



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université AMO de Bouira

Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées

Département d'Informatique

# Mémoire de Master

en Informatique

*Spécialité : ISIL*

## Thème

---

Système de reconnaissance des personnes par  
l'empreinte d'articulation des doigts avec des  
algorithmes de normalisation d'éclairage.

---

Encadré par

— HACINE GHERBI Ahcine

Réalisé par

— BOULFIZA Nassima

— FLICI Chahrazed

2020/2021

# *Remerciements*

En premier lieu, nous tenons à remercier notre Dieu, notre créateur, pour le Courage et la patience qu'il nous a donné pour accomplir ce travail.

Nous tenons tout d'abord à remercier nos parents pour leurs soutiens et leurs Encouragements durant nos années d'études.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent a notre promoteur Mr. HACINE GHERBI Ahcine pour son disponibilité, son encouragement, ses conseils et recommandations.

Nous remercions l'ensemble des membres de jury d'avoir accepté de juger notre modeste travail.

Nos remerciements à tous nos enseignants, nos amis et tous ceux qui nous ont prêté mains fortes pour la réalisation du projet.

nous remercions toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire .

# *Dédicaces*

Je Dédie ce travail :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leurs amours qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui, leurs soutiens et leurs prières tout au long de mes études. Que dieu leur procure bonne santé.

A mes sœurs et mon frère qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A tous mes amies et ma chère collègue chahrazed.

A tous ceux que j'aime , je dédie

Ce travail.

*BOULFIZA Nassima.*

# *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail :

À papa chéri, L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. Aucun dédicace ne saurait exprimer mes sentiment, que dieu te préserve et te procure santé et lange vie.

À ma chère mère. Tu m'as donné la vie, la tendresse, l'amour, et le courage pour réussir. En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée.

À mon mari Àbdou avec tout mon amour Je te remercie pour ton soutien incondi-tionnel durant tous ces jours d'études. Ton amour et ton affection remplissent mes jours de bonheur.

À mes chères sœurs (barkahoum, iman et hadjer).

À mes chers frères (lamine, Khaled et Karim).

À tous ma familles et ma belle familles.

À Mon amie Nassima avec qui j'ai partagé la fatigue et les bons moments durant cette période de travail.

À tous ce que j'aime et qui m'aiment.

À tous mes amis.

*FLICI Chahrazed.*

## Résumé

Ces dernières années, le problème de l'identification personnelle est devenu une Exigence importante dans plusieurs applications, telles que les systèmes de surveillance et le contrôle d'accès . . . .etc.

Le système biométrique est un système qui identifie les personnes à travers de leurs caractéristiques physiologiques et comportementales. Le but de ce travail est de réaliser un système qui identifier les personnes par empreinte d'articulation des doigts (FKP) en utilisant des algorithmes de prétraitement pour la normalisation d'éclairage SQI et RETINEX et les descripteurs BSIF et GABOR pour extraction de caractéristiques avec une base de données bien connue qui a obtenu des résultats acceptables.

**Mots clés :** Le système biométrique, empreinte d'articulation des doigts(FKP), SQI, RETINEX,BSIF,GABOR,base de données. . . .

## Abstract

In recent years, the problem of personal identification has become a Important requirement in several applications, such as surveillance systems and access control . . . .etc.

The biometric system is a system that identifies people through their physiological and behavioural characteristics.

The aim of this work is to create a system that identifies people by finger joint imprint (FKP) using pre-processing algorithms for SQI and RETINEX lighting normalization and BSIF and GABOR descriptors for extracting characteristics with a well-known database that has obtained acceptable results.

**Key words :** biometric system, imprint (FKP), SQI, RETINEX,GABOR, database, BSIF . . . .

# Table des matières

|  |            |
|--|------------|
| <b>Table des matières</b>  | <b>i</b>   |
| <b>Table des figures</b>   | <b>iv</b>  |
| <b>Liste des tableaux</b>  | <b>vi</b>  |
| <b>Liste des abréviations</b>  | <b>vii</b> |
| <b>Introduction générale</b>   | <b>1</b>   |
| <b>1 Généralités sur la biométrie</b>  | <b>3</b>   |
| 1.1 Introduction . . . . .   | 3          |
| 1.2 Définition de la biométrie . . . . .                                       | 3          |
| 1.3 Caractéristique de la biométrie . . . . .                                  | 4          |
| 1.4 Architecture d'un Système biométriques . . . . .                           | 4          |
| 1.4.1 Module d'apprentissage . . . . .   | 4          |
| 1.4.2 Module de reconnaissance . . . . .                                       | 5          |
| 1.4.3 Module d'adaptation . . . . .  | 5          |
| 1.5 Modalités biométriques . . . . .   | 5          |
| 1.5.1 Modalités morphologiques (physiologiques) . . . . .                      | 6          |
| 1.5.2 Biométrie comportementale . . . . .                                      | 10         |
| 1.5.3 Biométrie biologique . . . . .   | 12         |
| 1.6 Les avantages et les inconvénients des différents modalités Biométriques . | 13         |
| 1.7 Comparaison entre les différentes techniques<br>biométriques . . . . .     | 15         |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 1.8      | Mesure de performance de système biométrique . . . . .         | 16        |
| 1.9      | Application de la biométrie . . . . .                          | 19        |
| 1.10     | L'état de l'art sur l'empreinte d'articulation (FKP) . . . . . | 20        |
| 1.11     | conclusion . . . . .   | 24        |
| <b>2</b> | <b>Reconnaissance des formes</b>                               | <b>25</b> |
| 2.1      | introduction . . . . .   | 25        |
| 2.2      | Définition de reconnaissance des formes . . . . .              | 25        |
| 2.3      | Domaine d'application . . . . .                                | 26        |
| 2.4      | Processus de reconnaissance des formes . . . . .               | 26        |
| 2.4.1    | L'acquisition . . . . .  | 27        |
| 2.4.2    | Prétraitement . . . . .  | 27        |
| 2.4.3    | L'extraction des caractéristiques . . . . .                    | 30        |
| 2.4.4    | apprentissage . . . . .  | 33        |
| 2.4.5    | Classification . . . . .                                       | 34        |
| 2.4.6    | La décision . . . . .  | 34        |
| 2.5      | Conclusion . . . . .   | 35        |
| <b>3</b> | <b>Résultats et discussions</b>                                | <b>36</b> |
| 3.1      | Introduction . . . . .   | 36        |
| 3.2      | Environnement du travail . . . . .                             | 36        |
| 3.2.1    | Environnement matériel . . . . .                               | 36        |
| 3.2.2    | Logiciel MATLAB . . . . .                                      | 36        |
| 3.2.3    | PhD Tools . . . . .  | 37        |
| 3.2.4    | The INface toolbox . . . . .                                   | 38        |
| 3.3      | La base des données . . . . .                                  | 38        |
| 3.3.1    | La base des données . . . . .                                  | 38        |
| 3.3.2    | Séparation de base de données . . . . .                        | 39        |
| 3.3.3    | L'acquisition des données . . . . .                            | 39        |
| 3.3.4    | Extraction des articulations . . . . .                         | 40        |
| 3.4      | Système proposé . . . . .                                      | 41        |
| 3.5      | Résultat et discussion . . . . .                               | 41        |
| 3.6      | Etude comparative entre les méthodes . . . . .                 | 51        |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 3.7 Conclusion . . . . .   | 51        |
| <b>Conclusion générale</b> | <b>52</b> |



# Table des figures

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.1  | architecture d'un système biométrique [2]. . . . .  | 5  |
| 1.2  | Modalités de la biométrie. . . . .  | 6  |
| 1.3  | Points caractéristiques de l'empreinte digitale. . . . .  | 7  |
| 1.4  | géométrie de la main. . . . .   | 7  |
| 1.5  | iris . . . . .  | 8  |
| 1.6  | la reconnaissance de visage. . . . .  | 9  |
| 1.7  | Des images des empreintes des articulations des doigts. . . . .   | 9  |
| 1.8  | La rétine. . . . .  | 10 |
| 1.9  | la signature électronique. . . . .  | 11 |
| 1.10 | le frappe du clavier. . . . .   | 11 |
| 1.11 | image de la reconnaissance vocale. . . . .  | 12 |
| 1.12 | image d'ADN. . . . .  | 13 |
| 1.13 | Illustration du FRR et du FAR [12] . . . . .  | 17 |
| 1.14 | Courbe des caractéristique ROC [13] . . . . .   | 18 |
| 1.15 | Courbes CMC du CSU System 5.0 pour le "FERET Probe Set FC" et pour<br>différents algorithmes de reconnaissance faciale [13] . . . . . | 19 |
| 1.16 | Application de la biométrie. . . . .  | 20 |
| 2.1  | Processus de reconnaissance de forme. . . . .   | 27 |
| 2.2  | Schéma représentatif d'une classification des algorithmes principaux utilisé<br>dans la reconnaissance de forme '[13] . . . . .       | 31 |
| 3.1  | Exemple des images FKP de la base de données PolyU [50]. . . . .  | 39 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 3.2  | Méthode B : image du doigt (a), image correspondante après détection des contours (b) et articulation extraite (c)[51]. . . . . | 40 |
| 3.3  | Schéma de réalisation illustre les étapes du travail . . . . .  | 41 |
| 3.4  | La courbe ROC de la méthode fusion(R,L) de SQI avec BSIF . . . . .  | 44 |
| 3.5  | la courbe CMC de la méthode fusion(R,L) de SQI avec . . . . .   | 44 |
| 3.6  | la courbe ROC de la méthode fusion(R,L) de SQI avec GABOR BANK . . . . .  | 46 |
| 3.7  | la courbe CMC de la méthode fusion(R,L) de SQI avec GABOR BANK . . . . .  | 46 |
| 3.8  | la courbe ROC de la méthode fusion(R,L) de RETINEX avec . . . . .   | 48 |
| 3.9  | la courbe CMC de la méthode fusion(R,L) de RETINEX avec BSIF . . . . .  | 48 |
| 3.10 | la courbe ROC de la méthode fusion(R,L) de RETINEX avec GABOR BANK . . . . .  | 50 |
| 3.11 | la courbe CMC de la méthode fusion(R,L) de RETINEX avec GABOR BANK . . . . .  | 50 |

# Liste des tableaux

- 1.1 Les avantages et les inconvénients des différents technologies biométriques [4] . . . . . 14
- 1.2 Comparaison entre des modalités Biométriques [4] . . . . . 15
- 3.1 résultats de l'expérimentation 1 . . . . . 42
- 3.2 Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et (L) de SQI . . . . 42
- 3.3 Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et (R) de SQI . . . . 43
- 3.4 Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et la fusion (R, L) de SQI . . . . . 43
- 3.5 Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et (L) de SQI . . 45
- 3.6 Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et (R) de SQI . 45
- 3.7 Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et fusion(R,L) de SQI . . . . . 45
- 3.8 Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et (L) de Retinex . . 47
- 3.9 Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et (R) de Retinex . . 47
- 3.10 Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et (R ,L) de Retinex 47
- 3.11 Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et (R) de Retinex 49
- 3.12 Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et (L) de Retinex 49
- 3.13 Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et fusion (R ,L) Retinex . . . . . 49
- 3.14 étude comparative entre les méthodes . . . . . 51

# Liste des abréviations

|       |                                      |
|-------|--------------------------------------|
| A.D.N | Acide D'désoxyribonucléiques         |
| FRR   | False Recognition Rate               |
| EER   | Equal Error Rate                     |
| ROC   | Receiver Operating Characteristic    |
| CMC   | Cumulative Match Characteristic      |
| SQI   | Self-Quotient Image                  |
| ASSR  | adaptive single scale retinex        |
| DOG   | Difference of Gaussians              |
| PCA   | Principal Component Analysis         |
| LG    | log Gabor                            |
| ACP   | Analyse des composants principaux    |
| LDA   | Linear Discriminate Analysis         |
| SVM   | Support Vector Machine               |
| ARN   | Réseau neuronal                      |
| GMM   | Gaussian Mixture Model               |
| LBP   | Local Binary Patterns                |
| LPQ   | Local Phase Quantization             |
| BSIF  | Binarized Statistical Image Features |
| KNN   | K-nearest neighbors                  |
| FKP   | Finger-Knuckle-Print                 |
| PhD   | Pretty helpful Development           |
| KPCA  | kernel Principal Component Analysis  |

|     |                             |
|-----|-----------------------------|
| EPC | Expected Performance Curves |
| CMC | Cumulative Match Score Curs |
| ROI | Region Of Interest          |
| RDF | Reconnaissance de forme     |

# Introduction générale

La sécurité des systèmes d'information est devenue un domaine de recherche très important. L'identification des personnes est un élément clé du système de Sécurité. L'identification des individus est essentielle pour assurer la sécurité des systèmes et des organisations. En fait, les anciennes technologies de sécurité telles que l'identifiant et le mot de passe ne sont pas valides et peuvent être volées, devinées ou perdues. Dans ce sens, la biométrie est un exemple pratique parce qu'elle est de plus en plus présente dans la vie quotidienne : les opérations bancaires, l'accès à certains endroits militaires ou industriels. Pour cette raison, la biométrie est une technologie émergente qui peut résoudre certains problèmes inhérents aux systèmes traditionnels de vérification d'identité.

La biométrie est un terme que nous entendons de plus en plus dans notre vie quotidienne. Son apparition remonte au 19ème siècle. Elle peut identifier les personnes à la base de leurs caractéristiques biologiques, telles que l'ADN ; ou physique, tel que le visage ; ou comportementale, tel que la voix. L'avantage de cette méthode est qu'elle est basée sur les caractéristiques uniques de chaque individu, c'est-à-dire un système biométrique fiable et efficace.

Dans le cadre de ce travail, notre objectif consiste à réaliser un système de reconnaissance des personnes par l'empreinte d'articulation des doigts FKP «Finger knuckle print» qui est en tant que modalité biométrique , le choix de cette Modalité a été motivé par ce qu'elle est considérée comme une modalité émergente, et parmi ces avantages c'est la facilité d'acquisition, les images de ces modalités ayant une basse résolution (traitement plus rapide), une unicité très élevée (selon les estimations des chercheurs) et la stabilité

qui est étendue durant la vie des individus, d'où une fiabilité extraordinaire.

Notre mémoire se répartit en 3 chapitres et il est organisé comme suite :

Le premier chapitre est consacré à la présentation de la biométrie et les systèmes biométriques, ainsi que ses différentes modalités.

Dans le deuxième chapitre nous présentons une brève description sur les systèmes de la reconnaissance de forme, Tout d'abord, nous présentons son processus en détaillant ses étapes (acquisition, Prétraitement, extraction des caractéristiques (méthodes globales, locales et hybrides), par la suite l'apprentissage supervisé et non supervisé et finalement la décision).

Dans Le troisième chapitre, nous présenterons la conception et la réalisation de Notre projet, dont les résultats seront analysés et discuté. Pour ensuite terminer ce travail par une conclusion générale qui résumera nos contributions et donnera quelques perspectives sur les travaux futurs.

# Généralités sur la biométrie

## 1.1 Introduction

Dans le monde d'aujourd'hui une grande variété d'applications nécessite des méthodes d'authentification fiables et sécurisées pour l'identité des personnes qui demande son service. Par exemple l'accès sécurisé aux bâtiments, systèmes informatiques, ordinateurs portables, téléphones cellulaires, mémoire comme les clés USB. . . etc. cependant La biométrie est une solution parfaite et plus simple et plus efficace des méthodes d'authentification traditionnelles.

Ce chapitre sera consacré pour présenter la biométrie de manière générale, le système biométrie et leur architecture, ainsi que les différentes modalités biométriques. Et en dernier les domaines d'application de la biométrie.

## 1.2 Définition de la biométrie

La biométrie fait référence à une technologie d'identification et d'authentification, y compris Transformer des caractéristiques biologiques, morphologiques ou comportementales en empreintes numérique. Son but est de prouver le caractère unique d'une personne à partir de la taille des pièces Incapable de changer ou de contrôler son corps. La biométrie est une décision prise par mesure physiologique ou extraction de caractères Dans le comportement, ces méthodes permettent aux gens de reconnaître l'identité d'un individu[1].



## 1.3 Caractéristique de la biométrie

Les caractéristiques biométriques qui permettent de vérifier l'identité d'un individu sont appelées modalités biométriques. Ces modalités sont classées en trois catégories : biométrie biologique, comportementale et morphologique. En effet, n'importe quelle caractéristique morphologique ou comportementale peut être considérée comme une caractéristique biométrique, dans la mesure où elle satisfait les propriétés suivantes [1] :

- Universelles : existent chez tous les individus.
- Uniques : possibilité de différencier un individu par rapport à un autre.
- Permanentes : stables et invariantes au cours du temps.
- Enregistrables : possibilité d'enregistrer les caractéristiques d'un individu à l'aide d'un capteur approprié qui ne cause aucun dérangement pour l'individu.
- Performance : Signifie que l'authentification doit être précise et rapide.

## 1.4 Architecture d'un Système biométriques

Un système biométrique est un système utilisé pour identifier les personnes en cours. Dans un premier temps, en obtenant les données biométriques de l'individu à identifier, Puis extrayez-en un ensemble de fonctionnalités et comparez ses Caractéristiques avec le modèle de base de données. Il y a toujours au moins deux modules dans un système biométrique : module d'apprentissage et module de reconnaissance [2]. Le troisième module (facultatif) est le module d'adaptation.

### 1.4.1 Module d'apprentissage

Dans le processus de formation, utilisez d'abord des capteurs pour mesurer la biométrie. Nous parlons d'acquisition ou de capture. Normalement, cette capture n'est pas stockée directement, mais une transformation lui est appliquée. En effet, le signal contient des informations inutiles pour l'identification et seuls les paramètres pertinents sont extraits. Ce modèle est une représentation compacte du signal, ce qui aide dans la phase de reconnaissance, mais réduit également la quantité de données à stocker. Il convient de noter que la qualité du capteur affectera grandement les performances du système. Plus la qualité du système d'acquisition est bonne, moins il faut de prétraitement pour extraire les paramètres du signal [2].

### 1.4.2 Module de reconnaissance

Dans le processus de reconnaissance, les caractéristiques biologiques sont mesurées et un ensemble de paramètres sont extraits. Le capteur utilisé doit avoir des caractéristiques aussi proches que possible du capteur utilisé en phase d'apprentissage. Si les caractéristiques des deux capteurs sont trop différentes, une série d'autres prétraitements est généralement nécessaire pour limiter la dégradation des performances. Selon le fonctionnement du système, le reste de l'identification sera différent [2] : identification ou vérification.

### 1.4.3 Module d'adaptation

En phase d'apprentissage, le système biométrique ne capture généralement que quelques instances d'un même attribut pour limiter la gêne occasionnée à l'utilisateur. Par conséquent, il est difficile de construire un modèle assez général qui puisse décrire tous les changements possibles dans cet attribut [2].

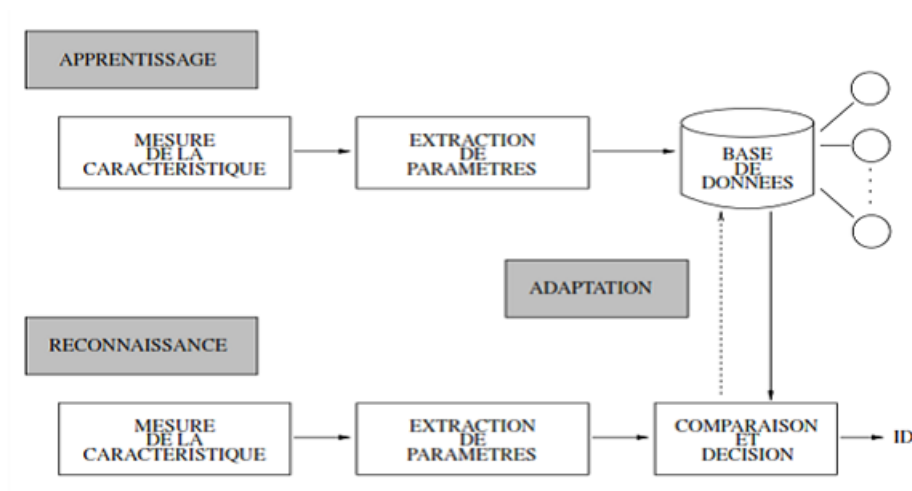


FIGURE 1.1 – architecture d'un système biométrique [2].

## 1.5 Modalités biométriques

Il existe plusieurs modalités biométriques utilisées dans divers secteurs, on peut distinguer 3 catégories [11] :

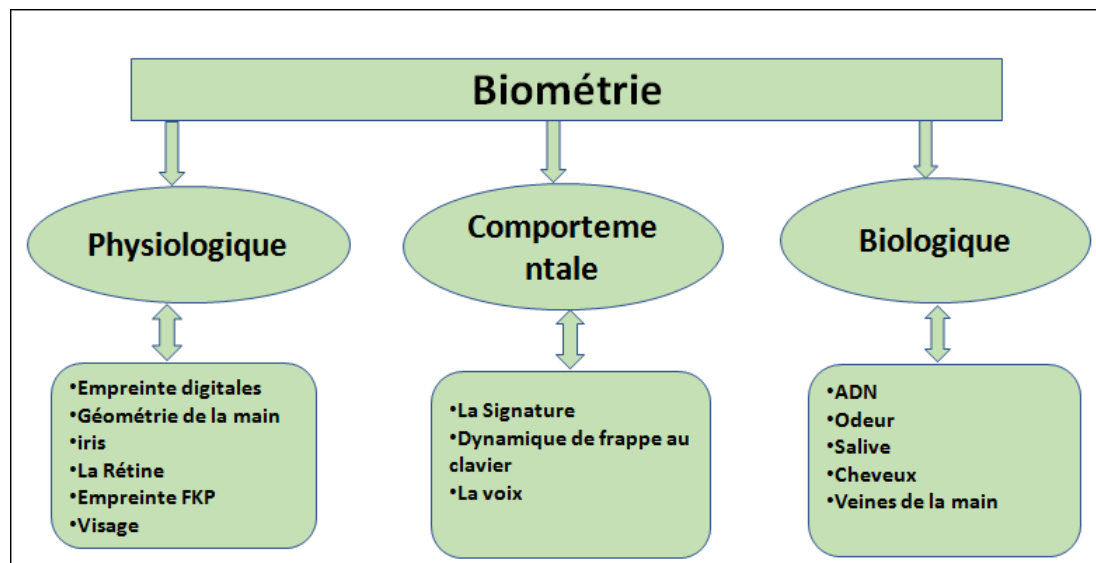


FIGURE 1.2 – Modalités de la biométrie.

### 1.5.1 Modalités morphologiques (physiologiques)

Ces méthodes sont uniques et permanentes. Leur principe repose sur l'identification des caractéristiques physiques spécifiques d'une personne, telles que la forme des oreilles, thermographie facial, forme de la main, voir aussi forme du visage, les empreintes Digitales, iris, rétine, etc. [4].

#### 1.5.1.1 Empreintes digitales (finger-scan)

Les empreintes digitales font référence aux traces laissées par les sillons de la pulpe du doigt. Les motifs formés sont uniques et varient d'une personne à l'autre. En pratique, il est quasiment impossible d'utiliser toutes les informations fournies par cette image (car tout le monde a trop d'informations), nous avons donc extrait les principales caractéristiques telles que la bifurcation des crêtes (Figure 1.3), les "îles" et les lignes. Disparaître, attendre,... Une empreinte contient en moyenne une centaine de points caractéristiques ou "détails". Environ 40 de ces points peuvent être extraits de la zone scannée. D'un point de vue statistique, il est impossible de trouver 12 points identiques chez deux individus. [5].



FIGURE 1.3 – Points caractéristiques de l’empreinte digitale.

### 1.5.1.2 La géométrie de la main

La reconnaissance des mains est considérée comme l’ancêtre de la technologie biométrique. À la fin des années 1960, Robert P. Miller a déposé une demande de brevet pour un appareil qui mesure les caractéristiques de la main et les enregistre pour une comparaison ultérieure. L’utilisateur pose sa main sur l’appareil. Tout est illuminé par Lumière infrarouge, l’image est prise par un appareil photo numérique. Près d’une centaine Au stade de la reconnaissance, les caractéristiques sont extraites de l’image et converties en données. Ces données sont liées à la longueur, la largeur et la forme d’articulation, et Longueur entre les articulations. [6].

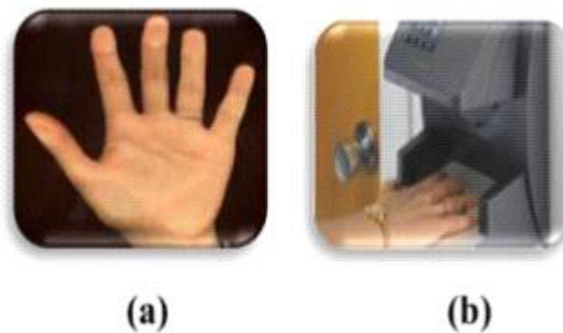


FIGURE 1.4 – géométrie de la main.

### 1.5.1.3 Iris (iris-scan)

C'est la membrane colorée de l'œil. Une caméra proche infrarouge prend une tranche de l'iris, qui relève les caractéristiques particularités du relief. C'est une technologie fiable et semble être plus précise que certaines autres méthodes biométriques[5].



FIGURE 1.5 – iris

### 1.5.1.4 Visage (facial-scan)

La popularité croissante des appareils de capture d'image (tels que les appareils électroménagers) Appareils photo numériques, caméscopes et caméras de surveillance, faisant Les visages humains sont largement utilisés dans les applications pratiques. Un exemple Ces applications sont des systèmes de surveillance ou d'identification dans les lieux publics : Aéroports, frontières, distributeurs automatiques de billets et laboratoires.

Dans les systèmes basés sur le visage, les photos des personnes sont délibérément prises Ou accidentellement. Un ensemble de caractéristiques propres à chaque caractéristique Les individus sont pris à partir de photos. Des exemples de ces caractéristiques comprennent La zone du visage, comme autour du visage, la position des oreilles, les coins de la bouche, La distance entre les yeux et la taille de la bouche. D'autre part, ces pièces peuvent être Les changements qui se produisent dans la vie d'une personne (par exemple la zone occupée par les cheveux) sont éviter de. Cette technologie peut empêcher le port de lunettes, barbes, maquillage, etc [7].



FIGURE 1.6 – la reconnaissance de visage.

#### 1.5.1.5 Empreintes des articulations des doigts FKP

C'est une technologie biométrique basée sur la surface arrière du doigt, elle contient des caractéristiques distinctives telles que les lignes principales, les lignes secondaires et les crêtes, qui peuvent être extraites à partir des images à Basse résolution (Figure 1.7). La main contient plusieurs doigts, pour cela, il faut conserver les informations à chaque doigt pour une reconnaissance précise dans le domaine d'identification[8].



FIGURE 1.7 – Des images des empreintes des articulations des doigts.

#### 1.5.1.6 Rétine (retina-scan)

Cette mesure biométrique est basée sur l'étude de la structure des vaisseaux sanguins de la rétine, qui varie d'une personne à l'autre, même entre jumeaux. L'image de la rétine

est acquise à une faible distance du capteur (c'est-à-dire à moins de 30 cm) et fournit jusqu'à 400 points caractéristiques de l'objet. Il présente une stabilité tout au long de la vie d'une personne. Cette méthode est la plus difficile à mettre en œuvre et la plus compliquée. [5].

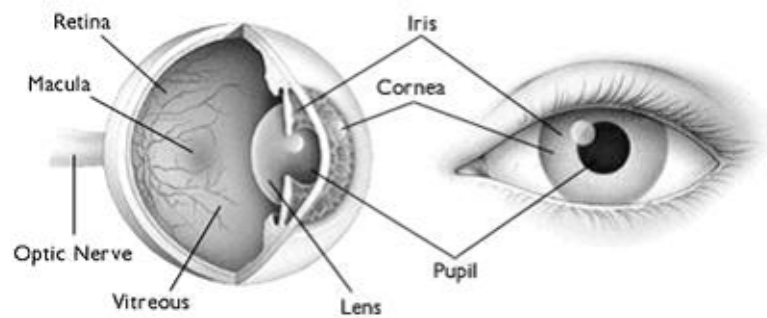


FIGURE 1.8 – La rétine.

## 1.5.2 Biométrie comportementale

La biométrie comportementale est basée sur l'analyse de comportements spécifiques d'une personne comme la signature, l'empreinte de sa voix, sa démarche et sa façon de taper sur le clavier.

### 1.5.2.1 La signature dynamique La signature électronique

Le système de reconnaissance de signature électronique analyse les caractéristiques qui définissent la signature, telles que la vitesse, la pression sur le crayon, le mouvement, les points et l'intervalle de temps lorsque le crayon est levé [9].



FIGURE 1.9 – la signature électronique.

### 1.5.2.2 Frappe dynamique sur le clavier

La dynamique de frappe au clavier est un modèle biométrique comportemental qui permet aux individus de s'authentifier en fonction de la façon dont ils tapent sur le clavier. Ce type de système ne nécessite aucun matériel d'acquisition autre que le clavier de l'ordinateur, facilement accepté par les utilisateurs. Nous intéressons principalement aux systèmes statiques, où le texte saisi par l'utilisateur est connu à l'avance par la machine.[10] .



FIGURE 1.10 – le frappe du clavier.



### 1.5.2.3 Reconnaissance vocale (voice-scan)

La technologie biométrique vocale traite les données de facteurs physiologiques, qui dépendent de l'âge, du sexe, tonalité, de l'accent et de facteurs comportementaux, tels que la vitesse et le rythme. Ils ne sont généralement pas imitables. C'est actuellement la seule technologie qui permet l'identification à distance d'une personne et qui est généralement acceptée par les utilisateurs. Cependant, cette technologie est très facile à falsifier et nécessite également une excellente qualité d'enregistrement. De plus, il n'y a quasiment aucune différence entre les deux sons, ce qui rend cette technique peu fiable [11].



FIGURE 1.11 – image de la reconnaissance vocale.

## 1.5.3 Biométrie biologique

### 1.5.3.1 L'A.D.N

L'Analyse des empreintes génétiques est une méthode Extrêmement précise d'identification .Extrêmement précise d'identification, issue directement de l'évolution de la biologie moléculaire. L'information génétique d'un individu est unique car aucun membre de l'espèce ne possède la même combinaison de gène codé dans l'acide désoxyribose nucléaire (ADN) [6].



FIGURE 1.12 – image d'ADN.

## 1.6 Les avantages et les inconvénients des différents modalités Biométriques

Le tableau 1.1 ci-dessus représente les inconvénients et les avantages de différentes modalités biométriques

| Modalité                                     | Avantages  | Inconvénients  |
|--|--|--|
| Empreintes digitales                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Laissons derrière nous à chaque fois que nous touchons un objet.</li> <li>-nous aider à la recherche sur une scène de crime</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Difficulté de lire l’empreinte digitale pour les travailleurs manuels.</li> <li>-Nécessite dispositifs de détection spéciaux</li> </ul>        |
| Voix   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- efficace au téléphone</li> <li>- rapide et efficace</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensible au bruit ambiant.</li> <li>-Sensible à l’état physique et émotionnel de l’individu</li> </ul>  |
| Signature                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisé dans le document administratif.</li> <li>-Accepter par les personnes</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Les signatures falsifiées (imitation)</li> <li>-Besoin d’une tablette Graphique</li> </ul>   |
| Empreintes des articulations des doigts(EAD) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- EAD très adaptés à l’utilisation à l’intérieur et à l’extérieur</li> <li>- EAD est stable</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessitant un contact Physique</li> </ul>  |
| Empreintes Palmaires                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu de risque d’intrusion</li> <li>- Image palmaire possession d’une basse résolution</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessitant un contact Physique</li> </ul>  |
| Visage                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visage est capturé à distance</li> <li>- Technique moins cher</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- à l’utilisation des artifices (moustaches, barbe, lunettes. . . )</li> <li>- variations d’illumination</li> </ul>                             |
| Iris   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- stable durant toute la vie d’une personne.</li> <li>L’iris recèle plus de données que les empreintes digitales</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>La qualité de l’image n’est pas bonne.</li> <li>Les effets d’illumination et d’occlusion (les yeux bougent quand on capture l’image)</li> </ul> |

TABLE 1.1 – Les avantages et les inconvénients des différents technologies biométriques

[4]

## 1.7 Comparaison entre les différentes techniques biométriques

Le Tableau 1.2 Ci-dessus présente une comparaison des systèmes biométriques existants en fonction de ces paramètres [4] :

- **Universalité** : Chaque personne doit avoir la caractéristique biométrique.
- **Unicité** : toutes deux personnes ne devraient pas avoir la même caractéristique.
- **La permanence** : La caractéristique biométrique ne doit pas changer avec le temps.
- **Performance** : Exactitude, vitesse et robustesse.
- **Acceptabilité** : S'étendre aux personnes désireuses d'accepter de donner une Caractéristique.
- **Protection contre la falsification** : la caractéristique doit être difficilement falsifiable afin d'éviter une utilisation frauduleuse du système.

| Techniques Biométriques | universelles | uniques distinctif | Permanente | Enregistrable Mesurable | Performance Acceptabilité |
|-------------------------|--------------|--------------------|------------|-------------------------|---------------------------|
| Empreintes digitales    | Moyenne      | Haute              | Haute      | Moyenne                 | Moyenne                   |
| Visage                  | Haute        | Faible             | moyenne    | Haute                   | Haute                     |
| Iris                    | Haute        | Haute              | Haute      | Moyenne                 | Faible                    |
| Rétine                  | Haute        | Haute              | Moyenne    | Faible                  | Faible                    |
| ADN                     | Haute        | Haute              | Haute      | Faible                  | Faible                    |
| Signature               | Faible       | Faible             | Faible     | Haute                   | Haute                     |
| Voix                    | Moyenne      | Faible             | Faible     | Moyenne                 | Haute                     |
| Démarche                | Moyenne      | Faible             | Faible     | Haute                   | Haute                     |
| Frappe clavier          | Faible       | Faible             | Faible     | Moyenne                 | Moyenne                   |
| l'oreille               | Moyenne      | Moyenne            | Haute      | Moyenne                 | Haute                     |

TABLE 1.2 – Comparaison entre des modalités Biométriques [4]

## 1.8 Mesure de performance de système biométrique

La performance mesure l'efficacité et la fiabilité d'un système biométrique dans un contexte d'utilisation donné [12].

Afin de comprendre comment déterminer les performances d'un système biométrique, il nous faut définir clairement les critères suivant [13] :

1. Le premier critère est appelé le « taux de faux rejets » ou FRR ).ce taux représente le pourcentage de personnes qui devraient être reconnues mais rejetées par le système.

$$\mathbf{FRR} = \mathbf{Nombre\ des\ clients\ rejetés / Nombre\ total\ d'accès\ clients}$$

2. Le deuxième critère est le taux de fausse acceptation (« taux de fausse acceptation » ou FAR). Ce taux représente le pourcentage de personnes qui auraient dû être méconnaissables mais toujours acceptées par le système.

$$\mathbf{FAR} = \mathbf{Nombre\ des\ imposteurs\ acceptés / Nombre\ total\ d'accès\ imposteurs}$$

3. Le troisième critère est appelé "Taux d'erreur égal" (EER). Ce taux est calculé sur la base des deux premières normes et constitue un point commun de mesure de la performance. Ce point correspond à l'endroit où  $FRR = FAR$ , qui est le meilleur compromis entre faux rejet et fausse acceptation, définir le taux d'erreur égal (Equal Error Rate ou EER) comme suit :

$$\mathbf{EER} = \mathbf{Nombre\ de\ fausse\ acceptations + Nombre\ de\ faux\ rejets / Nombre\ total\ d'accès}$$

La figure 1.13 ci dessus illustre le FRR et le FAR à partir de distributions des scores authentiques et imposteurs tandis que l'EER est représenté sur la figure 1.14 .



FIGURE 1.13 – Illustration du FRR et du FAR [12]

Les performances d'un système biométrique peuvent être présentées graphiquement à l'aide de la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic). Lorsque le système fonctionne en mode d'authentification, on utilise la Courbe ROC ("Receiver Operating Characteristic"). Elle trace le taux de faux rejet en fonction du taux de fausse acceptation. Plus cette courbe a tendance à épouser la forme de la référence, plus l'efficacité du système est élevée, ce qui signifie qu'il a un taux de reconnaissance global plus élevé [14].

La figure 1.14 ci-dessus illustre les caractéristiques de ROC.

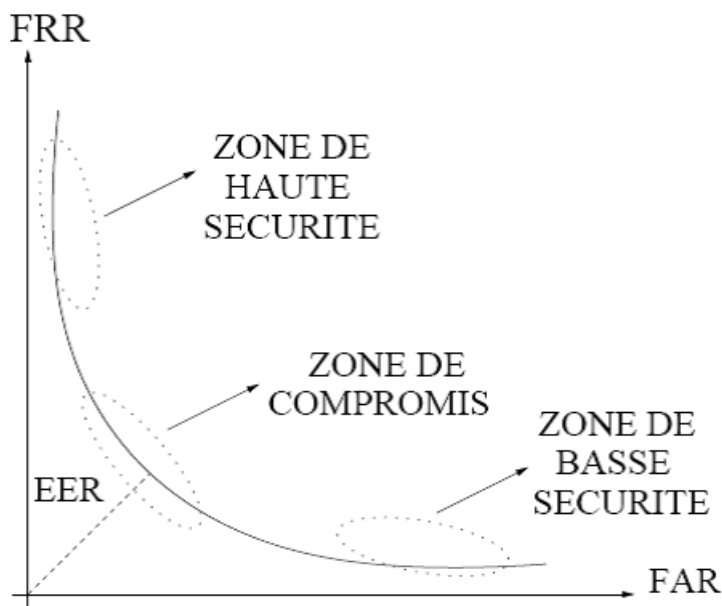


FIGURE 1.14 – Courbe des caractéristique ROC [13]

Dans le cas du système utilisé en mode reconnaissance, la courbe dite CMC (pour "cumulative matching features") est utilisée. La courbe CMC (Figure 1.15) donne le pourcentage de personnes identifiées en fonction d'une variable appelée rang [Beve 05]. On dit qu'un système reconnaît au rang 1 l'orsque sélectionne l'image la plus proche comme résultat de la reconnaissance. On dit que le système reconnaît au rang 2, lorsqu'il sélectionne l'image qui correspond le mieux à l'image d'entrée parmi les deux images, et ainsi de suite. On peut donc dire que plus le rang est élevé, plus le taux de reconnaissance correspondant est associé à un niveau de sécurité faible [13].

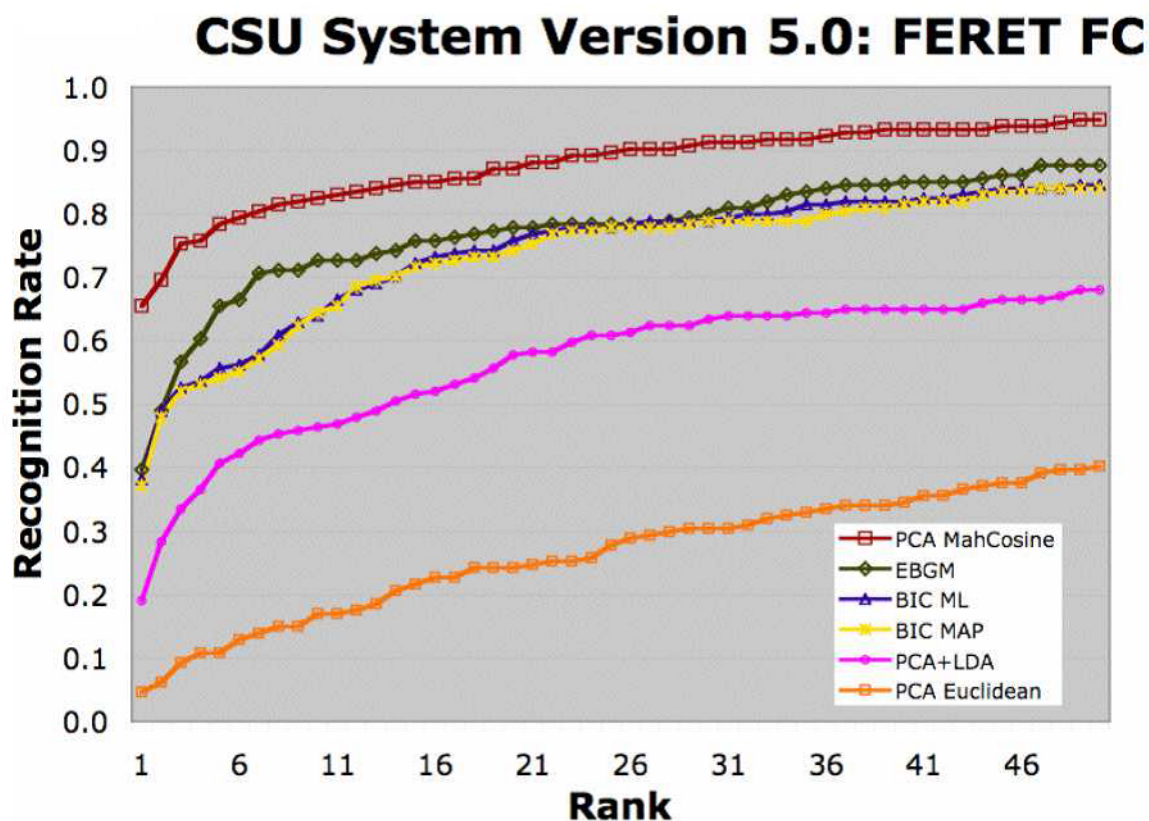


FIGURE 1.15 – Courbes CMC du CSU System 5.0 pour le “FERET Probe Set FC” et pour différents algorithmes de reconnaissance faciale [13]

## 1.9 Application de la biométrie

La biométrie rentre dans le domaine technologique qui permet de traiter la vérification d’identité et/ou de l’identification des personnes à l’aide de leurs caractéristiques individuelles, pouvant être physiques ou comportementales [15]. Cependant l’application de la biométrie est divisé en trois groupes et parmi ses groupe on a application commerciale qui contient : ouverture de réseaux informatique, la Sécurité de données électroniques, l’e-commerce, le contrôle d’accès physique, l’accès Internet, la carte de crédit, le téléphone cellulaire, la gestion des registres médicaux, l’étude à distance, etc.

Le deuxième groupe Applications gouvernementales : telles que la carte d’identité nationale, le permis de conduire, la sécurité sociale, le contrôle des frontières, le contrôle



des passeports, etc. Le dernier groupe Applications légales : telles que l'identification de corps, la recherche criminelle, L'identification de terroriste, etc [16].



FIGURE 1.16 – Application de la biométriee.

## 1.10 L'état de l'art sur l'empreinte d'articulation (FKP)

Récemment, une nouvelle technologie biométrique basée sur l'empreinte digitale a attiré beaucoup d'attention dans le milieu de la recherche biométrique. L'empreintes d'articulation de doigts (fkp) est très unique, elle peut donc être utilisée comme identificateur biométrique distinctif. Comparativement aux techniques biométriques traditionnelles par exemple (les visages, les empreintes digitales et les voix), l'empreinte d'articulation de doigt présente certains avantages dans une application réelle : (1) Il est difficile d'être abrasé puisque les gens tiennent des étoffes avec le côté intérieur de leurs mains. (2) Contrairement aux empreintes digitales, il n'y a pas de stigmatisation des enquêtes criminelles associées aux empreintes d'articulation (fkp). Ainsi, l'empreinte d'articulation de doigts (fkp) a un taux élevé d'acceptation par l'utilisateur. (3) Les gens laissent rarement des empreintes d'articulation (fkp) sur la surface, ce qui rend la perte de données privées moins possible [17].

Dans cette partie, nous discuterons quelques travaux similaires sur l'empreinte d'arti-

culation (FKP) :

1. Woodard and Flynn (2005), [18] ont présenté une nouvelle approche pour l'identification personnelle et la vérification de l'identité qui utilise les caractéristiques de la surface du doigt 3D comme identificateur biométrique. À l'aide d'images de plage 3D de la main, une représentation de surface de l'index, du majeur et de l'annulaire est calculée et utilisée pour la comparaison afin de déterminer la similitude du sujet. Nous utilisons l'indice de forme basé sur la courbure pour représenter la surface des doigts. Les signatures d'index de forme de galerie et de sonde sont comparées en utilisant le coefficient de corrélation normalisé pour calculer un score de correspondance. Une grande base de données unique d'images de mains soutient la recherche. Nous utilisons des ensembles de données obtenus au fil du temps pour examiner le rendement de chaque surface de doigt comme identificateur biométrique ainsi que le rendement obtenu lors de leur combinaison. Des expériences d'identification et de vérification sont menées. De plus, les tailles des ensembles de sondes et de galeries sont augmentées afin d'améliorer encore expériences. Notre approche donne de bons résultats pour une technique biométrique unique en son genre, ce qui indique que cette approche justifie des recherches plus poussées.
2. Ravikanth and A. Kumar(2007) [19], ont étudié un nouveau système biométrique basé sur texture des doigts. Le motif de texture produit par la flexion des doigts est très unique et fait de la surface un identificateur biométrique distinctif. Les caractéristiques de géométrie de la main peuvent être acquises à partir de la même image, en même temps et intégré pour améliorer la performance du système. La surface arrière du doigt les images de chacun des utilisateurs sont utilisées pour extraire l'échelle, traduction et des images invariantes de molette de rotation. Le système proposé, en particulier sur la configuration d'imagerie sans peg et sans contact, obtient des résultats prometteurs lorsque testé sur une base de données de 105 utilisateurs.
3. L. Zhang (2009) [20], Ont présente un nouvel identificateur biométrique, à savoir empreinte digitale (FKP), pour l'identité personnelle . Tout d'abord, un dispositif d'acquisition de données spécifique est construit pour capturer les images FKP, puis un L'algorithme de reconnaissance FKP est présenté pour traiter les données acquises. La carte de direction convexe locale du FKP image est extraite, sur la

base de laquelle un système de coordonnées est défini pour aligner les images et une région d'intérêt (ROI) est recadrée pour l'extraction de fonctionnalités. Un codage concurrentiel qui utilise des filtres 2D Gabor pour extraire l'image information d'orientation locale, est utilisé pour extraire et représenter les caractéristiques FKP. une base de données FKP a été établie, comprenant :5 760 images de 480 doigts différents. Le FKP expérience de vérification a été effectuée et un encourageant un taux d'acceptation réel (97 %) et un faible taux (0,02 %) peut être atteint. L'EER est de 1,09%, ce qui est très concurrentiel par rapport aux autres technologies biométriques.

4. Pengfei Yu et al(2014) [21], Ont étudié une méthode d'extraction de caractéristiques qui code les caractéristiques FKP en termes de modèles binaires locaux qui se forment sous forme d'histogrammes de blocs d'images de doigts et qui sont représentés ensemble pour former un vecteur de caractéristiques. Ils ont appliqué une nouvelle méthode basée sur la LBP sur l'identification FKP. Ils ont effectué expériences sur PolyU FKP Database. Les résultats expérimentaux montrent que la méthode basée sur LBP donne une assez bonne performance. Par rapport à la méthode basée sur PCA et LDA, la méthode proposée a le mérite d'une grande précision. Le taux de reconnaissance de rang 1 87,63 % a été obtenu par la méthode proposée. Le taux de reconnaissance de la méthode proposée dépasse celui de l'APC (55,15 %) et du l'une des IDI (65,96 %). De plus, le taux de reconnaissance de la méthode proposée est de 96,24 %, comparativement à l'APC (79,85 %) et à l'EDI (84,82 %).
5. Kumar (2014) [22], ont étudié les modèles mineurs de doigts pour la reconnaissance personnelle et a également prouvé que, intégrant des modèles de caractéristiques mineures avec des caractéristiques FKP donne de meilleurs résultats en termes de précision. sur la base de données de 503 sujets, peut atteindre des performances prometteuses (EER de 6,29% et 12,6% sous deux protocoles) de n'utiliser que le doigt mineur sans contact images knuckle. Les résultats expérimentaux l'utilisation simultanée de grands et Les images mineures des doigts peuvent aider à améliorer considérablement la performance qui pourrait ne pas être possible en utilisant l'un des mineurs ou des images majeures des doigts.
6. Hegde et al. (2011) [23], Ont caractérisé l'empreinte des doigts à l'aide de Random transform. L'image FKP prétraitée est soumise à une transformation aléatoire et, à

la suite de cette transformation, les valeurs Eigen sont calculées. Dans leurs travaux ultérieurs, les auteurs ont mis en œuvre une authentification personnelle en temps réel à l'aide de l'empreinte fkp dans laquelle les caractéristiques de la surface du doigt ont été extraites à l'aide de la transformation du radon. La probabilité de succès est calculée. Pour authentifier une personne en mode avancé, ils ont utilisé le coefficient de corrélation entre les valeurs Eigen et la probabilité. Pour la mise en œuvre en temps réel, l'interface graphique appropriée peut être développée. Le mode de base du système de sécurité se trouve avoir FAR que 6.79% et FRR que 0.0517%. Le système avancé a un FAR d'environ 1,55 % et un FRR de 1,02 %.

7. Zhang et al (2012) [24], Ont contribué à un nouveau mécanisme d'extraction de caractéristique basé sur le modèle de congruence de phase. Le modèle de congruence de phase extrait l'orientation locale, l'information de phase locale et l'information de magnitude des images FKP. Les résultats expérimentaux ont montré que l'intégration de toutes les caractéristiques locales ensemble fonctionne mieux que l'utilisation de n'importe laquelle d'entre elles séparément. L'algorithme LGIC2, qui intègre les trois fonctionnalités locales et une fonctionnalité globale, les coefficients de transformation de Fourier, pourrait obtenir le meilleur résultat de vérification sur la base de données FKP de référence, avec l'EER 0.358%.
8. Li et al. (2012) [25], Ont Contribuer au codage adaptatif d'orientation (ASOC) pour la reconnaissance des empreintes de doigts. Les auteurs ont incorporé la méthode de seuil d'histogramme multi niveau pour l'information d'orientation d'extraction. une nouvelle méthode d'extraction d'orientation locale utilisant des filtres orientables pour La vérification FKP proposée. Les orientations locales continues sont extraites à l'aide d'un filtre orientable, seuil d'histogramme circulaire à plusieurs niveaux est présenté pour discrétiser la carte des caractéristiques pour une correspondance FKP efficace et robuste. Les résultats montrent que 4 classes d'orientation sont assez bien pour représenter la caractéristique de la ligne FKP pour la reconnaissance. Par rapport aux méthodes de codage de pointe, cette méthode permet d'obtenir de meilleures performances sur la base de données PloyU FKP.

## 1.11 conclusion

Nous avons présenté à travers ce chapitre les concepts d'un système biométrique, leurs architectures et leurs différentes applications, ainsi nous avons donné un aperçu sur les différentes modalités biométriques tout en soulignant les avantages et les inconvénients de chacune, les applications de la biométrie. A la fin nous avons terminé avec l'état de l'art de la biométrie. Dans le chapitre suivant, nous allons présenter le système de reconnaissance des formes.

# Reconnaissance des formes

## 2.1 introduction

La reconnaissance de formes est un domaine pluridisciplinaires se situent au carrefour de plusieurs disciplines, on cite parmi autres : la linguistique, les statistiques, l'électronique, l'informatique, la théorie de communication, la biologie, l'optique...etc. Elle consiste à affecter une forme à une classe avec laquelle cette forme présente des caractéristiques semblables. Dans ce chapitre, nous allons présenter tout d'abord un aperçu sur la reconnaissance des formes, son processus en détaillant ses étapes (acquisition, prétraitement, extraction des caractéristiques (méthodes globales, locales et hybrides), par la suite l'apprentissage supervisé et non supervisé, et la fin la décision).

## 2.2 Définition de reconnaissance des formes

La reconnaissance des formes est un sujet de compétences de reproduction Percevoir les humains en classant un ensemble de données brutes en fonction de modèles Observé. La reconnaissance des formes ne se limite pas à la perception visuelle, Mais cela inclut également tous les types de perception artificielle qui doivent être identifiés Mode de données. La reconnaissance de formes partage de nombreuses technologies Et l'apprentissage automatique. La différence entre ces deux disciplines est C'est essentiellement de l'histoire et de la culture. Champ de reconnaissance de formes Apparue à la fin des années 1960 et consistait à développer des systèmes intelligents a la capacité perceptive et traite souvent des données numériques. D'autre part, L'apprentissage automatique est un do-

maine relativement nouveau (années 1980), et ses objectifs est de développer un système qui peut apprendre et traiter les données de manière indépendante. Par conséquent, nous pouvons dire que la reconnaissance de formes effectuée de manière générale, le niveau de traitement est inférieur au niveau d'apprentissage automatique, bien que Il est encore difficile de faire une distinction claire entre les deux domaines [26].

## 2.3 Domaine d'application

Il existe deux types d'applications [27] :

- ● **Traitement du signal**

Domaine d'étude :

- Signaux vocaux : permettent d'automatiser le comportement auditif (l'écoute) d'un humain : -Reconnaissance de la parole Domaine d'application : bureautique, commande vocale... -Reconnaissance du locuteur Domaine d'application : banques, commerce...

- Signaux biomédicaux : électrocardiogramme, électro-encéphalogramme. Domaine d'application : médicale

- ● **Traitement les images :**

- Reconnaissance d'empreintes digitales, palmaire, visage ... Domaine d'application : banques, commerce, police

- Reconnaissance des caractères, manuscrite. Domaine d'application : saisie de textes, compression télécopie...

- Imagerie satellitaires : Domaine d'application : météorologie, agriculture...

- Analyse de photo aérienne : Domaine d'application : surveillance militaires, agriculture.

- Reconnaissance de signatures : Domaine d'application : banques, commerce.

## 2.4 Processus de reconnaissance des formes

Le but du processus de RdF est la réduction de la quantité de données à manipuler, partant de l'information originale qui fait partie de l'espace d'observation ou monde réel (souvent une image ou un signal) jusqu'à arriver à sa description symbolique, dans l'espace d'interprétation ou espace des catégories, en passant par l'espace de représentation ou

espace des caractéristique où en extraire les primitives pertinentes [28].

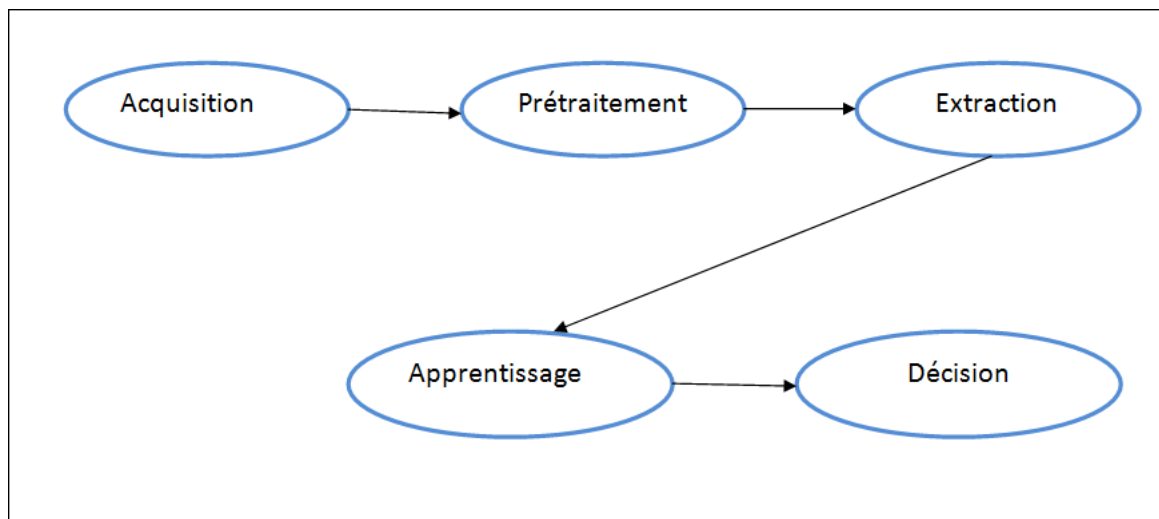


FIGURE 2.1 – Processus de reconnaissance de forme.

### 2.4.1 L'acquisition

Il faut d'abord utiliser des capteurs physiques pour obtenir l'information d'origine (la forme à reconnaître), la convertir en des grandeurs numériques et la mettre dans la chaîne de traitement informatique. Dans le cas où l'information est disponible sur un support souvent papier, les capteurs physiques sont des scanners ou des caméras numériques. . . , et dans le cas où la saisie effectuée en ligne le capteur est un écran tactile ou une tablette graphique munie d'un stylo électronique (stylet). Et pour capturer le signal vocal un microphone doit être utilisé, et la numérisation ensuite se fait à l'aide d'un convertisseur analogique-numérique [28].

### 2.4.2 Prétraitement

Le prétraitement est considéré comme une étape essentielle dans tout le système de reconnaissance il mené dans l'objectif d'éliminer les informations inutiles afin améliorer les performances de système de vérification. Parmi les prétraitements appliqués on trouve le filtrage (transformée de Fourier), l'élimination du bruit (morphologie Mathématique), lissage (filtre gaussien) et la normalisation [29].



### 2.4.2.1 Normalisation de l'éclairage

L'éclairage est considéré comme l'une des tâches les plus difficiles pour la reconnaissance faciale. Les variations causées par la pose, l'expression, l'occlusion ou l'éclairage sont hautement non linéaires et rendent la tâche de détection extrêmement complexe. Ici, la normalisation de l'éclairage est abordée en particulier. L'éclairage est un problème très important dans la reconnaissance faciale. Les recherches ont montré que pour une image de visage, la variabilité causée par les changements d'éclairage dépasse même la variabilité causée par les changements d'identité [30]. On cite Parmi les techniques utilisée dans la normalisation d'éclairage :

- Histogram equalization,
- Adaptive histogram equalization
- Homomorphic filter
- Single Scale Retinex
- Difference of Gaussia
- DCT Normalization
- Gradientface
- Self-Quotient

#### Algorithme de l'adaptive single scale retinex (ASSR) :

La première étape de la méthode proposée consiste à extraire les deux composants, l'image d'éclairage  $L(x, y)$  et l'image de réflectance  $R(x, y)$  de l'image FKP de la ROI  $I(x, y)$  à l'aide de l'algorithme ASSR. Dans cette méthode, chaque point du domaine d'image peut être exprimé comme suit :

$$(X, Y) = R(X, Y).L(X, Y) \quad (2.1)$$

L'algorithme ASSR estime l'éclairage en convoquant itérativement l'image d'entrée avec un masque de lissage  $3 \times 3$  pondéré par un coefficient en combinant deux mesures de discontinuité d'éclairage (gradient spatial et inhomogénéité locale) grâce à la nouvelle fonction de conductance à chaque pixel.<sup>12</sup> L'éclairage  $L(i + 1)(x, y)$  à  $(i + 1)$  itérations donnée par :

$$L^{i+1}(x, y) = \frac{1}{N(x, y)} \sum_{K=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 L^i((x + k, y + j)w^i(x + k, y + j) \quad (2.2)$$

Avec :

$$N^i(x, y) = \sum_{K=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 (x + k, y + j) \quad (2.3)$$

et :

$$w^i(x, y) = g(d^i(x, y)) \quad (2.4)$$

Où  $N^i(x, y)$  et  $W^i(x, y)$  sont le facteur de normalisation et les poids de convolution masque à litération (i) respectivement.  $d^i(x, y)$  est la discontinuité à chaque pixel (x, y) et leur niveau déterminé par deux paramètres S et h, ces paramètres déterminés automatiquement.  $g$  représente une nouvelle fonction de conduction. La sortie de réflectance est calculée comme suit :

$$(x, y) = \log(1(x, y) + 1) - \log(L^T(x, y) + 1) \quad (2.5)$$

$$R(x, y) = \frac{R'(x, y) - R'_{min}}{R'_{max} - R'_{min}} \quad (2.6)$$

$R(x, y)$  est le logarithme de l'image de réflectance  $R(x, y)$ .  $R'_{max}$  et  $R'_{min}$  sont les valeurs maximales et les valeurs minimales de  $R'(x, y)$  respectivement.  $T$  est le nombre maximal d'itérations [31].

### Algorithme du Self-Quotient Image(SQI) :

The single scale self quotient image (SSQI) a été introduite dans le domaine de la reconnaissance faciale . La technique présente des similitudes avec la technique de rétinex à échelle unique, mais contrairement à la technique SSR utilise un filtre anisotropique pour l'opération de lissage. La technique SSQ est implémentée dans la boîte à outils avec une fonction qui a le prototype suivant :

[R, L]=single scale self quotient image(X,siz,sigma,normalize); Ici, X indique l'image d'entrée en échelle de gris à traiter, siz signifie la taille du filtre de lissage gaussien et sigma contrôle la bande passante du filtre. L'argument d'entrée normalize2 1, 0 représente un paramètre contrôler si une procédure de post-traitement est appliquée à la procédure normalisée image ou non. La fonction renvoie la réflectance « d'éclairage invariant » R et la fonction de luminance estimée L. Noter ici que la fonction de luminance est retournée uniquement à des fins de visualisation, car il n'a généralement que peu de valeur du point de vue de l'illumination la reconnaissance invariante du visage [32].

### 2.4.3 L'extraction des caractéristiques

Cette étape est aussi appelée « l'analyse » qui est l'une des étapes les plus difficiles et qui représente le cœur du système de reconnaissance. Elle permet d'extraire les informations d'image qui seront enregistrées dans la mémoire pour un processus ultérieur. Cette analyse est une façon directe de concaténer des valeurs de gris ou de couleur de tous les pixels d'une image. Cependant, cela se traduira par un vecteur de très hautes dimensions avec beaucoup d'informations redondantes qui sont très sensibles à toutes les variations de l'image (position, éclairage, échelle, etc) [33].

Par conséquent, l'analyse vise à transformer le contenu de l'image en un ensemble de Un vecteur de caractéristiques ou descripteurs distinctifs, informatifs et non redondants Il a une taille acceptable et n'est pas très sensible à certaines modifications de l'image. et donc Le processus ultérieur ne dépend plus de l'image elle-même, mais uniquement des informations véhiculées En extrayant des vecteurs de caractéristiques. [34].

#### 2.4.3.1 Méthodes d'extraction des caractéristiques

Nous pouvons résumer les méthodes d'extraction des caractéristiques en trois catégories : les méthodes globales (statistiques), les méthodes locales (géométriques) et les méthodes hybrides comme montré dans la Figure 2.2.

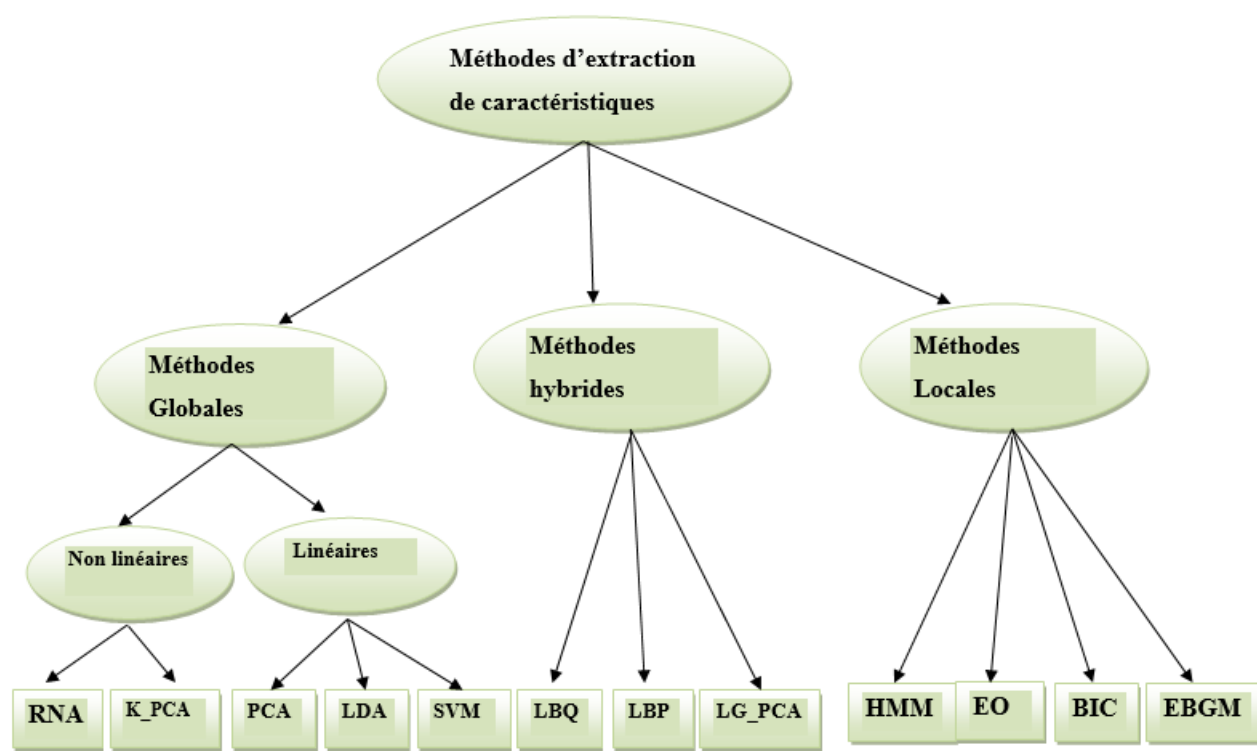


FIGURE 2.2 – Schéma représentatif d’une classification des algorithmes principaux utilisé dans la reconnaissance de forme [13]

**2.4.3.1.1 Méthodes globales** Les méthodes globales ou statistiques utilisent toute la surface de la face comme entrée système de reconnaissance. Ces caractéristiques extraites prennent la forme d’un seul vecteur Ou analyse statistique basée sur les pixels [histogramme] [35][36][37]. Pour les visages, l’image d’entrée sera traitée globalement pour sélectionner Seules des caractéristiques essentielles peuvent distinguer les individus. Les avantages des méthodes statistiques comprennent : la rapidité et les calculs de base Complexité moyenne. En revanche, ils sont très sensibles aux changements d’éclairage, Postures et expressions faciales. Parmi les méthodes les plus importantes de ce type, nous citons [37] :

- Analyse des composants principaux (ACP) ;
- Analyse de discrimination linéaire (LDA) ;
- Support Vector Machine (SVM) ;
- Réseau neuronal (ARN) ;

- Modèle de surface de visage (3D) ;
- Mélange gaussien (GMM).

**2.4.3.1.2 Méthodes locales** Les méthodes locales ou géométriques utilisent des descripteurs de texture locaux. Cette La fonction du descripteur local est de convertir les informations au niveau des pixels en une forme Utile, peut capturer le contenu le plus important, mais pas sensible aux changements causés par le contenu suivant Environnement, qui montre que ces méthodes sont les plus efficaces sous certaines conditions réel [38] .

Face à ces méthodes, ces méthodes reposent sur nos connaissances préalables. Posséder la forme du visage et dépend généralement de son point Fonctions (coins des yeux, bouche, nez, etc.). Toutes ces méthodes ont Peut simuler plus facilement l'installation, l'éclairage et expression. Cependant, ils sont utilisés en grande quantité car ils doivent généralement être placés manuellement Il y a de nombreuses points sur le visage.

#### **Binarized Statistical Image Features (BSIF) :**

Kannala et ses collègues ont été les premiers à proposer BSIF , une technique qui donne une chaîne de code binaire pour les pixels d'image. Le descripteur local de l'image autour d'un pixel est la valeur de code de ce pixel. Le calcul de la réponse du filtre  $R_i$  avec une image  $I_p$  et un filtre linéaire  $W_i$  de taille égale prend la forme suivante :

$$R = I(m,n)W(m,n)$$

Dans le ci-dessus, la taille du patch d'images FKP est indiquée par  $m$  et  $n$ , tandis que  $W_i$  représente le nombre de filtres linéaires  $= i \ n \ 1, 2, \dots$  , avec des réponses qui peuvent être soumises calcul combiné et binaire pour générer le binaire chaîne de caractères, comme spécifié ci-dessous [7] :

$$b = \begin{cases} 1 & \text{if } R_i > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

La représentation des codes BSIF prend la forme d'un histogramme de codes binaires de pixels qui sont capables de différencier les traits de texture des images FKP. L'adéquation du descripteur BSIF à l'authentification FKP dépend de la taille du filtre et de la longueur de la chaîne de bits [39].

**Filtre gabor :**

Les méthodes basées sur les filtres Gabor ont été largement utilisées dans la vision par ordinateur, en particulier pour l'analyse de texture. Les fonctions élémentaires du gabor sont gaussiennes modulées par des fonctions sinusoidales complexes orientées [40].

$$h(x, y) = g(x, y) \exp(2i\pi f(x \cos \theta + y \sin \theta)) \quad (2.7)$$

ou :

$$g(x, y) = \exp\left(-\frac{1}{2} \left[\frac{x^2 + y^2}{a^2}\right]\right) \exp(2\pi\theta i(x \cos \phi + y \sin \phi)) \quad (2.8)$$

**2.4.3.1.3 Méthodes hybride** Les méthodes hybrides combinent les deux approches précédentes (locales et globales) dont le but est d'améliorer les performances de la reconnaissance.

## 2.4.4 apprentissage

L'étape d'apprentissage consiste à caractériser les classes de formes de manière à bien distinguer les familles homogènes de formes. C'est une étape clé dans le système de reconnaissance. Il existe deux types d'apprentissage : apprentissage supervisé et apprentissage non supervisé [41].

### 2.4.4.1 Apprentissage supervisé

Au cours de l'apprentissage surveillé, des modèles d'exemple sont définis à l'avance. Afin d'assurer une allocation adéquate de l'information aux groupes de modèles respectifs des algorithmes, ceux-ci doivent alors être spécifiés. En d'autres termes, le système apprend sur la base de paires d'entrées et de sorties données. Au cours de l'apprentissage surveillé, un programmeur, qui agit comme un genre d'enseignant, fournit les valeurs appropriées pour une entrée particulière. L'objectif est de former le système dans le cadre de calculs successifs avec des entrées et des sorties différentes et d'établir des connexions[42].

### 2.4.4.2 Apprentissage non supervise

Dans l'apprentissage non supervisé, l'intelligence artificielle apprend sans valeurs cibles prédéfinies et sans récompenses. Il est principalement utilisé pour la segmentation de l'apprentissage (clustering). La machine essaie de structurer et de trier les données saisies

selon certaines caractéristiques. Par exemple, une machine pourrait (très simplement) apprendre que des pièces de différentes couleurs peuvent être triées selon la caractéristique "couleur" afin de les structurer [42].

## 2.4.5 Classification

Cette phase est le noyau de la Reconnaissance des formes. En utilisant les modèles (paramètres) obtenus lors de l'apprentissage, le classificateur assigne à chaque forme inconnue sa ou ses formes les plus probables [29]. Dans notre travail, nous parlerons d'une classification basée sur l'approche de k-les plus proches voisins (k-NN).

### 2.4.5.1 KNN (K-nearest Neighbors)

Est un algorithme de reconnaissance des formes qui peut être utilisé autant pour la classification que pour la régression. C'est l'une des techniques non paramétriques fréquemment utilisée en prédiction financière non linéaire [43].

L'algorithme de K Plus Proche Voisin se base essentiellement sur les deux éléments principaux suivants [44] :

- 1 le nombre de cas les plus proches (K) à utiliser et une métrique pour mesurer le plus proche voisin.
- 2 La valeur de K est spécifiée à chaque utilisation de l'algorithme puisqu'il détermine le nombre de cas existants qui sont considérés pour prédire un nouveau cas.

La distance euclidienne ou dissimilarité entre deux individus caractérisés par p Co-variables est définie par [45] :

$$d((x_1, x_2, \dots, x_p); (y_1, y_2, y_p)) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_p - y_p)^2} \quad (2.9)$$

## 2.4.6 La décision

La décision est considérée comme la dernière étape dans le processus de système de reconnaissance. C'est la partie du système où on tranche sur l'appartenance d'un individu à l'ensemble des empreintes ou pas, si oui, quelle est son identité. Donc la décision c'est l'aboutissement du processus. On peut la valoriser par un taux de reconnaissance (fiabilité)

qui est déterminé par le taux de justesse de la décision. Son rôle c'est identifier la forme test à partir de l'apprentissage réalisé [46].

## 2.5 Conclusion

Nous avons consacré ce présent chapitre pour étudier et décrire le système de la reconnaissance de forme. Plusieurs techniques ont été présenté ainsi en décrivant leurs principes de fonctionnement.

Le chapitre suivant sera l'étape finale de notre projet. Nous allons présenter en détails notre étude d'un système de reconnaissance de personne par l'empreinte d'articulation de doigts FKP en utilisant algorithmes SQI et RETINEX dans le prétraitement pour la normalisation d'éclairage avec les descripteurs bsife et gabor.



## Résultats et discussions

### 3.1 Introduction

Ce chapitre représente les résultats de tests effectués avec les algorithmes de prétraitement « Sqi », « retinex » et les descripteur « BSIF », « GABOR BANK » sur une base des données des empreinte fkp de 503 personnes avec 5 images de chaqu'un. Rappelons que notre travail consiste à concevoir un système d'identification biométrique des personnes par l'utilisation des empreintes fkp

### 3.2 Environnement du travail

Dans cette section, nous présenterons le matériel et le logiciel utilisés dans notre travail

#### 3.2.1 Environnement matériel

Un ordinateur DESKTOP-5MHRO15 est mis a notre disposition avec les caractéristiques suivantes :

Processeur : Intel() Core() i5-4300U CPU @ 1.90 GHz 2.50GHz RAM : 4.00 Go Système d'exploitation : Windows 10 Professionnel, système d'exploitation 64 bits

#### 3.2.2 Logiciel MATLAB

MATLAB (abréviation de MATrix LABoratory) est un langage de haute performance. Il intègre calcul, visualisation (graphiques) et programmation dans un environnement facile à utiliser et où les problèmes et les solutions sont exprimés en notation

mathématique familière.

MATLAB dispose de nombreuses `Toolboxes` (Boîtes à outils) qui sont des collections complètes des fonctions MATLAB (M-files) spécifiques à un domaine d'applications donné : Traitement du signal, Traitement d'images, Télécommunications, Statistiques, Optimisation, Identification, Contrôle de systèmes, . . . etc. [47].

### 3.2.3 PhD Tools

La boîte à outils de reconnaissance faciale PhD (Pretty helpful Development functions for) est un ensemble de fonctions et de scripts Matlab conçus pour aider les chercheurs travaillant dans le domaine de la reconnaissance faciale. La boîte à outils a été créée en tant que sous-produit de recherches et peut être téléchargée gratuitement. Le PhD Facial Recognition Toolkit comprend la mise en œuvre de certaines des technologies de reconnaissance faciale les plus populaires, telles que l'analyse en composantes principales (PCA), l'analyse discriminante linéaire (LDA), l'analyse en composantes principales des noyaux (KPCA) et l'analyse de Fisher des noyaux (KFA) ). Il a la fonctionnalité pour créer des filtres Gabor et tous les autres outils nécessaires pour créer une technologie de reconnaissance faciale basée sur Gabor. En plus des technologies énumérées, De nombreux outils d'évaluation sont également fournis dans la boîte à outils, qui peuvent facilement créer des courbes de performance et des indicateurs de performance pour votre évaluation actuelle de la reconnaissance faciale. Ces outils vous permettent de calculer les courbes de caractéristiques de fonctionnement du récepteur (ROC), les courbes de performances attendues (EPC) et les courbes de score d'appariement cumulé (CMC). Plus important encore (en particulier pour les nouveaux arrivants dans le domaine), la boîte à outils contient également plusieurs scripts de démonstration montrant comment créer et évaluer un système complet de reconnaissance faciale. Le script de démonstration montre comment aligner des images de visage, comment extraire des caractéristiques d'images alignées, recadrées et normalisées, comment classer ces caractéristiques et enfin comment évaluer les performances de l'ensemble du système et présenter les résultats sous forme de courbe de performances Et les indicateurs de performance correspondants[48].

### 3.2.4 The INface toolbox

Est un ensemble de fonctions et de scripts Matlab destinés à aider les chercheurs travaillant dans le domaine de la reconnaissance faciale. La boîte à outils a été créée en tant que sous-produit des travaux de recherche, Il comprend des implémentations de plusieurs techniques de normalisation photométrique de pointe ainsi qu'un certain nombre de fonctions de manipulation d'histogrammes, qui peuvent être utiles pour la tâche de reconnaissance faciale invariante à l'éclairage[49]. L'objectif :

Pour implémenter l'algorithme SQI et RETINE dans le programme.

## 3.3 La base des données

### 3.3.1 La base des données

La base de données d'images des articulations des doigts se compose d'images du dos des doigts recueillies auprès de 503 sujets différents. Toutes les images ont été acquises en utilisant des paramètres d'imagerie sans contact. Des images de volontaires hommes/femmes âgés de 40 à 60 ans ont été recueillies dans des environnements extérieurs et intérieurs. La base de données fournit les modèles d'articulation du pouce droit et du majeur de 503 sujets différents, et 5 images de chaque sujet. Toutes les images sont fournies au format \*.bmp. La base de données fournit également une segmentation automatique des images d'articulation des doigts primaires et secondaires de 180 x 160 pixels des 503 sujets correspondants. L'algorithme de segmentation est décrit dans l'article T-IFS 2014. La base de données comprend également deux images de session d'articulation des doigts acquises à un long intervalle pour vérifier la stabilité du modèle d'articulation. [50].

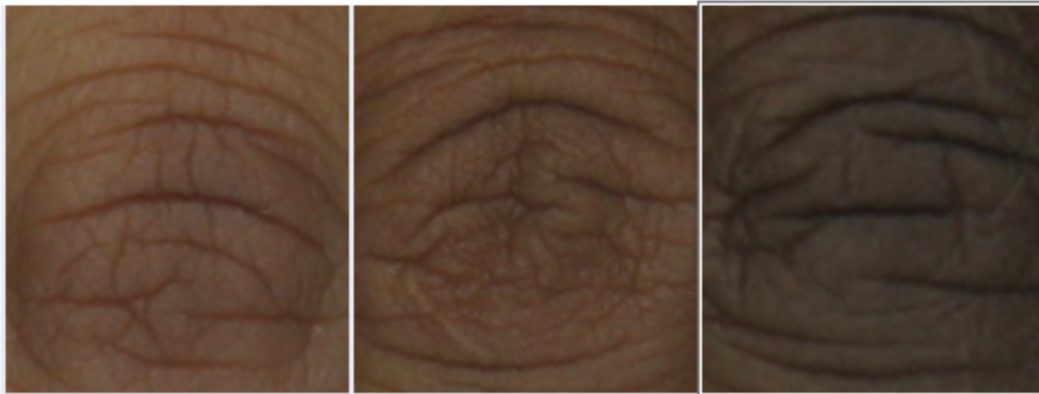


FIGURE 3.1 – Exemple des images FKP de la base de données PolyU [50].

### 3.3.2 Séparation de base de données

Afin de développer une application de reconnaissance de FKP, il est nécessaire de disposer de deux bases de données : une base d'entraînement et une autre pour tester les techniques et déterminer leurs performances :

- \* **Images Enrôlement** : La première, la deuxième et la troisième image de chaque personne servent pour la phase d'apprentissage.
- \* **Images Tests** : Les 2 images restantes de chaque individu nous ont servi pour la réalisation des différents tests.

### 3.3.3 L'acquisition des données

Les images de doigt de la base des données ont été acquises avec une caméra différente et principalement dans des environnements différents. Les images ont des variations d'échelle, d'éclairage et de pose car l'appareil photo est tenu avec les mains (pas de trépied) pendant l'imagerie. Ces images sont principalement destinées à évaluer la capacité de correspondance des articulations pour les applications médico-légales et à faire progresser les capacités de correspondance des articulations des doigts. [50].

### 3.3.4 Extraction des articulations

Il existe deux méthodes pour extraire les régions d'articulation des doigts, mais dans notre base des données en basant sur la méthode B [51].

**Méthode B :** Une autre méthode a été étudiée pour améliorer encore la localisation de la région d'intérêt. Le détecteur de bord Canny est d'abord appliqué à l'image du doigt extraite. La densité de pixels de haute intensité dans l'image résultante est utilisée pour l'extraction du ROI. On peut voir sur la figure 3.2 que dans la zone de jointure, la densité de pixels de haute intensité est très élevée. La zone peut être extraite au centre de chaque côté de la ligne centrale. Par conséquent, une zone très dense de  $80 \times 100$  pixels est extraite au centre de la base du doigt, c'est-à-dire une zone avec la plupart des éléments de bord le long de la ligne symétrique du doigt. De même, extrayez une zone fixe de  $50 \times 100$  pixels de l'auriculaire et de l'index.

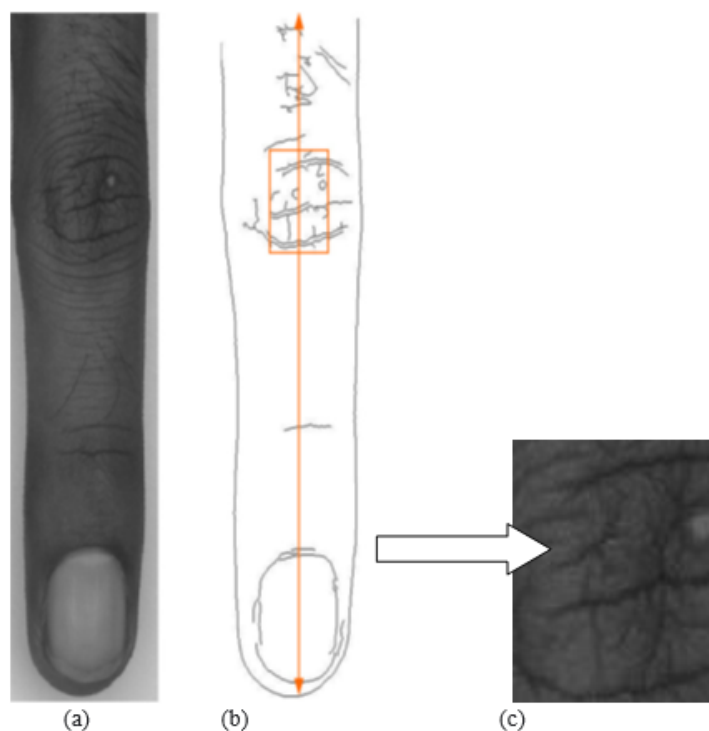


FIGURE 3.2 – Méthode B : image du doigt (a), image correspondante après détection des contours (b) et articulation extraite (c)[51].

### 3.4 Système proposé

La méthode proposée est basé sur l'emploi de l'algorithme SQI et Retinex pour la normalisation de l'illumination(L) et la reflectance(R) avec le descripteur BSIF 17x17 et aussi avec un autre descripteur GABOR BANK pour extraire les caractéristique d' images FKP dans un vecteur . Finalement pour l'étape de classification, nous avons utilisé NN-classification avec  $k=1$ . nous avons faire notre travaille sur la partie major de doigt. La méthode proposée se présente sous deux modes : identification et vérification. Identification : les résultats sont fournis sous forme de taux de Reconnaissance (premier rang). Vérification : les résultats sont fournis Sous forme de taux d'erreur égal (EER). La courbe CMC a été couramment utilisée pour l'identification et la Courbe ROC utilisée pour le mode de vérification.

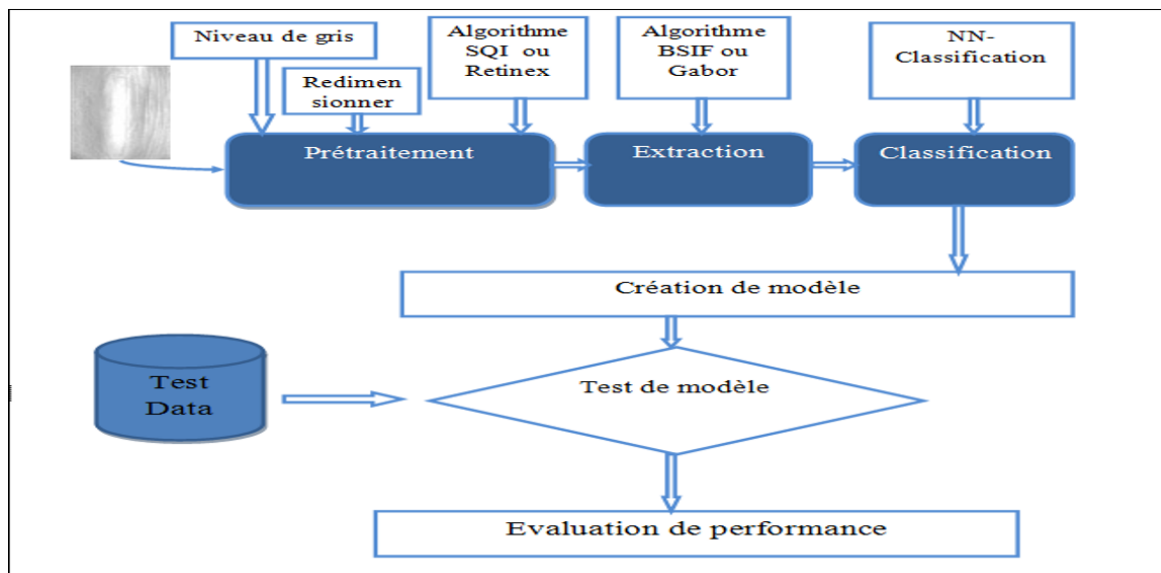


FIGURE 3.3 – Schéma de réalisation illustre les étapes du travail

### 3.5 Résultat et discussion

La taille de filtre BSIF varié de (5x5 a 17\*17),la longueur de filtre est fixé a 12 bits ,nous avons testé plusieurs taille de filtre et (17\*17 ) qui donne le meilleur résultats. Et la même chose pour le descripteur GABOR BANK nous avons utilisé GABOR BANK (5\*8)

**Expérimentation 01 :**

Dans la première expérimentation nous avons utilisé le descripteur BSIF (17\*17) et aussi un autre descripteur GABOR BANK avec une classification de KNN sans prétraitement de normalisation d'éclairage les résultats montrés dans le tableaux ci-dessus :

| Le descripteur          | Taux de reconnaissance(%) | EER(%) |
|-------------------------|---------------------------|--------|
| <b>BSIF 17*17</b>       | 95.33%                    | 2.20%  |
| <b>GABOR BANK( 5*8)</b> | 86.78%                    | 4.64%  |

TABLE 3.1 – résultats de l'expérimentation 1

Nous avons remarqué que les résultats sont insuffisants. Pour cela , Dans le but d'améliorer les performances d'identification, nous avons utilisé prétraitement par les algorithmes SQI et RETINEX pour la normalisation de réflectance R et luminance L, avec le descripteur BSIF et aussi avec GABOR BANK ,et en testant selon les valeurs variés de SQI (sigma=1,0.5 et size=5,15,23) et aussi les valeurs varie de RETINEX .

**Expérimentation 02 :**

Nous avons utilisé le descripteur BSIF17\*17 et le SQI. Nous avons implémentés les résultats de l'expérimentation dans les tableaux 3.2 ; 3.3 ; 3.4 . .

| La taille de filtre Gaussien                   | Size=5 |        | Size=15 |        | Size=23 |        |
|--|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
|  | 0.5    | 1      | 0.5     | 1      | 0.5     | 1      |
| <b>Sigma de SQI</b>                            | 0.5    | 1      | 0.5     | 1      | 0.5     | 1      |
| <b>Taux de reconnaissance de premier rang%</b> | 95.73% | 95.23% | 93.24%  | 93.44% | 90.95%  | 92.25% |
| <b>EER%</b>                                    | 2.28%  | 2.18%  | 2.46%   | 2.48%  | 3.57%   | 3.55%  |

TABLE 3.2 – Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et (L) de SQI

| La taille de filtre Gaussien            | Size=5 |        | Size=15 |        | Size=23 |        |
|---|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Sigma de SQI                            | 0.5    | 1      | 0.5     | 1      | 0.5     | 1      |
| Taux de reconnaissance de premier rang% | 87.08% | 90.66% | 93.44%  | 93.34% | 94.73%  | 94.33% |
| EER%                                    | 5.06%  | 4.28%  | 3.78%   | 3.01%  | 2.77%   | 2.88%  |

TABLE 3.3 – Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et (R) de SQI

| La taille de filtre Gaussien            | Size=5 |        | Size=15 |        | Size=23 |        |
|---|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Sigma de SQI                            | 0.5    | 1      | 0.5     | 1      | 0.5     | 1      |
| Taux de reconnaissance de premier rang% | 95.43% | 95.63% | 95.73%  | 95.53% | 95.33%  | 95.43% |
| EER%                                    | 2.09%  | 2.09%  | 2.09%   | 2.18%  | 2.45%   | 2.49%  |

TABLE 3.4 – Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et la fusion (R, L) de SQI

D'après les tableaux le meilleur résultat est dans le cas où le SQI(R,L) et size=15 et sigma=0.5 avec un taux de reconnaissance intéressant (95.73). nous avons remarqué que il y a une augmentation significative du taux de reconnaissance grâce à l'algorithme SQI .



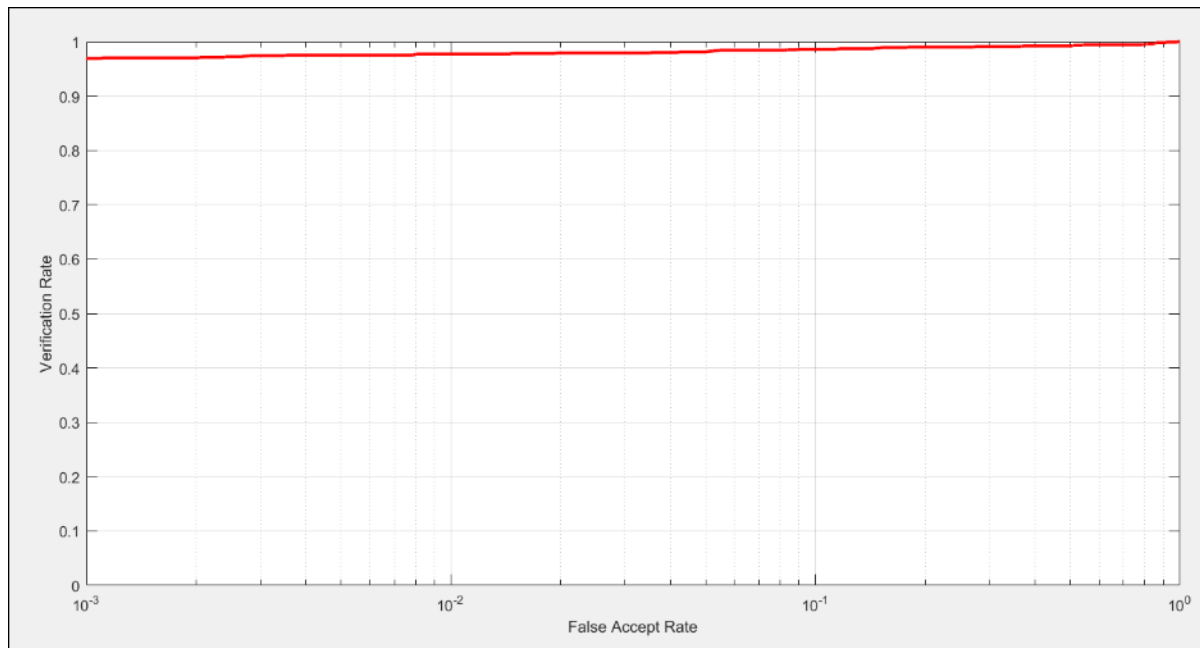
**La courbe ROC de la fusion (R,L) de SQI avec BSIF 17\*17**

FIGURE 3.4 – La courbe ROC de la méthode fusion(R,L) de SQI avec BSIF

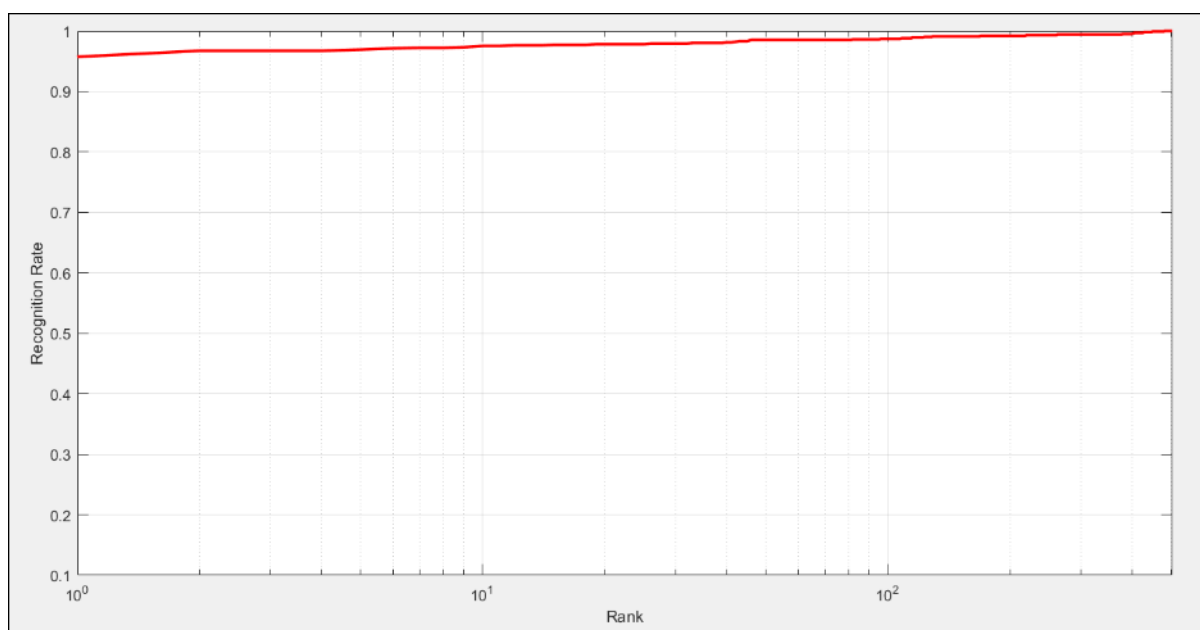
**La courbe CMC de la fusion (R,L) de SQI avec BSIF 17\*17**

FIGURE 3.5 – la courbe CMC de la méthode fusion(R,L) de SQI avec

**Expérimentation 03 :**

Dans cette expérimentation nous avons utilisés le descripteur GABOR BANK avec SQI .

| La taille de filtre Gaussien            | Size=5 |         | Size=15 |
|---|--------|---------|---------|
| Sigma de SQI                            | 0.5    | 1       | 1       |
| Taux de reconnaissance de premier rang% | 88.17% | 87.67 % | 86.88%  |
| EER%                                    | 5.47%  | 5.55%   | 5.35%   |

TABLE 3.5 – Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et (L) de SQI

| La taille de filtre Gaussien            | Size=5 |        | Size=15 |        | Size=23 |        |
|---|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Sigma de SQI                            | 0.5    | 1      | 0.5     | 1      | 0.5     | 1      |
| Taux de reconnaissance de premier rang% | 86.48% | 86.08% | 88.17%  | 88.37% | 88.37%  | 88.77% |
| EER%                                    | 6.30%  | 7.23%  | 6.17%   | 6.35%  | 6.17%   | 6.06%  |

TABLE 3.6 – Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et (R) de SQI

| La taille de filtre Gaussien            | Size=5 | Size=15 |
|---|--------|---------|
| Sigma de SQI                            | 1      | 1       |
| Taux de reconnaissance de premier rang% | 90.06% | 90.85%  |
| EER%                                    | 4.27%  | 4.86%   |

TABLE 3.7 – Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et fusion(R,L) de SQI

. Le meilleur résultats dans les tableaux en dessus est dans le tableaux fusion (R,L) de SQI ou size =15 et sigma =1 avec un taux de reconnaissance( 90.85% ).Il est claire

que les résultats de descripteur GABOR BANK sont minimale par rapport aux résultats de BSIF.

### La courbe ROC de la fusion (R,L) de SQI avec GABOR BANK

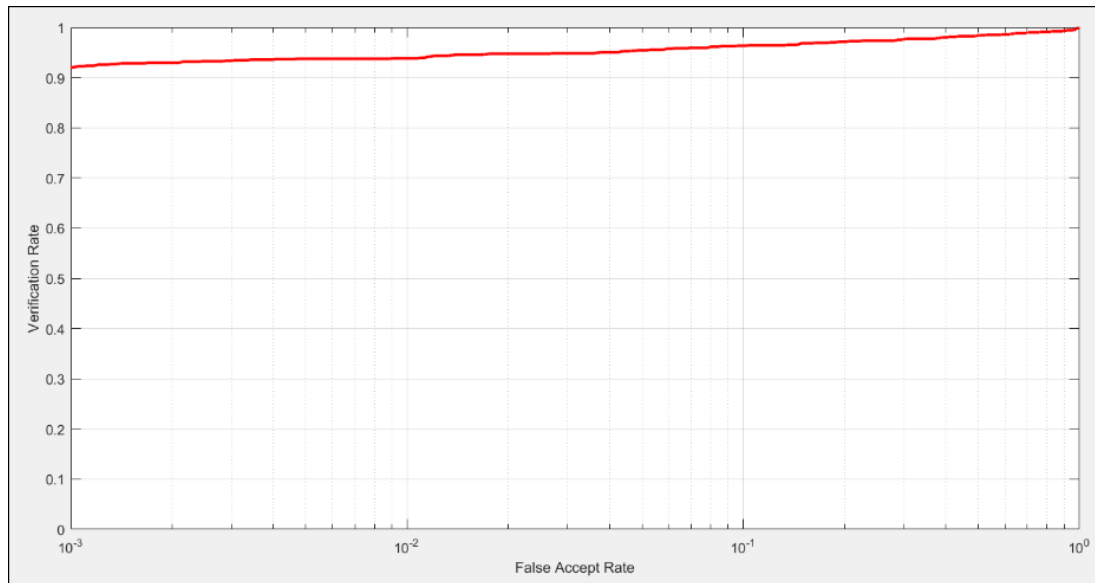


FIGURE 3.6 – la courbe ROC de la méthode fusion(R,L) de SQI avec GABOR BANK

### La courbe CMC de la fusion (R,L) de SQI avec GABOR BANK

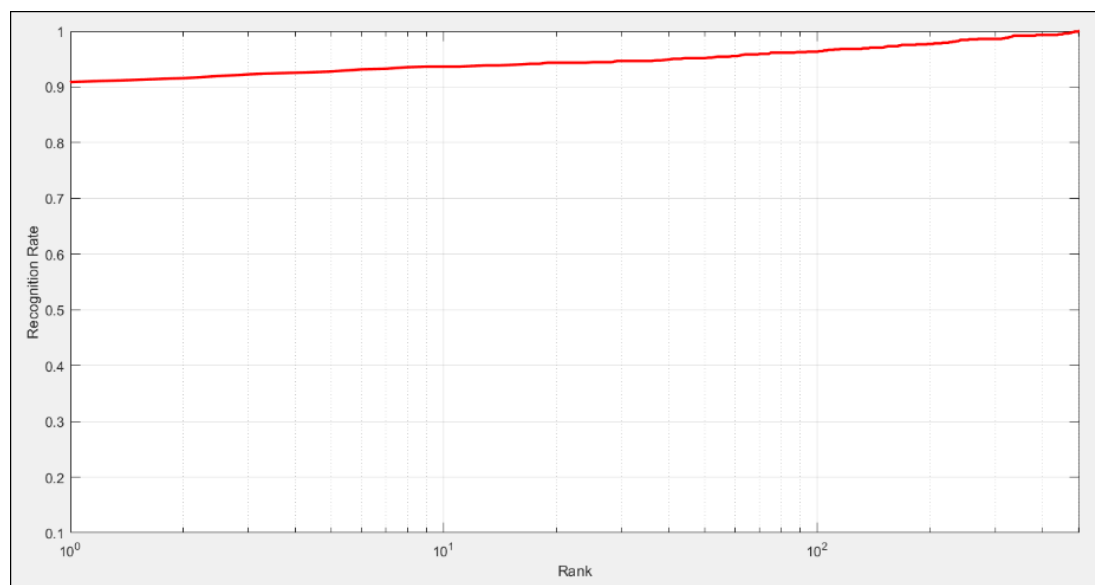


FIGURE 3.7 – la courbe CMC de la méthode fusion(R,L) de SQI avec GABOR BANK

**Expérimentation 04 :**

Maintenant nous avons utilisé l'algorithme de prétraitement RETINEX et le descripteur BSIF 17x17. Et le tableau ci-dessus présente les résultats trouvés :

| La taille de filtre Gaussien            | Size=5 | Size=15 | Size=23 |
|---|--------|---------|---------|
| Taux de reconnaissance de premier rang% | 95.43% | 84.19%  | 67.69%  |
| EER%                                    | 2.09%  | 4.06%   | 9.26%   |

TABLE 3.8 – Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et (L) de Retinex

| La taille de filtre Gaussien            | Size=5 | Size=15 | Size=23 |
|---|--------|---------|---------|
| Taux de reconnaissance de premier rang% | 93.44% | 95.03%  | 95.13%  |
| EER%                                    | 3.61%  | 2.39%   | 2.29%   |

TABLE 3.9 – Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et (R) de Retinex

| La taille de filtre Gaussien            | Size=5 | Size=15 | Size=23 |
|---|--------|---------|---------|
| Taux de reconnaissance de premier rang% | 96.12% | 94.83%  | 94.53%  |
| EER%                                    | 2.19%  | 1.79%   | 2.29%   |

TABLE 3.10 – Taux de reconnaissance avec descripteur BSIF 17\*17 et (R ,L) de Retinex

. D'après les résultats, la fusion (R,L) RETINEX avec le descripteur BSIF17\*17 amène le plus haut taux de reconnaissance 96.12%, ce taux est très intéressant . nous avons également remarqué que RETINEX a un effet en augmentant le résultat.

**La courbe ROC de la fusion (R,L) de RETINEX avec BSIF(17\*17)**

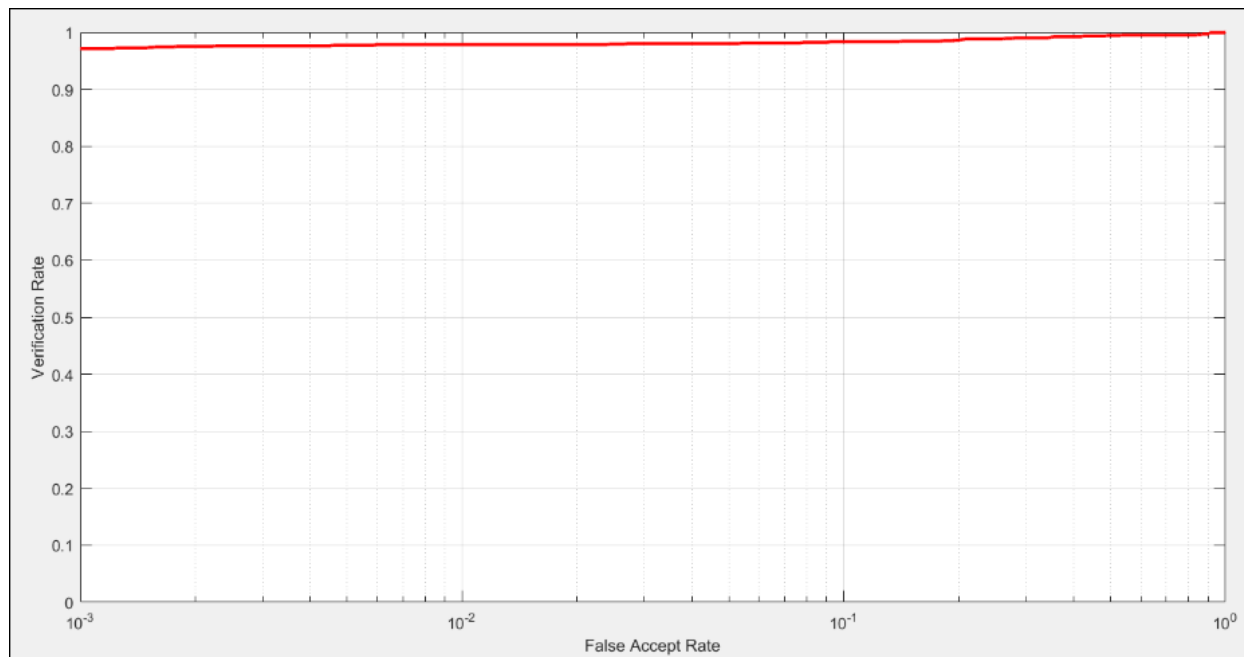


FIGURE 3.8 – la courbe ROC de la méthode fusion(R,L) de RETINEX avec

**La courbe CMC de la fusion (R,L) de RETINEX avec BSIF(17\*17)**

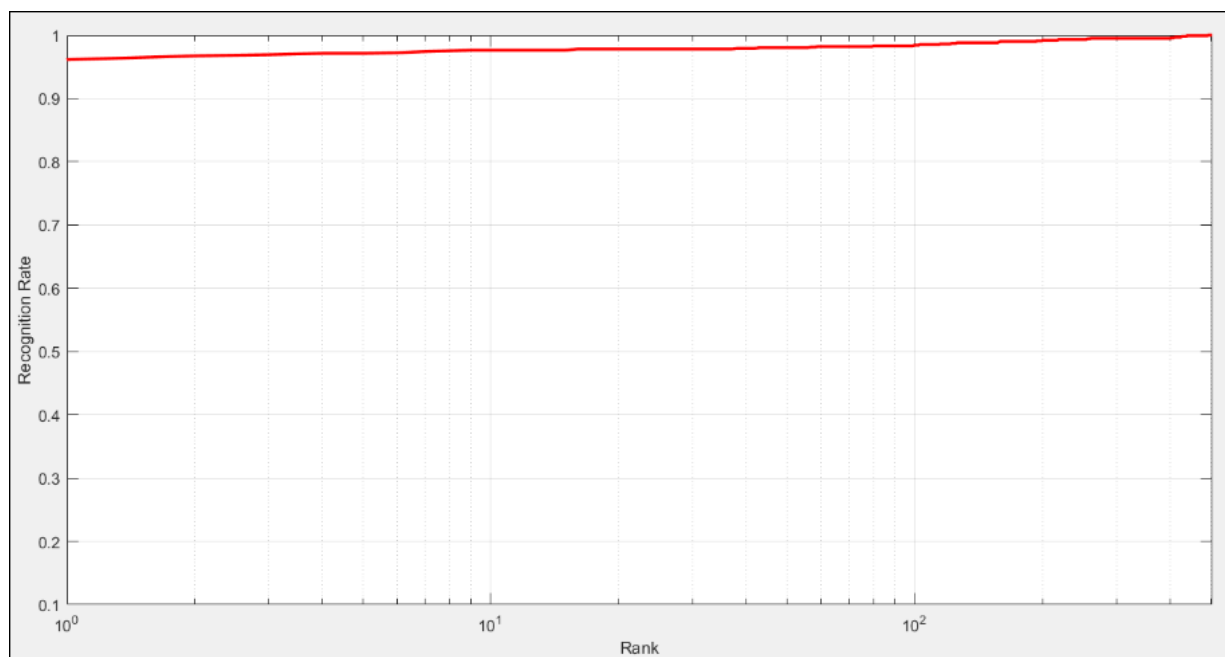


FIGURE 3.9 – la courbe CMC de la méthode fusion(R,L) de RETINEX avec BSIF

**Expérimentation 05 :**

Dans cette expérimentation nous avons utilisé RETINEX avec GABOR BANK .

|  |               |         |         |
|--|---------------|---------|---------|
| <b>La taille de filtre Gaussien</b>            | <b>Size=5</b> | Size=15 | Size=23 |
| <b>Taux de reconnaissance de premier rang%</b> | <b>87.97%</b> | 77.34%  | 64.31%  |
| <b>EER%</b>                                    | <b>5.80%</b>  | 8.76%   | 11.41%  |

TABLE 3.11 – Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et (R) de Retinex

|  |        |         |                |
|--|--------|---------|----------------|
| <b>La taille de filtre Gaussien</b>            | Size=5 | Size=15 | <b>Size=23</b> |
| <b>Taux de reconnaissance de premier rang%</b> | 87.77% | 98.47%  | <b>88.47%</b>  |
| <b>EER%</b>                                    | 6.45%  | 5.71%   | <b>5.16%</b>   |

TABLE 3.12 – Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et (L) de Retinex

|  |        |         |                |
|--|--------|---------|----------------|
| <b>La taille de filtre Gaussien</b>            | Size=5 | Size=15 | <b>Size=23</b> |
| <b>Taux de reconnaissance de premier rang%</b> | 89.17% | 89.07%  | <b>89.07%</b>  |
| <b>EER%</b>                                    | 4.77%  | 5.37%   | <b>5.27%</b>   |

TABLE 3.13 – Taux de reconnaissance avec descripteur GABOR BANK et fusion (R ,L) Retinex

89.07% ) est le meilleur taux de reconnaissance dans cette expérimentation dans le cas ou size=23 dans la fusion (R,L) de RETINEX ,et on remarquant que les résultats de RETINEX avec BSIF mieux que les résultats de RETINEX avec GABOR BANK .

**La courbe ROC de la fusion (R,L) de RETINEX avec GABOR BANK**

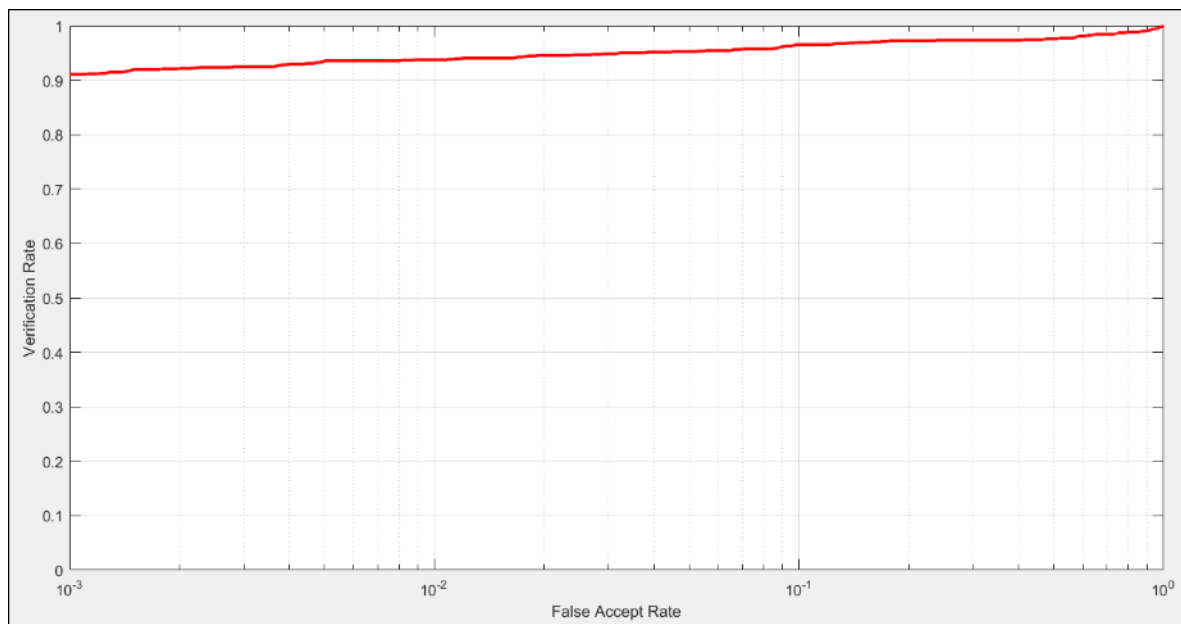


FIGURE 3.10 – la courbe ROC de la méthode fusion(R,L) de RETINEX avec GABOR BANK

#### La courbe CMC de la fusion (R,L) de RETINEX avec GABOR BANK

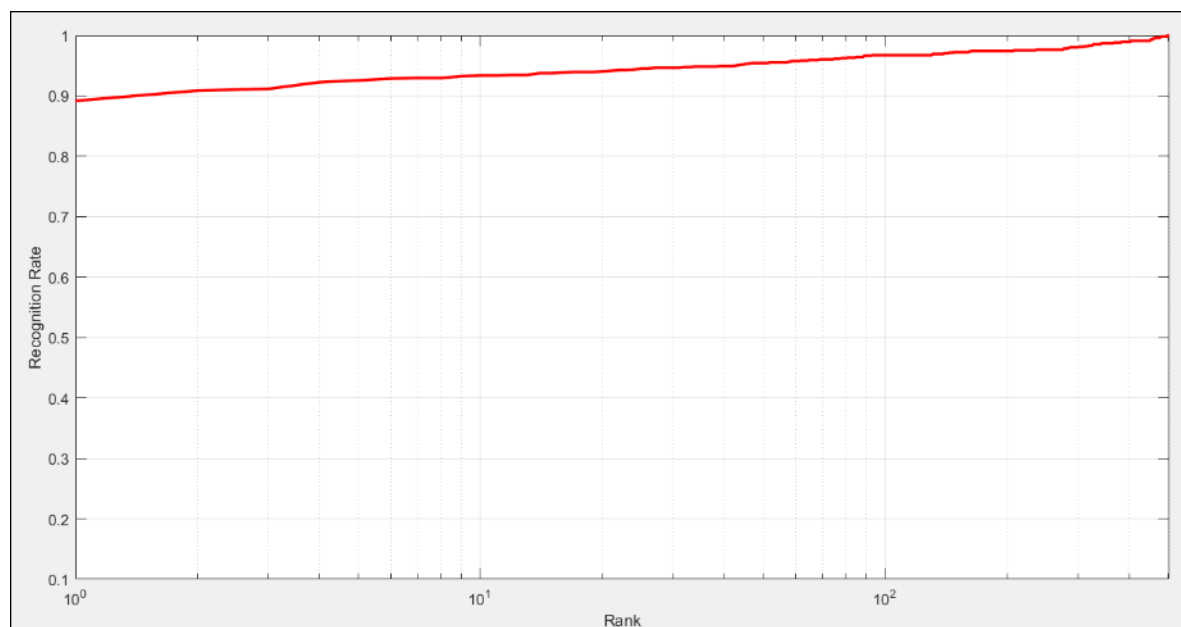


FIGURE 3.11 – la courbe CMC de la méthode fusion(R,L) de RETINEX avec GABOR BANK .

### 3.6 Etude comparative entre les méthodes

| La méthode         | Taux de reconnaissance |
|--------------------|------------------------|
| SQI, BSIF17*17     | 95.73%                 |
| SQI, GABOR BANK    | 90.85%                 |
| RETINEX, BSIF17*17 | 96.12%                 |
| RETINEX,GABOR BANK | 89.07%                 |

TABLE 3.14 – étude comparative entre les méthodes

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que le prétraitement joue un rôle important pour l'amélioration du taux de la reconnaissance et nous remarquons que le taux de la reconnaissance a été amélioré d'une manière très significative. parmi les systèmes proposes RETINEX,BSIF(17\*17) est le meilleure qui donne haut taux de reconnaissance de 96.12%.

### 3.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les systèmes proposé, Une série de tests et expérimentations a été effectué pour valider les système jusqu'à ce que nous sommes arrivés à une résultat très intéressant, nous avons utilisés les algorithmes de prétraitement SQI et RETINEX avec plusieurs descripteur pour montrer que le prétraitement de normalisation d'eclairage joue un rôle dans l'amélioration des résultats.



# Conclusion générale

Dans notre travail, nous avons traité la problématique d'identification des individus dans des endroits où la sécurité s'avère indispensable. La biométrie qui se base sur les caractéristiques physiques, biologiques ou comportementales d'une personne pour pouvoir l'identifier a été proposée comme une solution fiable et efficace pour pallier les problèmes rencontrés précédemment.

L'un des modalités les plus couramment utilisés dans l'identification biométrique est l'empreinte FKP car elle est permanente et unique et l'avantage le plus important est l'acquisition sans toucher, et pour cela nous avons étudié cette modalité dans notre projet.

L'objectif de notre mémoire est proposé une méthode d'amélioration de Performance de la reconnaissance biométrique par empreintes FKP adapté plusieurs méthodes avec un ensemble d'opérations. Nous avons travaillé par les algorithmes de prétraitement SQI et RETINEX qui permet de normalisé l'éclairage de l'image par déférente méthode avec les descripteurs BSIF et GABOR BANK pour extraire les caractéristique de l'image, dernièrement nous avons faire la classification par le KNN classification et l'évaluation de taux de reconnaissance et le taux d'erreur (EER).

En fin, les résultats obtenus sont intéressantes, En arrivant à un taux de Reconnaissance de 96.12%, et un taux d'erreur faible ce qui rend notre système fiable où il répond bien à l'objectif que nous sommes fixés au départ. Le travail réalisé dans ce mémoire ouvre diverses perspectives de recherche, donc pour les prochains travaux nous visons :

- La concentration sur l'évaluation de la performance de la reconnaissance en utili-

sant une base de données avec des images de des différents degrés de luminosité pour un meilleur prétraitement.

- Réaliser une application d'un système sécurisé avec une caméra de surveillance qui identifier les personnes par des empreintes FKP avec notre modèle réalisé.
- Améliorer les systèmes actuels par une fusion entre majeur et mineur avec des performances assez hautes.

# Bibliographie

- [1] S.KHELLAT-KIHEL, ‘identification biométrique par fusion multimodale de l’empreinte d’articulation, l’empreinte digitale et l’empreinte veineuse du doigt’, thèse doctorat ,université d’Oran, 2016-2017.
- [2] Florent Perronnin et Jean-Luc Dugelay , Introduction a la Biom etrie Authentification des Individus par Traitement Audio-Video, Institut Eurecom Multimedia Communications Department BP 193, F-06904 Sophia Antipolis Cedex.
- [3] Florent Perronnin et Jean-Luc Dugelay , Introduction a la Biom etrie Authentification des Individus par Traitement Audio-Video, Institut Eurecom Multimedia Communications Department BP 193, F-06904 Sophia Antipolis Cedex.
- [4] Mourad CHAA, ‘SYSTÈME DE RECONNAISSANCE DE PERSONNE PAR DES TECHNIQUES BIOMÉTRIQUES ‘, mémoire de doctorat ,Université Ferhat Abbas ‘ ,Sétif 1,2017 .
- [5] Samer Chantaf ,Biométrie par signaux physiologiques. Autre,Université Paris-Est, 2011.
- [6] ] ] BENCHENNANE Ibtissam , ‘ Etude et mise au point d’un procédé biométrique multimodale pour la reconnaissance des individus’ , thèse doctorat ,Université des Sciences et de la Technologie d’Oran Mohamed Boudiaf ,2016.
- [7] Elhocine,’ Système biométrique de vérification de signatures manuscrites en ligne’, ,mémoire de magister ,Ecole nationale Supérieure d’Informatique (E.S.I)
- [8] L. MENSSOURA, ‘identification des visages humains par réseaux de nuerons’, mémoire de magister, université de Batna, 201

- [9] F. Massicotte : «La biométrie, sa fiabilité et ses Impacts sur la pratique de la Démocratie Libéral». Mémoire présenté comme Exigence Partielle De La Maîtrise En science politique, Université du Québec, Montréal (Canada), Novembre 2007.
- [10] Equipe Monétique & Biométrie - Laboratoire GREYC - UMR6072
- [11] AKROUF Samir,' Une Approche Multimodale pour l'Identification du Locuteur', doctorat en informatique, UNIVERSITE FERHAT ABBAS-SETIF,
- [12] M. Mohamed El Abed, 'Evaluation de systèmes biométrique', Thèse de Doctorat, Université de Caen Basse-Normandie (France), 07/08/2006.
- [13] Nicolas Morizet, 'Reconnaissance Biométrique par Fusion Multimodale du Visage et de l'Iris', thèse doctorat, l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, paris, Soutenue le 18 Mars 2009.
- [14] Fedias Meriem,' Combinaisons de données d'espaces couleurs et de méthodes de vérification d'identité pour l'authentification de visages', thèse doctorat ,Université Mohamed Khider – Biskra.
- [15] E. Cherrat , R. Alaoui et H. Bouzahir ,Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes et Technologies de l'Information Ecole Nationale des Sciences Appliquées Agadir, Maroc.
- [16] SAIDANI Kaouther, ' Mise en œuvre d'un système de prise de décision incrémentale en vue d'une identification biométrique multimodale temps réel', thèse doctorat, UNIVERSITE EL BACHIR EL IBRAHIMI DE BORDJ BOU ARRERIDJ,
- [17] Kong, T., Yang, G. & Yang, L. A hierarchical classification method for finger knuckle print recognition. EURASIP J. Adv. Signal Process. 2014, 44 (2014).
- [18] D.L. Woodard and P.J. Flynn, "Finger surface as a biometric identifier", CVIU, vol. 100, pp. 357-384, 2005.
- [19] C. Ravikanth and A. Kumar, "Biometric Authentication using Finger-Back Surface", CVPR'07, pp. 1-6, 2007.
- [20] L. Zhang, "Finger knuckle print : anew biometric identifier", IEEE, pp. 1981-1984,Hong-Kong, 2009.
- [21] Pengfei Yu, Hao Zhou, HaiYan Li,Personal identification using finger-knuckle-print based on local binary pattern Appl. Mech. Mater., 44 (1) (2014), pp. 703-706.

- [22] Ajay Kumar, Importance of being unique from finger dorsal patterns : exploring minor finger knuckle patterns in verifying human identities, *IEEE Trans. Inf. Forensics Secur.*, 9 (8) (2014), pp. 1288-1298.
- [23] Chetana Hegde, Phanindra, J., Deepa Shenoy, P., Patnaik, L.M., 2011. Human authentication using finger knuckle print. In : *Proc. COMPUTE'11 ACM*, Bangalore, Karnataka, India, vol. 1, no. 1, pp. 124–131.
- [24] Lin Zhang, Lei Zhang, David Zhang, Zhenhua Guo Phase congruency induced local features for finger-knuckle-print recognition *Pattern Recogn.*, 45 (1) (2012), pp. 2522-2531.
- [25] Zichao Li, Kuanquan Wang, Wangmang Zuo Finger knuckle print recognition using local oriented features based on steerable filters *Int. Conf. Intell. Comput. (CCIS)*, 304 (2012), pp. 224-230.
- [26] CHRISTIAN GAGNE, 'algorithmes évolutionnaires appliqués à la reconnaissance des formes et à la conception optique', thèse doctorat, facultés des science et Faculté des études supérieures de l'Université Laval , québec, 2005.
- [27] Yousri Kessentini, Cours Reconnaissance De Formes, Faculté des sciences de Sfax, 2013-2014
- [28] BOUGAMOUZA Fatah , 'Contribution à la reconnaissance automatique de l'écriture manuscrite arabe, application sur les montants littéraux des chèques', Magister en informatique, Université Mentouri de Constantine, 2009.
- [29] BOUTELLAA Elhocine , 'Système biométrique de vérification de signatures manuscrites en ligne', magister, Ecole nationale Supérieure d'Informatique (E.S.I), Oued-Smar Alger, 2011.
- [30] A THAMIZHARASI AND J S JAYASUDHA : A LITERATURE SURVEY ON VARIOUS ILLUMINATION NORMALIZATION TECHNIQUES FOR FACE RECOGNITION
- [31] Mourad Chaa.Nacer-Eddine Boukezzoula and Abdallah Meraoumia, Features-Level Fusion of Reflectance and Illumination Images in Finger-Knuckle-Print Identification System, *International Journal on Artificial Intelligence Tools* Vol. 27, No. 3 (2018).
- [32] Vitomir Struc, 'The INface toolbox v2.1 The Matlab Toolbox for Illumination Invariant Face Recognition', University of Ljubljana, 2012.

- [33] C. Zhu : «Effective and efficient visual description based on local binary patterns and gradient distribution for object recognition». Thèse de doctorat, Ecole Centrale de Lyon. Soutenu le 21/11/ 2012
- [34] M. Tayeb-Laskri and D. Chefrour : «who-is système d'identification des visages humains». Revue Africaine de la recherche informatique et mathématique appliqués 1, 2016.
- [35] A. Benzaoui, A. Boukrouche, and I. Adjabi : «Experiments and improvements of ear recognition based on local texture descriptors .. Optical Engineering, vol. 56 (4), 2017.
- [36] S. Armand : «Analyse quantifiée de la marche : extraction de connaissance à partir de données pour l'aide à l'interprétation clinique de la marche digitigrade.. Thèse de doctorat, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambresis, France 2005.
- [37] A. Benzaoui, A. Boukrouche, and A. Hadid : «Ear biometric recognition using local Texture
- [38] B. Gueeroudj and M. Brahim : «Reconnaissance tridimensionnelle du visage.. Thèse Pour l'obtention du grade de Docteur 3\_eme Cycle en Informatique, Université Mohamed Khider Biskra, Algérie, 2018.
- [39] Attallah, B., Brik, Y., Chahir, Y., Djerioui, M., & Boudjelal, A. (2019). Fusing Palmprint, Finger-knuckle-print for Bi-modal Recognition System Based on LBP and BSIF. 2019 6th International Conference on Image and Signal Processing and Their Applications (ISPA).
- [40] Feddaoui, N., & Hamrouni, K. (2009). An efficient and reliable algorithm for iris recognition based on Gabor filters. 2009 6th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices.
- [41] R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork, Pattern Classification, Second edition. New York : Wiley-Interscience, 2001.
- [42] <https://www.maschinenmarkt.international/machine-learning-definition-and-application-examples-a-733318/>, consulté le .
- [43] Rachid MIFDAL «Application des techniques d'apprentissage automatique pour la prédiction de la tendance des titres financiers. MONTR\_EAL,2019.

- [44] Ouarda ASSAS, thèse doctorat, ‘Classification floue des images’, Université de Batna, 2013
- [45] Eve Mathieu-Dupas. Algorithme des k plus proches voisins pondérés et application en diagnostic. France, 2010.
- [46] Chebira nabila ,Betina narimane,’ Reconnaissance d’empreinte digitale par réseaux de neurones’, mémoire master, Université Larbi Ben M’hidi Oum El Bouaghi, 2016.
- [47] Cours pour débuter en Matlab, consulte le aout 2021 [https ://www.cours-gratuit.com/cours-matlab/cours-pdf-pour-debuter-en-matlab](https://www.cours-gratuit.com/cours-matlab/cours-pdf-pour-debuter-en-matlab)
- [48] Vitomir Struc , ‘The PhD face recognition toolbox’, University of Ljubljana, 2012
- [49] Vitomir Struc , ‘The INface toolbox v2.1 The Matlab Toolbox for Illumination Invariant Face Recognition’, University of Ljubljana, 2012.
- [50] A. Kumar, ”Importance of Being Unique from Finger Dorsal Patterns : Exploring Minor Finger Knuckle Patterns in Verifying Human Identities,” IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol. 9, pp. 1288-1298, August 2014.
- [51] Ajay Kumar, Ch. Ravikanth , ‘Personal Authentication using Finger Knuckle Surface’, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol. 4, no. 1, pp. 98-110, March. 2009