

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**Université Akli Mohand Oulhadj de Bouira**

**Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées**

**Département Génie Électrique**

**Mémoire**

**MASTER ACADEMIQUE**

*Domaine* : Sciences et Techniques

*Filière* : Génie Biomédical

*Spécialité* : *Imagerie et Instrumentations Biomédicale*

## **Thème**

***Identification et Reconnaissance Biométrique par  
L'utilisation des Empreintes Palmaires***

**Réalisé par :**

**DOUAIDI Dahbia**

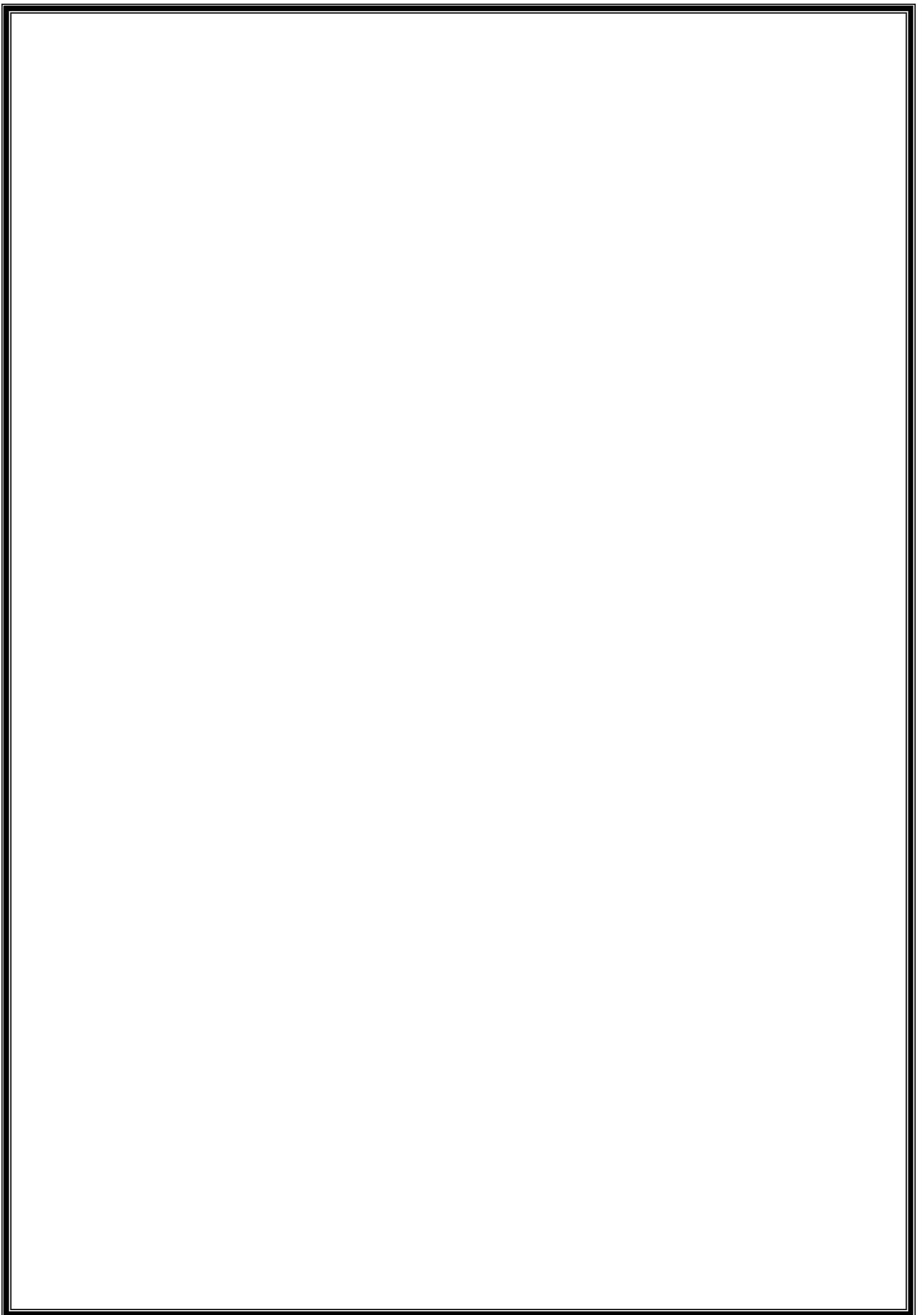
**GRINI Soumia**

**Soutenu publiquement Le : 24/09/2017**

**Devant le jury :**

M. BOUGHAROUAT	Ali	M.C.B	Président	UAMO Bouira
M. BENZAOUI	Amir	M.C.B	Encadreur	UAMO Bouira
M. KASMI	Réda	M.C.B	Examineur	UAMO Bouira
M. MOUDACHE	Saïd	M.A.A	Examineur	UAMO Bouira

**Année Universitaire : 2016 /2017**





## Remerciement

*Tout d'abord, nous remercions Dieu Tout Puissant de nous avoir donné la force, la volonté, et le privilège d'étudier et de réaliser ce travail*

*Nous tenons à remercier sincèrement notre encadreur monsieur **Amir BENZAOUI**, s'est toujours montré l'écoute et était très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration et l'aide.*

*Nous remercions les membres du jury pour leurs éminentes contributions à l'évaluation de ce projet.*

*Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui ont toujours soutenu et encouragé au cours de la réalisation de ce travail.*

*Merci à toutes et tous.*

# Dédicace

**A mes parents qui m'ont tant donné pour faire  
de moi ce que je suis.**

**A mes chers frères et mes chères sœurs, avec  
tous mes souhaits de succès dans leur  
vie.**

**A toute ma famille.**

**A tous mes respectueux collègues.**

**A tous ceux que j'aime,  
je dédie ce travail.**

**Dahbia**



# **Dédicace**

**A mes parents qui m'ont tant donné pour faire de moi  
ce que je suis.**

**A mon marie bien-aimé Adel .**

**A mes chers frères et à mes chères sœurs,  
Avec tous mes souhaits de succès dans leur vie.**

**A toute ma famille.**

**A tous mes respectueux collègues.**

**A tous ceux que j'aime, je dédie  
ce travail.**

**Soumia.**



# *Table de Matières*

<u>Table des matières</u> .....	Erreur ! Signet non défini.
<u>Liste des figures</u> .....	Erreur ! Signet non défini.
<u>Liste des tableaux</u> .....	Erreur ! Signet non défini.
Introduction générale.....	Erreur ! Signet non défini.

## **Chapitre 01 : Généralités sur la biométrie**

<b>1.1. Introduction</b> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>1.2. Généralités sur la Biométrie</b> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>1.2.1 Définition</b> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>1.2.2 Caractéristiques biométriques</b> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>1.2.3 Domaines d'applications</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3. Les systèmes biométriques</b> .....	<b>4</b>
<b>a. La phase d'enrôlement ou d'apprentissage</b> .....	<b>4</b>
<b>b. La phase de reconnaissance</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4. Les modalités biométriques</b> .....	<b>6</b>
<b>1.4.1 Biométrie physique</b> .....	<b>6</b>
<b>a. Empreintes digitales</b> .....	<b>6</b>
<b>b. Visage</b> .....	<b>7</b>
<b>c. Iris</b> .....	<b>8</b>
<b>d. Empreintes des articulations des doigts</b> .....	<b>8</b>
<b>e. Empreinte palmaire</b> .....	<b>9</b>
<b>1.4.2 Biométrie comportementale</b> .....	<b>9</b>
<b>a. Voix</b> .....	<b>9</b>
<b>b. Signature manuscrite</b> .....	<b>10</b>
<b>c. Frappe dynamique sur le clavier</b> .....	<b>11</b>
<b>d. Démarche</b> .....	<b>11</b>
<b>1.4.3. Biométrie biologique</b> .....	<b>11</b>
<b>a. Veines de la main</b> .....	<b>12</b>
<b>b. Analyse de l'ADN</b> .....	<b>12</b>
<b>c. Thermo gramme faciale</b> .....	<b>12</b>

1.5. Conclusion.....	14
----------------------	----

## **Chapitre 02 : Reconnaissance des Formes et Biométrie**

2.1. Introduction .....	15
2.2. Définition.....	15
2.3. Les domaines d'application .....	16
2.4. Processus d'un système de reconnaissance des formes.....	16
2.4.1. Le monde physique.....	17
2.4.2. Système d'acquisition.....	17
2.4.3. Prétraitement.....	18
2.4.4. Analyse (Extraction des caractéristiques).....	18
2.4.4.1. Méthodes globale .....	18
2.4.4.2. Méthodes locale .....	19
2.4.4.3. Méthodes hybride.....	20
2.5. Motifs binaires locaux .....	21
2.6. Quantification de la phase locale .....	22
2.7. Apprentissage .....	23
2.7.1. Apprentissage supervisé .....	23
2.7.2. Apprentissage non supervisé.....	23
2.8. La décision .....	24
2.8.1. La classification .....	24
2.8.2. Les distance .....	25
2.9. Conclusion.....	25

## **CHAPITER 03 : Résultats Expérimentaux & Discussions**

3.1. Introduction .....	26
3.2. Reconnaissance par empreintes palmaires .....	26
3.2.1. Définition de l'empreinte palmaire.....	26
3.2.2 Caractéristique des empreintes palmaires.....	27

<b>3.3. Le système de reconnaissance palmaire proposé</b> .....	28
<b>3.4. Base de données et protocole d'évaluation</b> .....	29
<b>3.4.1. Description de la base de données</b> .....	29
<b>3.4.2. Protocole d'évaluation utilisé</b> .....	29
<b>3.5. Expérimentations et Résultats</b> .....	30
<b>3.5.1. Environnement du travail</b> .....	30
<b>3.5.2. Taux de reconnaissance avec les paramètres par défauts</b> .....	31
<b>3.5.3. Effet de prétraitements sur le taux de reconnaissance</b> .....	31
<b>3.5.4. Effet des distance sur le taux de reconnaissance</b> .....	32
<b>3.5.5. Effet de décomposition des images</b> .....	32
<b>3.5.6. Taux de reconnaissance avec multi-level</b> .....	34
<b>3.5.7. Effet de descripteur LBP(8,3)</b> .....	35
<b>3.6. Présentation de l'application</b> .....	37
<b>3.6.1 Module de chargement d'image</b> .....	37
<b>3.6.2. Module de prétraitements</b> .....	37
<b>3.6.3. Module d'extractions des caractéristiques</b> .....	38
<b>3.6.4. Module d'identification</b> .....	39
<b>3.7 Conclusion</b> .....	40
<b>Conclusion Générale</b> .....	41
<b>Bibliographie</b> .....	42

# Liste des Figure

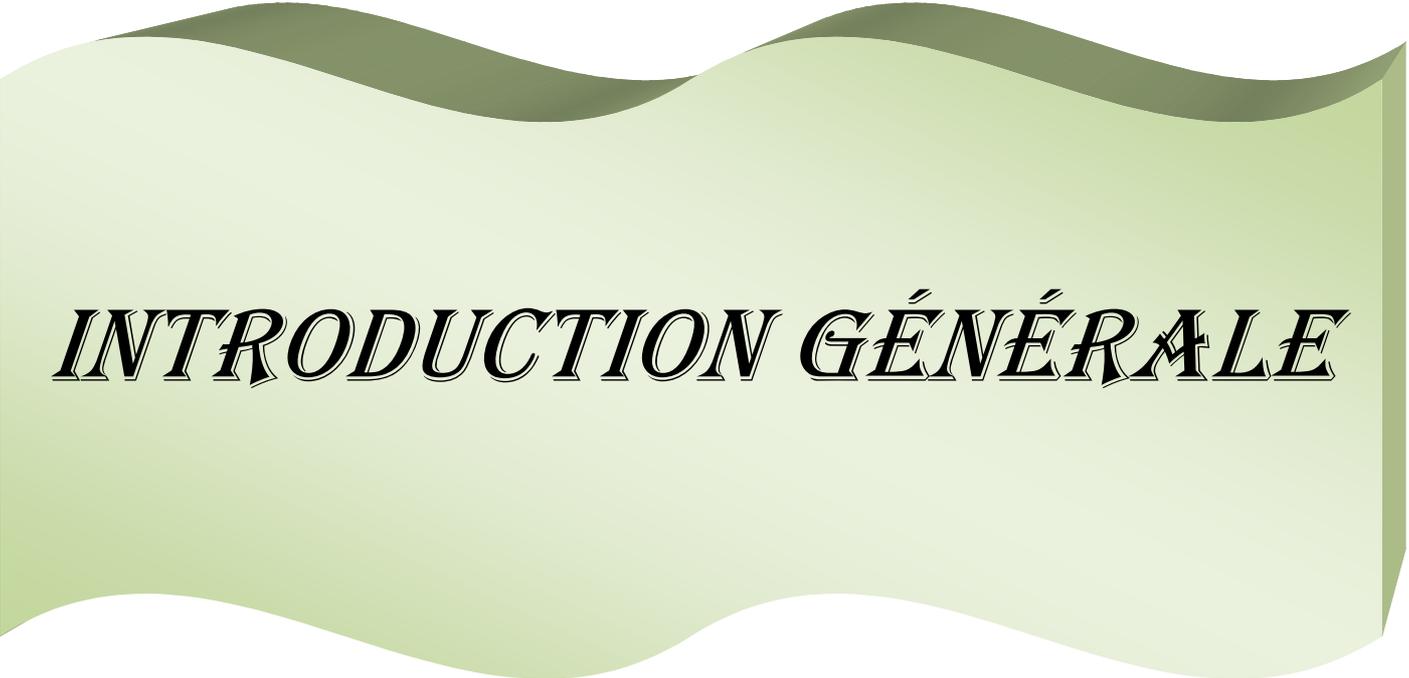
Figure 1.1 : Architecture d'un système de reconnaissance biométrique .....	5
Figure 1.2: Système biométrique basé sur les empreintes digitales.....	7
Figure 1.3 : Le visage de l'être humain en tant que modalité biométrique .....	7
Figure 1.4: système biométrique basé sur l'Iris .....	8
Figure 1.5 : système biométrique basé sur les articulations des doigts.....	9
Figure 1.6 : Système biométrique basé sur les empreintes palmaires .....	9
Figure 1.7: Système biométrique basé sur la voix .....	10
Figure 1. 8: Système biométrique basé sur la signature manuscrite.....	10
Figure 1.9 : Système biométrique basé sur la frappe dynamique sur le clavier.....	11
Figure 1. 10: Système biométrique basé sur la démarche .....	11
Figure 1.11 : Système biométrique basé sur les veines de la main.....	12
Figure 1.12: Système biométrique basé sur l'ADN .....	12
Figure 1.13 : Système biométrique basé sur le thermo-gramme facial .....	13
Figure 2.1: Schéma général d'un système de reconnaissance des formes.....	17
Figure 2.2 :Schéma représentatif d'une classification des algorithmes utilisé dans la reconnaissance des formes .....	20
Figure 2.3 : Exemple de traitement de l'opérateur LBP .....	21
Figure 2.4 :Exemple de traitement de l'opérateur LBP avec R et P différents.....	22
Figure 2.5 :Organigramme de l'ensemble des étapes nécessaires à la génération du vecteurs des caractéristiques par la méthode LPQ.....	23
Figure.3.1 : Paume de la main.....	26
Figure.3.2 : Les plis de flexions de la paume de la main.....	27
Figure.3.3 : Les points de référence de l'empreinte palmaire.....	28
Figure.3.4 : Processus du système de reconnaissance palmaire proposé .....	28
Figure.3.5 : Quelques images normalisées de la base de données IITD Palmprint V1 .....	29
Figure.3.6 : Exemple de la méthode LBP-multi block.....	33
Figure.3.7: Exemple de décomposition de l'image en 2block.....	33

<b>Figure.3.8 : Exemple de décomposition de l'image en 6block.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure.3.9 : Exemple de la méthode LBP multi-level.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure.3.10 : Module de chargement d'image .....</b>	<b>37</b>
<b>Figure.3.11 : Module de prétraitements.....</b>	<b>38</b>
<b>Figure.3.12 : Module d'extraction des caractéristique .....</b>	<b>39</b>
<b>Figure.3.13 : Module d'identification cas d'une personne identifié .....</b>	<b>39</b>
<b>Figure.3.13 : Module d'identification cas d'une personne non identifié.....</b>	<b>40</b>

# **Liste des Tableaux**

<b>Tableau 1.1: Comparaison entre les modalités biométriques .....</b>	<b>13</b>
<b>Tableau.3.1 : Taux de reconnaissance avec les paramètres par défauts.....</b>	<b>31</b>
<b>Tableau.3.2 : Taux de reconnaissance avec les différents prétraitements.....</b>	<b>31</b>
<b>Tableau.3.3 : Taux de reconnaissance avec différentes distances.....</b>	<b>32</b>
<b>Tableau.3.4 : Taux de reconnaissance avec MB-LBP.....</b>	<b>33</b>
<b>Tableau.3.5 : Taux de reconnaissance avec ML-LBP.....</b>	<b>35</b>
<b>Tableau.3.6 :Taux de reconnaissance avec différents rayon de descripteur LBP ..</b>	<b>35</b>
<b>Tableau.3.7 : Taux de reconnaissance avec variation d'images d'apprentissage ....</b>	<b>36</b>





*INTRODUCTION GÉNÉRALE*

## Introduction Générale

Nous vivons actuellement une véritable révolution d'accès à l'information, dans tous les domaines de l'activité humaine. En fait, la sécurité des systèmes d'information est devenue un domaine de recherche d'une très grande importance, l'identification de l'individu est essentielle pour assurer la sécurité des systèmes et organisations, la conception d'un système d'identification fiable, efficace et puissant est une étape nécessaire. Dans ce sens, la biométrie est un exemple pratique parce qu'elle est de plus en plus présente dans la vie quotidienne: au travail des opérations bancaires, l'accès à certains endroits militaires ou industriels.

La biométrie désigne l'ensemble des technologies de reconnaissance physiologiques et comportementales des individus telles que: l'iris, la voix, les empreintes digitales, le visage, la signature, l'empreinte palmaire....etc.

Dans les applications de contrôle d'accès, la biométrie permet d'apporter un niveau de sécurité supérieur en ce qui concerne des accès logiques (ordinateurs, comptes bancaires, etc.) ou des accès physiques (bâtiments sécurisés, aéroports, laboratoires etc.). La biométrie regroupe deux axes principaux : une identification (reconnaissance) et une authentification.

Dans le cas d'identification, le système biométrique demande une information biométrique et la compare avec chaque information stockée dans la base de données. Alors que pour l'authentification l'utilisateur annonce son identité par une information biométrique, et le système compare les données obtenues à partir de l'information entrée avec la donnée enregistrée.

Il existe plusieurs techniques biométriques qui sont utilisées dans le contrôle d'accès. Chaque technique biométrique a ses avantages et inconvénients. L'usage des empreintes palmaires en identification biométrique a connu une augmentation et une utilisation très importante dans les sociétés et dans les systèmes de management d'individus.

Dans le cadre de ce travail, notre objectif consiste à réaliser un système de reconnaissance biométriques basé sur l'empreinte palmaire en tant que modalité biométrique, le choix de cette modalité a été motivé par ce qu'elle est considérée comme une modalité émergente dans ce domaine, entité unique, stable dans le temps et structure riche d'information.

Le présent document est organisé comme suit :

Le premier chapitre : continent des généralités sur la biométrie, dans ce chapitre nous avons introduit les concepts des systèmes biométriques, leurs architectures et leurs différentes applications. Nous avons aussi constaté que les performances des systèmes biométriques dépendent de plusieurs facteurs et qu'elles varient d'un système à un autre.

Le deuxième chapitre : nous donnerons un aperçu sur la reconnaissance des formes. Tout d'abord, nous présentons son processus en détaillant ses étapes (monde physique, codage, prétraitement, extraction des caractéristiques (méthodes globales, locales et hybrides), par la suite l'apprentissage supervisé et non supervisé et finalement la décision).

Le troisième chapitre : nous présentons l'empreinte palmaire comme modalité biométrique, et ses caractéristiques biologiques exploitées dans les différents types de reconnaissance ainsi que le processus général du système de reconnaissance implémenté dans le cadre de ce travail. Puis les résultats expérimentaux obtenus par chaque méthode en analysent leurs performances, suivies d'une discussion avec interprétation des résultats.

*CHAPITRE 01 :*  
*GÉNÉRALITÉS SUR LA*  
*BIOMÉTRIE*

## Chapitre 01 : Généralités sur la biométrie

### 1.1. Introduction

Dans nos jours, la sécurité des individus est devenue un souci majeur, puisque le besoin de se protéger augmente jour après jour. Les méthodes de sécurité classiques des systèmes d'informations ne sont pas efficaces. En effet, il existe deux manières de cette sécurité [1]: la première repose sur la connaissance de la personne comme « un mot de passe » ou « un code PIN »; dans ce cas, le mot de passe peut être oublié par son utilisateur ou bien deviné par une autre personne. La seconde est basée sur ce que possède la personne comme « un badge » ou « une carte à puce »; dans ce cas, le badge peut être perdu ou volé. Pour contourner cette limitation, un autre moyen de sécurité a été développé qui permet d'utiliser, non pas l'information qu'un individu possède ou connaît, mais une information intrinsèque à cette personne. Cette nouvelle façon d'identification des individus est dite: « la biométrie ».

Dans ce chapitre, nous commençons par la présentation de quelques généralités sur la biométrie telles que: sa définition, ses caractéristiques, et leur domaines d'application. Ensuite, nous définissons les systèmes biométriques et le principe général de ses fonctionnements. A la fin, nous terminons le chapitre par la présentation de quelques modalités biométriques, une comparaison entre ces modalités, et la motivation de notre choix qui se focalise sur l'utilisation des « empreintes palmaires ».

### 1.2. Généralités sur la biométrie :

#### 1.2.1. Définition :

Le terme "biométrie" provient des mots grecs «bios» qui veut dire la vie et du mot «métrique» qui signifie mesure [2]. Donc, la biométrie désigne la technique qui permet d'associer une identité à un individu grâce à la reconnaissance automatique d'une ou de plusieurs caractéristiques physiques ou comportementales de cette personne, qui sont préalablement enregistrées dans une base de données (ex, empreintes digitales, visage, voix, etc.) [3].

#### 1.2.2. Caractéristiques biométriques :

Le choix des caractéristiques physiques est important. Il faut qu'elles soient toutes à la fois [2,4]:

- **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.

### 1.2.3. Domaines d'applications :

Le champ d'application de la biométrie est très vaste. En effet, tous les domaines qui nécessitent de vérifier ou déterminer l'identité d'une personne sont concernés. D'où les applications de la biométrie peuvent être divisées en trois groupes principaux [5]:

- **Applications commerciales**: telles que l'ouverture d'un réseau informatique, la sécurité de données électroniques, l'e-commerce, l'accès Internet, les cartes de crédit, le contrôle d'accès physique, le téléphone cellulaire, la gestion des registres médicaux, l'étude à distance, etc.
- **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.
- **Applications légales**: telles que l'identification de corps, la recherche criminelle, l'identification de terroriste, etc.

### 1.3. Les systèmes biométriques:

Un système biométrique est un système de reconnaissance d'individus qui permet d'identifier une personne sur la base de ses caractères physiologiques ou comportementaux [6]. Selon le contexte de l'application, un système biométrique comporte toujours deux phases de fonctionnement

(Figure 1.1):

#### a. La phase d'enrôlement ou d'apprentissage :

Cette phase consiste à créer un modèle biométrique d'un individu qui doit être une référence pour la phase de reconnaissance. Pour ce faire, les caractéristiques biométriques de l'individu sont mesurées par un capteur biométrique, puis représentées sous forme numérique et enfin stockées dans une base de données. Pour assurer une certaine puissance du système aux variations temporelles de données, plusieurs échantillons d'acquisitions de la même donnée peuvent être réalisés. Le traitement lié à l'enrôlement n'a pas de contrainte de temps, puisqu'il s'effectue « hors-ligne » [7].

#### b. La phase de reconnaissance :

La reconnaissance peut être une vérification ou une identification:

- **Le mode de vérification ou d'authentification :**

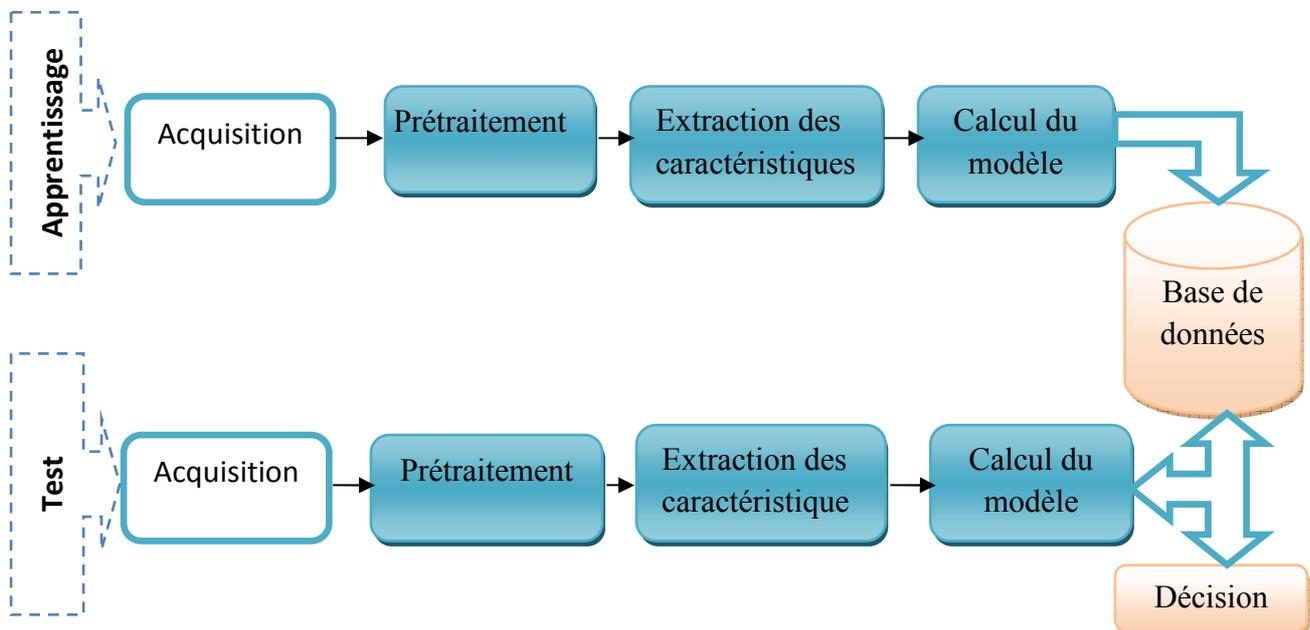
La vérification est une comparaison "un à un", dans lequel le système valide l'identité d'une personne en comparant les données biométriques saisies avec le modèle biométrique de cette personne stocké dans la base de données du système [6].

➤ **Le mode d'identification :**

L'identification permet d'établir l'identité d'une personne à partir d'une base de données. En d'autres termes, elle répond à des questions de type: « *Qui suis-je ?* », il s'agit d'une comparaison (un à N) [6].

A ces deux modes de fonctionnement du système s'ajoutent souvent les deux processus suivants [6]:

- **La mise à jour:** le système biométrique peut périodiquement corriger le gabarit de référence lors d'un contrôle de façon à prendre en compte l'évolution de la donnée biométrique de la personne.
- **La fin de vie:** le gabarit et autres données de référence propres à la personne sont détruites pour prendre en compte sa suppression du système de contrôle centralisé.



**Figure 1.1 :** Architecture d'un système de reconnaissance biométrique.

Tout système biométrique comporte deux processus qui se chargent à réaliser les opérations d'enregistrement et de tests:

- **Processus d'enregistrement:** Ce processus a pour but d'enregistrer les caractéristiques des utilisateurs dans la base de données.
- **Processus de tests (identification /vérification):** Ce processus réalise l'identification ou la vérification d'une personne.

Dans chacun des deux processus précédents, le système exécute quatre opérations fondamentales, à savoir [2]:

- ✚ **L'acquisition:** Cette phase consiste à utiliser un capteur pour acquérir une caractéristique spécifique de l'individu, plusieurs processus peuvent être utilisés pour l'acquisition tels que: le microphone dans le cas de la voix.
- ✚ **L'extraction:** Après l'acquisition d'une image, nous réalisons l'extraction des caractéristiques dont le processus d'authentification a besoin. Donc, ce module sert à traiter l'image afin d'extraire uniquement les caractéristiques biométriques, sous forme d'un vecteur, qui peuvent être ensuite utilisées pour reconnaître les personnes.
- ✚ **La classification (comparaison):** En examinant les modèles stockés dans la base de données (vecteurs), les caractéristiques biométriques extraites sont comparées avec ce vecteur et en marquant le degré de similitude (différence ou distance).
- ✚ **La décision:** En ce qui concerne l'authentification, la stratégie de décision nous permet de vérifier l'identité affirmée par un utilisateur ou déterminer l'identité d'une personne basée sur le degré de similitude entre les caractéristiques extraites et le(s) vecteur(s) stocké(s).

#### 1.4. Les modalités biométriques :

La biométrie est basée sur les caractéristiques biométriques de l'individu, ces caractéristiques peuvent être encore classées en trois grandes catégories [6]:

- L'analyse morphologique ou physique (empreintes digitales, forme de la main, traits du visage,...).
- Les traces biologiques (odeur, ADN,...).
- L'analyse comportementale (dynamique du tracé de la signature, frappe sur un clavier...).

##### 1.4.1. Biométrie physique:

- a. Empreintes digitales:** La reconnaissance des individus par empreintes digitales est la technique biométrique la plus utilisée. Les empreintes digitales sont composées de lignes localement parallèles présentant des points singuliers (minuties) et constituent un motif unique, universel et permanent, comme montré dans la **Figure 1.2**. Les lecteurs d'empreintes digitales scannent puis relèvent des éléments permettant de différencier les empreintes. Il

existe plusieurs types de minuties. Ce type de technique biométrique est utilisé par les institutions financières pour leurs clients et se trouve en même temps dans les hôpitaux, les écoles, les aéroports...etc. [3,8].



**Figure 1.2:** Système biométrique basé sur les empreintes digitales.

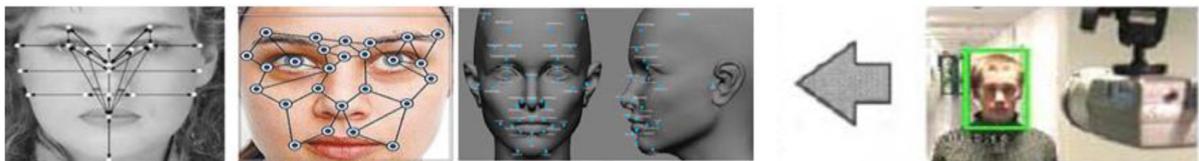
#### + Avantages

- Coût faible.
- Taille du lecteur biométrique n'est pas volumineuse.
- Système reste très simple à mettre en place.
- Utilisation facile.

#### + Inconvénients

- L'inscription de toutes les parties concernées, ce qui peut poser un problème dans le cas où une maladie soit physique ou psychologique [9].

**b. Visage:** Nos visages sont des objets complexes avec des traits qui peuvent varier dans le temps, comme montré dans la **Figure 1.3**. L'écart entre les deux yeux, l'écartement des narines ou encore la largeur de la bouche peuvent permettre d'identifier un individu. Cette méthode doit pouvoir tenir compte de certains changements de la physionomie (lunettes, barbe, chirurgie esthétique) et de l'environnement (conditions d'éclairage). Parfois, il est impossible de différencier deux jumeaux. [9 ,10]



**Figure 1.3 :** Le visage de l'être humain en tant que modalité biométriques.

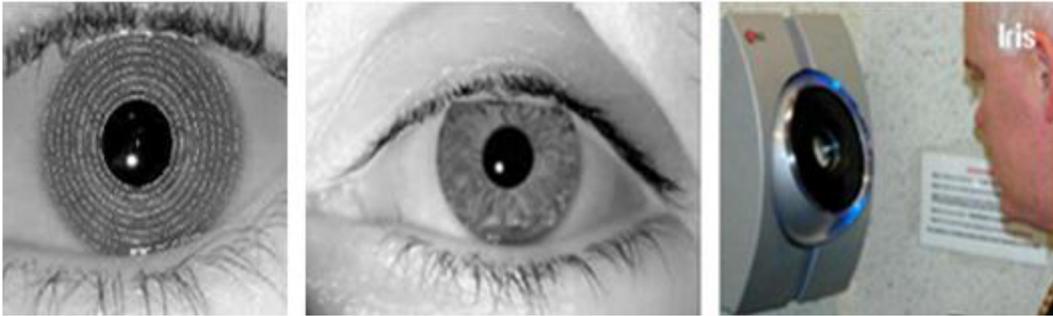
#### + Avantages

- Technique acceptée par le public.
- Fonctionnement simple, peut être effectué à distance, et sans coopération de l'utilisateur.
- Technique peu coûteuse et peut s'appuyer sur l'équipement d'acquisition des images actuel.

#### + Inconvénients

- Les vrais jumeaux ne sont pas différenciables.

- Les changements physiques peuvent tromper le système.
  - La technique est trop sensible à l'environnement (éclairage, l'angle de l'appareil-photos...etc.).
- c. **Iris:** L'iris est une région sous forme d'anneau, située entre la pupille et le blanc de l'œil, elle est unique. L'iris a une structure extraordinaire et offre de nombreuses caractéristiques de texture qui sont uniques pour chaque individu. La reconnaissance de l'iris a été développée dans les années 80, elle est donc considérée comme une technologie récente. L'image de l'iris est capturée par un appareil qui contient une caméra infrarouge, lorsque la personne se place à une courte distance de l'appareil (**Figure 1.4**) [9].



**Figure 1.4:** système biométrique basé sur l'Iris.

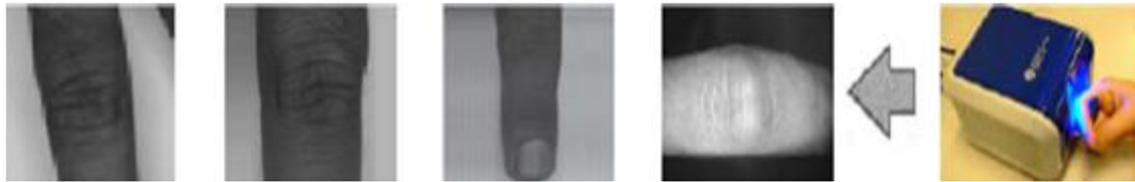
✚ **Avantages**

- Les vrais jumeaux sont non confondus.
- Les structures de l'iris restent stables durant toute la vie.
- Grande quantité d'informations contenue dans l'iris.

✚ **Inconvénients**

- L'acquisition des images exige une certaine formation et de la pratique.
- La fiabilité diminue proportionnellement en fonction de la distance entre l'œil et la camera.
- Les gens ont du mal à accepter cette biométrie.

- d. **Empreintes des articulations des doigts:** 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 1.5**). 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 1.5** : système biométrique basé sur les articulations des doigts.

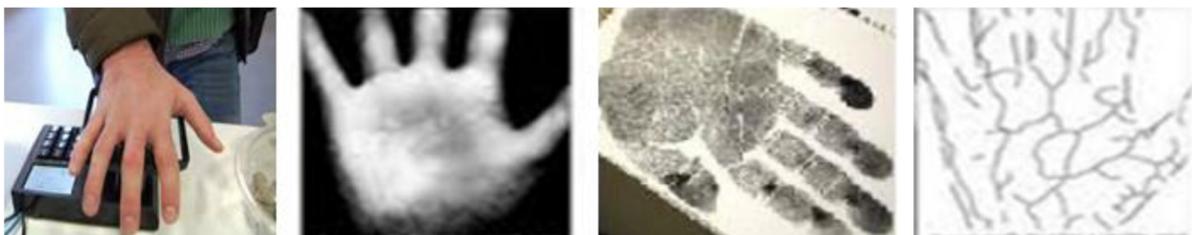
**+** **Avantages**

- Technique acceptable.
- Utilisation simple.
- En combinant tous les doigts de la main, il est possible d'établir un système biométrique robuste et précis.

**+** **Inconvénients**

- Très similaire pour les jumeaux.
- Problème dans le cas d'une coupure d'un doigt.
- Pose incorrecte du doigt sur le lecteur provoque une grande erreur.

**e. Empreinte palmaire:** Cette technique utilise la surface intérieure de la paume pour l'identification et/ou la vérification des personnes (**Figure 1.6**). Elle est bien adaptée pour les systèmes à moyenne sécurité telle que le contrôle d'accès physique ou logique [8].



**Figure 1.6** : Système biométrique basé sur les empreintes palmaires.

**+** **Avantages**

- Facile à utiliser, elle a une grande acceptation par le public.
- Après l'utilisation, la main reste propre et ne laisse aucune trace.
- Presque disponible par tous les individus.

**+** **Inconvénients**

- Peut être similaire dans des jumeaux ou dans des membres de la famille.
- Elle n'est pas permanente en termes de changements tels que: le vieillissement naturel.

### 1.4.2. Biométrie comportementale

**a. Voix:** La voix humaine varie d'une personne à une autre et peut se constituer de composantes physiologiques et comportementales. L'identification par la voix est basée sur la forme et la

taille des appendices (bouche, cavités nasales et les lèvres) et utilisées dans la synthèse du son [7]. La reconnaissance des locuteurs est plus utilisée par les téléphones, les corps policiers, les hôpitaux...etc. (**Figure 1.7**).



**Figure 1.7:** Système biométrique basé sur la voix.

**+** **Avantages**

- Très bien acceptée parce que la voix est un signal naturel à produire.
- La dynamique des ondes produites est unique.

**+** **Inconvénients**

- Biométrie moins permanente.
- Les caractéristiques comportementales changent avec le temps.
- Possibilité de fraude par enregistrement.
- Sensibilité aux bruits lors d'acquisition.

**b. Signature manuscrite:** C'est une écriture personnelle d'un individu (**Figure 1.8**), la vérification de la signature est basée sur deux modes:

*Mode statique:* la vérification de la signature statique met l'accent sur les formes géométriques de la signature, dans ce mode, en générale, la signature est normalisée à une taille connue ensuite décomposer en élément simple.

*Mode dynamique:* il utilise les caractéristiques dynamiques telles que l'accélération, la vitesse et les profils de trajectoire de la signature [8].



**Figure 1. 8:** Système biométrique basé sur la signature manuscrite.

**+** **Avantage**

- Très acceptable par l'utilisateur.
- Peut protéger l'ensemble de vos fichiers personnels.

**+** **Inconvénients**

- Grande variabilité durant le temps (nous ne pouvons pas maintenir la même forme de la signature pour toute la vie).
- Grande possibilité de fraude.

c. **Frappe dynamique sur le clavier:** C'est un système de reconnaissance d'un individu basé sur la manière de ses écritures par un dispositif logiciel qui calcule la vitesse de la frappe, la suite des lettres, le temps de frappe et la pause entre chaque mot [7] (Figure 1.9).



**Figure 1.9 :** Système biométrique basé sur la frappe dynamique sur le clavier.

**+** **Avantage**

- Forte acceptation par l'utilisateur.
- Sécurité bien précise.

**+** **Inconvénients**

- N'est pas plus pratique.
- N'est pas permanente durant toute la vie (âge, émotion, fatigue).

d. **Démarche:** Chaque personne a une façon particulière de marche, nous pouvons identifier les individus à partir de la nature du mouvement des jambes, des bras et des articulations ou le mouvement spécial obtenu par une caméra vidéo afin de l'envoyer à un ordinateur pour l'analyse afin de déterminer la vitesse et l'accélération de chaque individu [7] (**Figure 1.10**).



**Figure 1. 10:** Système biométrique basé sur la démarche.

**+** **Avantage**

- Très acceptable par les individus.

**+** **Inconvénients**

- N'est pas permanente (âge, fatigue, maladie).

### 1.4.3. Biométrie biologique

- a. **Veines de la main:** Les veines de la main sont des réseaux qui varient d'une personne à une autre (**Figure 1.11**). L'analyse de cette différence permet de maintenir des points pour différencier une personne à une autre.



**Figure 1.11 :** Système biométrique basé sur les veines de la main.

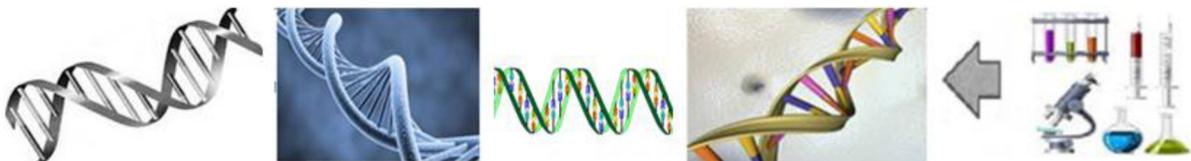
#### + Avantage

- Ne nécessite pas de contact.
- Difficile à falsifier.

#### + Inconvénients

- Très coûteuse.

- b. **Analyse de l'ADN:** l'analyse des empreintes génétiques est une méthode extrêmement précise pour déterminer l'identité de la personne. Il est impossible de trouver deux personnes qui ont le même ADN. Cette modalité possède l'avantage d'être unique et permanente durant toute la durée de vie [8] (**Figure 1.12**).



**Figure 1.12:** Système biométrique basé sur l'ADN.

#### + Avantage

- Distinguer les individus avec une grande précision.
- Il facilite la détection des délinquants.

#### + Inconvénients

- Lente pour obtenir les résultats.
- Avoir un coût élevé.

- c. **Thermo gramme faciale:** La quantité de la chaleur émise par les différentes parties du visage caractérise chaque individu (**Figure 1.13**). Elle dépend de la localisation des veines mais aussi de l'épaisseur du squelette, la quantité de tissus, de muscles, de graisses, etc. Contrairement à la reconnaissance de visage, la chirurgie plastique n'a que peu d'influence sur les thermo-grammes faciaux. Pour capturer l'image, il est possible d'utiliser un appareil photo ou une caméra

numérique dans le domaine de l'infrarouge. La capture peut se faire dans n'importe quelle condition d'éclairage et même dans le noir complet ce qui est un avantage supplémentaire par rapport à la reconnaissance de visage classique [8].



**Figure 1.13** : Système biométrique basé sur le thermo-gramme facial.

**+** **Avantage**

- Possibilité de reconnaître les visages, même dans l'obscurité.
- Possibilité de distinguer des jumeaux.

**+** **Inconvénients**

- Influencée par des facteurs tels que la température du corps et l'état émotionnel.

Techniques biométriques	universelles	uniques distinctif	Permanente	Enregistrable Mesurable	Performance Acceptabilité
<b>Empreintes digitales</b>	Moyenne	Haute	Haute	Moyenne	Moyenne
<b>Visage</b>	Haute	Faible	Moyenne	Haute	Haute
<b>Iris</b>	Haute	Haute	Haute	Moyenne	Faible
<b>Rétine</b>	Haute	Haute	Moyenne	Faible	Faible
<b>ADN</b>	Haute	Haute	Haute	Faible	Faible
<b>Signature</b>	Faible	Faible	Faible	Haute	Haute
<b>Voix</b>	Moyenne	Faible	Faible	Moyenne	Haute
<b>Démarche</b>	Moyenne	Faible	Faible	Haute	Haute
<b>Frappe clavier</b>	Faible	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne
<b>Veines d main</b>	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne

**Tableau 1.1:** Comparaison entre les modalités biométriques [9]

Il existe plusieurs techniques biométriques qui sont utilisées dans diverses applications. Chaque technique biométrique a des avantages et des inconvénients, alors le choix dépend de l'application. L'usage des **empreintes palmaires** en identification biométrique a connu une augmentation et une utilisation très importantes dans les sociétés et dans les systèmes de management d'individus. L'empreinte palmaire est considérée comme une modalité émergente dans ce domaine, entité unique, stable dans le temps, et structure riche d'information.

### **1.5. Conclusion :**

Chaque technologie biométrique possède des avantages mais aussi des inconvénients, acceptables ou inacceptables suivant les applications. Ces technologies n'offrent pas les mêmes niveaux de sécurité ni les mêmes facilités d'emploi ou encore pas la même précision.

Dans ce chapitre nous avons introduit les concepts des systèmes biométriques, leurs architectures et leurs différentes applications. Nous avons aussi constaté que les performances des systèmes biométriques dépendent de plusieurs facteurs et qu'elles varient d'un système à un autre.

Dans le chapitre suivant, nous allons étudier la reconnaissance biométrique basée sur l'empreinte palmaire.



# *CHAPITRE 02 :*

## *RECONNAISSANCE DES FORMES ET BIOMÉTRIE*

## Chapitre 02 : Reconnaissance des Formes et Biométrie

### 2.1. Introduction

Couplée avec les méthodes algorithmiques, la biométrie traduit les empreintes des parties inchangeables du corps humain à des codes numériques. En effet, elle se donne pour objectif de faire du corps une source de certitude et un flux d'information qui se transforme en donnée numérique prête à être traitée et analysée, ce qui fait appel au domaine de la reconnaissance des formes. Dans ce domaine, nous cherchons toujours à concevoir et développer des systèmes intelligents qui ont des capacités d'apprentissage et raisonnement automatiques [11,12].

Cependant, la reconnaissance devient très difficile et nécessitent plus d'efforts et du temps dans plusieurs cas comme: la lecture des montants des chèques postaux pour les saisir en ordinateur, la lecture des adresses des lettres afin de les classifier selon la ville, la recherche dans une base de données contenant énorme quantité d'empreintes digitales pour juger un suspect, la détermination d'identité d'un locuteur à partir de ça voix... Pour cela, la reconnaissance automatique des formes revient non pas pour remplacer l'homme par une machine mais pour le soulager dans des tâches critiques et fastidieuses [13].

Dans ce chapitre, nous donnerons un aperçu sur la reconnaissance des formes. Tout d'abord, nous présentons son processus en détaillant ses étapes (monde physique, codage, prétraitement, extraction des caractéristiques (méthodes globales, locales et hybrides), par la suite l'apprentissage supervisé et non supervisé, et finalement la décision).

### 2.2. Définition :

La reconnaissance des formes est issue de différentes disciplines qui sont les mathématiques, les sciences de l'ingénieur, l'informatique et l'intelligence artificielle. Cette discipline est un ensemble de techniques qui permettent de reproduire les capacités perceptuelles de l'homme, et elle consiste à affecter une forme à une classe avec laquelle cette forme présente des caractéristiques semblables. Le principe général de la reconnaissance des formes est basé sur différentes opérations à savoir: la localisation de l'objet et l'acquisition de son image à l'aide du capteur approprié dont le manque de qualité nécessiterait un prétraitement de cette image, la représentation des informations acquises et l'extraction de paramètres pertinents et leur réduction pour rendre les données plus classifiables, le partitionnement de l'espace de représentation en différentes classes et l'élaboration

d'un dictionnaire de référence sont en dernier lieu, le classement ou décision qui permet de situer la forme capturée dans la classe appropriée [14,15].

### 2.3. Les domaines d'applications

Généralement, les objets à reconnaître sont de type signal ou image, ce qui implique deux grandes familles d'applications [13]:

- **Reconnaissance des signaux :**

- ✚ Signaux vocaux: permettent d'automatiser le comportement auditif (l'écoute) d'un humain: reconnaissance de la parole, reconnaissance du locuteur...
- ✚ Signaux biomédicaux: électrocardiogramme...

- **Reconnaissance des formes dans les images numériques :**

- ✚ Reconnaissance d'empreintes digitales, palmaire ...
- ✚ Reconnaissance de l'écriture.
- ✚ Imagerie satellitaires.
- ✚ Analyse de scènes, interprétation d'images, « computer vision ».

### 2.4. Processus d'un système de reconnaissance des formes :

Une chaîne de traitement dans un système de reconnaissance comprend plusieurs modules, et plusieurs espaces de travail. L'objectif de la reconnaissance des formes est de définir une suite d'opérations permettant de passer de l'espace des données ou formes, à l'espace des classes ou catégories de la forme estimée. Le processus d'un système de reconnaissance des formes comporte plusieurs étapes qui peuvent être illustrées par le schéma suivant [16]:

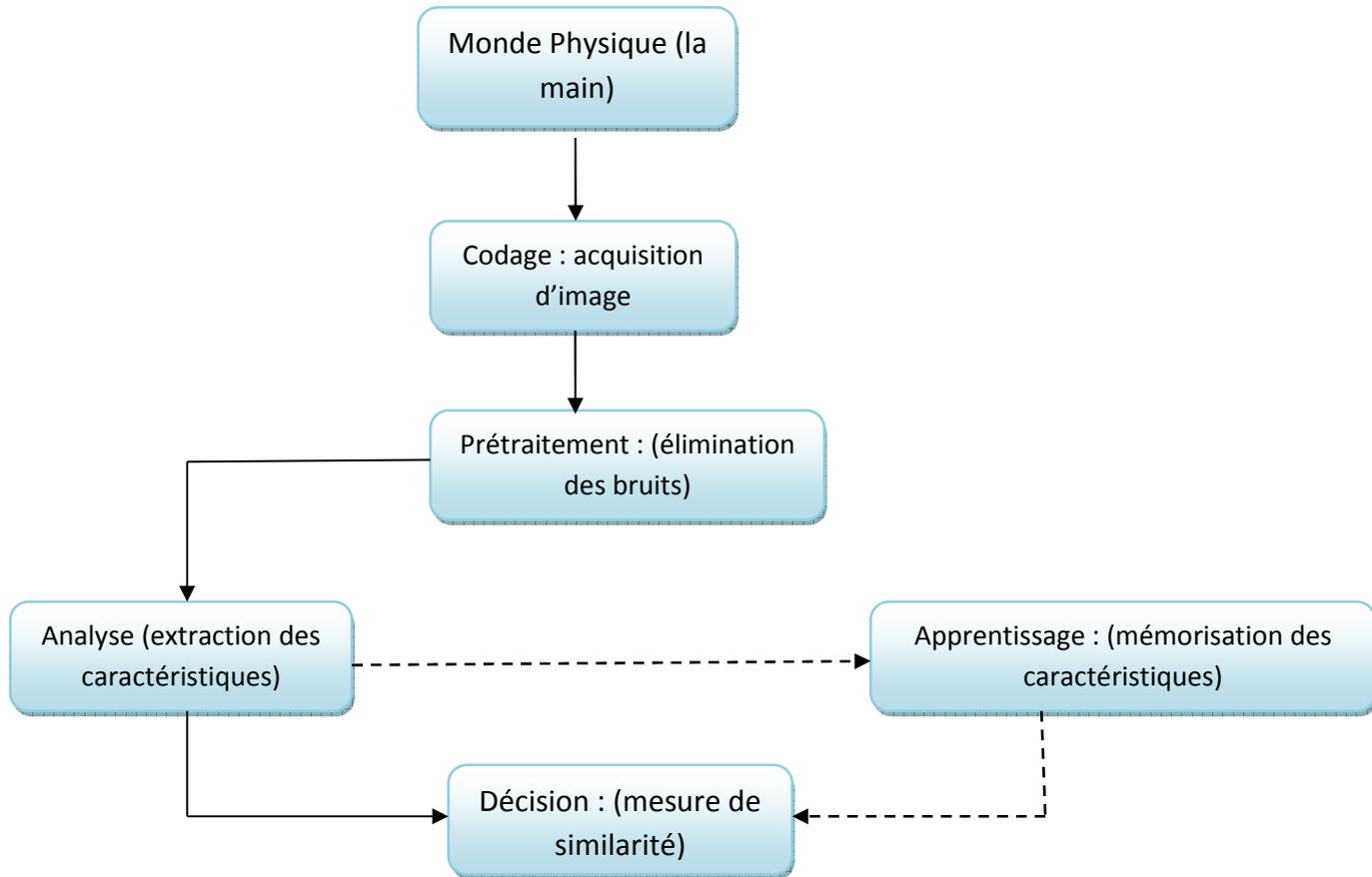


Figure 2.1: Schéma général d'un système de reconnaissance des formes

### 2.4.1. Le monde physique

C'est le monde réel en dehors du système avant l'acquisition de l'image. Dans cette étape, nous tenons compte généralement de trois paramètres essentiels: l'éclairage, la variation de posture et l'échelle. La variation de l'un de ces trois paramètres peut conduire à une distance entre deux images du même individu, supérieure à celle séparant deux images de deux individus différents, et par conséquent une fausse identification.

### 2.4.2. Système d'acquisition

Suivant la nature d'objet, scène, voix..., il faut d'abord acquérir l'information originale (la forme à reconnaître) à l'aide des capteurs physiques, et de la convertir à des grandeurs numériques pour qu'elle soit traitable dans une chaîne de traitements informatisés [15].

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 [13,17].

### 2.4.3. Prétraitement

Les prétraitements sont pour utilité de réduire les bruits de capteurs ou inhérents au signal, (images dans notre cas), ils s'agissent sur deux axes, l'un est de réduire le bruit et les déformations ou de l'éliminer carrément s'il est possible; et l'autre est de maintenir que les caractéristiques significatives de la forme et utiles dans les étapes de préparation aux phases suivantes, la phase d'extractions des caractéristiques.

Il existe plusieurs types de traitement et d'amélioration de la qualité de l'image, telle que: les modifications sur l'histogramme (égalisation et étirement), le contraste, la luminosité, et pour diminuer le bruit de l'image issu soit de l'image photographique originale, soit du processus de numérisation en appliquant des filtres de lissage (appelée parfois dé-bruitage ou filtre antibruit) [18].

### 2.4.4. Analyse (Extraction des caractéristiques)

L'étape de l'extraction des paramètres représente le cœur du système de reconnaissance des formes. Ayant une image ou une voix en entrée, une étape de segmentation permet d'extraire la caractéristique dont le processus d'authentification a besoin [19], elle consiste à effectuer le traitement de l'image dans un autre espace de travail plus simple et qui assure une meilleure exploitation de données, et donc permettre l'utilisation, seulement, des informations utiles, discriminantes et non redondantes [20].

Les méthodes d'extraction des caractéristiques peuvent être séparées en deux grandes familles, les **méthodes globales** (ou **statistiques**) et les **méthodes locales** (ou **géométriques**) (**figure 1.2**) [21].

#### 2.4.4.1.Méthodes globales

Les méthodes globales sont basées sur des techniques d'analyse statistique bien connues. Dans ces méthodes, les images (qui peuvent être vues comme des matrices de valeurs de pixels) sont traitées de manière globale et sont généralement transformées en vecteurs, plus faciles à manipuler. L'avantage principal des méthodes globales est qu'elles sont relativement rapides à mettre en œuvre et que les calculs de base sont d'une complexité moyenne. En revanche, elles sont très sensibles aux variations d'éclairage, de pose et d'expression faciale [20]. Ces méthodes utilisent principalement une analyse de sous-espaces. Cette expression repose sur un fait relativement simple: une classe de

"formes" qui nous intéresse réside dans un sous-espace de l'espace de l'image d'entrée. Parmi les approches les plus importantes réunies au sein de cette classe nous trouvons:

– **L'analyse en Composantes Principales (PCA)**

En termes mathématiques, l'algorithme PCA revient à trouver les vecteurs propres de la matrice de covariance formée par les différentes images de notre base d'apprentissage. Donc, la PCA ne nécessite aucune connaissance a priori sur l'image et se révèle plus efficace lorsqu'elle est couplée à la mesure de distance *MathCosine*, mais sa simplicité à mettre en œuvre contraste avec une forte sensibilité aux changements d'éclairément, de pose et d'expression faciale [20,22].

– **L'analyse Discriminante Linéaire (LDA) :**

Contrairement à l'algorithme PCA, celui de la LDA effectue une véritable séparation de classes. Pour pouvoir l'utiliser, il faut donc au préalable organiser la base d'apprentissage d'images en plusieurs classes: une classe par personne et plusieurs images par classe. La LDA analyse les vecteurs propres de la matrice de dispersion des données, avec pour objectif de maximiser les variations entre les images d'individus différents (interclasses) tout en minimisant les variations entre les images d'un même individu (intra-classes).

Cependant, lorsque le nombre d'individus à traiter est plus faible que la résolution de l'image, il est difficile d'appliquer la LDA qui peut alors faire apparaître des matrices de dispersions singulières (non inversibles). Afin de contourner ce problème, certains algorithmes basés sur la LDA ont récemment été mis au point (les algorithmes ULDA, OLDA, NLDA) [22,23].

– **Machine à vecteurs de support (SVM) :**

Le principe de cette méthode est de trouver le meilleur hyperplan séparant au mieux les points dans un espace de grande dimension et qui minimise le taux d'erreur total de classification. La frontière de décision d'un SVM peut être très dépendante des données d'apprentissage, chose qui peut poser problème lorsque le nombre d'observations d'apprentissage est réduit [18].

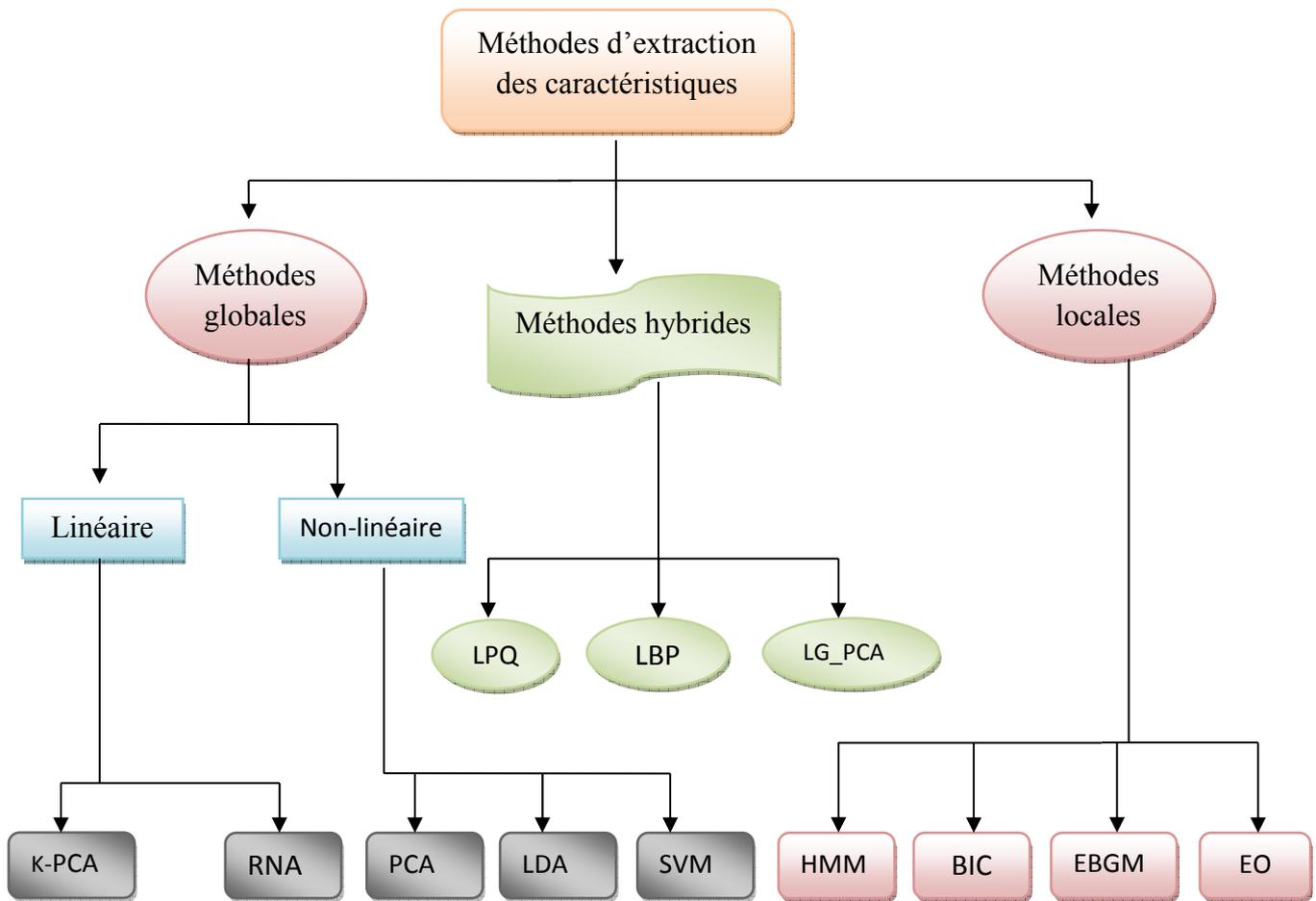
**2.4.4.2.Méthodes locales**

Les méthodes locales consistent à appliquer des transformations en des endroits spécifiques de l'image, le plus souvent autour de points caractéristiques (coins des yeux, de la bouche, le nez, ...). Elles nécessitent donc une connaissance a priori sur les images. Ces méthodes sont plus difficiles à mettre en place mais sont plus robustes aux problèmes posés par les variations d'éclairément, de pose et d'expression faciale [20]. Parmi ces approches nous pouvons citer :

- ✚ Hidden Markov Models (HMM).
- ✚ Eigen objects (EO).
- ✚ L'Elastic Bunch Graph Matching (EBGM).

### 2.4.4.3. Méthodes hybrides

Les méthodes hybrides permettent d'associer les avantages des méthodes globales et locales en combinant la détection de caractéristiques géométriques (ou structurales) avec l'extraction de caractéristiques d'apparence globale. Elles permettent d'augmenter la stabilité de la performance de reconnaissance lors de changements de pose, d'éclairage et d'expressions faciales [20].



**Figure 2.2 :** schéma représentatif d'une classification des algorithmes principaux utilisé dans la reconnaissance des formes [21].

- L'extraction des caractéristiques à partir de l'image de modalité (dans notre cas c'est l'empreinte palmaire) représente une phase très importante pour concevoir un système d'identification efficace. Cependant, le choix de la méthode d'extraction des caractéristiques est basé

sur trois informations essentielles à savoir la texture, les lignes et l'apparence de l'empreinte. La majorité des travaux montrent que l'information la plus distinctive de l'empreinte réside dans la texture, pour cela, nous avons choisis l'algorithme (motifs binaires locaux (LBP)) qui est très utilisés et donnent des bons résultats remarquables.[21]

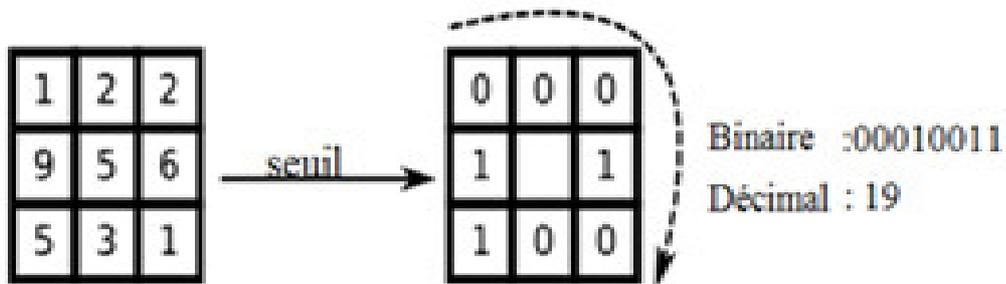
**2.5. Motifs binaires locaux :**

Le motif binaire local ((en anglais Local Binary Patterns (LBP)) a été proposé à la fin des années 90 par *Ojala et al* [22]. L'idée de cet opérateur de texture est de donner à chaque pixel un code dépendant des niveaux de gris de son voisinage. Le niveau de gris du pixel central ( $i_c$ ) est comparé à ceux de ses voisins ( $i_n$ ) suivant la formule suivante (1.1) :

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{n=0}^p S(i_n - i_c) 2^n \tag{2.1}$$

$$S(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ 1 & x \geq 0 \end{cases}$$

Le code LBP du pixel courant est alors produit en concaténant ces 8 valeurs voisines pour former un code binaire. La **figure2.3** donne un exemple de traitement de l'opérateur LBP. Nous obtenons donc, comme pour une image en niveaux de gris, une matrice des valeurs LBP contenant des valeurs d'intensité comprises entre 0 et 255.

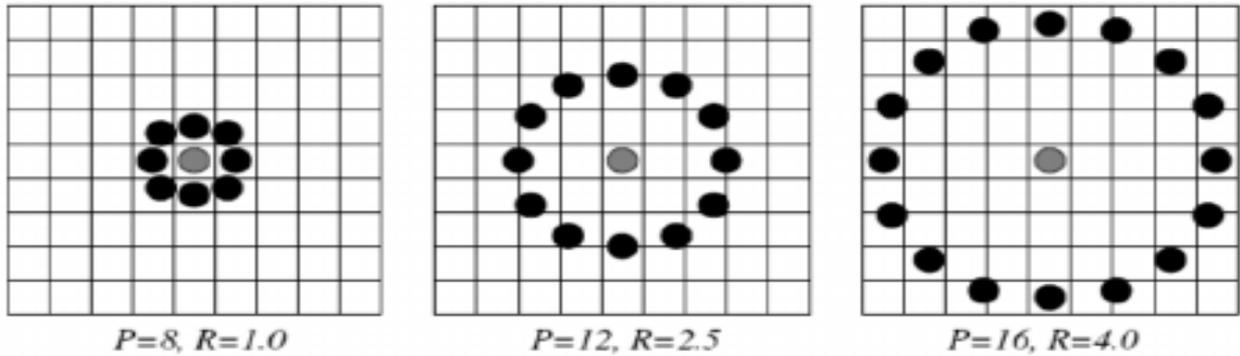


**Figure 2.3 :** Exemple de traitement de l'opérateur LBP.

Afin de représenter les caractéristiques de l'empreinte par la méthode LBP et dans un premier temps nous considérons un voisinage carré, la valeur de niveau de gris du pixel central sert de seuil aux 8 pixels voisins. Après balayage des tous les pixels de l'image, un histogramme de l'image produite est calculé, cet histogramme représente le vecteur des caractéristiques de l'image.

La technique LBP a été étendu ultérieurement en utilisant des voisinages de taille déférente. Dans ce cas, un cercle de rayon R autour du pixel central et les valeurs des P points échantillonnés sur le bord de ce cercle sont prises et comparées avec la valeur du pixel central. Pour obtenir les valeurs des P points échantillonnés dans le voisinage pour tout rayon R, une interpolation est

nécessaire. Nous adoptons la notation  $(P, R)$  pour définir le voisinage de  $P$  points de rayon  $R$  d'un pixel. La **Figure.2.4**, illustre trois voisinages pour des valeurs de  $R$  et  $P$  différentes [24].



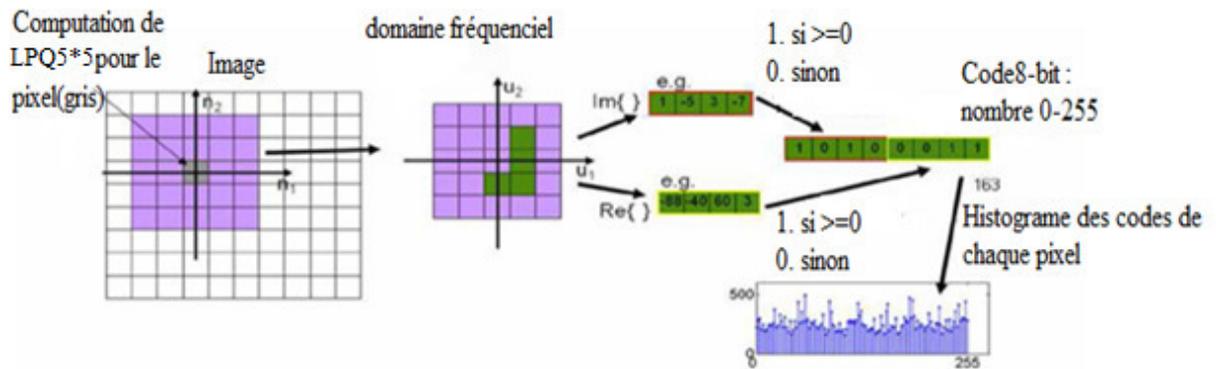
**Figure 2.4** : exemple de traitement de l'opérateur LBP  $R$  et  $P$  différents.

## 2.6. Quantification de la phase locale

La quantification de la phase locale (en anglais Local Phase Quantization (LPQ)) est un algorithme très utilisé pour l'extraction des caractéristiques dans plusieurs technologies biométriques telle que le visage, l'empreinte palmaire et l'iris. Cette méthode a été proposée par *Ojansivu et Heikkil* [25], l'opérateur LPQ divise l'image en petites régions de même taille, pour chaque région, les informations locales et utiles de l'image sont extraites. LPQ extrait l'information par l'utilisation de la transformée en Fourier discrète de chaque pixel  $x$ , illustré dans l'équation (1.2) [26].

$$f(u, X) = \sum_y f(y) \omega_R(y - x) e^{-j2\pi u^T y} \quad (2.2)$$

La méthode *LPQ* peut être résumée en quatre étapes distinctes [27]. Dans un premier temps, l'opérateur (*LPQ*) est appliqué sur l'image d'entrée pour obtenir l'image labélisée. Ensuite, l'image obtenue est divisée en petites régions. Pour chacune d'entre elles, un histogramme des étiquettes est construit afin d'obtenir des vecteurs des caractéristiques (Template) locaux. La représentation globale (vecteur des caractéristiques global qui représente l'image entière) est obtenue par combinaison de tous les vecteurs [28].



**Figure 2.5** : Organigramme de l'ensemble des étapes nécessaires à la génération du vecteur des caractéristiques par la méthode LPQ.

## 2.7. Apprentissage

C'est l'étape où nous faisons apprendre les individus au système, elle consiste à mémoriser les paramètres, après l'extraction des caractéristiques, dans une base de données bien ordonnées pour faciliter la phase de reconnaissance et la prise d'une décision, elle est en quelque sorte la mémoire du système. Nous distinguons deux types d'apprentissages : apprentissage supervisé, et apprentissage non supervisé.

### 2.7.1. Apprentissage supervisé

L'apprentissage supervisé a pour but d'apprendre de l'exemple. Il faut fournir au préalable une liste d'objets avec leurs étiquettes de classe (appelée ensemble d'apprentissage) afin que le système soit capable d'expliquer et ensuite de prédire l'appartenance d'un nouvel objet à une classe connue. Beaucoup d'algorithmes d'apprentissage supervisé sont utilisés pour faire de la reconnaissance d'objets telle que la méthode la plus classique est certainement l'algorithme des « *K-Plus Proches Voisins* (KPPV) [29].

### 2.7.2. Apprentissage non-supervisé

L'apprentissage non-supervisé est seulement composé d'exemples, sans aucune étiquette de classe. C'est l'algorithme de trouver des dépendances des structures entre les différents exemples. Le « *clustering* » ou partitionnement de données regroupe un ensemble de méthodes d'apprentissage non-supervisé, comme l'algorithme des *K-means* ou l'*Isodata*. Les classes (ou « *clusters* » en anglais) sont créées par l'algorithme qui regroupe dans une même classe des objets ayant des caractéristiques communes entre elles et différentes avec les objets n'appartenant pas aux mêmes classes. Prenons un exemple de classification par les *K-means*. L'algorithme est initialisé

aléatoirement avec un certain nombre de clusters pour lesquels un point moyen, appelé centroïde, est évalué. A chaque itération, la distance entre chaque exemple aux différents centroïdes est calculée; chaque exemple est alors associé au cluster dont la distance au centroïde est la plus proche. Puis les centroïdes sont réévalués. L'algorithme se termine lorsqu'il n'y a plus aucun changement [29].

## **2.8. La décision**

La dernière étape dans le processus de reconnaissance est de déterminer l'identité d'une personne qui se base sur le degré de similitude entre les caractéristiques extraites et le(s) modèle(s) stocké(s) [21].

### **2.8.1. La classification**

La classification est l'élaboration d'une règle de décision qui transforme les attributs caractérisant les formes en appartenance à une classe (passage de l'espace de codage vers l'espace de décision). Rappelons que la classification automatique est un processus qui permet de regrouper des données dans des ensembles ou classes tel que les éléments d'une classe aient les mêmes caractéristiques alors que la séparation entre les classes doit être totale. Pour réaliser une classification automatique, il existe plusieurs méthodes que le nous pouvons distinguer selon que le nous disposons de toutes les informations a priori sur les données. Dans ce cas, la classification automatique est dite supervisée. Dans ce cas, les méthodes utilisées tentent d'apprendre à partir d'images étiquetées (pour les quelles la classe est connue), constituant un échantillon d'apprentissage, une fonction de classification. Cette fonction permettra d'associer une valeur de la classe de chaque image ou objet non étiqueté (non connu). Dans le cas où l'information n'est pas complète ou sans information a priori, nous parlerons de classification non- supervisée.

En reconnaissance de formes, plusieurs méthodes de classification ont été proposées et diffèrent selon le concept utilisé, leurs performances et leurs facultés à discerner des objets malgré leurs proximités. Parmi celle qui est la plus utilisée : La méthode la plus classique est certainement l'algorithme des « *K-Plus Proches Voisins* (KPPV) ou K-NN (k nearest neighbor).[22] Le principe est simple et consiste à calculer la distance d'un nouvel objet par rapport à ceux dont la classe est déjà connue, cette distance est souvent les distances euclidiennes (alors que d'autres distances sont utilisées telle la distance Minkowski, distance de Manhattan etc.), le nouvel objet appartiendra à la classe dont il est le plus proche. Cette technique donne d'assez bons résultats dans des cas simples et est facile à mettre en œuvre car elle est non paramétrique. Toutefois le temps de calcul de la prédiction est assez long car il nécessite un calcul de distance à tous les éléments de la base d'apprentissage.

### 2.8.2. Les distance :

Nous définissons l'un des types de mesures de distance .Il s'agit de distances euclidiennes. Elles sont intégrées à partir de la distance de Minkowski d'ordre  $p$  dans un espace Euclidien  $\mathbf{R}^N$  où  $N$  détermine la dimension de l'espace Euclidien [30].

Considérons deux vecteurs  $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)$  et  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$ , la distance de Minkowski d'ordre  $p$  notée  $L_p$  est définie par :

$$L_p = \left( \sum_{i=1}^N |x_i - y_i|^p \right)^{1/p} \quad (2.3)$$

C'est à partir de cette formule générique autre distances sont couramment utilisées dans les algorithmes de reconnaissance.

Pour  $p = 1$ , on obtient la distance City-Block :

$$L_1 = \sum_{i=1}^N |x_i - y_i| \quad (2.4)$$

Pour  $p=2$ , on obtienne la distance euclidienne qui calcule la racine de la différence carrée entre les coordonnées de la paire d'objets :

$$L_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^N |x_i - y_i|^2} \quad (2.5)$$

## 2.9. Conclusion

La reconnaissance des formes, au cœur de systèmes qui simulent les activités humaines de perception, de reconnaissance et de compréhension, modélise les processus d'interprétation de signaux, d'image au de texte. Ce chapitre explore les principes d'un système de reconnaissance des formes ainsi que leur processus (monde physique, codage, prétraitement, extraction des caractéristiques, apprentissage et la décision).



# *CHAPITRE 03 :*

## *RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX & DISCUSSIONS*

## CHAPITER 03 : Résultats Expérimentaux & Discussions.

### 3.1. Introduction :

Ce chapitre représente les résultats expérimentaux de la reconnaissance des images palmaire, effectués avec les algorithmes LBP sur une base de données qui regroupe plusieurs images de plusieurs personnes. Rappelons que notre travail consiste à concevoir un système d'identification biométrique des personnes par l'utilisation des empreintes palmaires en se basant sur la méthode LBP qui peut être utilisée pour extraire les caractéristiques des images pour cette modalité.

### 3.2. Reconnaissance par empreintes palmaires :

Avant de parler sur la reconnaissance biométrique des empreintes palmaires, nous devons tout d'abord présenter des généralités concernant cette modalité, son anatomie et leurs spécificités.

#### 3.2.1. Définition de l'empreinte palmaire :

Introduite par David Zhang et Shu [31] (chercheurs et professeurs à l'université polytechnique de Hong Kong) en 1996 pour remédier aux problèmes liés à: (i) la non visibilité d'une empreinte digitale, ou bien (ii) le coût élevé des appareils de capture des images de l'iris et de la rétine, ou encore (iii) les faibles taux de reconnaissance des autres modalités biométriques [31].

L'empreinte palmaire représente le modèle de la paume de la main humaine illustrant les caractéristiques physiques du motif de sa peau tels que: les lignes (principales et rides), les points, les minuties et sa texture. En d'autre terme, si la partie intérieure de la main qui est non visible lorsque la main est fermée, du poignet aux racines des doigts, comme le montre la Figure.3.1 [31,32].



**Figure.3.1** : Paume de la main.

### 3.2.2. Caractéristique des empreintes palmaires :

L'empreinte palmaire est une surface très large et interne dans la main, elle contient plusieurs traits de caractéristiques qui peuvent être exploités dans la reconnaissance des individus. Grâce à cette large surface et la richesse des traits de caractéristiques, nous prévoyons que les empreintes palmaires sont très robustes aux bruits et uniques pour chaque individu. En comparaison aux autres caractéristiques physiques, l'identification par les empreintes palmaires a plusieurs avantages [31, 33, 34, 35] :

- ✚ Traitement d'image à basse résolution.
- ✚ Peu de risque d'intrusion.
- ✚ Les traits des lignes sont stables.
- ✚ Taux élevé d'acceptation par les utilisateurs

#### a. Caractéristiques géométriques :

Comme toute image, l'empreinte palmaire présente des caractéristiques géométriques telles que : la longueur, la largeur, et la surface. Ces caractéristiques ne sont pas distinctives mais peuvent tout de même être utiles pour une première vérification.

#### b. Les lignes principales:

L'empreinte palmaire est caractérisée par trois lignes principales, dites: plis de flexion (Figure.3.2):

- ✚ la ligne de tête.
- ✚ la ligne de vie.
- ✚ la ligne du cœur.

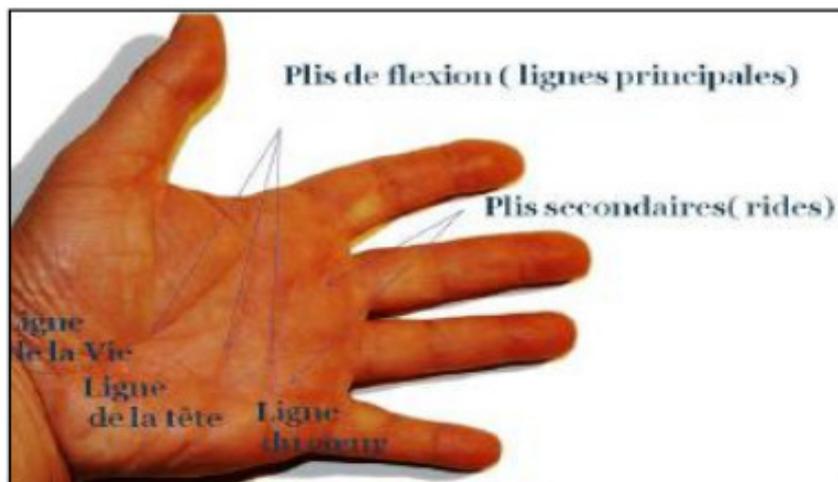


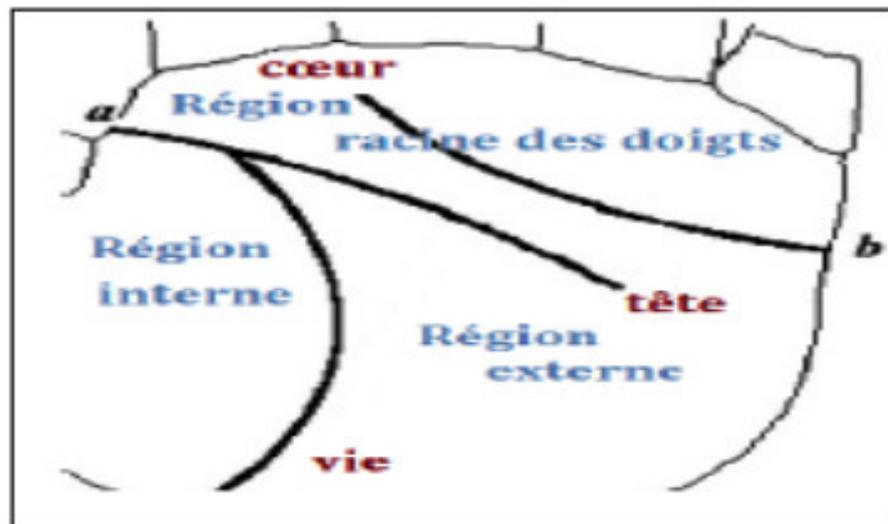
Figure.3.2 : Les plis de flexions de la paume de la main.

**c. Les rides (plis secondaires) :**

L’empreinte palmaire contient de nombreux autres plis qui diffèrent de ceux de flexion du fait qu’ils sont plus minces et plus irréguliers. Certains d’entre eux sont congénitaux, d’autres sont dus aux activités musculaires. Les lignes principales et les rides peuvent être observées facilement sur les images capturées à basse résolution. Comme les lignes principales seules ne fournissent pas une information distinctive suffisante, les rides jouent un rôle important dans la reconnaissance palmaire. Combinées aux lignes principales, elles fournissent une information distinctive pour la reconnaissance.

**d. Les points de références :**

Les points de référence représentant les deux extrémités de la paume de la main *a* et *b* comme montré dans la Figure3.3.

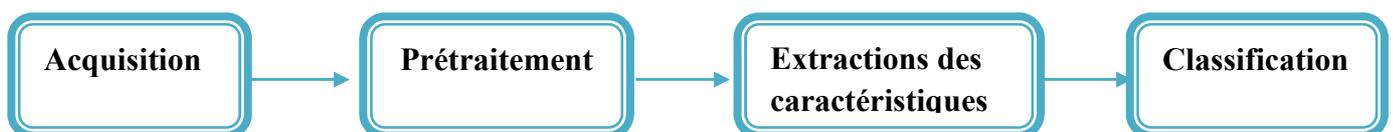


**Figure.3.3 :** Les points de référence de l’empreinte palmaire.

Ils servent de point de repère lors de l’alignement et l’extraction des caractéristiques de l’empreinte palmaire. La taille de cette dernière peut être aussi estimée grâce à ces deux points.

**3.3. Le système de reconnaissance palmaire proposé :**

Le système que nous avons développé contient quatre étapes essentielles qui sont illustré dans la Figure3.4 :



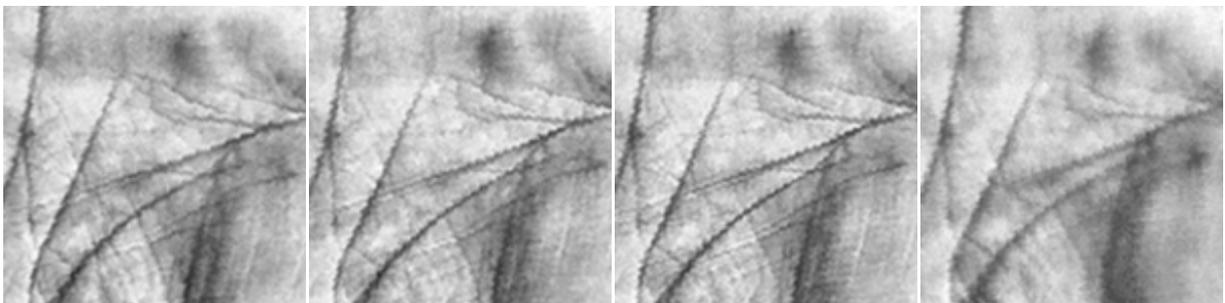
**Figure.3.4 :** Processus du système de reconnaissance palmaire proposé.

L'acquisition consiste à capturer l'image de la paume de la main, le prétraitement est l'étape de filtrage de l'image, le module de l'extraction des caractéristiques est l'étape qui consiste à extraire les caractéristiques de chaque image sous forme d'un vecteur, et la dernière étape qui est la classification consiste à comparer deux vecteurs de caractéristiques.

### **3.4. Base de données et protocole d'évaluation :**

#### **3.4.1. Description de la base de données :**

La base d'images IITD Palmprint V1 se compose principalement des images de main recueillies auprès des étudiants et du personnel d'IIT Delhi, en Inde. Cette base de données a été acquise dans le Laboratoire de recherche biométrique en janvier 2006 - juillet 2007 à l'aide d'une caméra numérique CMOS. Les images acquises ont été enregistrées en format bitmap. Cette base de données contient des images de la main gauche et de la main droite de plus de 230 sujets (personnes), en utilisant une configuration d'imagerie sans contact très simple et mise à disposition gratuitement auprès des chercheurs. Tous les sujets de la base de données sont dans le groupe d'âge 14-56 ans et ont volontairement contribué au moins 5 échantillons d'images manuelles de chacune des mains. En plus des images intégrées, des régions de palmaire automatiquement segmentées et normalisées sont également disponibles. Des exemples des images normalisées de la base de données sont illustrés dans la Figure 3.5 :



**Figure.3.5 :** Quelques images normalisées de la base de données IITD Palmprint V1.

#### **3.4.2. Protocole d'évaluation utilisé :**

##### **✚ Séparation de la base de données :**

Nous avons utilisée 40 personne pour l'évaluation de notre système, chaque personne à 7 images d'empreintes palmaires et sont divisées en deux groupes: un groupe pour effectuer l'apprentissage et l'autre pour tester les techniques et déterminer leurs performances. Dans les séries de test que nous avons effectué, la base a été subdivisée de la façon suivante :

##### **✚ Images d'apprentissages :**

Les trois premières images de chaque personne servent pour la phase d'apprentissage. D'où on aura 120 images pour l'apprentissage.

#### **Images de testes :**

Les 4 images restantes de chaque individu sont utilisées pour la réalisation des différents tests (160 images de testes).

Le but est d'évaluer le taux de reconnaissance, en suivant un protocole de test basé sur la mesure du taux de reconnaissance.

### **3.5. Expérimentations et Résultats :**

#### **3.5.1. Enivrement du travail :**

Dans cette section, nous présenterons les environnements matériels et logiciels de notre travail.

##### **a. Environnement matériel :**

Pour développer cette application, nous avons utilisé une machines, dont les caractéristiques sont les suivantes:

Un ordinateur TOSHIBA avec les caractéristiques suivantes :

 Processeur: Intel® core(TM) i3-4005U CPU @ 1.70 GHz.

 RAM: 4.00 Go de RAM.

 Disque Dur: 500 Go.

 OS: Microsoft Windows 7 64bits.

##### **b. Environnement logiciel :**

Lors du développement de cette application, nous avons utilisé l'environnement de programmation:

 MATLAB R2011a.

Est un langage de haut niveau qui permet l'exécution de tâches nécessitant une grande puissance de calcul et dont la mise en œuvre sera bien plus simple et rapide. Il dispose de plusieurs boites à outils en particulier celle du traitement d'images « Image Processing Tool Box » qui propose un ensemble d'algorithmes et d'outils graphiques de référence pour le traitement, l'analyse, la visualisation et le développement d'algorithmes de traitement d'images.

### 3.5.2. Taux de reconnaissance avec les paramètres par défauts:

Dans la première expérimentation, nous avons utilisé des paramètres par défauts (aucun prétraitement, LBP(8,1) original, et la distance euclidienne en classification), et nous avons obtenu comme taux de reconnaissance le résultat suivant :

Nombre des images d'apprentissages / personne	Nombre des images de test / personne	Taux de reconnaissance
03	04	57.5000 %

**Tableau.3.1** : Taux de reconnaissance avec les paramètres par défauts.

Nous remarquons que le résultat obtenu est insuffisant (trop faible), nous cherchons maintenant à améliorer (maximiser) ce résultat.

### 3.5.3. Effet de prétraitements sur le taux de reconnaissance:

Dans le but d'améliorer les performances d'identification, dans cette 2<sup>ème</sup> expérimentation, nous varié et utilisé plusieurs prétraitements, donc plusieurs prétraitements ont été implémentés et les résultats d'identification de chaque prétraitement sont présenté dans le tableau suivant :

Prétraitement	Taux de reconnaissance
Filtre médian	48.7500%
Egalisation d'histogramme	53.7500%
Filtre médian § égalisation	48.7500%
Erosion	46.8750%
Filtre médian § érosion	43.1250%
Inversion dynamique	61.2500%

**Tableau.3.2** : Taux de reconnaissance avec les différents prétraitements

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que le type de 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 (de 57.5% à 61.25) en utilisant le prétraitement de type : inversion dynamique.

**3.5.4. Effet des distances sur le taux de reconnaissance:**

À partir des meilleurs paramètres obtenus dans les expérimentations précédentes (Inversion dynamique en prétraitement, LBP(8,1) en extraction de caractéristiques, et la distance euclidienne en classification), nous avons joué sur la partie de classification, en fait nous avons considéré et testé plusieurs types de distances. Le tableau suivant représente les résultats obtenus avec les différentes distances utilisées :

Prétraitement	distance	Taux de reconnaissance
Inversion dynamique	Minkowski (P=0.5)	68.1250%
Inversion dynamique	City block	66.8750%
Filtre médian	Minkowski (P=0.5)	70.6250%
Filtre médian	City block	65.6250 %

**Tableau.3.3 :** Taux de reconnaissance avec différentes distances.

L'influence des distances sur le taux de la reconnaissance est remarquable dans le **Tableau.3.3**, donc la meilleure distance qui améliore le taux de reconnaissance est la distance de 'Minkowski', avec le filtrage médian apporte les meilleurs résultats. Le taux a été amélioré de 61.25% à 70.63%, cependant ce résultat reste toujours insuffisant et nécessite d'autres efforts pour le maximiser.

**3.5.5. Effet de décomposition des images:**

A partir des meilleurs paramètres obtenus dans les expérimentations précédentes (filtre médian & LBP(8,1) & distance de Minkowski), nous avons divisé l'image en sous-blocks de la même taille, ensuite nous avons appliqué le descripteur LBP sur chaque sous-block, et à la fin les histogrammes extraits de chaque sous-block sont concaténés dans un histogramme global qui représente le vecteur de caractéristiques de l'image. Cette méthode est appelée LBP multi-block (MB-LBP), son principe est illustrée dans la figure suivante:

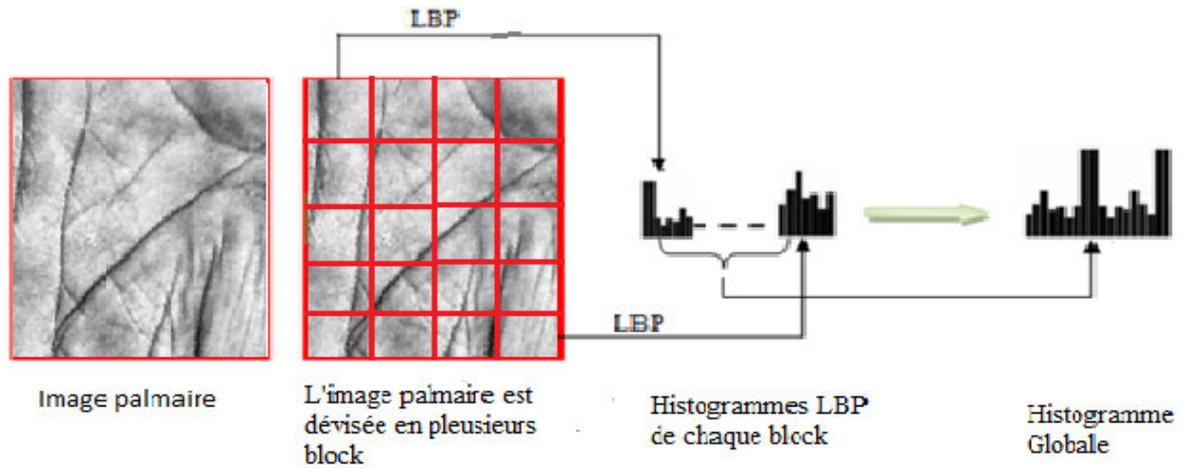


Figure.3.6 : Exemple de la méthode LBP-multi block.

Nous avons obtenu les résultats représentés dans le Tableau.3.4 :

Nombre de bloc	Taux de reconnaissance Avec Minkowski (P=0.5)	Taux de reconnaissance Avec Minkowski (P=1)
1	70.6250%	65.6250%
2	80.6250%	80.0000%
4	86.8750%	86.2500%
6	90.6250%	89.3750%
8	90.0000%	91.8750%
16	89.3750%	93.7500%
25	90.6250%	94.3750%

Tableau.3.4 : Taux de reconnaissance avec MB-LBP.

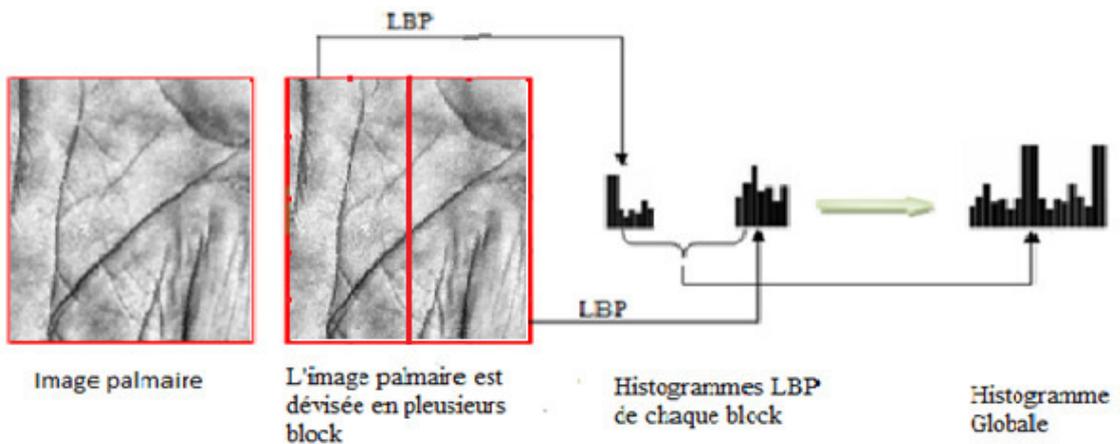
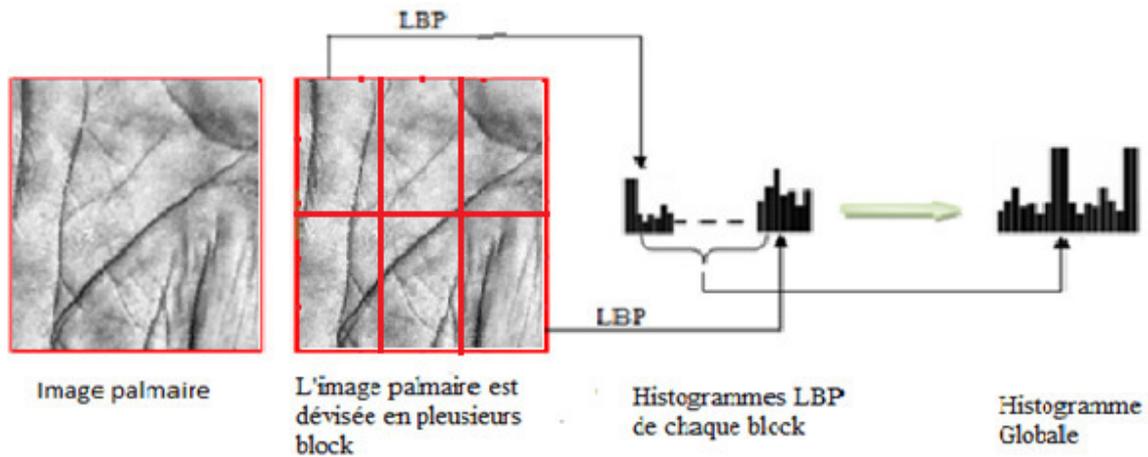


Figure.3.7 : Exemple de décomposition de l'image en 2blocks.

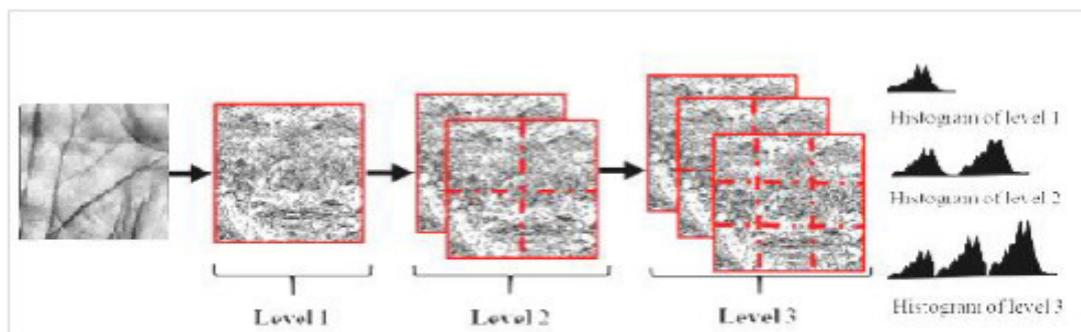


**Figure.3.8 :** Exemple de décomposition de l'image en 6blocks.

D'après les résultats obtenus, la décomposition de l'image en 25 blocs avec le paramètre ( $P=1$ ) de la distance *Minkowski* amène le plus haut taux de reconnaissance. En fait, Le taux a été amélioré de 70.63% à 94.38, ce résultat est très intéressant.

### 3.5.6. Taux de reconnaissance avec multi-level :

A partir du meilleur résultat obtenu, nous combinons le vecteur de caractéristiques de l'image divisé en 25 blocks avec les différents MB-LBP, cette méthode appelée multi-level local Binary Patten (ML-LBP), la Figure.3.7 explique le principe de fonctionnement de cette approche :



**Figure.3.9:** Exemple de la méthode LBP multi-level.

Et nous avons obtenu les résultats représentés dans le Tableau.3.5:

ML-LBP	1&25	2&25	4&25	6&25	8&25	16&25
Taux de Reconnaissance (%)	88.1250	93.1250	91.8750	95.6250	95.6250	95.0000

**Tableau.3.5 :** Taux de reconnaissance avec ML-LBP.

D'après les résultats obtenus, on remarque que la combinaison des vecteurs de caractéristiques des blocks (6 et 25), (8et 25) donne de bons résultats. En fait, Le taux a été amélioré de 94.38% à 95.63, ce résultat est très intéressant

**3.5.7. Effet de descripteur LBP(8,3) sur l'amélioration du taux :**

A partir des meilleurs résultats, nous avons testé le taux de reconnaissance avec le descripteur LBP(8,3), les résultats obtenus sont illustré dans le tableau ci-dessous :

Descripteur (LBP)	Nombre de blocks	
	6blocks & 25blocks	8blocks & 25blocks
LBP(8,1)	95.6250	95.6250
LBP(8,3)	96.2500	96.2500

**Tableau.3.6 :** Taux de reconnaissance avec déférentes rayon de descripteur LBP.

Le tableau 3.6 montre qu'avec cette configuration, le descripteur LBP avec rayon & cercle (8,3) montre des résultats efficaces par rapport à ceux obtenus avec le rayon & cercle (8,1). En fait, le taux a été amélioré de 95,63 % jusqu'à 96,25.

Dans la dernière expérimentation, nous avons changé le nombre de personne utilisé en apprentissage et en test, puis nous avons calculé le taux avec le descripteur ML-LBP(8,3) en fonction du nombre d'images utilisées en apprentissage / test. Les résultats obtenus sont illustré dans le tableau (Tableau.3.6) :

Images apprentissage / personne	Images test / personne	Taux (%) avec ML-LBP(8,3) 6&25	Taux (%) avec ML-LBP(8,3) 8&25
1	6	80.8333	81.2500
2	5	90	90
3	4	96.2500	96.2500
4	3	98.3333	99.1667
5	2	98.7500	98.7500
6	1	100	100

**Tableau.3.6 :** Taux de reconnaissance avec variation d'images d'apprentissage.

Nous pouvons remarquer d'après les résultats du tableau 3.6 que le taux de reconnaissance augmente considérablement avec l'augmentation du nombre d'images utilisées en apprentissage (et avec la réduction du nombre d'images utilisées en test). Le taux converge à 100% des qu'il arrive à 06 images par personnes utilisées en apprentissage (pour les deux configurations). Nous pouvons remarquer que les résultats de la configuration (8&25) sont meilleurs par rapport à la configuration (6&25).

### 3.6. Présentation de l'application :

Dans cette partie, nous présentons notre application, ainsi que ses différentes fonctionnalités et leur correspondance avec les modules illustrés dans les sections précédentes. Notre système de reconnaissance palmaire est composé des principaux modules suivants :

#### 3.6.1. Module de chargement d'image :

Ce module consiste à charger une image à son état brute (image originale).

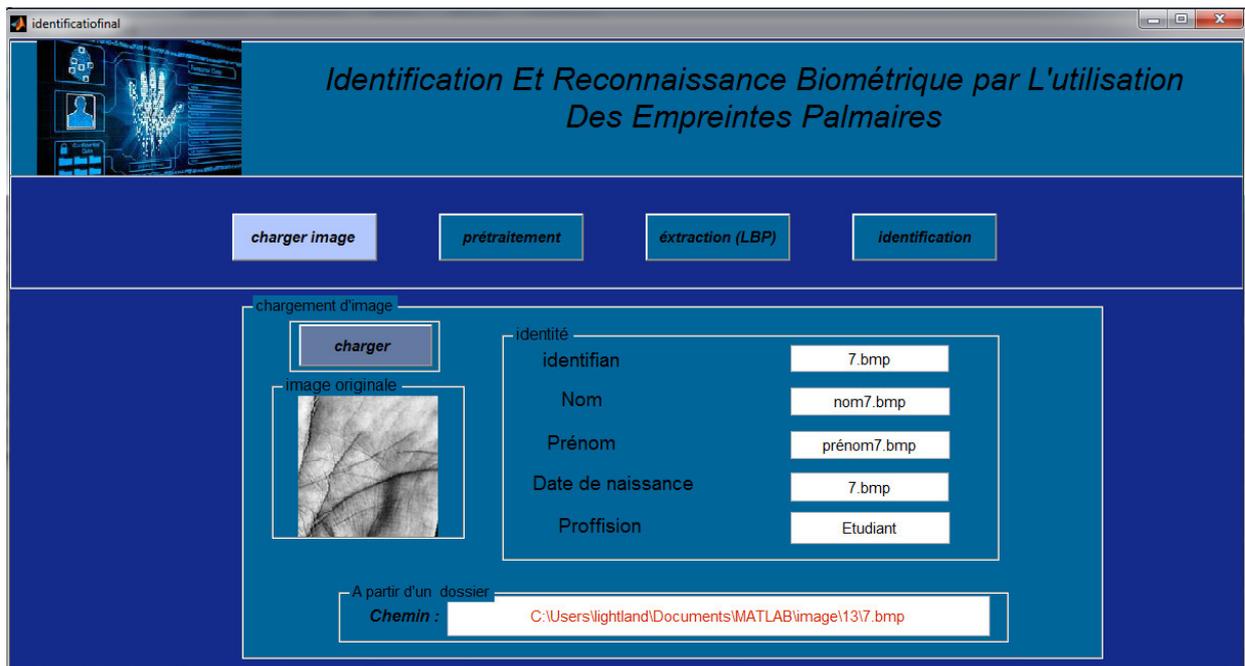


Figure 3.10 : Module de chargement d'image.

#### 3.6.2. Module de prétraitements :

L'image acquise dans l'étape précédente ne peut pas être exploitée dans son état brut à cause du bruit qui influe négativement sur les performances du système ce qui nécessite des prétraitements bien définis en utilisant trois types de filtres :

##### ❖ Filtre médian :

Il est particulièrement efficace contre les bruits impulsionnels, son principe consiste à remplacer la valeur d'un pixel par la valeur médiane de l'ensemble des pixels de son voisinage. Il est résumé en trois étapes :

- 🚦 On calcule l'intensité de la lumière sur les pixels voisins de celui que l'on considère.
- 🚦 On trie tous les points en fonction de leur intensité lumineuse.

✚ On prend le point avec l'intensité médiane (du milieu) comme point résultant du filtrage.

❖ **Egalisation d'histogramme (ou linéarisation):**

L'égalisation de l'histogramme consiste à équilibrer le mieux possible la distribution des pixels, dans le but de donner une chance d'apparition équiprobable pour tous les niveaux de gris des pixels.

❖ **Inversion dynamique :**

L'opération d'inversion consiste, comme son nom l'indique, à inverser les valeurs des pixels par rapport à la moyenne des valeurs possible.

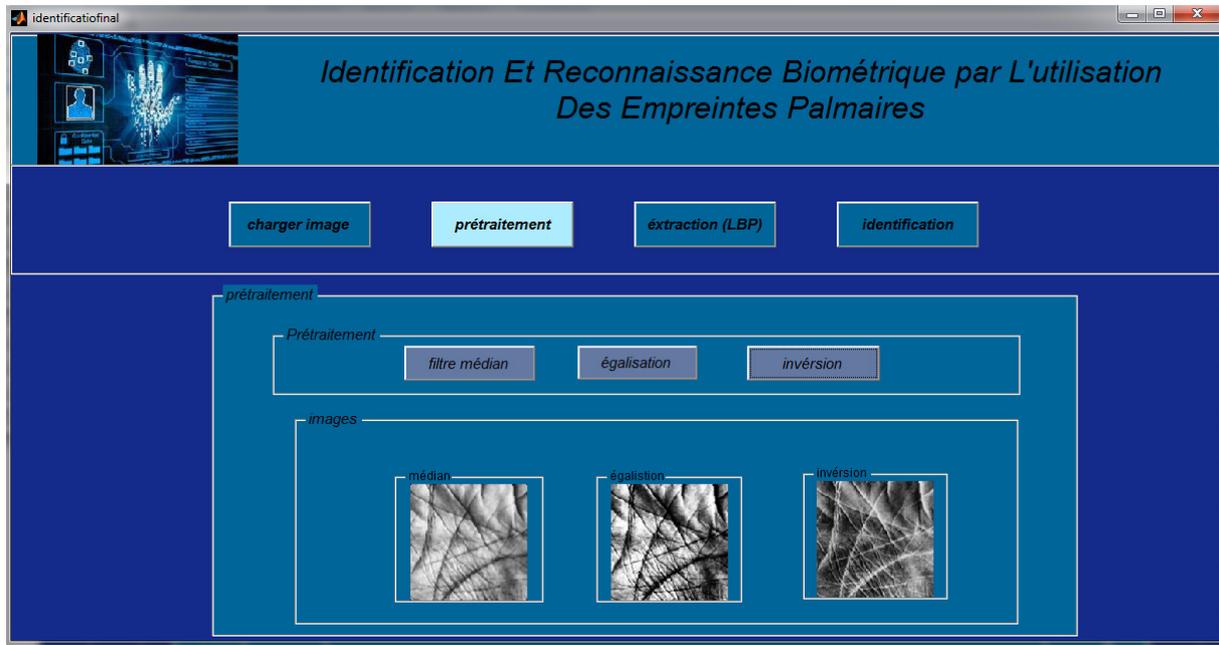


Figure 3.11 : Module de prétraitement.

**3.6.3. Module d'extraction des caractéristiques:**

Ce module sert à traiter l'image afin d'extraire uniquement les caractéristiques biométriques, sous forme d'un vecteur, qui ensuite peuvent être utilisées pour reconnaître les personnes.

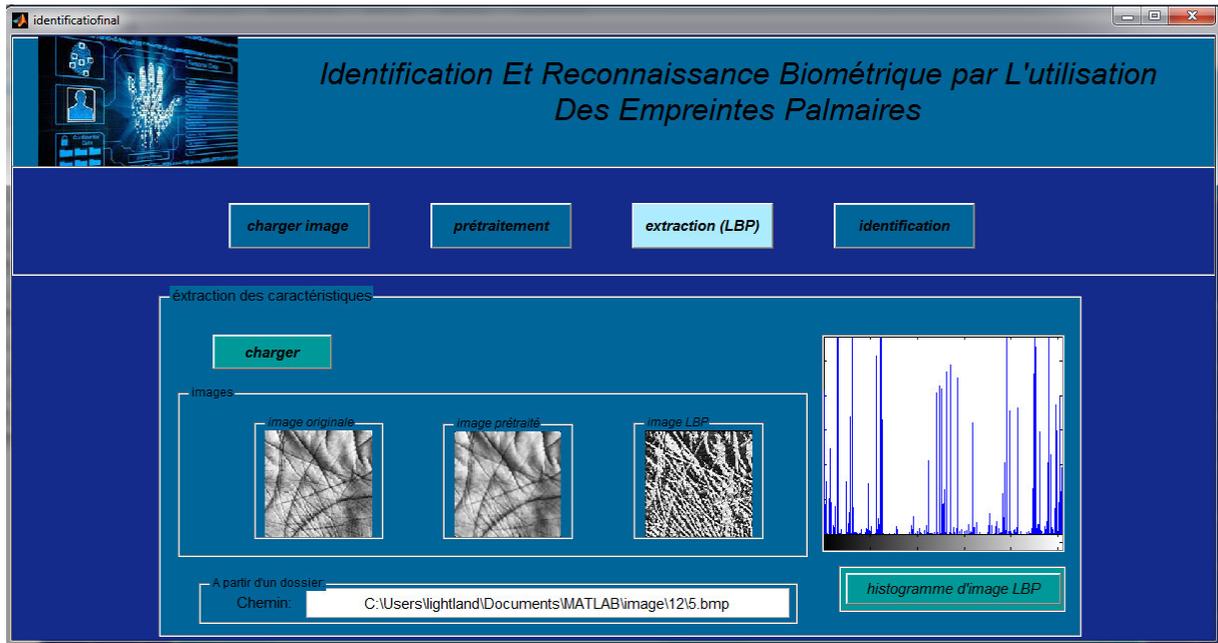


Figure 3.12 : Module d'extraction des caractéristiques.

### 3.6.4. Module d'identification:

Cette tâche sert à vérifier ou identifier l'identité de la personne qui a l'intention d'accéder au système.

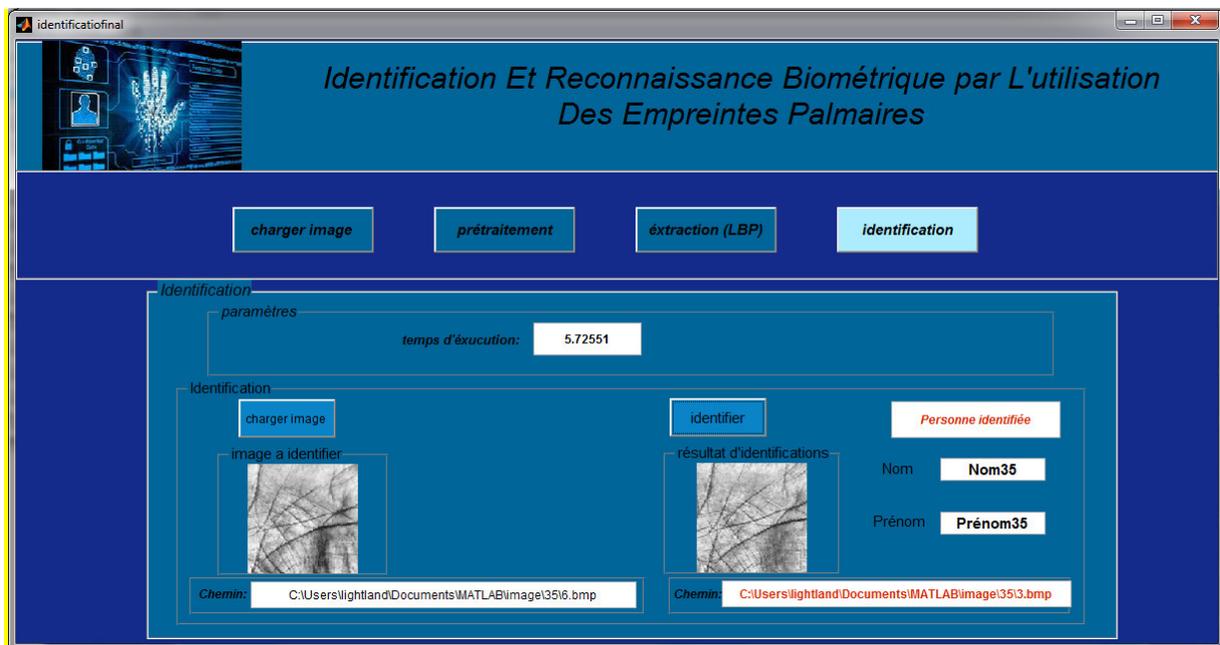


Figure 3.13 : Module d'identification cas d'une personne identifié.

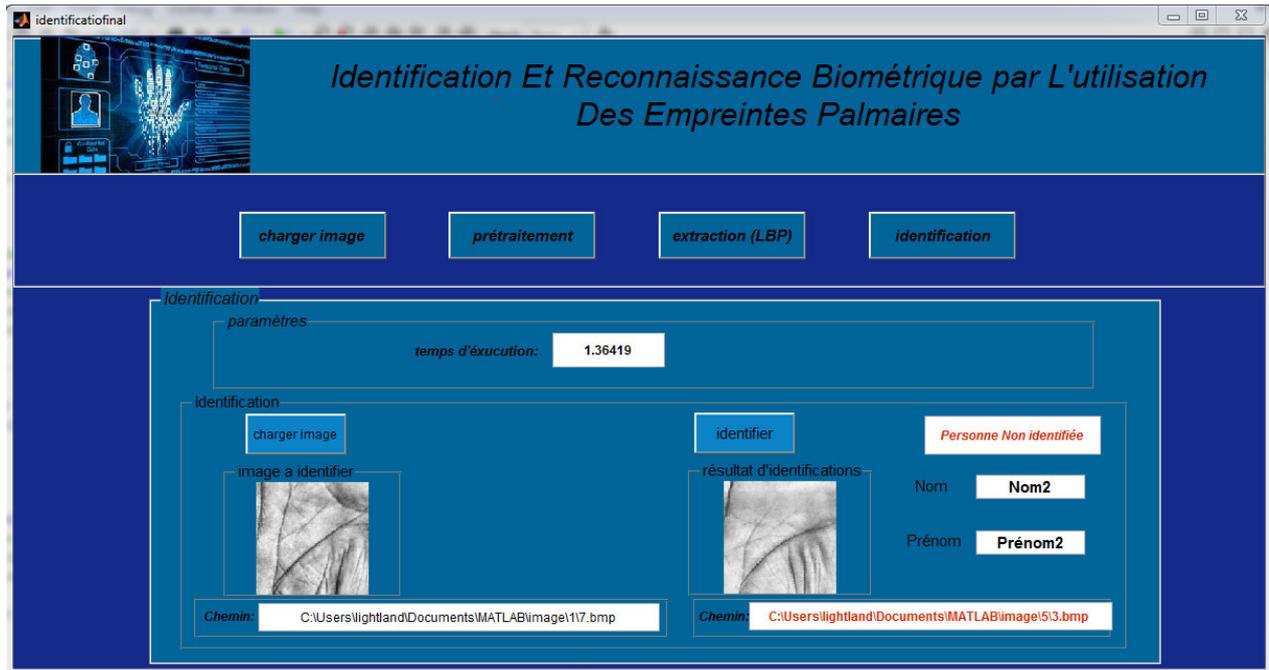


Figure 3.14 : Module d'identification cas d'une personne non identifié.

### 3.7. Conclusion :

Dans ce chapitre, les travaux biométriques présentés ont conduit à l'élaboration d'un système d'identification des personnes par reconnaissance d'empreintes palmaire. Pour ce faire, nous avons proposé un système biométrique uni-modal basé sur les algorithmes LBP, MB-LBP et ML-LBP pour l'extraction des caractéristiques. Ce système est testé dans le but d'améliorer le taux d'identification de cette modalité. En validant ce système sur une base de données de 40 personnes, nous avons dégagé une amélioration considérable du taux d'identification (100%).





***CONCLUSION GÉNÉRALE***

## Conclusion Générale

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le contexte de l'identification automatique des personnes basée sur leurs descripteurs biométriques. Nous avons utilisé une nouvelle modalité biométrique, à savoir l'empreinte palmaire, pour réaliser notre système biométrique proposé. Cette technologie biométrique est considérée comme étant très puissante en termes de sécurité, à cause de ses caractéristiques biométriques qui sont uniques à l'individu, avec une possibilité presque nulle, que d'autres individus peuvent avoir les mêmes caractéristiques. Même pour le cas de jumeaux identiques. Après avoir introduit les concepts généraux de la biométrie, nous avons également présenté quelques méthodes d'extraction des caractéristiques basées sur la texture.

Nos tests sur la base d'images IITD Palmprint V1 ont montré que notre méthode peut fournir d'excellents résultats en termes de taux de reconnaissance. Les résultats obtenus, sont très intéressants. En effet, nous sommes arrivés à un taux de reconnaissance de 97 %, ce taux est très intéressant ce qui rend notre système fiable où il répond bien à l'objectif que nous nous sommes fixés au départ, à savoir la mise en œuvre d'un système permettant la reconnaissance d'individus.

A l'issue des conclusions retenues de nos travaux réalisés, nous envisageons dans les futures travaux d'utiliser d'autres méthodes (LPQ, PCA...etc.) pour l'extraction des caractéristiques des modalités biométriques. Ainsi, nous viserons rajouté l'étape de segmentation pour accomplir le travail.

## *Références Bibliographiques*

- [1] F. PERONNIN et J. DUGELAY, "Introduction à la biométrie, authentification des individus par traitement audio et vidéo". Revue Traitement du Signal, Vol.19, No.04, 2002.
- [2] S. AKROUF, "Une Approche Multimodale pour l'Identification du Locuteur", thèse de doctorat, Université Ferhat Abbas- Setif , 2011.
- [3] S. BOUDJELAL, "Détection et identification de personne par méthode biométrique ", Mémoire de magister en électronique, Université de Tizi Ouzou, 2014.
- [4] L. ALLANO, 'La Biométrie multimodale : stratégies de fusion de scores et mesures de dépendance appliquées aux bases de personnes virtuelles', thèse de doctorat, Université D'every Val D'essonne, 2009.
- [5] S. GUERFI ABABSA, "Authentification d'individus par reconnaissance de caractéristiques biométriques liées aux visages 2D/3D", thèse de doctorat, Université D'every Val D'essonne ,2008.
- [6] T. AMELLAL, K. BENAKLI, "Système de reconnaissance de visage basé sur les GMM ", mémoire fin d'étude d'ingénieria en informatique, Institut National de formation en Informatique (I.N.I) Oued-Smar Alger, 2007.
- [7] F. LOUIBA et R. HADJ, " Système de contrôle d'accès physique basé sur le visage et la Java Card", mémoire fin d'étude d'ingénieria en informatique, Institut National de formation en Informatique (I.N.I), 2010.
- [8] L. MENSSOURA, 'identification des visages humains par réseaux de nuerons', mémoire de magister, université de Batna, 2013.
- [9] A. BENAGGA et L. TELIB, " Reconnaissance des personnes basée sur l'empreinte de l'articulation de doigt", Mémoire de master académique, université Kasdi Merbah Ouargla, 2016.
- [10] F. DAVOINE, B. ABBOUD et V. MO DANG,' Face and facial expression analysis based on an active appearance model ', Traitement du signal, Vol.21, No.3, 2004.

- [11] C. GAGNE, 'Algorithmes évolutionnaires appliqués à la reconnaissance des formes et à la conception optique', thèse PHD, Université Laval Québec, 2005.
- [12] S. GARLATTI, P. STURM, et O. BOISSIER, 'Reconnaissance des formes et intelligence artificielle', Revue d'Intelligence Artificielle, Vol.27, No.1, 2013.
- [13] F. BOUGAMOUSA, 'Contribution à la reconnaissance automatique de l'écriture manuscrite arabe', thèse magister, Université Constantine, 2009.
- [14] Z. ZABOUT, 'les réseaux bayésiens : Application en reconnaissance des formes à partir d'information complète ou incomplète', thèse magister, UMMTO, 2012
- [15] L. LIKFORMAN-SULEM et E. BARNEY SMITH, 'Reconnaissance des formes: théorie et pratique', 3<sup>e</sup> éditions, Paris, 2013, p.227, ISBN : 978-2-7298-80675.
- [16] M. TAYEB LASKRI et D. CHEFROUR, 'Système d'identification de visage humains', Arima, Vol.1, 2002.
- [17] G. TREMBLAY, 'Optimisation d'ensembles de classifieurs non paramétrique avec apprentissage par représentation partielle de l'information', Mémoire de Magister, école de technologie supérieur, 2004.
- [18] O. ASSAS, " Classification floue des images", thèse de doctorat, université de Batna, 2013.
- [19] F. DAVOINE, B. ABBOUD et V. MO DANG, "Analyse de visages et d'expressions faciales par modèle actif d'apparence", UMR 6599 CNRS, Université de Technologie de Compiègne, BP 20529, 60205 Compiègne cedex, France.2004
- [20] A. BETTAHAR et F. SABER, " Extraction des caractéristiques pour l'analyse biométrique d'un visage", mémoire de master, université de Ouargla, 2014.
- [21] N. MORIZET, 'reconnaissance biométrique par fusion multimodale du visage et de l'iris', thèse doctorat, École Doctorale I.T.E, Paris, 2009.
- [22] J. PAN et Y. TANG, 'Texture Classification based on Bidimensional Empirical Mode Decomposition and Local Binary Pattern', IJACSA, Vol.4, No.9, 2013.

- [23] M. BELAHCENE, A. OUAMANE, M. BOUMEHREZ, et A. BENAKCHA, ‘Comparaison des méthodes de réduction d’espace et l’application des SVMs pour la classification dans l’authentification des visages’, *Courrier du Savoir*, N°13, pp117-126, Avril 2012.
- [24] S. ZITOUNI et A.SACI, ‘Authentification et identification biométrique des personnes par les empreinte palmaire’, *Mémoire master, université Ouargla*, 2016.
- [25] V. OJANSIVU et J. HEIKKILA, "Blur Insensitive Texture Classification Using Local Phase Quantization". *ICISP: Proceedings of the 3rd international conference on Image and Signal Processing*, pages 236–243, Berlin, Heidelberg, 2008.
- [26] S. AKBAR, A. AHMAD, H. MAQSUD et A. FAHEEM, “Face Recognition Using Hybrid Feature Space in Conjunction with Support Vector Machine”. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, Vol.5, No.7, pp.28-36, 2015.
- [27] T. AHONEN, E. RAHTU, V. OJANSIVU et J. HELKKILA, "Recognition of blurred faces using Local Phase Quantization". Dans *Conférence ICPR*, pages 1–4, 2008.
- [28] L. LYERITE, ‘Reconnaissance d’objets en vision artificielle : application à la reconnaissance des piétons’, thèse doctorat, université Blaise Pascal, 2010
- [29] O. DUDA, E. HART, G. STORK, ‘pattern classification’, 2<sup>e</sup> édition, Wiley interscience, pp.91, ISBN 0-47b-05bb9-3, 2000
- [30] A. SINGH, A. YADAV et A. RANA, ‘K-means with Three different Distance Metrics’, *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)*, Vol.67, No.10, April 2013.
- [31] W. BOUKHARRI et M. BENYETOU, ‘Identification Biométrique des Individus par leurs Empreintes Palmaires: Classification par la Méthode des Séparateurs à Vaste Marge (SVM)’, *Mémoire de Magister, USTOran*, Octobre 2007.
- [32] K. BARKA et Y. BOUKHRIS, ‘Système d’identification biométrique à base d’un modèle flou’, *Mémoire de Master, Ouargla*, 2016.
- [33] P. TAMIJE SELVY, A. ANJUGAM et P. ARIFA, ‘Authentication Using Palm Print Recognition System’, *International Journal of Engineering Developpement and Research*, Vol.5, No.1, 2017.

[34]A. KONG, D. ZHANG, et K. KAMEL,” Palmprint identification using feature-level fusion”, Journal of pattern recognition, Vol 39, pp. 478-487; Aout 2005.

[35] D. SANTOS MARTINE, ‘Biometric recognition based on the texture along Palmprint principal lines’, Thèse de masters, university de Porto, 2011.

## Résumé

Au cours des dernières années, l'identification personnelle et automatique devient une exigence importante dans plusieurs applications, telles que : le contrôle d'accès et les systèmes de surveillance. La Biométrie, qui traite l'identification des individus en fonction de leurs caractéristiques physiques ou comportementales, est apparue comme une technologie d'identification automatique efficace, qui offre plus de propriétés et plusieurs avantages par rapport à la sécurité traditionnelle. L'usage des empreintes palmaires en identification biométrique a connu une augmentation et une utilisation très importantes dans les sociétés et dans les systèmes de management d'individus. L'empreinte palmaire est considérée comme une modalité émergente dans ce domaine, entité unique, stable dans le temps, et structure riche d'information. Dans le cadre de ce travail, le descripteur de motif binaire local (LBP an anglais pour Local Binary Pattern) est la technique utilisée pour l'extraction des caractéristiques de la modalité d'empreinte palmaire. Nos résultats expérimentaux effectués sur la base de données *IITD Palmprint V1* démontrent des performances très intéressantes du système d'identification sur la base d'images utilisée.

**Mots clés :** Identification, Biométrie, Empreintes Palmaires, LBP, extraction des caractéristiques.

## ملخص

خلال السنوات الأخيرة , أصبح تحديد الهوية الشخصية و التلقائية مطلب هام وأساسي في عدة تطبيقات مثل أنظمة المراقبة والرصد. تعالج الأنظمة البيومترية هويات الأشخاص بدلالة مميزاتهم الفيزيائية او المعنوية. وقد تبين انها تقنية فعالة للتعرف التلقائي على الأشخاص وتتميز بكثير من المميزات على الأنظمة التقليدية. وقد زاد استعمال بصمة راحة اليد في التعرف البيومتري بشكل كبير , واستخدمت على نطاق واسع في المجتمعات وفي نظم ادارة الأفراد.

و تعتبر كتقنية متجددة في هذا المجال و التي تتوفر فيها الوحدانية, الثبات وقدره تمييز عالية. في هذا العمل قمنا بتطبيق خوارزمية (LBP), لأنها تقنية تقوم باستخراج مميزات بصمة راحة اليد. نتائجا التجريبية على قاعدة المعطيات (*IITD Palmprint V1*) , تظهر أداء مهم جدا في نظام التعرف على هوية الأشخاص.

كلمات مفتاحية: أنظمة بيومترية، بصمة راحة اليد، أنظمة التعرف الآلي على الأفراد.

# Annexe A

## Généralité sur le Traitement d'Image

### 1. Définition d'une image :

C'est la représentation d'une personne ou d'un objet par la peinture, la sculpture, la photographie, etc. C'est aussi un ensemble structuré d'informations qui après affichage sur écran, ont une signification pour l'œil humain. Elle peut être écrite sous forme de fonction  $I(x, y)$ , où  $I$  est une fonction d'intensité lumineuse ou de couleur aux coordonnées spatiales  $(x, y)$ . De cette façon l'image est exploitable par la machine, d'où la nécessité de sa numérisation.

### 2. L'image numérique :

Il est clair que les images manipulées par l'ordinateur sont numériques (série de bits). L'image numérique est l'image dont la surface est divisée en éléments de taille fixe appelés pixels, ayant comme caractéristique le niveau de gris ou de couleur. La numérisation d'une image est la conversion de celle-ci en une image numérique représentée par une matrice bidimensionnelle de valeurs numériques  $f(x, y)$ , qui sont les niveaux de gris des coordonnées réelles  $(x, y)$ .

### 3. Caractéristiques d'une image numérique :

**Pixel** : C'est le plus petit point de l'image. Chaque pixel a une valeur numérique qui représente le niveau de gris ou de couleur selon la nature de l'image.

**Dimension** : C'est la taille de l'image. Cette dernière se présente sous forme de matrice dont les éléments sont des valeurs numériques représentant les intensités lumineuses (pixel).

**Résolution** : C'est la clarté ou la finesse des détails atteinte par un moniteur ou une imprimante dans la production d'image, sur les moniteurs d'ordinateurs, la résolution est exprimée en nombre de pixel par unité de mesure (pouce ou centimètre). On utilise aussi le mot résolution pour désigner le nombre total de pixels affichable horizontalement ou verticalement sur un moniteur; plus grand est ce nombre, meilleure est la résolution.

**Voisinage d'un pixel** : Le voisinage d'un pixel est l'ensemble des pixels qui lui sont adjacents. Selon le codage de FREEMAN on distingue deux types de voisinages : 4-connexité et 8-connexité.

**Niveaux de gris** : C'est la valeur numérique qui reflète l'intensité de la luminosité d'un point. Pour niveaux de gris compris entre 0 et 255, chaque pixel sera codé sur 8 bits, et ses niveaux de

gris seront obtenus après dégradation de la couleur noire, 0 représente le blanc et 255 représente le noir.

**Image en couleur :** C'est une image où chaque pixel est codé dans l'espace de couleur RGB (rouge, vert, bleu). Donc c'est une représentation dans un espace tridimensionnel de la valeur d'intensité lumineuse du pixel. Ce dernier sera codé sur trois octets, un pour chacune des couleurs.

**Bruit :** C'est un phénomène de brusques variations d'un pixel par rapport à ses voisins suivant un certain seuil. Il existe quatre sources de dégradation induisant le bruit, qui sont : le bruit lié au contexte d'acquisition, le bruit lié au capteur, le bruit lié à l'échantillonnage, et celui lié à la nature de la scène.

**Histogramme:** L'histogramme des niveaux de gris ou des couleurs d'une image est une fonction qui donne la fréquence d'apparition de chaque niveau de gris (couleur) dans l'image. Pour diminuer l'erreur de quantification, pour comparer deux images obtenues sous des éclairages différents, ou encore pour mesurer certaines propriétés sur une image, on modifie souvent l'histogramme correspondant. Il permet de donner un grand nombre d'informations sur la distribution des niveaux de gris (couleur) et de voir entre quelles bornes est répartie la majorité des niveaux de gris (couleurs) dans le cas d'une image trop claire ou d'une image trop foncée. Il peut être utilisé pour améliorer la qualité d'une image (rehaussement d'image) en introduisant quelques modifications, pour pouvoir extraire les informations utiles de celle-ci.

#### 4. Prétraitement et Amélioration d'images :

L'image brute est une structure simple dans son organisation mais complexe dans son contenu. Ceci est dû à plusieurs facteurs, d'une part la grande quantité d'informations qui y réside, d'autre part le nombre important de processus de l'utilisateur qui tentent d'introduire des distorsions indésirables, donc à la dégrader. On peut citer comme élément de perturbation: l'éclairage qui peut être trop faible et rendre l'image trop sombre, le bruit électronique inhérent au capteur qui engendre une imprécision dans la restitution des niveaux de gris et la qualité optique de l'objectif.

Les opérations d'amélioration ont pour but de rendre l'image plus lisible. Les techniques d'amélioration cherchent essentiellement à augmenter les contrastes afin de rendre les régions et les objets composants l'image bien distincte et bien séparées les uns des autres. Il existe différentes approches visant à améliorer une image:

- ✚ Traitements à base d'histogramme.

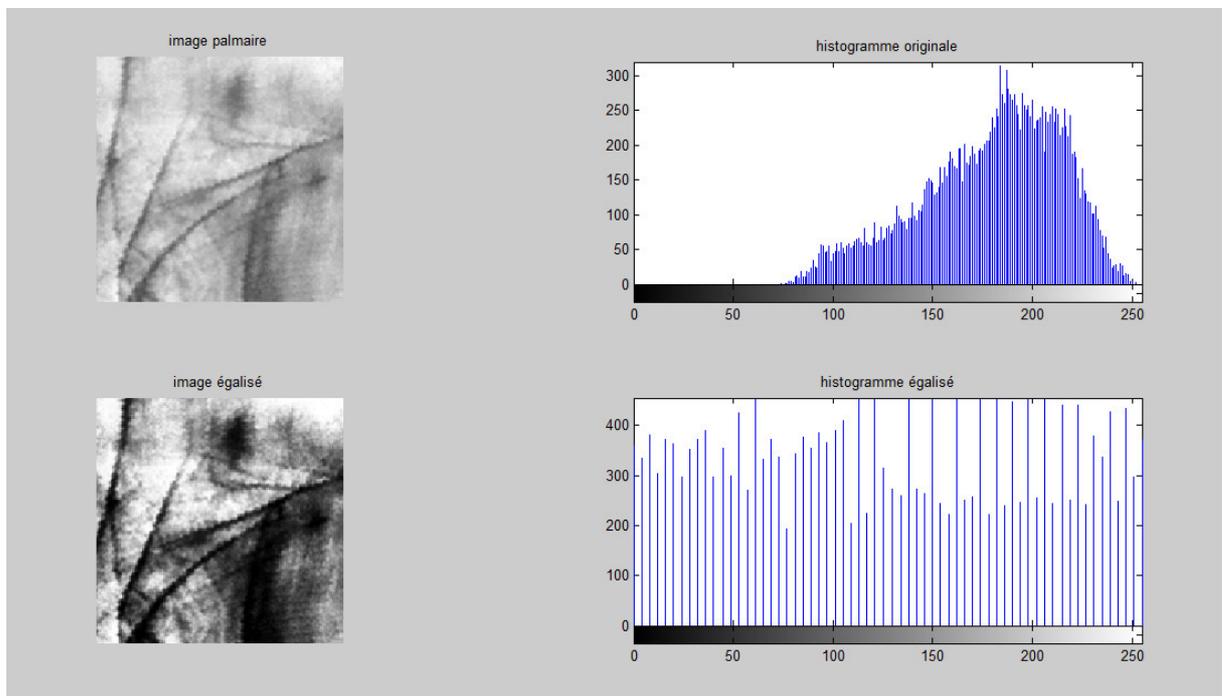
✚ Le filtrage, dont le but est de minimiser l'effet du bruit dans l'image.

#### 4.1. Egalisation (ou linéarisation) de l'histogramme :

L'égalisation de l'histogramme consiste à équilibrer le mieux possible la distribution des pixels dans la dynamique.

L'idéal est d'obtenir un **histogramme plat** où l'on affecte le même nombre de pixels pour chaque niveau de gris (ceci étant impossible à réaliser pour les images numérique à cause de la nature discrète de l'histogramme et de la quantification des niveaux de gris (qui limite à un nombre fini de niveaux)).

La fonction « **Histeq** » nous a permis d'effectuer ce traitement sous le langage **Matlab**.



**Figure A.1** : exemple d'égalisation d'histogramme.

#### 4.2. Filtrage de l'image :

Contrairement aux manipulations d'histogramme (opérations ponctuelles sur le pixel), le filtrage est un produit de convolution qui fait intervenir le voisinage du pixel. Filtrer une image c'est modifier la valeur d'un pixel en lui appliquant une fonction mathématique.

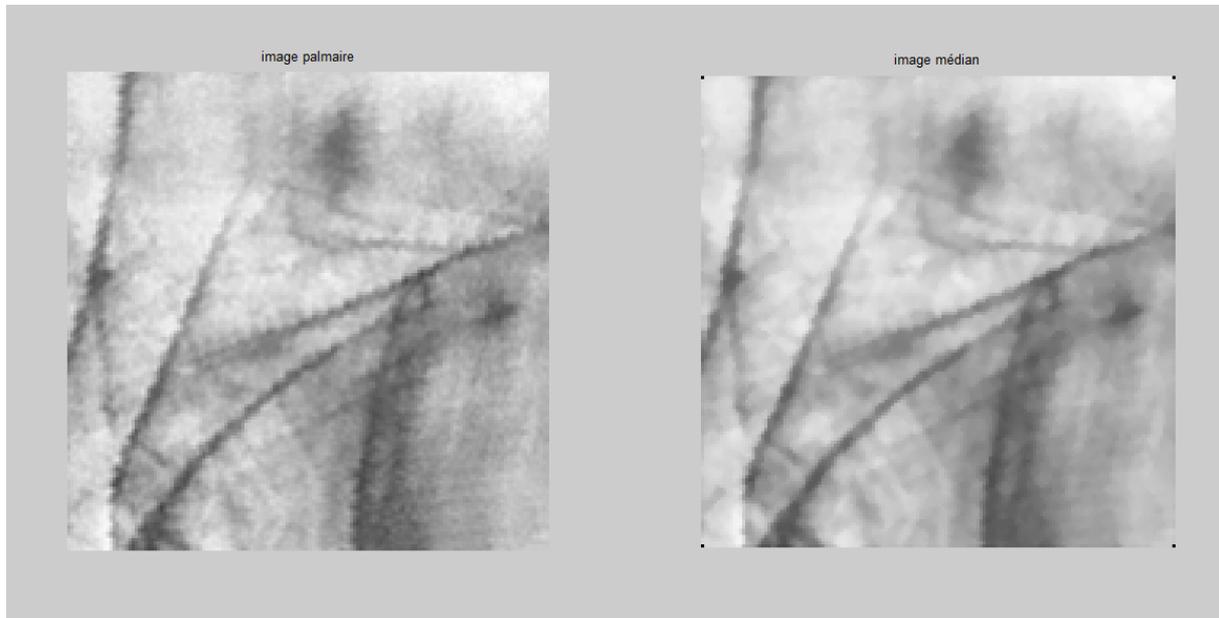
##### Filtre médian :

Le filtre médian c'est un filtre non linéaire qui permet d'éliminer certains types de bruits (poivre et sel), son principe est de remplacer la valeur d'un pixel par la valeur médiane de la suite mathématique constituée des valeurs des pixels avoisinants à ce point.

Les filtres non linéaires sont destinés pour :

- ✚ Eliminer le bruit impulsionnel.
- ✚ Préserve l'information de contour et peut être appliqué itérativement.

La fonction « *medfilt2* » nous a permet d'effectuer ce traitement sous le langage *Matlab*



**Figure A.2:** exemple de Filtre médian sur une image d'empreinte palmaire.

### **Inversion dynamique :**

L'inversion dynamique consiste à inverser les valeurs des pixels par rapport à la moyenne des valeurs possible :

$$G(x, y) = G_{\max} - F(x, y).$$

Le qu'on à utilisé sous *Matlab* est le suivants :

```
function [ outputImage ] = inversion(image )
for i=1:size(image,1)% parcourir les pixels d'image
    for j=1:size(image,2)
        outputImage(i,j)=255-image(i,j);% le fonction de l'inversion
    end
end
end
```

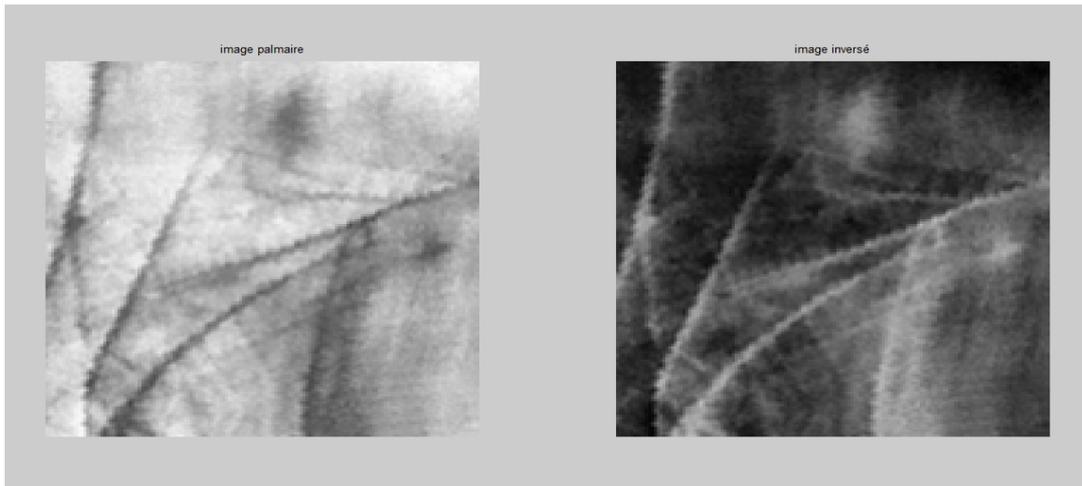


Figure A.3 : exemple d'une image inversé.

### 5. Le code de la technique LBP utilisé :

```

%fonction LBP
function
[extrac]=extractft(d)
[n,m]=size(d);%la taille de
l'image
for i=2:n-1
    for j=2:m-1
        v=d(i,j);%pixel
        central
        if (d(i-1,j-1)<=v)
            g1=1;
        else g1=0;
        end
        if( d(i-1,j)<=v)
            g2=1;
        else g2=0;
        end
        if (d(i-1,j+1)<=v)
            g3=1;
        else g3=0;
        end
        if (d(i,j-1)<=v)
            g4=1;
        else g4=0;
        end
        if (d(i,j+1)<=v)
            g5=1;
        else g5=0;
        end
        if (d(i+1,j-1)<=v)
            g6=1;
        else g6=0;
        end
    end
end

```

```

        if (d(i+1,j)<=v)
            g7=1;
        else g7=0;
        end
        if (d(i+1,j+1)<=v)
            g8=1;
        else g8=0;
        end
        d(i,j)=uint8((g1*2^0)+(g2*2^1)
        +(g3*2^2)+...
        (g4*2^3)+(g5*2^4)+(g6*2^5)+...
        (g7*2^6)+(g8*2^7));
        end
    end
    %a=d;
    %extrac=imhist(a)';
    extrac=d;

end

```