensible aux changements. (barbe, moustache, lunettes, piercing, chirurgie...)</p>

FIGURE 2.1 – Avantages et inconvénients de la Reconnaissance de Visage

## 2.3 Système de reconnaissance de visages

Comme nous l'avons déjà cité un système automatique de reconnaissance de visages doit intégrer une étape d'apprentissage durant laquelle il associe l'allure du visage à l'identité d'une personne. Cette étape est réalisée chez les êtres humains d'une façon spontanée et évolutive. Dans un système artificiel, cette étape permet de construire une base de données des personnes connues, stockant des images étiquetées des identités. Pour ce faire, un système automatique comporte deux modes de fonctionnement : un mode enrôlement et un mode identification. Le premier mode sert à extraire pour chaque personne les éléments caractéristiques et les met sous la forme d'un vecteur caractéristique, appelé par la suite signature. Cette dernière, associée à une étiquette d'identité, sera stockée dans une base de données dédiée. Le mode d'identification permet de reconnaître une personne à partir de son image faciale, c'est à dire de retrouver l'identité associée à l'image.

### 2.3.1 Architecture générale

Idéalement, un système de reconnaissance faciale doit pouvoir identifier des visages présents dans une image ou une vidéo de manière automatique. Le système peut opérer dans les deux modes suivants : authentification ou identification. On peut également noter qu'il existe un autre type de scénario de reconnaissance faciale mettant en jeu une vérification sur une liste de surveillance, où un individu est comparé à une liste restreinte de suspects. Le principe de fonctionnement de base d'un système de reconnaissance faciale peut être résumé en trois étapes après l'acquisition.

#### Acquisition de l'image

La capture est la première étape dans le processus. Il faut réussir à capter l'information pertinente sans bruit. Dans la reconnaissance de visage on peut utiliser les

capteurs 3D par exemple pour s'affranchir des problèmes de pose. Mais leur prix excessif ne permet pas une utilisation à grande échelle. Les capteurs en proche infrarouge sont utilisés pour éliminer les problèmes de l'illumination. Le codage consiste en l'acquisition d'image et sa digitalisation, ce qui donne lieu à une représentation bidimensionnelle au visage. L'image dans cette étape est dans un état brut ce qui engendre un risque de bruit qui peut dégrader les performances du système et donne lieu à une représentation 2D (la matrice des niveaux de gris) pour un objet 3D (le visage).

### Détection de visage et prétraitement

- **Détection :** La détection de visage peut se faire par détection de la couleur de la peau, la forme de la tête ou par des méthodes détectant les différentes caractéristiques du visage. Cette étape est autant plus délicate quand l'image acquise contient plusieurs objets de visage ou un fond non uniforme qui crée une texture perturbant la bonne segmentation du visage. Cette étape est dépendante de la qualité des images acquises.
- **Prétraitement :** Dans le monde physique, il y a trois paramètres à considérer : l'éclairage, la variation de posture et l'échelle. La variation de l'un de ces trois paramètres peut conduire à une distance entre deux images du même individu, supérieure à celle séparant deux images de deux individus différents. Le rôle de cette étape est d'éliminer les parasites causés par la qualité des dispositifs optiques ou électroniques lors de l'acquisition de l'image en entrée, dans le but de ne conserver que les informations essentielles et donc préparer l'image à l'étape suivante. Elle est indispensable car on ne peut jamais avoir une image sans bruit à cause du fond (background) et de la lumière qui est généralement inconnue.

#### 2.3.2 L'extraction des caractéristiques

Cette étape représente le cœur du système de reconnaissance, on extrait de l'image les informations qui seront sauvegardées en mémoire pour être utilisées plus tard dans la phase de décision. Le choix de ces informations utiles revient à établir un modèle pour le visage, elles doivent être discriminantes et non redondantes. L'analyse est appelée indexation, représentation, modélisation ou extraction de caractéristiques. L'efficacité de cette étape a une influence directe sur la performance du système de reconnaissance de visage.

### 2.3.3 La comparaison des caractéristiques (classification) et décision

Elle consiste à modéliser les paramètres extraits d'un visage ou d'un ensemble de visages d'un individu en se basant sur leurs caractéristiques communes. Un modèle est un ensemble d'informations utiles, discriminantes et non redondantes qui caractérise un ou plusieurs individus ayant des similarités, ces derniers seront regroupés dans la même classe, et ces classes varient selon le type de décision. Selon les caractéristiques extraites précédemment, les algorithmes de comparaison diffèrent. On trouve dans la littérature plusieurs approches dont la plus simple est le calcul de distance (recherche de similarité). **La décision :** C'est l'étape qui fait la différence entre un système d'identification d'individus et un système de vérification. Dans cette étape, un système d'identification consiste à trouver le modèle qui correspond le mieux au visage pris en entrée à partir de ceux stockés dans la base de données, il est caractérisé par son taux de reconnaissance. Par contre, dans un système de vérification il s'agit de décider si le visage en entrée est bien celui de l'individu (modèle) proclamé ou il s'agit d'un imposteur. Pour estimer la différence entre deux images, il faut introduire une mesure de similarité.

## 2.4 Les Techniques de Reconnaissance Faciale

Il existe une variété de techniques consacrées à la détection de visage. Les systèmes de suivi de visage se sont beaucoup développés ces dernières années grâce à l'amélioration du matériel et à la forte demande industrielle, par exemple pour la recherche d'individu par le biais d'une caméra de surveillance. Les méthodes de base les plus utilisées sont :

- **Le traitement automatique du visage :** C'est une technologie rudimentaire, elle caractérise les visages par des distances et des proportions entre des points particuliers comme les deux yeux, le nez les coins de la bouche. Aussi éprouvé que les autres technologies, le traitement automatique de visage est la plus efficace dans des situations de capture d'image avec peu d'éclairage.
  - **Eigenface :** Elle utilise une représentation des éléments caractéristiques d'une image de visage à partir d'images modèles en niveau de gris. Des variantes d'Eigenface sont fréquemment utilisées comme base pour d'autres méthodes de reconnaissance.
  - **L'analyse de points particuliers :** Elle est la technologie d'identification faciale la plus largement utilisée. Cette technologie se rapproche de Eigenface, mais elle est capable de s'adapter à des changements d'aspect facial (sourire, froncer des sourcils,...).
- Les ingénieurs numériques l'utilisent souvent. Elle est comparable à Eigenface sauf qu'elle s'adapte à des changements d'expressions comme le sourire.

- **Les réseaux de neurones** : Ils permettent en théorie de mener à une capacité accrue d'identification dans des conditions difficiles de capture. Les réseaux de neurones emploient un algorithme pour déterminer la similitude entre des captures d'images de visage. Par des algorithmes, le logiciel peut à partir d'une image de mauvaise qualité définir un visage le plus proche possible à partir d'une base de données.
- **LDA (Linear discriminant analysis)** : Elle fait partie des techniques d'analyse discriminante prédictive. Il s'agit d'expliquer et de prédire l'appartenance d'un individu à une classe (groupe) prédéfinie à partir de ses caractéristiques mesurées à l'aide de variables prédictives.
- **Filtre de Gabor** Les filtres de Gabor déterminent l'ensemble des similarités perceptives entre les visages. Ils minimisent aussi néanmoins les incertitudes en transformant l'inégalité en égalité. Ainsi, on dit souvent que ce filtre propose un compromis temps-fréquence optimal.
- **Filtre de Haar** La détection du visage dans ce filtre est réalisée par un filtre multi-échelles de Haar. Les propriétés d'un visage sont décrites dans un fichier XML. Elles ne sont pas choisies au hasard et reposent sur un échantillon de quelques centaines images tests.

La méthode la plus utilisée c'est la classification par caractéristiques de Haar.

## 2.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les grandes lignes de notre travail. Nous avons ainsi mis en valeur les points critiques à soigner et dégagé les parties à aborder lors des étapes suivantes de la réalisation de notre projet. Dans le chapitre suivant, on abordera l'analyse de notre logiciel pour spécifier les étapes du travail et en dégageant les principales fonctionnalités de l'application

# Chapitre 3

## Spécification et analyse des besoins

### 3.1 Introduction

L'objectif de notre travail consiste à développer une application permettant la reconnaissance des visages des personnes à partir d'une séquence vidéo. L'entrée de notre application est une séquence vidéo. La sortie est une valeur qui représente le score de comparaison des caractéristiques des visages extraits de la base avec celle qui existe dans la séquence vidéo.

Tout d'abord, on décompose la vidéo en un ensemble d'images. Ensuite, à partir de cet ensemble on cherche le meilleur choix qui correspond à l'image dans laquelle l'algorithme de recherche a détecté le maximum des objets morphologiques du visage (les deux yeux, le nez et la bouche) puis on calcule les distances caractéristiques et on les compare avec celles des images de la base afin d'obtenir un score de ressemblance, ce dernier on le compare à un seuil déjà fixé pour vérifier l'existence de la personne recherchée dans la base.

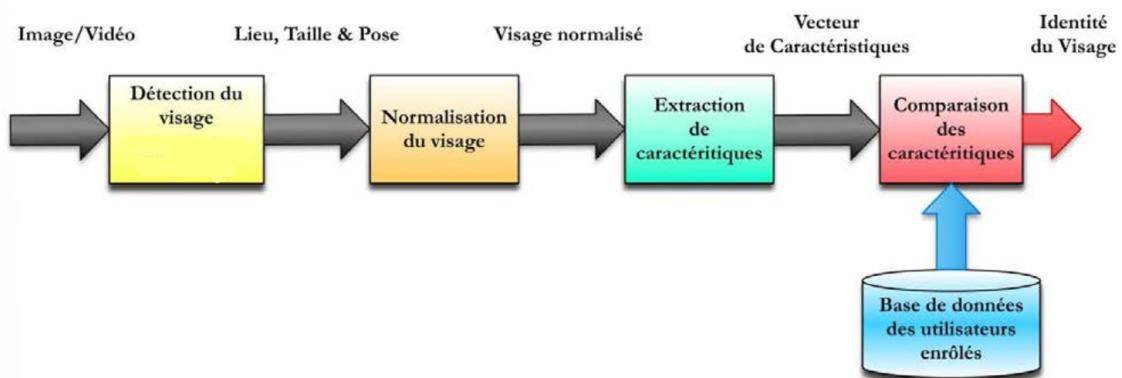


FIGURE 3.1 – Principe de fonctionnement de base d'un système de reconnaissance faciale

## 3.2 Spécification des besoins

### 3.2.1 Capture des Besoins Fonctionnels

#### Gestion des utilisateurs

- Ajouter utilisateur
- Supprimer utilisateur

#### Analyser des images

- Récupérer la vidéo à analyser.
- Découper la séquence vidéo en un ensemble d'images.
- Déetecter les différents éléments morphologiques dans chaque image de la vidéo.
- Enregistrer chaque image (avec ses objets morphologiques encadrés) dans l'entrepot.
- Choisir la meilleure image (qui contient le maximum des éléments morphologiques).
- Calculer les distances caractéristiques des images cibles et celles de test.
- Comparer l'image cible avec les images de test.
- Retourner le résultat de reconnaissance.

#### Gestion de la base de données

- Apprentissage.
- Identification.
- Test.

### 3.2.2 Capture des Besoins Non Fonctionnels

- Fixer le seuil de reconnaissance.
- Configurer les chemins de nos ressources.
- Gérer la base.
- Rapidité du calcul des scores.
- Organisation et indexation de la base.
- L'utilité et l'utilisabilité de l'interface homme-machine.

- L'extensibilité de l'application.
- L'ergonomie de l'interface :
  - Les couleurs des zones de saisie, couleur de fond, images de fond...
  - La présentation des menus...
- La gestion des erreurs :  
L'application doit gérer mieux ses exceptions par l'apparition d'un message d'alerte qui permettra de filtrer les données et de ne prendre en considération que les données qui correspondent aux types adéquats.
- Respect de l'ergonomie dans le choix des couleurs de l'IHM (Interface homme machine).

### 3.3 Analyse des besoins

La structure générale du système de reconnaissance de visages comporte deux phases :

- La phase d'apprentissage : Comme son nom l'indique, c'est la phase où le système apprend la personne à partir d'une ou plusieurs images.
- La phase de décision : Elle comporte deux modes :
  - L'identification** : Elle consiste à identifier une personne à partir de celles qui se trouvent dans la base de données.
  - La vérification** : Elle consiste à vérifier si l'image de la personne à vérifier correspond au modèle proclamé par cette même personne qui est déjà enregistrée dans la base de données.
- La phase de tests : c'est la phase où on calcule les taux d'identification et les seuils de vérification pour l'évaluation de notre système.

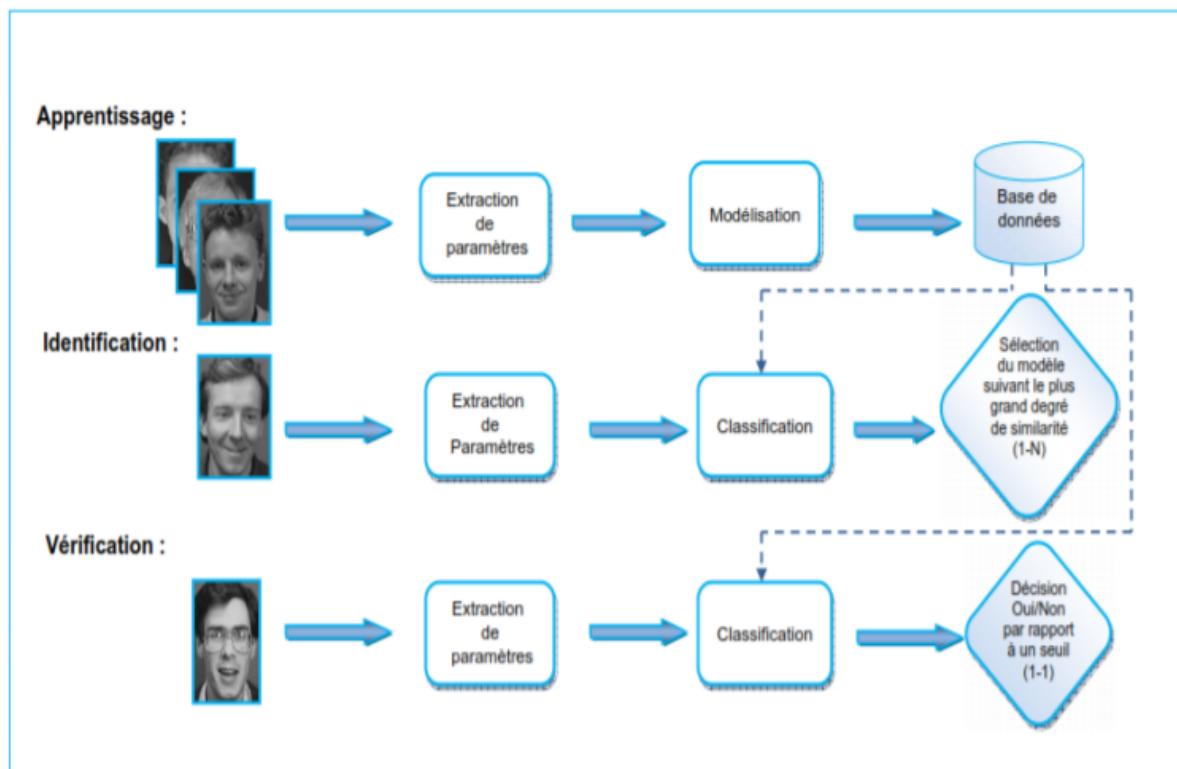


FIGURE 3.2 – Schéma global du système de reconnaissance de visages.

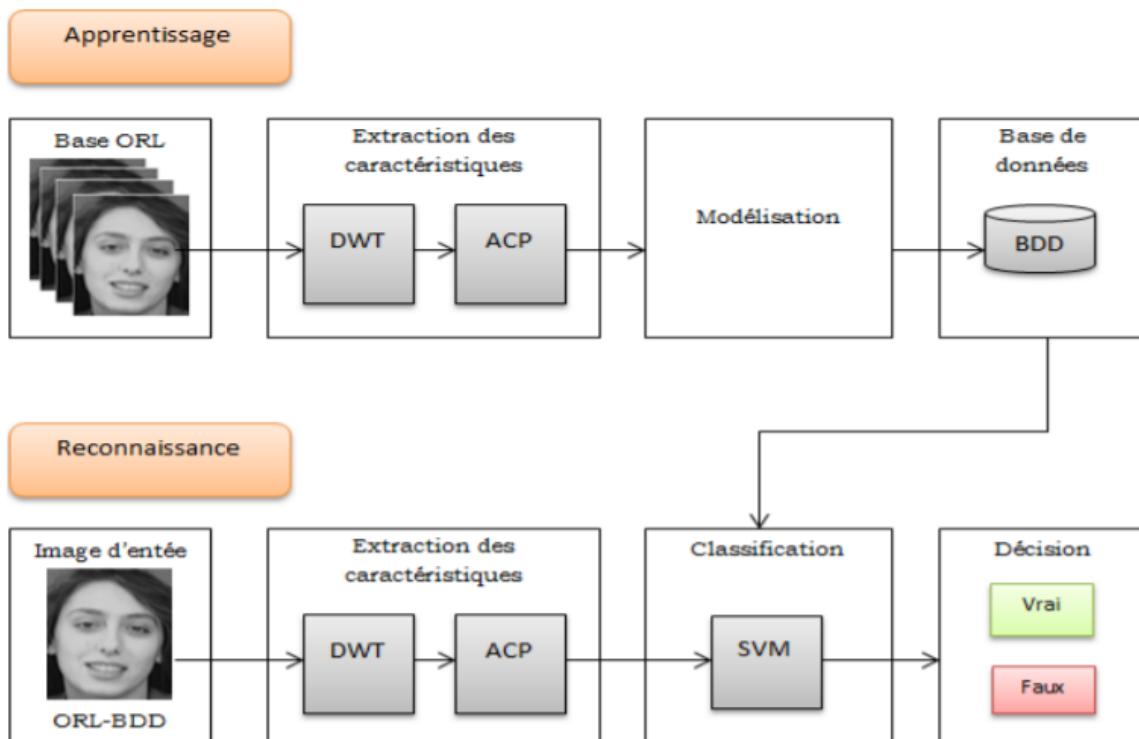


FIGURE 3.3 – Architecture générale de notre système de reconnaissance de visages.

### 3.3.1 Phase d'Apprentissage

C'est la mémoire du système, elle consiste à générer un modèle pour chaque personne à partir d'une ou plusieurs images et les enregistrer dans une base de données pour une utilisation ultérieure. Elle est constituée de plusieurs modules illustrés dans la figure ci-dessous :

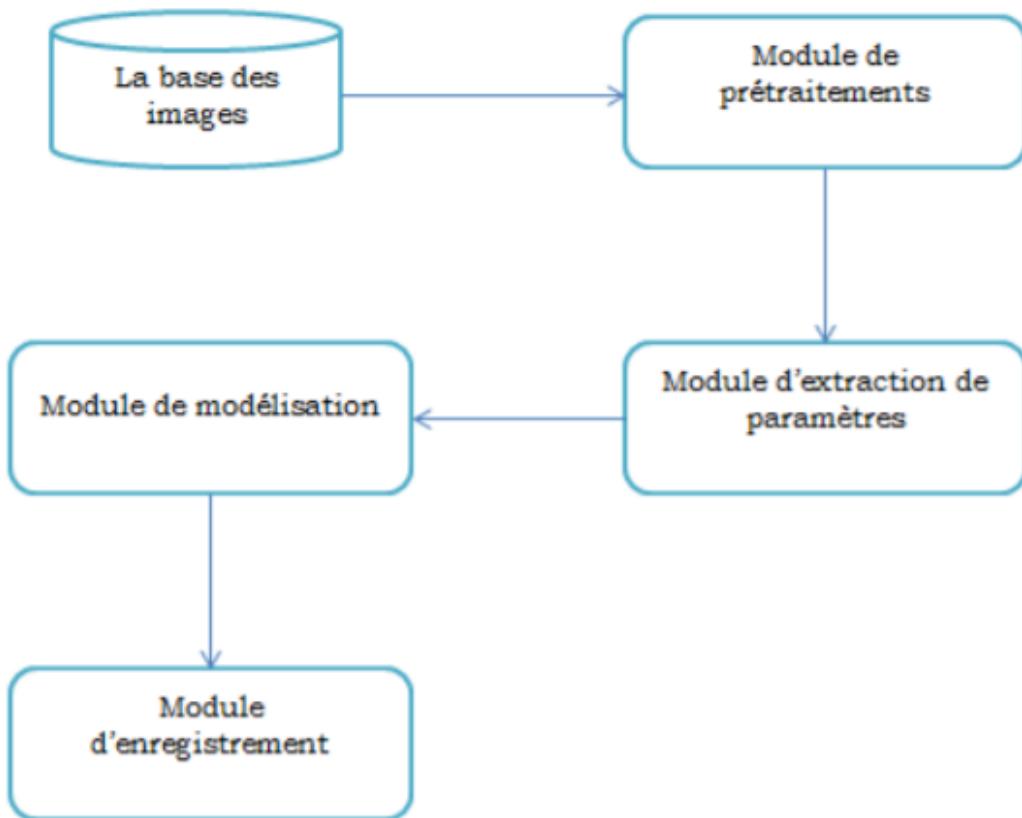


FIGURE 3.4 – Représentation modulaire de la phase d'apprentissage.

### 3.3.2 Phase d'Identification

Elle consiste à déterminer l'identité d'une personne à partir de son visage et de l'ensemble de modèles stockés dans la base de données en passant par :

- Le choix de l'image de la personne qu'on veut identifier.
- L'extraction des paramètres en utilisant la DWT (Discrete Wavelet Transform) et ACP (L'Analyse en Composantes Principales) comme dans l'étape d'apprentissage.
- La classification du visage concerné par rapport à tous les modèles enregistrés précédemment dans la base avec la méthode SVM (Machine à Vecteurs de Support) et le classificateur de la distance la plus proche.

### 3.3.3 Phase de tests :

C'est la phase qui nous permet de mesurer les performances du système grâce à quelques paramètres standards qui vont nous aider à le classer parmi les différents systèmes du même genre qui existent. Dans ce mode de décision, le paramètre qui nous permet de mesurer les performances du système est le taux d'identification correct (T.I.C) qui est la proportion du nombre de poses qui ont été identifié sans erreurs, il est calculé comme suit :

- On effectue un test d'identification pour n visages de personnes à qui existent déjà des modèles dans la base de données.
- On calcule le nombre de visages qui ont été bien identifiés.
- On divise le nombre de visages qui ont été bien identifiés par le nombre total de visages (n) testés et on multiplie par 100 et on aura ainsi le taux d'identification de notre système.

Un système d'identification robuste doit avoir un taux d'identification proche de 100%.

## 3.4 Conclusion

Préciser les objectifs et les fonctionnalités du système avant d'entamer la phase de conception semble une étape primordiale visant à reconnaître les frontières de l'utilisation, les services ainsi que les solutions que présente ce système à l'utilisateur. Dans ce chapitre, nous avons détaillé la spécification en énumérant les différents besoins fonctionnels, en proposant des diagrammes de cas d'utilisation et les différents scénarios pour mieux comprendre le rôle et les fonctionnalités de notre application. Dans le prochain chapitre, nous allons aborder la conception de l'application développée.

# **Chapitre 4**

## **Etude Conceptuelle**

### **4.1 Introduction**

L'étude conceptuelle nous permet d'établir un schéma conceptuel des données de traitement lesquelles, constituent une base de référence stable indépendante de toutmatériel ou logiciel de base. Elle est aussi un processus qui consiste à définir des principes de gestion, aboutissant à des modèles conceptuels de données et de traitements.

### **4.2 Conception Globale**

Parmi les outils utilisés on cite :

#### **PyCharm :**

PyCharm est un environnement de développement intégré utilisé pour programmer 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. Développé par l'entreprise tchèque JetBrains, c'est un logiciel multiplateforme qui fonctionne sous Windows, Mac OS X et Linux. Il est décliné en édition professionnelle, diffusé sous licence propriétaire, et en édition communautaire diffusé sous licence Apache.

#### **MySQL :**

MySQL Database Service est un service de base de données entièrement géré pour déployer des applications natives du cloud en utilisant la base de données open source la plus populaire au monde. Ce service est développé, géré et supporté à 100% par l'équipe de MySQL.

**OpenCV :** OpenCV est une bibliothèque graphique libre, développée à la base par Intel, spécialisée dans le traitement d'image temps réel.

## XAMPP :

XAMPP est une distribution Apache entièrement gratuite et facile à installer contenant MySQL, PHP et Perl. Le paquetage open source XAMPP a été mis au point pour être incroyablement facile à installer et à utiliser.

### 4.3 Conception Détailée

#### 4.3.1 L'approche UML adoptée

UML se définit comme un langage de modélisation graphique et textuel destiné à comprendre et à définir des besoins, spécifier et documenter des systèmes, esquisser des architectures logicielles, concevoir des solutions et communiquer des points de vue. UML modélise l'ensemble des données et des traitements en élaborant différents diagrammes. En clair, il ne faut pas designer UML en tant que méthode (Il y manque la démarche) mais plutôt comme une boîte d'outils qui sert à améliorer les méthodes de travail.

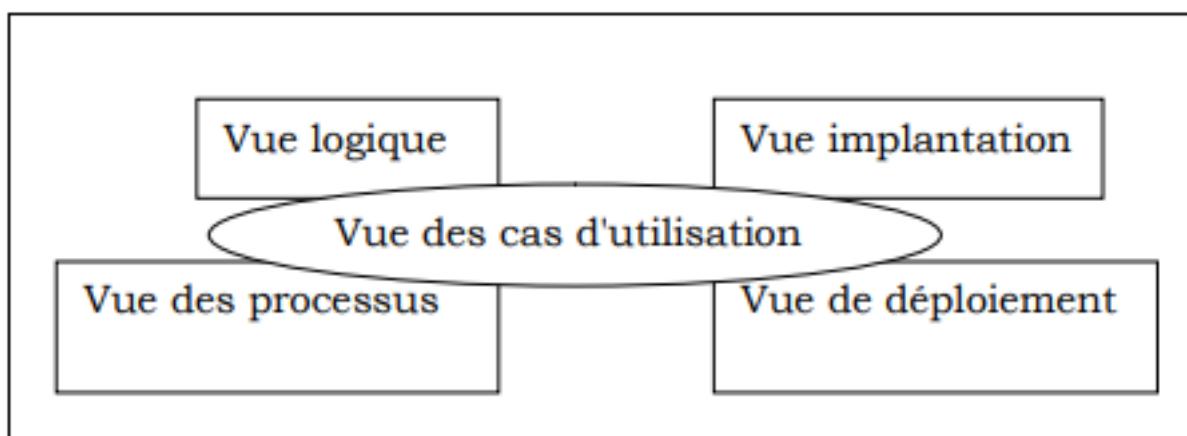


FIGURE 4.1 – Cinq façons de voir un système (4+1 vues de Kruchten)

Ce modèle est composé de cinq vues. La vue « logique » décrit les aspects et les dynamiques d'un système en termes de classes, d'objets, de connexions et de communications. La vue « des processus » capte les aspects de concurrence et de synchronisation, et les décompose en plusieurs flux d'exécution (processus, fil d'exécution, etc.). Elle se rapporte aux objets actifs et aux interactions. La vue « développement » représente l'organisation statique des modules (exécutable, codes source, paquetages, etc.) dans l'environnement de développement. La vue « implémentation » dé-

crit les différentes ressources matérielles et l'implantation logicielle tenant compte de ces ressources.

#### 4.3.2 Les Diagrammes des Cas d'Utilisation

Dans ce cas d'utilisation, l'utilisateur introduit la vidéo contenant la personne à reconnaître. Ensuite, cette dernière sera décomposée en images. Puis, à chaque image, nous appliquons une suite de traitements afin de détecter les différents éléments morphologiques. Enfin, nous parcourons tous ses images et nous affichons la meilleure image (meilleur choix).

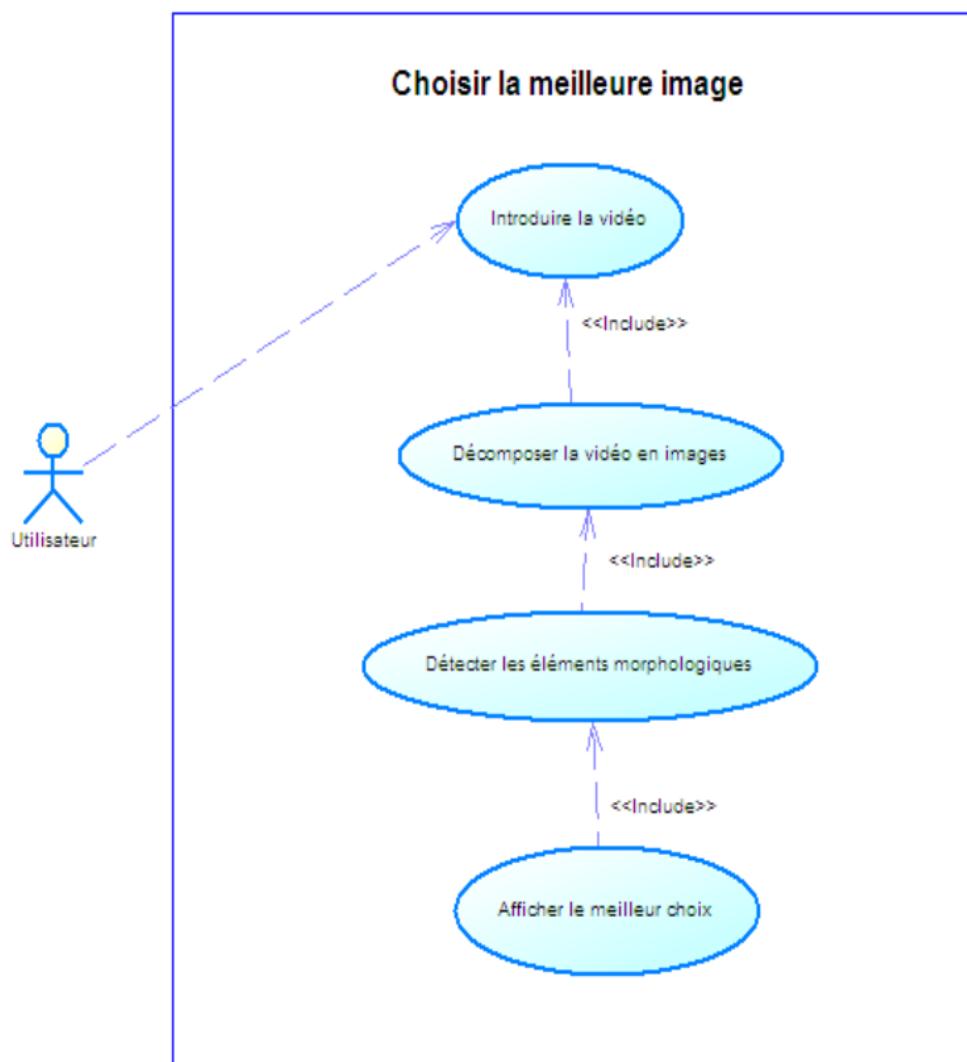


FIGURE 4.2 – Diagramme de cas d'utilisation « Choisir la meilleure image »

Dans ce cas d'utilisation, l'utilisateur ouvre la vidéo à analyser et lance la reconnaissance. Ensuite, le système effectue la reconnaissance. Deux résultats existent : soit la personne n'est pas reconnue (n'existe pas dans la base) soit elle est reconnue (existe dans la base). Pour ces deux cas, l'application devrait retourner une décision.

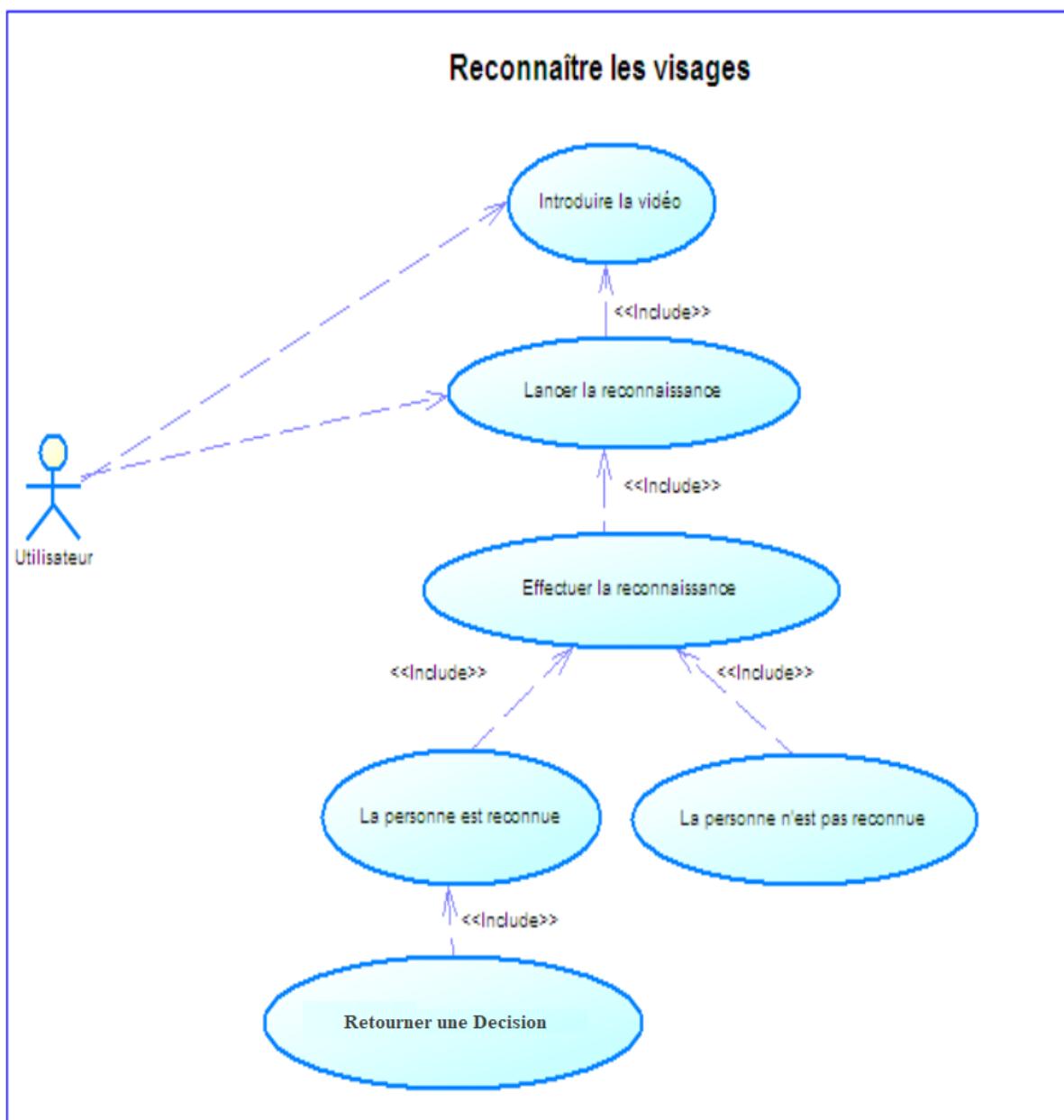


FIGURE 4.3 – Diagramme de cas d'utilisation « Reconnaître les visages »

Dans ce cas d'utilisation, l'utilisateur peut gérer la base de données en ajoutant ou en supprimant des données.

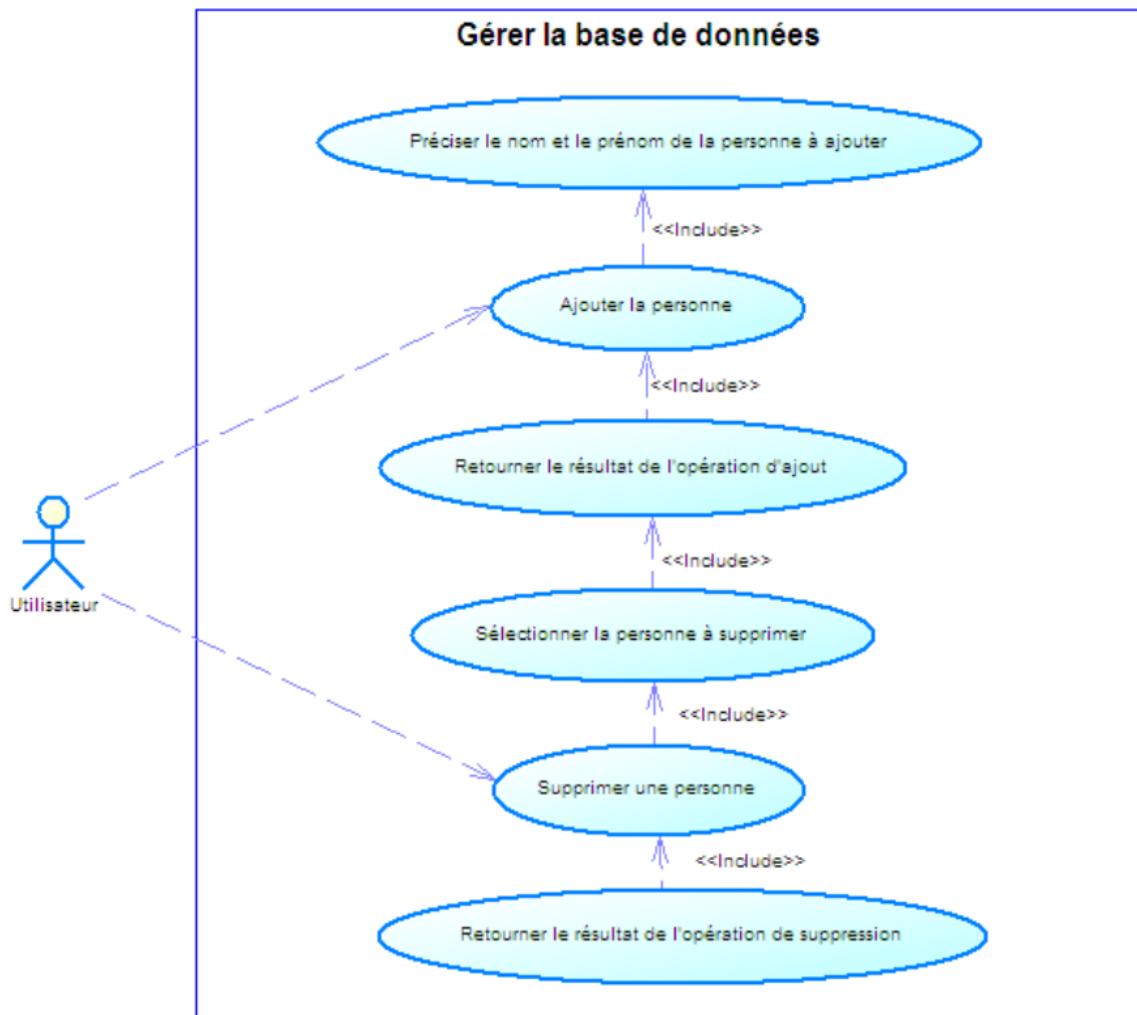


FIGURE 4.4 – Diagramme de cas d'utilisation « Gérer la base de données »

#### 4.3.3 Diagramme de séquence « Choisir la meilleure image »

Dans ce diagramme de séquence, l'utilisateur, qui est l'acteur dans notre application, introduit la vidéo à analyser. Cette dernière sera décomposée en un ensemble d'images. Dans chacune d'elles, nous détectons les éléments morphologiques que nous enregistrons dans l'entrepôt avant de leur appliquer un algorithme pour récupérer la meilleure image.

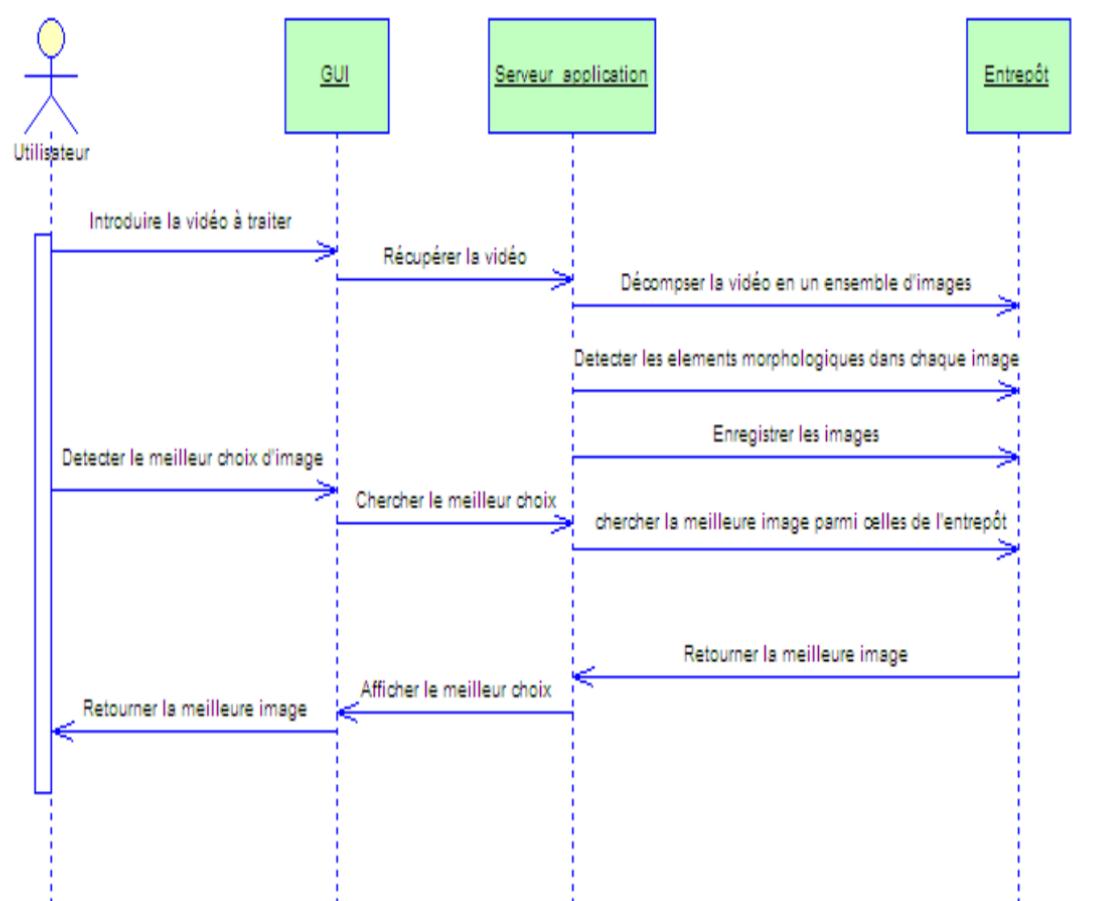


FIGURE 4.5 – Diagramme de séquence «Choisir la meilleure image»

#### 4.3.4 Diagramme de séquence «Reconnaître les visages»

Dans ce diagramme de séquence, l'utilisateur introduit la vidéo à analyser, lance l'algorithme de reconnaissance et l'application décide, suivant la valeur de différence comparée au seuil déjà fixé, si la personne existe dans la base de données ou pas. Si oui, il affiche le taux de ressemblance.

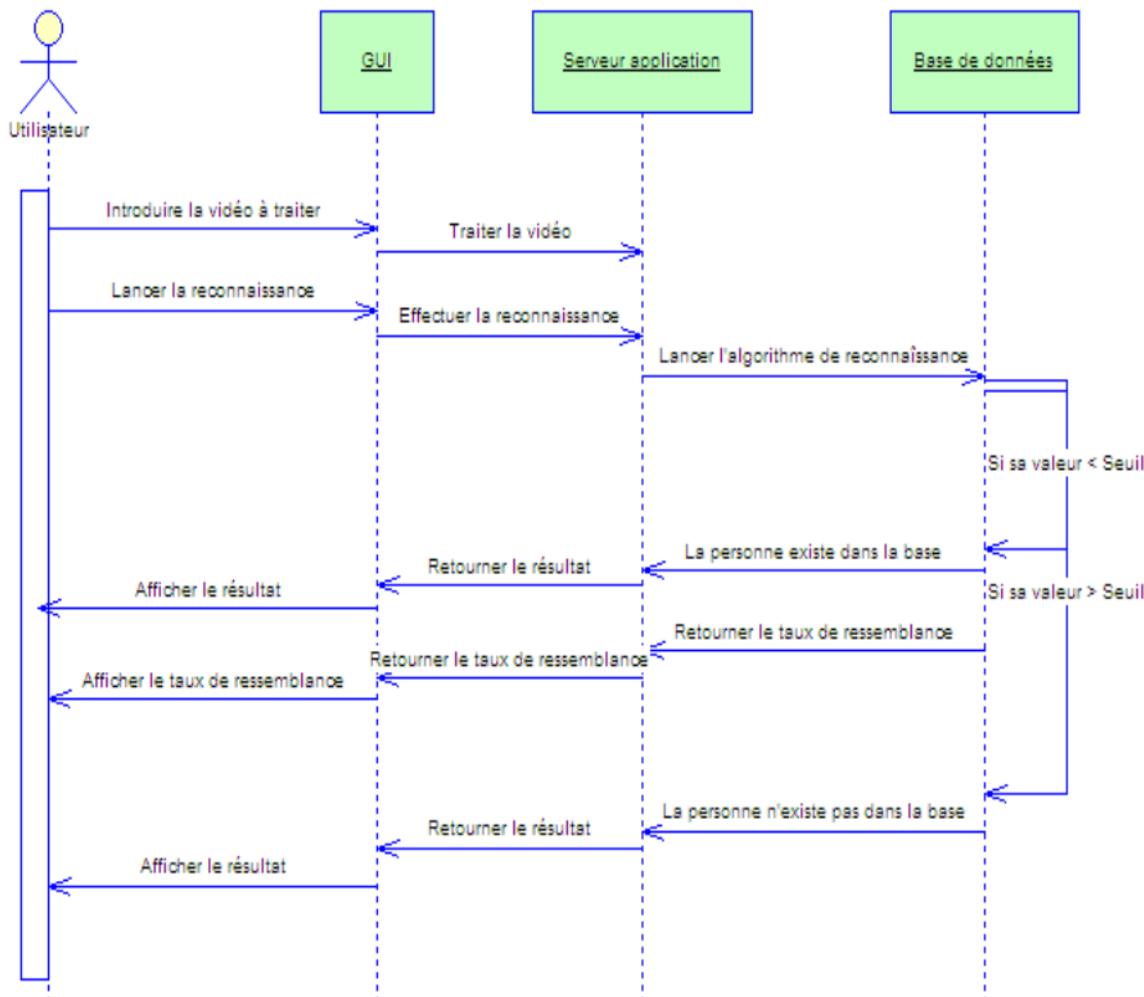


FIGURE 4.6 – Diagramme de séquence «Reconnaître les visages»

Dans ce diagramme de séquence, l'utilisateur peut accéder à la base et modifier son contenu en ajoutant ou en supprimant des personnes selon les besoins de l'application.

#### 4.3.5 Le Diagramme de Classe

Le diagramme de classe contient illustre la conception de l'application comme l'indique le shema ci-dessous.

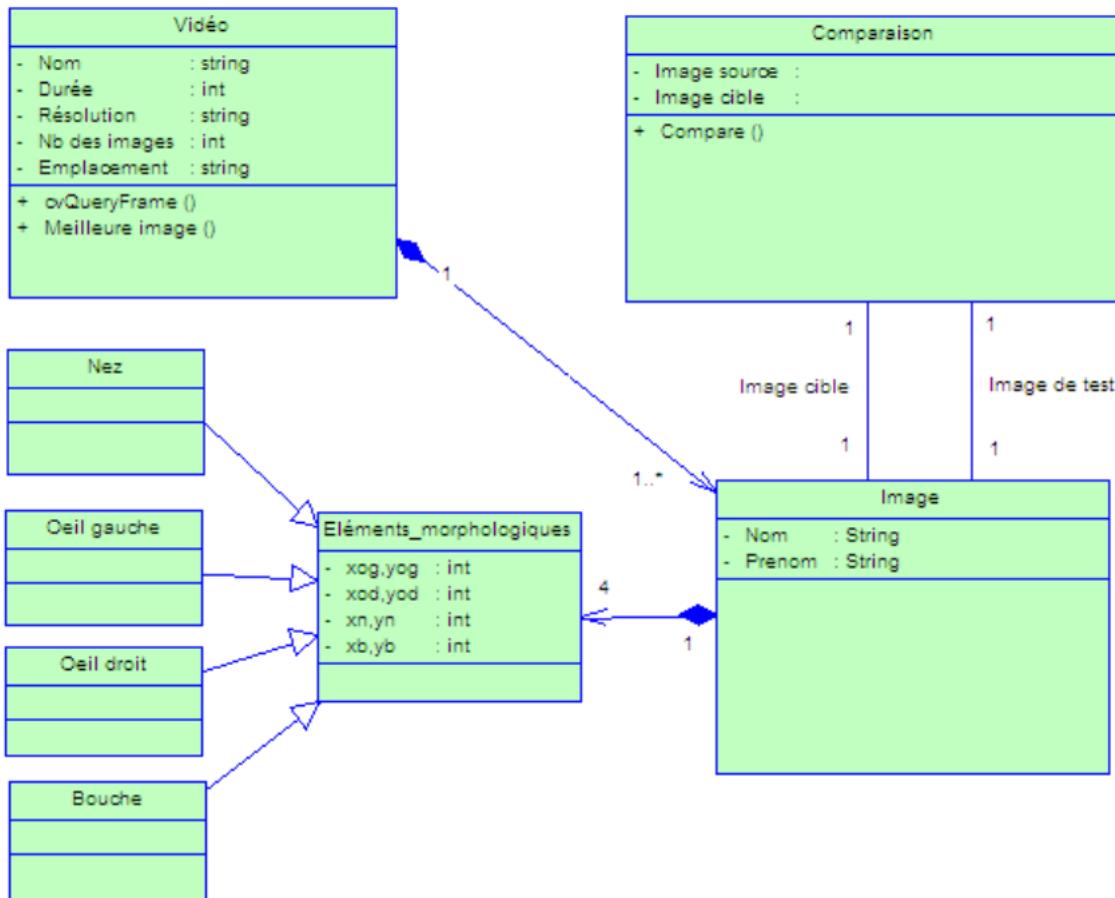


FIGURE 4.7 – Diagramme de classes

## 4.4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons pu modéliser le fonctionnement du système. Ceci est fait à travers différents diagrammes permettant de bien spécifier la composition et le comportement de l'application. Pour le chapitre suivant, on procède à la réalisation et la transformation de ces modèles afin de mettre en œuvre la solution proposée.

# Chapitre 5

## Etude Technique

### 5.1 Introduction

La dernière étape du processus de développement concerne l'implémentation de l'application en fonction des technologies choisies. Cette étape correspond à la phase de construction du service de synchronisation et de l'application principale. Nous commencerons, tout d'abord, par la présentation de l'environnement matériel et logiciel utilisés pour développer notre projet de fin d'études.

### 5.2 Environnement du travail

#### 5.2.1 Environnement matériel

Afin de mener à bien ce projet, il a été mis à notre disposition un ensemble de matériels dont les caractéristiques sont les suivantes :

1. **Un ordinateur HP avec les caractéristiques suivantes :**
  - Processeur : Intel(R) Core(TM) i7-4810MQ CPU @ 2.80GHz.
  - RAM : 16,0 Go.
  - Disque Dur : 500 Go.
  - OS : Windows 11 Professionnel.
2. **Arduino** et son synonyme Génouine, est une marque qui couvre des cartes matériellement libres sur lesquelles se trouve un microcontrôleur (d'architecture Atmel AVR comme l'Atmega328p, et d'architecture ARM comme le Cortex-M3 pour l'Arduino Due).
3. A la différence d'un moteur continu, **le Servomoteur** ne tourne pas sur lui-même de façon continu. Un servomoteur tourne certes sur un axe, mais suivant un angle allant généralement de 0 à 180°. Certains peuvent également faire plusieurs tours, on les appelle parfois des servotreuils, d'autre ne vont qu'à

90° maximum ou encore jusque 360°, voir même plusieurs tours sans jamais s'arrêter, on les appelle alors servomoteur à rotation continue.

### 5.2.2 Environnement logiciel

- **Logiciel de conception :** Power AMC Evaluation, MySQL
- **Logiciel de développement :** PyCharm, XAMPP.
- **Bibliothèque graphique :** Open CV (Open Computer Vision)

## 5.3 Réalisation

### 5.3.1 Partie Logiciel

#### Interfaces de l'application

Cette interface présente l'interface principal une sorte de passerelle pour accéder aux applications du projet à partir duquel nous choisissons quel action à faire : « Activation de la video (STREAM CAMERA) », « L'Ajout d'un utilisateur (ADD USER)» ou « La Reconnaissance de visages (DETECT FACES)».

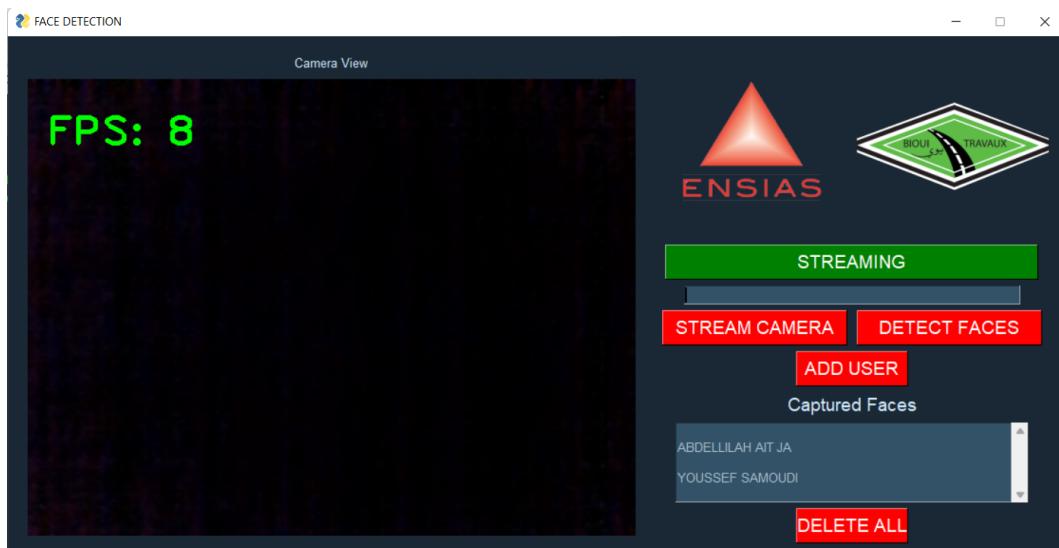


FIGURE 5.1 – Interface Principal

#### STREAM CAMERA

Ce boutton permet d'activer la camera et faire détecter les visages

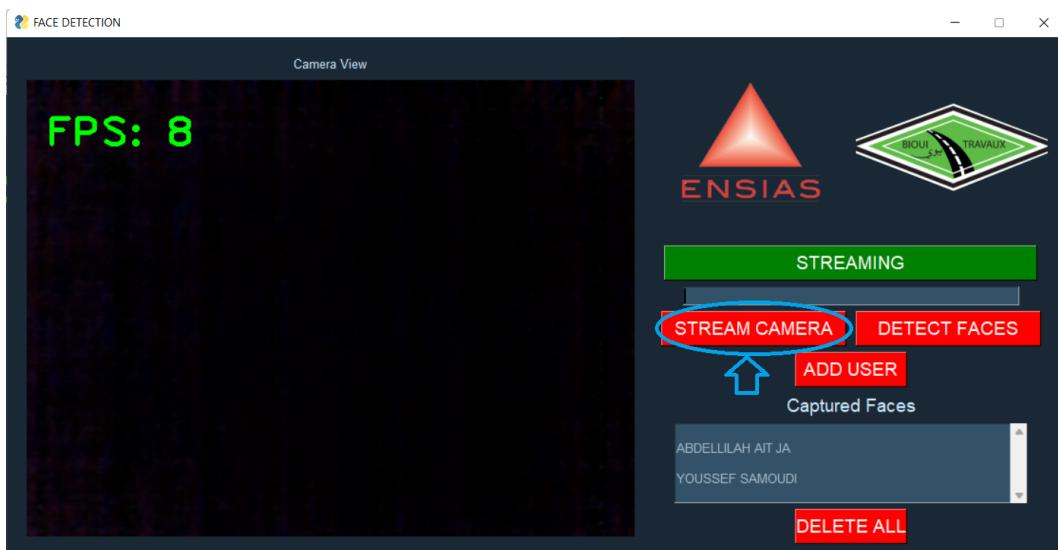


FIGURE 5.2 – STREAM CAMERA

Après avoir streeame la vidéo, enregistré les images et reconnu les différents éléments morphologiques dans chacune d'entre elles, nous sélectionnerons automatiquement la meilleure image (meilleur choix) comme suit, On parcourt toutes les images qui constituent la vidéo et à chaque fois on prend le maximum de nombre des éléments morphologiques qui existent et on incrémenté à chaque fois si c'est nécessaire, (dans les cas ayant le même nombre on prend la première qui nous rencontra ) .

#### ADD USER et DELETE ALL

- ADD USER : Ce boutton permet d'ajouter les utilisateurs à la base de données.
- DELETE ALL : permet de vide la base de données et supprimer tous (les utilisateurs et les visages détecter )

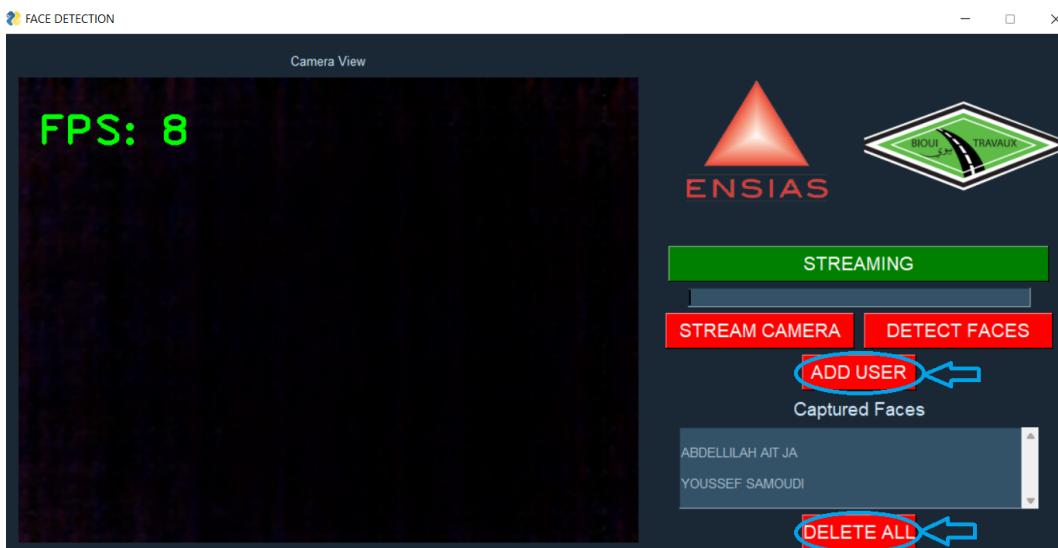


FIGURE 5.3 – ADD USER DELETE ALL

## DETECT FACES

Ce bouton permet de détecter les visages si le visage détecté est reconnu dans la base de données alors la porte doit s'ouvrir automatiquement, Sinon une lampe d'alarme doit ce d'éclanche .

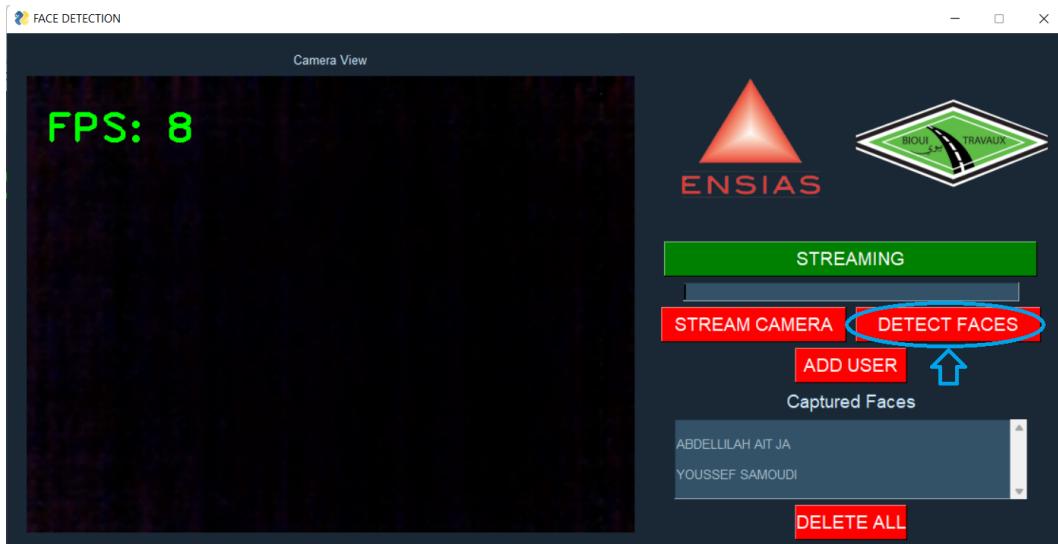


FIGURE 5.4 – DETECT FACES

### 5.3.2 Partie Matériel

Le schéma suivant illustrer les composants de réalisation de projets. le **servomoteur** dans le schéma sert à contrôler la position de la porte (ouverte / ferme), la **LED** signifie au déclencheur d'alarme il se déclanche quand le visage détecté non reconnu, l'**Arduino** est l'automate qui doit traiter les informations captées et encore doit relier entre la partie soft et la partie hard et le **breadboard** et les **câbles** pour la liaison entre les composants

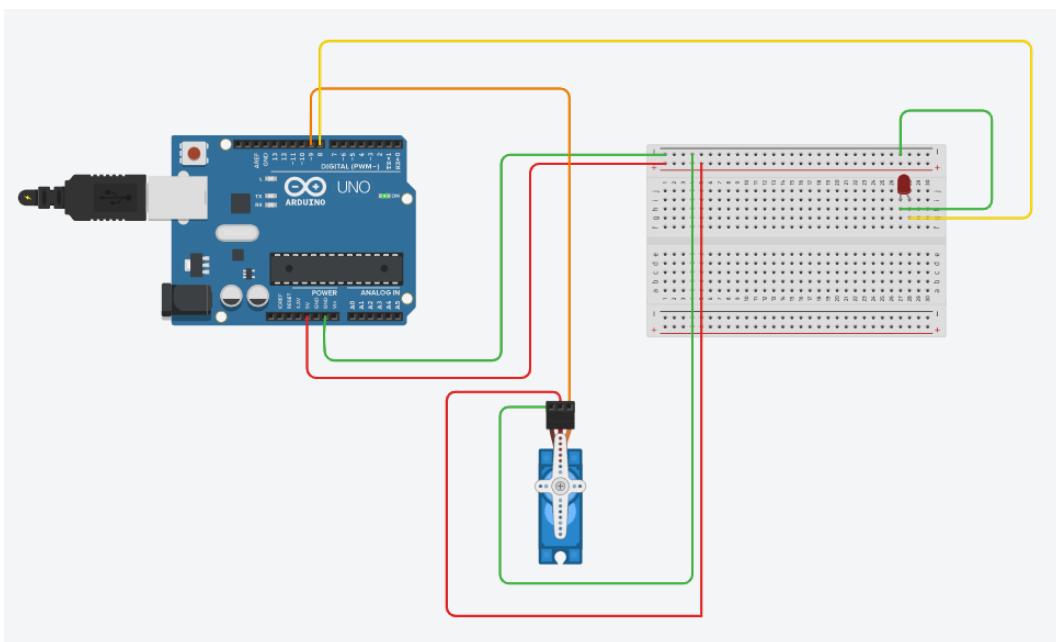


FIGURE 5.5 – Schéma de réalisation

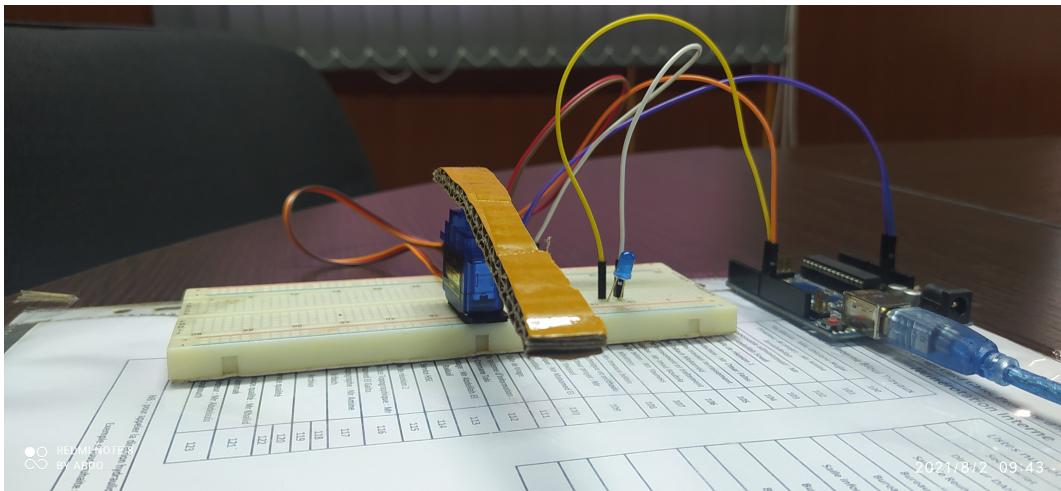


FIGURE 5.6 – Schéma réel

## 5.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit brièvement le processus de réalisation de notre projet en spécifiant l'environnement de développement, l'implémentation et la démarche suivie pour la réalisation. On a justifié les choix considérés pour aboutir à la réalisation de ce projet ainsi que quelques captures d'écran. En effet, nous avons achevé l'implémentation et les tests de tous les cas d'utilisation, tout en respectant la conception élaborée.

## Conclusion Général et Perspective

Dû à sa facilité d'utilisation, la reconnaissance des visages, considérée comme étant les fruits de recherches de plusieurs experts dans le domaine de l'imagerie, restera un outil puissant malgré l'existence d'autres méthodes biométriques de reconnaissance. En dépit de l'énorme progression en informatique et plus spécifiquement le traitement d'images, le traitement des données et l'élaboration des bases des données, les systèmes appliquant les techniques de la reconnaissance de visages restent relativement peu convenables. Comme on a pu le voir à travers ce projet, le problème ne réside ni dans l'unicité du visage humain et dans les différents traits et éléments morphologiques qu'il contient, ni dans la capacité des systèmes informatiques à effectuer les différentes tâches de traitement d'images et de comparaison de données. D'ailleurs il reste encore des recherches à mener et des améliorations à effectuer dans ces deux domaines, mais dans les critères choisis pour effectuer le processus de reconnaissance. Pour surmonter les difficultés de la modulation de la morphologie faciale, avec tout ce qu'elle contient comme éléments, il est important que les anthropologues participent plus activement dans le développement de ce genre de systèmes, ce que nous n'avons pas pu constater dans la littérature anthropologique et médico-légale. En effet, la plupart des systèmes qui essayent d'intégrer la morphologie du visage dans leurs algorithmes de reconnaissance sont développés par les informaticiens suivant les méthodes de modulation des objets en général, sans prendre en compte la spécificité du visage humain, ce qui constitue un facteur défavorable pour l'avancement de cette technique. Nous proposons, donc, de fortifier la collaboration entre les spécialistes des deux sciences, bien que très différentes l'une de l'autre dans leur nature et leurs méthodes de recherches, pour aboutir aux meilleurs résultats. Malgré tous les progrès qui ont été réalisés, les problèmes de pose et d'éclairage, et de l'identification dans des environnements extérieurs restent des challenges qui susciteront les efforts des chercheurs. Actuellement, il y'a une nouvelle tendance qui arrive et qui commence à susciter les efforts c'est le multimodale, dans lequel on combine plusieurs technologies biométriques, ou plusieurs algorithmes de reconnaissance, et dans lequel on utilise divers32 classificateurs pondérés pour essayer d'améliorer les performances de reconnaissance et réaliser des campagnes de test complètes pour valider le concept. Parmi les perspectives ouvertes à ce projet, l'utilisation d'autres méthodes de reconnaissance, et la combinaison avec d'autre technologie biométriques comme l'empreinte digitale ou l'iris pour finaliser l'application multimodale et fiabiliser le système en diminuant la sensibilité aux conditions d'éclairage par de nouvelles normalisations.

# Webographie

- [1] L. Png, "Morphological Shared-Weight Neural Network For Face Recognition", A dissertation submitted to the University of Manchester Institute of Science and Technology for the degree of MSc, August 2004.
- [2] John D. Woodward, Jr., Christopher Horn, Julius Gatune, and Aryn Thomas "Biometrics A Look at Facial Recognition", documented briefing by RAND Public Safety and Justice for the Virginia State Crime Commission, 2003
- [3] A. Nefian and M. Hayes. "Face Detection and Recognition Using Hidden Markov Models". In : International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 141–145, 1998.
- [4] F. Perronnin and J.-L. Dugelay. "Introduction à la biométrie – Authentification des individus par traitement audio-vidéo". Traitement du signal, Vol. 19, No. 4, 2002.
- [5] Dr. Andrzej Drygajlo, ELE 233, "BIOMETRICS". Document available at : <http://scgwww.epfl.ch/courses>.
- [6] Bernd Heisele, Purdy Ho, Jane Wu, and Tomaso Poggio, "Face recognition componentbased versus global approaches", Computer Vision and Image Understanding Volume 91, Issue 1-2 (July 2003), Special issue on Face recognition Pages : 6–21, ISSN : 1077-3142.
- [7] "Resources for Face Detection". Document available at : <http://vision.ai.uiuc.edu/mhyang/face-detection-survey.html>.
- [8] P. Jonathon Phillips and Hyeyonjoon Moon and Syed A. Rizvi and Patrick J. Rauss, "The FERET Evaluation Methodology for Face-Recognition Algorithms", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, volume 22, number 10, pages 1090-1104, 2000.