

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA-Bejaïa
Faculté de technologie

Département de Génie électrique



Mémoire de fin cycle

*En Vue d'obtention du Diplôme Master Académique
Spécialité : Télécommunication*

Thème

Systeme de reconnaissance biométrique étude et application

Présenté par :

MATEM Rima

Promoteur :

M^r A.ALLICHE

M^r D.IDOUGHI

Promotion 2012-2013



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A merveilleux parents

A mes trois sœurs

Ainsi qu'à tous mes amis sans exception

Et à tous ceux qui ont été pour moi

Remerciement

Nous remercions le bon dieu de nous avoir donné le courage et la force d'accomplir ce travail.

J'adresse ma reconnaissance et mes remerciements à mes encadreurs M^{me} N. BOUZERA et M^r A.KHIRDDINE d'avoir proposé et accepter de me guider dans ce travail et encore M^r TOUNSI qui ma aider à faire le stage dans l'agence mobilis

Je remercie les membres de jury M^r BARRAH et M^r Aliche qui me feront l'honneur de juger ce travail

*Je ne manquerai pas de remercier tous ceux qui m'ont aidé de pris ou du loin à la réalisation de ce travail et en particulier **AMINE et TARIK**,*

Enfinement, j'exprime ma profonde reconnaissance envers ma famille et tous mes amis



Remerciements

Je remercie "DIEU" tout puissant, qui m'a donné la force, le courage et l'intelligence pour que je puisse mener à bien mes études depuis ma tendre enfance jusqu'à ce jour et qui m'a toujours guidé et facilité le chemin de réussite de ce travail.

*Tout d'abord, je tiens à remercier chaleureusement Mon Professeur Monsieur **ALLICHE Abdenour**, de m'avoir accordé l'honneur de diriger ce travail, merci de m'avoir indiqué souvent le bon chemin, pour votre soutien moral et scientifique, pour votre patience, gentillesse et sympathie.*

*Je remercie infiniment mon Co-promoteur Monsieur **IDOUGH** qui m'a consacré de son temps pour corriger mon mémoire, pour ses conseils et sa compréhension ainsi que sa disponibilité, qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.*

*J'exprime toute ma connaissance à Monsieur le Professeur **ADLI Mouloud**, qui m'a accueilli pour poursuivre la formation du Génie électrique et pour ces conseils judicieux.*

*J'exprime tout mon respect profond à Monsieur **AZNI Mouhammed**, pour sa gentillesse durant mes années d'étude et son soutien moral et scientifique.*

*Je tiens sincèrement à remercier les membres de jury pour l'intérêt qu'elles ont porté à mon travail, pour le rôle d'examinateur et président pour le temps qu'ils m'ont consacré : **Monsieur KHERRDINE, Monsieur BERRAH.***

*J'adresse ici toute ma gratitude et ma reconnaissance à **M^{elle} KSOURI Dalila et MAIZA Mouhammed** pour leur soutien moral ainsi pour les nombreuses aides qu'ils m'ont offert tout au long de l'élaboration de mon projet.*

J'adresse par ailleurs mes vifs remerciements à tous les enseignants GENIE ELECTRIQUE, précisément les enseignants du Télécommunication sans exception.

Pour finir, un grand merci à toutes les personnes qui m'ont prodigué des conseils judicieux et à tous ceux et toutes celles qui ont participé à l'avancement de ce travail, directement ou indirectement.



*Merci à ma « douce » Maman,
Merci tout simplement d'être ma maman.*



Je dédie ce modeste travail



A mon feu père « Que Dieu Ait Son Ame » pour tout ce qui a fait pour moi et sans lui je ne serais jamais arriver à ce que je suis, merci chère papa.

A ma douce mère, son soutien apparaît derrière chaque mot, chaque phrase, chaque chapitre. C'est à elle que je dédie l'effort continu de ces dernières années.

Qu'elle trouve en ce travail le fruit de mon dévouement envers elle.

A mes sœurs Saadia, Ouafia et son époux, A tous mes frères : Yassine et son épouse, Tahar et son épouse, Zakaria, Yahia, Fayçal et Rami qui grâce à leurs encouragements, l'écoute et l'aide qu'ils ont su m'apporter tout au long de mes études.

A ma chère amie Kamilia qui m'a donné toute l'amour et amitié pour finir ce travail et qui m'a encouragé malgré qu'elle soit lointe sans oublier sa famille sans exception surtout Dalila et Nabila et sa Maman.

A mes amis : Nassim, Nawal, Lila, Nabila, Zahoua et Tarik et toute la promotion Télécommunication 2012/2013.

A tous mes amis, qui m'ont assisté de près ou de loin d'une façon quelconque, veuillez trouver ici ma profonde gratitude.

Rymann

Remerciement

Dédicaces

*J'adresse ici toute ma gratitude et ma reconnaissance à M^{elle} **KSOURI Dalila** et **MAIZA Mouhammed** pour leur soutien moral ainsi pour les nombreuses aides qu'ils m'ont offert tout au long de l'élaboration de mon projet.*

Table de matière

Remerciement	i
Dédicaces	ii
Table de matière.....	
Erreur ! Signet non défini.	
Liste des figures.....	
Erreur ! Signet non défini.	
Liste des tableaux.....	
Erreur ! Signet non défini.	
Introduction générale	1
Historique	3
I.1. Préambule	5
I.2. La biométrie	5
I.2.1. Définition	5
I.2.2. Architectures d'un système biométrique	6
I.2.3. Performances des systèmes biométriques	8
I.2.4. Les parts de marché par technologie	9
I.2.5. Les applications de la biométrie	10
I.2.6. Les limites du système biométrique	11
I.2.7. Techniques biométriques	12
I.2.8. Présentation de quelques techniques biométriques	13
I.2.8.1. Les empreintes digitales	13
I.2.8.2. La géométrie de la main	16
I.2.8.3. La voix	17
I.2.8.4. Le visage	18
I.2.8.5. La signature	20

I.2.8.6.	Iris.....	21
I.2.8.7.	La rétine.....	22
I.2.8.8.	Les veines.....	23
I.2.8.9.	Comparaison les techniques biométriques.....	25
I.3.	Conclusion.....	27
II.1.	Introduction.....	28
II.2.	Motivation.....	28
II.3.	Notions de traitement d'image.....	28
II.3.1.	Représentation d'une image.....	28
II.3.2.	Prétraitement de l'image.....	29
II.3.2.1.	Introduction.....	29
II.3.2.2.	Histogramme.....	29
II.3.2.2.1.	Définition.....	29
II.3.2.2.2.	Egalisation d'histogramme.....	30
II.3.2.3.	Réduction du bruit.....	30
II.3.2.3.1.	Le filtrage.....	31
II.3.2.3.1.1.	Filtre linéaire.....	31
II.3.2.3.1.2.	Filtre non linéaire.....	31
II.4.	Système de reconnaissance des veines.....	32
II.4.1.	L'acquisition de l'image.....	33
II.4.2.	Prétraitement.....	35
II.4.2.1.	Extraction du motif (ROI).....	35
II.4.2.2.	Normalisation.....	36
II.4.2.3.	Rehaussement.....	36
II.4.3.	Extraction des traits.....	36
II.4.3.1.	Méthode à base du suivi (Tracking-based).....	36
II.4.3.2.	Méthode à base de Transformation (Transform based method).....	37
II.4.3.3.	Méthode du filtre adapté (Matched filter methode).....	37

II.4.3.4. Méthode du seuillage (Thresholding methode)	38
II.4.4. Apprentissage.....	38
II.4.5. La classification.....	38
II.4.6. Test et décision	39
II.5. Conclusion.....	39
III.1. Introduction	40
III.2. Définitions	40
III.2.1. Tableau de données	40
III.2.1.1. Espace des individus « Rp »	41
III.2.1.2. Espace des variables « Rn ».....	41
III.2.1.3. Vecteur moyen ou centre de gravité	41
III.2.1.4. Distance entre individus	42
III.2.2. Principe de fonctionnement.....	42
III.2.3. La distance euclidienne	45
III.3. Conclusion.....	46
IV.1. Introduction	47
IV.2. Système d'identification.....	47
IV.3. La base de données des images des veines.....	49
IV.4. Prétraitement des images.....	49
IV.5. Extraction des caractéristiques	49
IV.6. La classification	51
IV.6.1. Organisation en classes	51
IV.6.2. La classification basée sur la mesure des distances.....	51
IV.6.2.1. Distances euclidienne	51
IV.6.2.2. Distance de Mahalanobis	52
IV.6.3. Aproche neuronale	52
IV.6.3.1. Introduction	52
IV.6.3.2. Architecture	53
IV.6.3.2.1. Simple neurone	53

IV.6.3.2.2. Fonction d'activation (transfert).....	53
IV.6.3.2.3. Réseaux multicouches	54
IV.6.3.2.4. Phase d'apprentissage.....	54
IV.6.3.2.5. Règles d'apprentissage.....	55
IV.6.3.2.6. Application à la classification.....	55
IV.6.4. Algorithme de reconnaissance.....	56
IV.7. Réalisation.....	61
IV.7.1. Environnement de programmation	61
IV.7.2. Description du logiciel.....	61
IV.8. Conclusion.....	70
Conclusion générale.....	71
Bibliographie.....	72

Liste des figures

Figure I. 1: Schéma de fonctionnement d'un système biométrique [2].	6
Figure I. 2: Mesure de performances d'un système biométrique.	9
Figure I. 3: Part de marché des différentes méthodes biométriques [1].	9
Figure I. 4: Application biométriques	10
Figure I. 5: Deux types de minuties les plus utilisés dans la littérature	14
Figure I. 6: Conception un système biométrique basé sur les empreintes digitales	15
Figure I. 7: La géométrie de la main	16
Figure I. 8: Spectre d'un signal voix	18
Figure I. 9: Reconnaissance de visage	19
Figure I. 10: Schéma synoptique d'un système de reconnaissance faciale [1]	20
Figure I. 11: Signature	21
Figure I. 12: Image d'iris	22
Figure I. 13: La rétine [3]	23
Figure I. 14: Image des veines	24
Figure II. 1: Histogramme	29
Figure II. 2: Exemple d'histogramme	30
Figure II. 3: Système de reconnaissance biométrique des veines [7].	33
Figure II. 4: Appareil de capture des veines du doigt	34
Figure II. 5: Images NIR des veines de la main pour différentes parties, (a) le dos de la main, (b) la paume, (c) poignet, (d) le doigt [10].	35
Figure II. 6: Le profile de l'intensité en coupe transversal des veines du doigt [10].	36

Figure II. 7: <i>Extraction des veines par la méthode à base de transformation [10]</i> ...	37
Figure II. 8: <i>Les profils transversaux et les courbes de Gauss équipé [10]</i>	38
Figure III. 1: <i>Exemple de distribution d'un nuage</i>	41
Figure III. 2: <i>Exemple d'utilisation de l'ACP pour la classification</i>	43
Figure III. 3: <i>La distribution des échantillons en utilisant la distance euclidienne</i> ...	46
Figure IV. 1: <i>Architecture du système proposé</i>	49
Figure IV. 2: <i>le prétraitement de l'image</i>	49
Figure IV. 3: <i>les étapes d'extraction des caractéristiques</i>	50
Figure IV. 4: <i>Shéma d'un neurone</i>	53
Figure IV. 5: <i>fonction hard limiter, b – fonction linéaire(pureline) ,c-fonction log-sigmoïde</i>	53
Figure IV. 6: <i>Réseau multicouches</i>	54
Figure IV. 7: <i>Apprentissage supervisé</i>	54
Figure IV. 8: <i>Apprentissage non supervisé</i>	55
Figure IV. 9: <i>Principe de classification</i>	56
Figure IV. 10: <i>Résumé des différentes étapes</i>	56
Figure IV. 11: <i>échantillon de base de données utilisée</i>	57
Figure IV. 12: <i>les vecteurs propres</i>	58
Figure IV. 13: <i>la projection des images sur l'espace des veines</i>	60
Figure IV. 14: <i>exemple de la veine propre</i>	60
Figure IV. 15: <i>Menu Principal</i>	62
Figure IV. 16: <i>Introduire le nom du fichier et extension</i>	63
Figure IV. 17: <i>Veine à reconnaître et sa visualisation</i>	64

Figure IV. 18: <i>technique de prétraitement</i>	65
Figure IV. 19: <i>Le choix de la méthode</i>	66
Figure IV. 20: <i>Menu de réseaux de neurones</i>	67
Figure IV. 21: <i>Organigramme du logiciel</i>	69
Figure IV. 22: <i>les étapes du prétraitement</i>	69

Liste des tableaux

Tableau I. 1: <i>Les avantages et les inconvénients des empreintes digitales</i>	15
Tableau I. 2: <i>Les avantages et les inconvénients la géométrie de la main</i>	16
Tableau I. 3: <i>Les avantages et les inconvénients la géométrie de la voix</i>	18
Tableau I. 4: <i>Les avantages et les inconvénients du visage</i>	20
Tableau I. 5: <i>Les avantages et les inconvénients de la signature</i>	21
Tableau I. 6: <i>Les avantages et les inconvénients de l'iris.</i>	22
Tableau I. 7: <i>Les avantages et les inconvénients de La rétine</i>	23
Tableau I. 8: <i>Les avantages et les inconvénients des veines</i>	25
Tableau I. 9: <i>Comparatif des différentes technologies [3]</i>	26

Introduction générale

De nos jours on parle de plus en plus de l'insécurité dans divers secteurs ainsi que des moyens informatiques à mettre en œuvre pour contrer cette tendance. La vérification et l'identification des individus est l'un des moyens permettant d'assurer cette sécurité. L'être humain se sert quotidiennement de son système visuel pour identifier les personnes de façon automatique, bien que le processus mis en jeu soit complexe.

L'homme a mis en place de moyens de vérification d'identité qui sont liés, soit à ce que possède une personne telle qu'une carte identité ou un passeport, soit à ce que sait cette personne, c'est le cas d'un mot de passe PIN (Personal identification numbers). Néanmoins, ces éléments peuvent être oubliés, volés ou falsifiés. Pour contourner ces limitations, 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 (propre) intrinsèque à cette personne. Cette nouvelle façon d'identification des individus est la Biométrie.

Les caractéristiques biométriques sont une solution alternative aux anciens moyens de vérification d'identité. L'avantage de ces caractéristiques biométriques est d'être universelles, c'est-à-dire présentes chez toutes les personnes à identifier. D'autre part elles sont mesurables et uniques : deux personnes ne peuvent pas posséder exactement la même caractéristique. Elles sont aussi permanentes ce qui signifie qu'elles ne varient pas ou peu au cours du temps.

Pour que des caractéristiques collectées puissent être qualifiées de modalités biométriques, elles doivent être :

- Universelles (exister chez tous les individus).
- Uniques (permettre de différencier un individu par rapport à l'autre).
- Permanentes (autoriser l'évolution dans le temps).

- Enregistrables (collecter les caractéristiques d'un individu par rapport à l'autre).
- Mesurables (autoriser une comparaison future).

L'intérêt principal de la biométrie est donc de connaître et identifier automatiquement les identités des individus en utilisant leurs caractéristiques physiologiques ou comportementales. Les caractéristiques physiologiques peuvent inclure le visage, l'iris, les empreintes digitales, la géométrie de la main. Les caractéristiques comportementales incluent la voix, la signature, la démarche... etc.

Mon travail se focalise sur la recherche des techniques biométriques pour faire une synthèse sur la biométrie ainsi que ses applications.

Dans le premier chapitre on fera un survol sur la biométrie tout en présentant quelques généralités ainsi que différentes techniques biométriques.

Le deuxième chapitre s'intéresse à l'étude du système de reconnaissance des veines.

Le troisième chapitre traite la méthode de classification basée sur l'ACP (**A**nalyse en **C**omposante **P**incipale).

Le quatrième chapitre montre l'application de l'ACP pour la classification des veines.

Historique

En Français, la biométrie est l'étude mathématique des variations biologiques à l'intérieur d'un groupe déterminé (elle est à ce titre une technique de la recherche anthropologique). En anglais, on désigne par « biométrics » la mesure des éléments morphologiques humains, ce qui correspond en fait au terme anthropométrie. C'est dire qu'en fait la biométrie est dans la suite généalogique d'une longue histoire policière (Marzouki.M.2001). Ceci explique ailleurs peut-être cela. Parler de biométrie plutôt que d'anthropométrie, c'est tenter d'effacer cette affiliation. Mais au-delà, on peut constater un curieux entrecroisement de trois logiques qui paraissent a priori séparées : une logique sécuritaire et policière, et une logique scientifique. la logique gestionnaire, logique de gestion des flux, qui apparaît au XXème siècle, vient elle aussi s'entrecroiser avec la perspective sécuritaire. Ce sont ces deux logiques qui paraissent dominantes dans la question actuelle de la biométrie.

Le XXème rapport de la CNIL (2000) nous rappelle que les chinois ont été les premiers à utiliser les empreintes digitales pour authentifier les contacts, sous la dynastie Tang (618-906), la logique gestionnaire, ou marchande, et donc présente dès les prémisses de la biométrie. Ce procédé a été repris par sir Francis Galton, statisticien, cousin de Darwin. New Scotland Yard adopte ce procédé en 1901 pour identifier les criminels. Le procédé s'est rapidement diffusé dans laboratoires de police scientifique, en France en 1903 avec Alphonse Bertillon, qui avait déjà fait adopter l'anthropométrie par la police dès 1882. Rappelons d'ailleurs

que Alphonse Bertillon est lui-même le fils de Louis Adolphe Bertillon, qui a créé la société d'anthropologie avec Broca.

Ce qui paraît déterminant : il s'agit de dispositifs d'automatisation et de gestion des flux, et cela à partir de données corporelles. On a donc une visée nécessitant une certaine standardisation, mais il s'agit en même temps, du moins dans certains contextes comme le transport aérien, de données concernant des populations très hétérogènes.

On peut considérer que la biométrie est une partie constructive de ce que Michel Foucault appelle le biopouvoir, pouvoir moderne dont « le dispositif joue sur les corps à deux niveaux : celui de la gestion globale des populations, celui des individus, en s'emparant des détails les plus intimes de la vie quotidienne » (Duret.P, Roussel P .2003).

I.1. Préambule

Les systèmes biométriques sont de plus en plus utilisés depuis quelques années. L'apparition de l'ordinateur et sa capacité à traiter et à stocker les données ont permis la création des systèmes biométriques informatisés. Il existe plusieurs caractéristiques physiques uniques pour un individu ce qui explique la diversité des systèmes, appliquant la biométrie, selon ce que l'on prend en compte :

- ✓ L'empreinte digitale
- ✓ La géométrie de la main
- ✓ La voix
- ✓ L'iris
- ✓ La signature
- ✓ Le visage
- ✓ Les veines

Nous allons voir dans ce chapitre les principales technologies géométriques, ainsi qu'une étude comparative des techniques biométriques [1].

I.2. La biométrie

I.2.1. Définition

La biométrie peut être définie comme étant "la reconnaissance automatique d'une personne en utilisant des traits distinctifs". Une autre définition est "toutes caractéristiques physiques ou trait personnels automatiquement mesurables, robustes et distinctive qui peuvent être utilisées pour identifier un individu ou pour vérifier l'identité prétendue d'un individu " [1].

La biométrie consiste en l'analyse mathématique des caractéristiques biologiques d'une personne et a pour objectif de déterminer son identité de manière irréfutable. Contrairement à ce que l'on sait ou ce que l'on possède la biométrie est basée sur ce que l'on est et permet ainsi d'éviter la duplication, le vol, l'oubli ou la perte [1].

Un système biométrique peut avoir deux modes opératoires :

- L'identification, elle permet d'établir l'identité d'une personne à partir d'une base de données, le système biométrique pose et essaye de répondre à la question "qui est la personne X ?", il s'agit d'une comparaison du type un contre plusieurs (1 : N).
- La vérification ou l'authentification, le système biométrique demande à l'utilisateur son identité et essaye de répondre à la question "est cette la personne X ?". dans une application de vérification l'utilisateur annonce son identité par l'intermédiaire d'un mot de passe, d'un numéro d'identification, d'un nom d'utilisateur, ou toute combinaison des trois. Le système sollicite également une formation biométrique provenant de l'utilisateur, et compare la donnée caractéristique obtenue à partir de l'information d'entrée, avec la donnée enregistrée correspondante à l'identité prétendue, c'est une comparaison un à un (1 :1). Le système trouvera ou ne trouvera pas d'appariement entre les deux. La vérification est communément employée dans des applications de contrôle d'accès et de paiement par authentification [1].

I.2.2. Architectures d'un système biométrique

En général, tous les systèmes biométriques partagent le même schéma de fonctionnement. Ils tous se composent deux processus suivant :

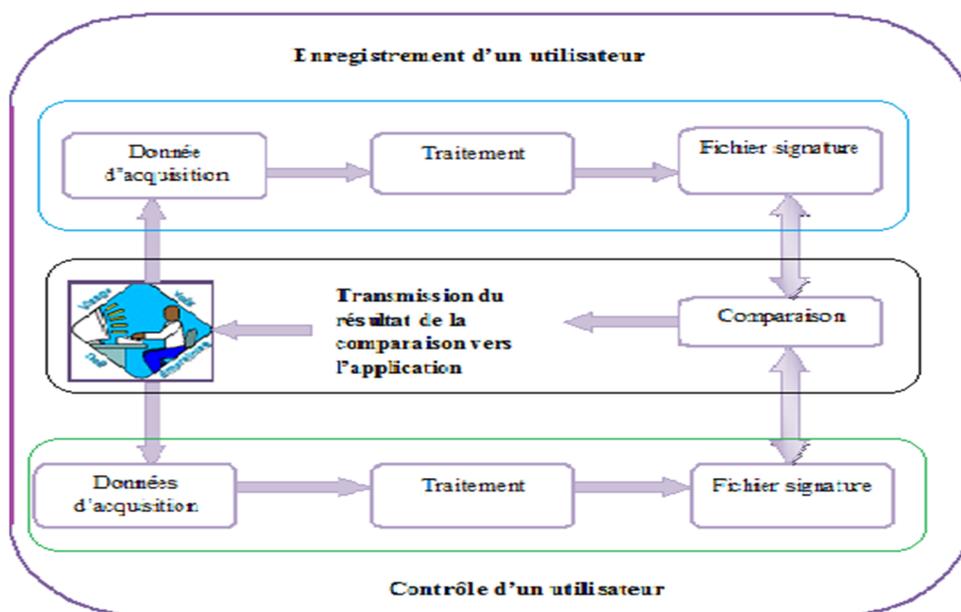


Figure I. 1: Schéma de fonctionnement d'un système biométrique [2].

- **Enrôlement**

C'est la phase initiale de la création du gabarit biométrique et de son stockage en liaison avec une identité déclarée. Les caractéristiques physiques sont transformées en un gabarit représentatif de la personne et propre au système de reconnaissance.

Durant cette phase, des données additionnelles propres à la personne qui s'enrôle sont enregistrées comme par exemple ses noms et prénoms et identifiant personnel(PIN).cette étape n'est effectuée qu'une seule fois [2, 3].

- **Contrôle (vérification/identification)**

C'est l'opération de contrôle des données d'une personne afin procéder à la vérification de son identité déclarée ou à la recherche de l'identité de cette personne. Cette étape se déroule à chaque fois qu'une personne se présente devant le système.

La vérification consiste à confirmer l'identité prétendue d'une personne par le contrôle de ses caractéristiques physiques. Des données d'identification (nom, PIN, identifiant, etc...) sont présentées par la personne au système en même temps que ses caractéristiques physiques [2].

La phase de contrôle peut être résumée en quatre points importants :

1. Collecte de données : consiste à acquérir les données biologiques, morphologiques ou comportementales à l'aide d'un capteur spécifique pour chaque caractéristique à analyser.
2. Transformation en gabarit biométrique : après la collecte des données le capteur va les transmettre au système qui va à son tour les transformer en un fichier signature «gabarit» selon des algorithmes propres pour chaque caractéristique.
3. Comparaison à une référence : à ce niveau, la recherche du fichier de référence lors de l'enrôlement afin de le comparer au gabarit calculé lors du contrôle puis le calcul du taux de similitude entre ces deux fichiers.
4. Prise de décision : c'est la dernière étape qui permet de dire si le système a accepté la personne à identifier ou il l'a rejeté.

Les systèmes biométriques sont plus efficaces si les individus coopèrent, sans stress. Deux facteurs interviennent dans cette efficacité :

1. Acceptabilité du processus mis en œuvre, entravée par la peur de la technique, la crainte d'une atteinte à la vie privée, l'aversion du contact physique avec un objet, etc.
2. Apprentissage du processus par la personne qui s'y soumet, les difficultés d'adaptation aux exigences techniques pouvant là encore affecter la performance des systèmes [3, 4].

I.2.3. Performances des systèmes biométriques

La coïncidence absolue entre le fichier "signature" créé lors de l'enrôlement et le fichier "signature" créé lors de la vérification est impossible. Les éléments d'origine (une image, un son...) utilisés pour les traitements informatiques ne pouvant jamais être reproduit à l'identique. Les performances des systèmes d'authentications biométriques s'expriment par :

- **T.F.R.** - Taux de faux rejets (False Rejection Rate) : Pourcentage de personnes rejetées par erreur.
- **T.F.A.** - Taux de fausses acceptations (False Acceptance Rate) : Pourcentage d'acceptations par erreur.
- **T.E.E.** - Taux d'égale erreur (Equal Error Rate), donne un point sur lequel le T.F.A. est égal au T.F.R.

Lorsque l'on compare différents systèmes biométriques entre eux, un T.F.A. bas est essentiel si le haut niveau de sécurité du système est la qualité que l'on recherche. Cependant si la commodité est la préoccupation première alors un T.F.R. bas sera à surveiller [2, 4].

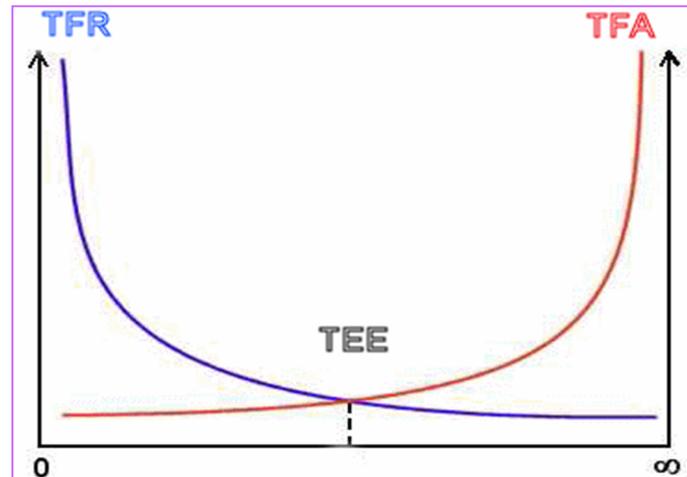


Figure I. 2: *Mesure de performances d'un système biométrique [5].*

Ces taux vont dépendre de la qualité des systèmes, mais aussi du niveau de sécurité souhaité.

I.2.4. Les parts de marché par technologie

Les empreintes digitales continuent à être la principale technologie biométrique en termes de part de marché, près de 50% du chiffre d'affaires total (hors applications juridiques). La reconnaissance du visage, avec 12% du marché (hors applications judiciaires), dépasse la reconnaissance de la main, qui avait avant la deuxième place en termes de source de revenus après les empreintes digitales [1], et la reconnaissance des veines représente une faible portion 2,4%.

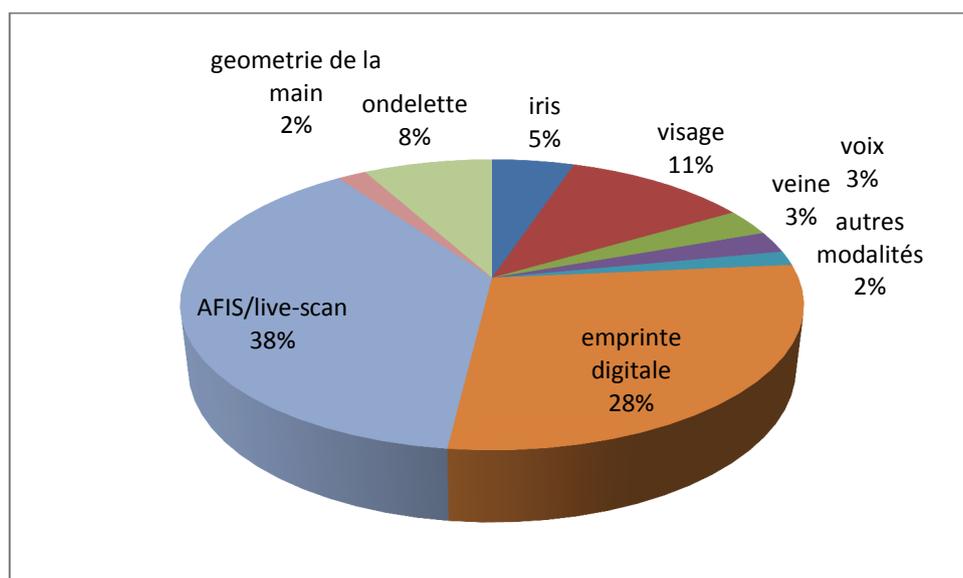


Figure I. 3: *Part de marché des différentes méthodes biométriques [1].*

I.2.5. Les applications de la biométrie

Les techniques biométriques sont appliquées dans plusieurs domaines et ses applications sont divisées en trois groupes principaux :

- **Applications commerciales** : telles que l'accès au réseau informatique, la sécurité de données électroniques, le commerce électronique, l'accès d'Internet, l'ATM, la carte de crédit, le contrôle d'accès physique, le téléphone portable, la gestion des registres médicale, l'étude de distance,etc.
- **Applications de gouvernement** : telles que la carte nationale d'identification, le permis du conducteur, la sécurité sociale, la contrôle de passeport, etc....
- **Applications juridiques** : telles que l'identification de cadavre, la recherche criminelle, l'identification de terroriste, les enfants disparus, etc...



a- Empreinte digitale

b- la main

c- l'iris



c- la géométrie de la main

d- la voix

e- la signature



f- les veines

g- le visage

Figure I. 4: Application biométriques

I.2.6. Les limites du système biométrique

Bien que les techniques de reconnaissance biométrique promettent d'être très performantes. De plus, ces systèmes sont souvent affectés par les problèmes suivants [5] :

- **Bruit introduit par le capteur** : du bruit peut être présent dans les données biométriques acquises, ceci étant principalement dû à un capteur défaillant ou mal entretenu (l'accumulation de poussière sur un capteur d'empreintes digitales, un mauvais focus de caméra entraînant du flou dans des images de visage ou d'iris, etc).
- **Non-universalité** : Ce principe d'universalité constitue une des conditions nécessaires de base pour un module de reconnaissance biométrique. Cependant, toutes les modalités biométriques ne sont pas vraiment universelles. La non-universalité entraîne des erreurs d'enrôlement ("*Failure to Enroll*" ou FTE) et/ou des erreurs de capture ("*Failure to Capture*" ou FTC) dans un système biométrique.
- **Manque d'individualité** : les caractéristiques extraites à partir de données biométriques d'individus différents peuvent être relativement similaires. (cf. Section 1.3),
- **Manque de représentation invariante** : les données biométriques acquises à partir d'un utilisateur lors de la phase de reconnaissance ne sont pas identiques aux données qui ont été utilisées pour générer le modèle de ce même utilisateur lors de la phase d'enrôlement. Ceci est connu sous le nom de "*variations intra-classe*". Ces variations peuvent être dues à une mauvaise interaction de l'utilisateur avec le capteur (par exemple, changements de pose et d'expression faciale lorsque l'utilisateur se tient devant une caméra), à l'utilisation de capteurs différents lors de l'enrôlement et de la vérification, à des changements de conditions de l'environnement ambiant (par exemple, changements en éclairage pour un système de reconnaissance faciale) ou encore à des changements inhérents à la modalité biométrique (par exemple, apparition de rides dues à la vieillesse, présence de cheveux dans l'image de visage, présence de cicatrices dans une empreinte digitale, etc.). Idéalement, les caractéristiques

extraites à partir des données biométriques doivent être relativement invariantes à ces changements. Cependant, dans la plupart des systèmes biométriques, ces caractéristiques ne sont pas invariantes et, par conséquent, des algorithmes complexes sont requis pour prendre en compte ces variations. De grandes variations intra-classe augmentent généralement le taux de faux rejet ("*False Reject Rate*" ou FRR) d'un système biométrique.

- ***Sensibilité aux attaques*** : bien qu'il semble très difficile de voler les données biométriques d'une personne, il est toujours possible de contourner un système biométrique en utilisant des modalités biométriques usurpées. Des études ont montré qu'il était possible de fabriquer de fausses empreintes digitales en gomme et de les utiliser pour contrer un système biométrique. Les modalités biométriques comportementales telles que la signature et la voix sont plus sensibles à ce genre d'attaque que les modalités biométriques physiologiques.

Ainsi, à cause de tous ces problèmes pratiques, les taux d'erreur associés à des systèmes biométriques unimodaux sont relativement élevés, ce qui les rend inacceptables pour un déploiement d'applications critiques de sécurité. Pour pallier ces inconvénients, une solution est l'utilisation de *plusieurs modalités biométriques* au sein d'un même système, on parle alors de système biométrique multimodal.

I.2.7. Techniques biométriques

Il existe plusieurs techniques biométriques utilisées dans plusieurs applications et secteurs, on peut distinguer trois catégories :

- **L'analyse morphologique (physiologique)**

Elle est basée sur l'identification de traits physiques particuliers qui, pour toute personne, sont uniques et permanents. Cette catégorie regroupe l'iris de l'œil, le réseau veineux de la rétine, la forme de la main, les empreintes digitales, les traits du visage, les veines de la main, etc.... [1].

- **L'analyse comportementale**

Elle se base sur l'analyse de certains comportements d'une personne. Cette catégorie regroupe la reconnaissance vocale, la dynamique de frappe au clavier, la dynamique de la signature, l'analyse de la démarche, etc.... [6].

- **L'analyse biologique**

Cette catégorie se base sur l'étude des traces biologiques telles que : l'ADN, le sang, la salive, l'urine, l'odeur, etc.... [6].

I.2.8. Présentation de quelques techniques biométriques

Aucune biométrie unique ne pouvait répondre efficacement aux besoins de toutes les applications d'identification. Un certain nombre de techniques biométriques ont été proposées, analysées et évaluées. Chaque biométrie a ses forces et ses limites, et en conséquence, chaque biométrie est utilisée dans une application particulière. Pour les caractéristiques physiques, nous décrivons reconnaissance de visage, les empreintes digitales, la géométrie de la main et l'iris. Pour les caractéristiques comportementales, nous décrivons les biométries basées sur la voix et la signature [1].

Il existe d'autres méthodes biométriques basée sur les veines de la main, l'ADN, l'odeur corporelle, la forme de l'oreille, la forme des lèvres, le rythme de frappe sur un clavier, la démarche.

I.2.8.1. Les empreintes digitales

A l'heure actuelle la reconnaissance des empreintes digitales est la méthode 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. Pour obtenir une image de l'empreinte d'un doigt, les avancées technologiques ont permis d'automatiser la tâche au moyen de capteurs intégrés, remplaçant ainsi l'utilisation classique de l'encre et du papier. Ces capteurs fonctionnant selon différents mécanismes de mesure (pression, champ électrique, température) permettent de mesurer l'empreinte d'un doigt fixe positionné sur ce dernier (capteur matriciel) ou en mouvement (capteurs à balayage).

L'image d'empreinte d'un individu est capturée à l'aide d'un lecteur d'empreinte digitale puis les caractéristiques sont extraites de l'image puis un modèle est créé. Si des précautions appropriées sont suivies, le résultat est un moyen très précis d'authentification. Les techniques d'appariement des empreintes digitales peuvent être classées en deux catégories : les techniques basées sur la détection locales des minuties et les techniques basées sur la corrélation. L'approche basée sur les minuties consiste à trouver d'abord les points de minuties puis trace leurs emplacements sur l'image du doigt [1].

Parmi les types des minuties rapportés dans la littérature, deux types sont les plus utilisés ce sont l'arrêt de ride, la fin d'une ride, et la bifurcation, le point sur la ride de laquelle deux branches dérivent (figure I.4)

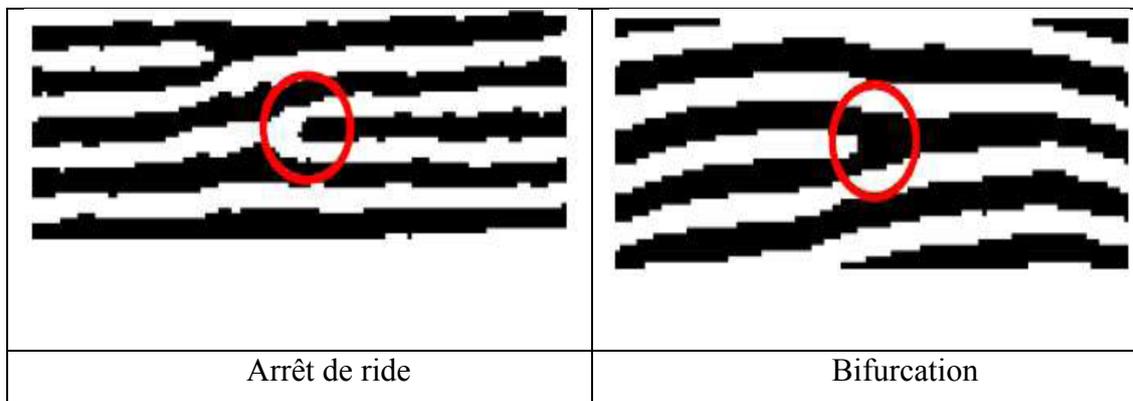


Figure I. 5: Deux types de minuties les plus utilisés dans la littérature

➤ **Conception du système de reconnaissance des empreintes digitales**

Un système de reconnaissance des empreintes digitales est un système automatique de reconnaissance de formes qui se compose trois étapes principales [5]:

- Acquisition : Les empreintes digitales sont capturées et stockées sous forme des images.
- Extraction des caractéristiques: les caractéristiques essentielles sont extraites à partir des images.

- **Prise de décision** : Les caractéristiques acquises sont comparées avec les caractéristiques stockées dans une base de données et à partir le résultat de cette comparaison une décision sont prise.

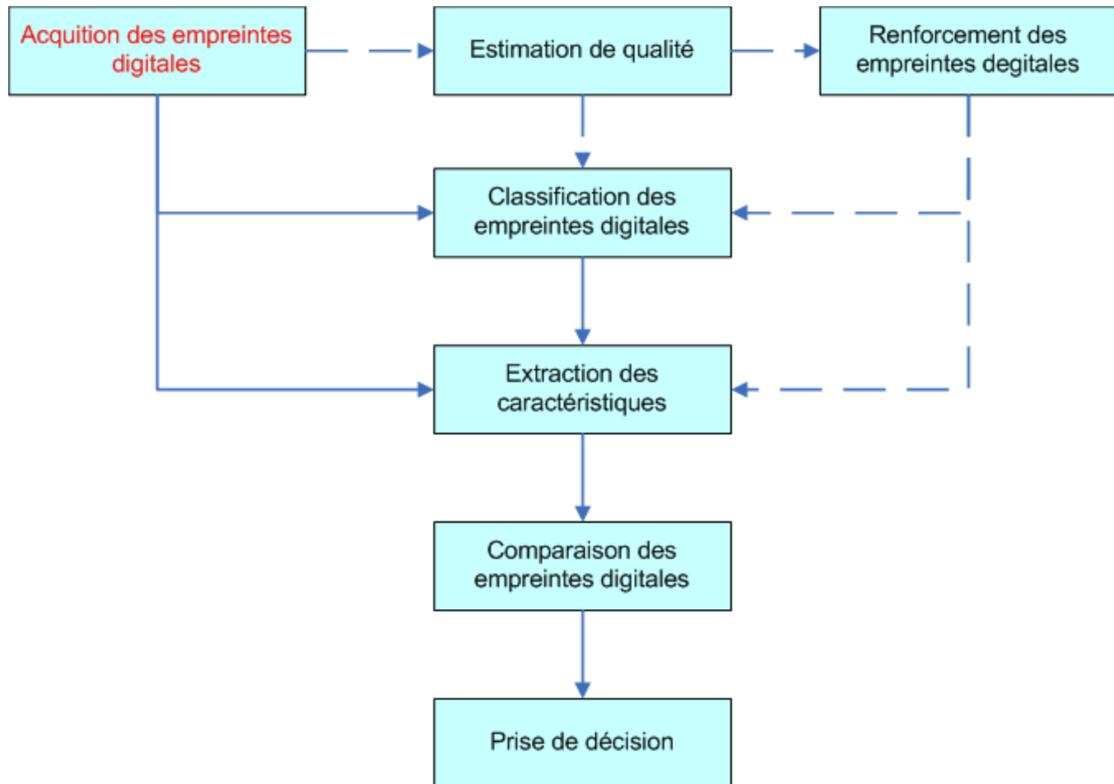


Figure I. 6: Conception un système biométrique basé sur les empreintes digitales

Techniques	Avantages	Inconvénients
<u>Empreintes digitales</u>	Coût, ergonomie moyenne, facilité de mise en place, taille du capteur	Qualité optimale des appareils de mesure (fiabilité), acceptabilité moyenne, possibilité d'attaques (rémance de l'empreinte,...)

Tableau I. 1: Les avantages et les inconvénients des empreintes digitales

I.2.8.2. La géométrie de la main

La géométrie de la main est une technologie biométrie récente. Elle consiste à analyser et à mesurer la forme de la main (la longueur, la hauteur de la main). Des LEDs infrarouges et un appareil-photo numérique sont utilisés pour acquérir les données de la main [1].

Les systèmes de la reconnaissance de la géométrie de la main sont simples d'usage. L'utilisateur doit poser la paume de sa main sur une plaque qui possède des guides afin de l'aider à positionner ses doigts.

Cependant elle peut être facilement trompée par des personnes ayant des formes de la main proches [1].

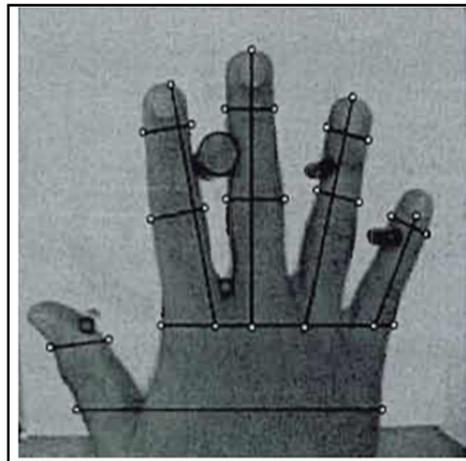


Figure I. 7: La géométrie de la main

<u>Techniques</u>	Avantages	Inconvénients
<u>Forme de la main</u>	Très ergonomique, bonne acceptabilité	Système encombrant, coût, perturbation possible par des blessures et l'authentification des membres d'une même famille ou des jumeaux

Tableau I. 2: Les avantages et les inconvénients la géométrie de la main

I.2.8.3. La voix

De tous les traits humains utilisés dans la biométrie, la voix est celle que les humains apprennent à connaître dès le plus jeune âge.

L'identification de la voix est considérée par les utilisateurs comme une des formes les plus normales de la technologie biométrique, car elle n'exige aucun contact physique avec le lecteur du système [5].

Les systèmes d'identification de la voix se concentrent sur les seules caractéristiques de voix qui sont uniques à la configuration de la parole d'un individu. Ces configurations de la parole sont constituées par une combinaison des facteurs comportementaux et physiologiques [5].

Il faut faire une distinction entre les systèmes dépendants et indépendants du texte.

En système dépendant, le texte prononcé lors de l'identification est le même que celui préalablement enregistré. Par contre, en mode indépendant, le locuteur prononce la phrase qu'il désire [5].

Cette dernière catégorie est plus difficile, mais elle est utile dans le cas où l'on a besoin de reconnaître un locuteur sans sa coopération. la recherche sur la reconnaissance de locuteur est en pleine de croissance, car elle ne nécessite pas de matériel cher, puisque la plupart des ordinateurs personnels de nos jours sont équipés d'un microphone [1].

Lors d'une tentative d'accès, on compare la voix d'un utilisateur à la signature de la voix stocké dans la base des données. L'utilisateur doit prononcer une phrase (donnée ou pas) et un logiciel en extrait les paramètres.

Voici les différents paramètres qui peuvent être utilisés :

- Paramètres de l'analyse spectrale.
- Paramètres prosodiques.
- Paramètres exploitant la dynamique du signal de parole.

Ensuite, le logiciel effectue la classification dans le cas d'une identification.

Ce moyen n'est pas complètement fiable puisque la fatigue, le stress ou la maladie peuvent altérer la voix. Enfin, la fraude est possible par enregistrement. Par contre, les imitateurs essaient habituellement de reproduire les caractéristiques vocales les plus évidentes à l'oreille humaine et ne recréent pas les caractéristiques moins accessibles qu'un système automatisé d'identification de voix analyse.

Toutefois, la mauvaise qualité et le bruit ambiant peuvent influencer la vérification et par suite réduire son utilisation dans le système biométrique. Dans un système de reconnaissance de locuteur le signal est premièrement mesuré puis décomposé en plusieurs canaux de fréquence passe-bande. Ensuite, les caractéristiques importantes du signal vocal sont extraites de chaque bande [5].

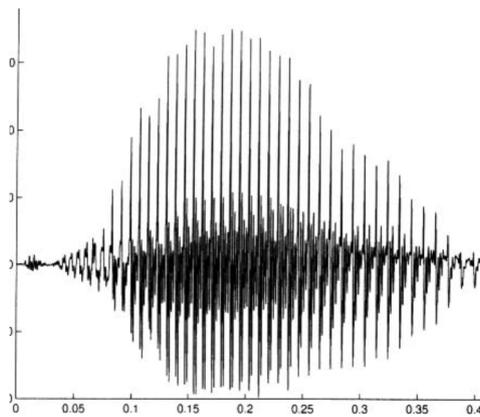


Figure I. 8: *Spectre d'un signal voix*

Techniques	Avantages	Inconvénients
Voix	Facilité	Vulnérable aux attaques

Tableau I. 3: *Les avantages et les inconvénients la géométrie de la voix*

I.2.8.4. Le visage

La reconnaissance de la forme du visage est la technique la plus commune et populaire. Elle est la plus acceptable parce que on peut l'utilise à distance sans la collaboration avec objet [6].

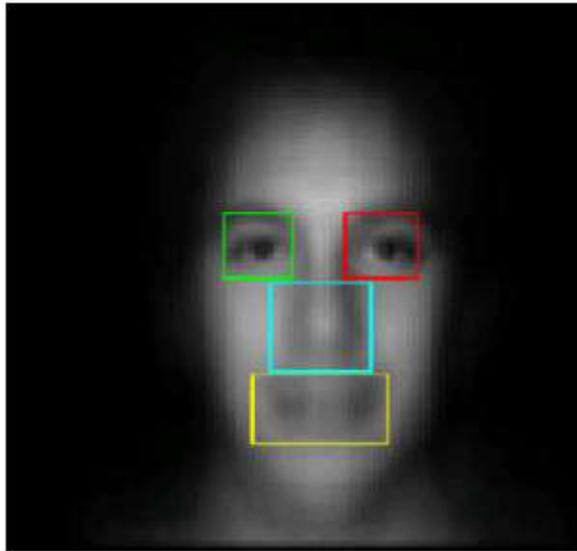


Figure I. 9: *Reconnaissance de visage*

Utiliser une caméra permet d'acquérir la forme du visage d'un individu et puis retirer certaines caractéristiques. Les caractéristiques essentielles pour la reconnaissance du visage sont: les yeux, la bouche, le tour du visage, le bout du nez, etc.. Selon le système utilisé, l'individu doit être positionné devant la caméra ou peut être en mouvement à une certaine distance. Les données biométriques qui sont obtenues sont comparées au fichier référence. Le logiciel doit être capable d'identifier un individu malgré différents artifices physiques (moustache, barbe, lunettes, etc...).

Le visage est une biométrie relativement peu sûre. En effet, le signal acquis est sujet à des variations beaucoup plus élevées que d'autres caractéristiques. Celles-ci peuvent être causées, entre autres, par le maquillage, la présence ou l'absence de lunettes, le vieillissement et l'expression d'une émotion. La méthode de la reconnaissance du visage est sensible à la variation de l'éclairage et le changement de la position du visage lors de l'acquisition de l'image [5].

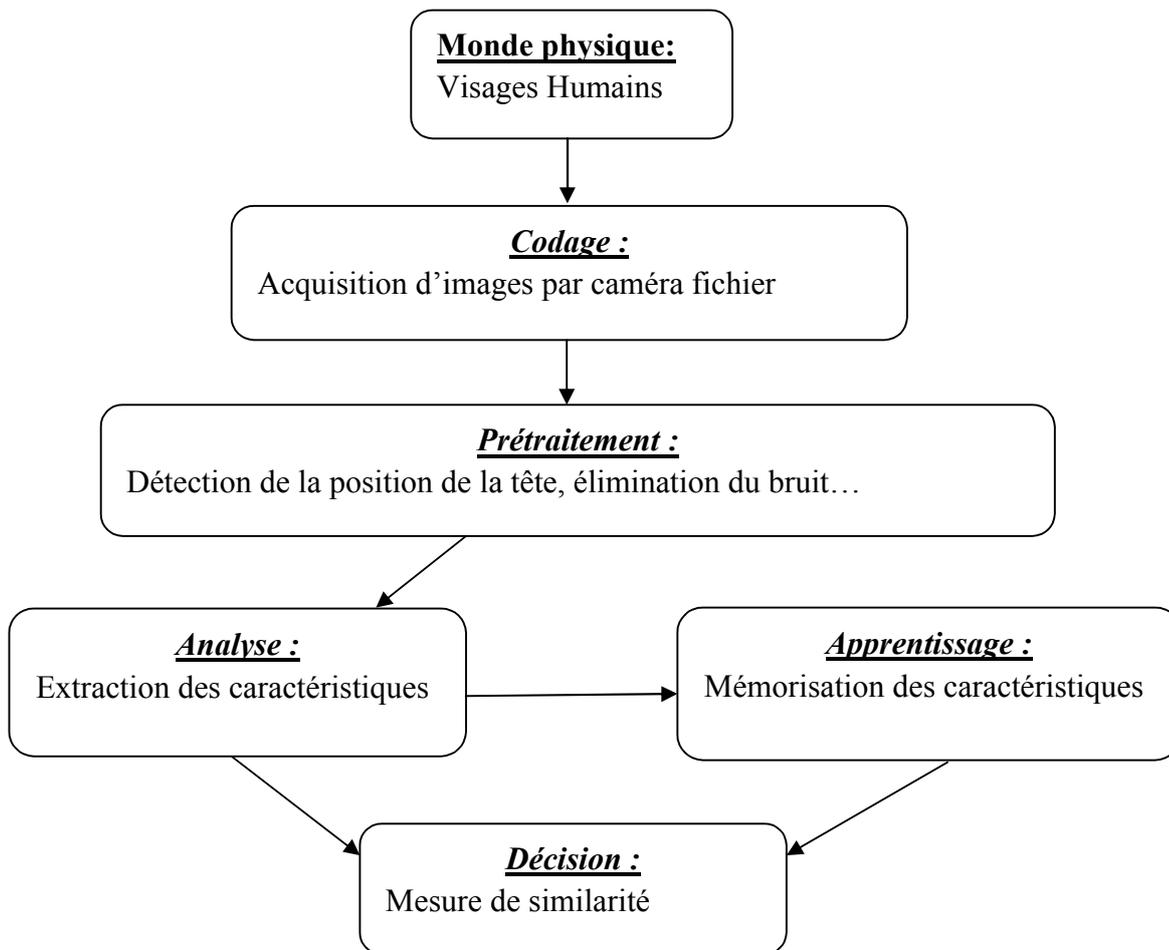


Figure I. 10: Schéma synoptique d'un système de reconnaissance faciale [1]

Techniques	Avantages	Inconvénients
Visage	Coût, peu encombrant, bonne acceptabilité	Jumeaux, psychologie, religion, déguisement, vulnérabilité aux attaques

Tableau I. 4: Les avantages et les inconvénients du visage

I.2.8.5. La signature

Signer un document pour s'identifier est un geste naturel pour tout le monde. Dans la vie de tous les jours, nous signons régulièrement des documents. Dans le système d'identification par la signature, l'utilisateur doit signer avec un stylo lecteur sur une tablette graphique [5].

La vérification de la signature analyse la façon dont utilisateur signe son nom. Les caractéristiques dynamiques de la signature comme la vitesse et la pression, sont aussi importantes que la forme géométrique de la signature. Il existe deux approches pour vérifier la signature statique et dynamique. Dans la vérification statique, seules les formes géométriques de la signature sont utilisées pour authentifier la personne. Dans cette approche, en règle générale, la signature est normalisée à une taille connue ensuite décomposée en éléments simples [1].

La forme et les relations de ses éléments sont utilisées comme caractéristiques d'identification. Quant la deuxième approches de la vérification de la signature elle utilise, en plus de la forme géométrique, la vitesse et les profils de trajectoire de la signature. il est à noter que la signature est une biométrie comportementale, elle évolue dans le temps et est influencée par les conditions physiques et émotionnelles de la personne [5].



Figure I. 11: *Signature*

Techniques	Avantages	Inconvénients
Signature	Ergonomie	Dépendant de l'état émotionnel de la personne, fiabilité

Tableau I. 5: *Les avantages et les inconvénients de la signature*

I.2.8.6. Iris

La reconnaissance de l'iris est considérée comme la technique biométrique la plus exacte. L'iris est la partie colorée de l'œil qui entoure la pupille noire. Son

inspection attentive révèle de nombreuses structures détaillées. Ces structures se développent dès le plus jeune âge et sont considérées comme uniques, même chez les vrais jumeaux. Les structures de l'iris resteront constantes jusqu'à la mort. Les algorithmes utilisés dans la reconnaissance de l'iris sont si précis que la planète toute entière pourrait être inscrite dans une base de données de l'iris avec peu d'erreurs d'identification [5].

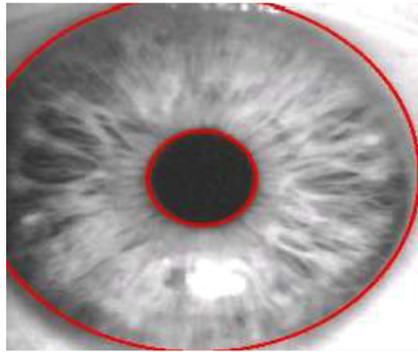


Figure I. 12: *Image d'iris*

Pour reconnaître un individu, on extrait des paramètres de l'image de l'œil. Puis, on compare ces paramètres avec tous les paramètres précédemment extraits et sauvegardés. La comparaison qui produira le meilleur score permettra d'identifier le nom de l'individu [5].

Techniques	Avantages	Inconvénients
Iris	Fiabilité	Acceptabilité très faible, contrainte d'éclairage

Tableau I. 6: *Les avantages et les inconvénients de l'iris.*

I.2.8.7. La rétine

Cette mesure biométrique est plus ancienne que celle utilisant l'iris, les motifs formés par les veines sous la surface de la rétine sont uniques et stables dans le temps. Ils ne peuvent être affectés que par certaines maladies. Pour ces raisons, la

Le sang chargé en oxygène arrive dans les mains par les artères, puis repart vers le cœur par les veines. Le sang appauvri en oxygène n'a pas le même filtre d'absorption que le sang artériel : il absorbe la lumière à des longueurs d'onde proches de l'infrarouge (autour de 760 micromètres) [9].

Quand la main est éclairée avec une lumière infrarouge, le réseau veineux apparaît en noir. Il est enregistré sous forme de "carte d'identité" dans une base de données, et pourra ensuite servir de comparaison lors de l'authentification.

Il existe deux types de "photographie". La méthode "réflective" est plus fiable que la méthode par transmission (capture de la lumière qui passe à travers la main). En effet, quand il fait froid, les veines se contractent et le contraste n'est pas assez visible par transmission. Par contre, la lumière reflétée n'est pas modifiée, et peut utiliser la méthode réflective même par temps froid. D'autre part, les deux parties du dispositif sont au même endroit, puisque la lumière est renvoyée. C'est donc plus facile à intégrer dans un petit appareil, par exemple un téléphone portable [8].



Figure I. 14: *Image des veines*

Techniques	Avantages	Inconvénients
les veines	<ul style="list-style-type: none"> • moyen de frauder • Le réseau vasculaire est propre à chaque individu (même pour les vrais jumeaux) • donc pas de problème d'hygiène (contact lors de l'authentification) 	<ul style="list-style-type: none"> • La méthode est encore trop récente • Le scanner est relativement encombrant comparé aux capteurs d'empreintes digitales.

Tableau I. 8: *Les avantages et les inconvénients des veines*

I.2.8.9. Comparaison les techniques biométriques

Il existe plusieurs techniques biométriques et elles sont utilisées dans diverses applications. Chaque technique biométrique a ses forces et faiblesses, et le choix dépend de l'application. Aucune technique biométrique ne répond efficacement aux exigences de toutes les applications. En d'autres termes, aucune technique biométrique n'est optimale. La correspondance entre une technique biométrique et une application dépend du mode opérationnel de l'application et des propriétés de la caractéristique biométrique... [5].

Caractères	Universalité	Unicité	Permanence	Facilité de collecte	Acceptabilité	Robustesse
Face	Haut	Bas	Moyen	Haut	Haut	Bas
Empreinte Digitale	Moyen	Haut	Haut	Moyen	Moyen	Haut
Géométrie De la main	Moyen	Moyen	Moyen	Haut	Moyen	Moyen
Frappe sur le clavier	Bas	Bas	Bas	Moyen	Moyen	Moyen
Veines de la main	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Haut
Iris	Haut	Haut	Haut	Moyen	Bas	Haut
Rétine	Haut	Haut	Moyen	Bas	Bas	Haut
Signature	Bas	Bas	Bas	Haut	Haut	Bas
Voix	Moyen	Bas	Bas	Moyen	Haut	Bas
Odeur	Haut	Haut	Haut	Bas	Bas	Bas
Démarche	Moyen	Bas	Bas	Haut	Haut	Moyen
ADN	Haut	Haut	Haut	Bas	Bas	Bas
Oreille	Moyen	Moyen	Haut	Moyen	Haut	Moyen

Tableau I. 9: *Comparatif des différentes technologies [3]*

Une brève comparaison de 13 techniques biométriques les plus utilisées ci-dessus est fournie dans le tableau. L'applicabilité d'une technique biométrique spécifique dépend fortement des conditions du domaine d'application. Par exemple, il est bien connu que la technique basé sur l'empreinte digitale est plus précises que la technique basé sur la voix. Cependant, dans une application de transaction bancaire à distance, la technique basée sur la voix peut être préférée puisqu'elle peut être intégrée dans le système de téléphone existant [1].

I.3. Conclusion

La biométrie est une véritable alternative aux mots de passe et autres identifiants. Elle permet de vérifier que l'utilisateur est bien la personne qu'il prétend être. Cette technologie est en pleine croissance et tend à s'associer à d'autres technologies comme la carte à puce.

La biométrie offre beaucoup plus d'avantages que les méthodes existantes d'authentification personnelle telles que les clés, les numéros d'identification (ID), les mots de passe et les cartes magnétiques. En effet elle fournit encore plus de sûreté et de convenance ce qui engendre d'énormes d'avantages économiques et elle comble les grandes failles de sécurité des mots de passe.

La nécessité croissante du besoin de sécurité de chacun à exiger la naissance des divers produits d'authentification et leur augmentation, et le coût reste l'inconvénient majeur d'un système biométrique et qui a freiné leur développement.

Parmi ces méthodes et techniques on trouve la reconnaissance des veines qui présente beaucoup d'avantages et qu'on va étudier les raisons de cette techniques.

II.1. Introduction

La reconnaissance des veines est une technique récente d'un système biométrique. Néanmoins, plusieurs méthodes différentes sont pour objectif d'améliorer ou bien augmenter l'efficacité de la reconnaissance des veines.

L'objectif de cette section est de référencier et de décrire brièvement les méthodes institués dans la littérature. Ces méthodes peuvent se décomposer en plusieurs champs. Explicitement elles peuvent être associées à l'acquisition de l'image, au prétraitement de l'image capturée, à l'extraction des traits et la comparaison entre le test et l'original échantillon.

II.2. Motivation

La reconnaissance des veines est une technique récente semble technologie biométrique a été proposé en 1992. Des espoirs peuvent être fondés sur cette technologie qui présente de nombreux avantages car elle permet de prendre une empreinte sans contact et sans laisser une trace, elle est en outre très difficile à déjouer par un imposteur.

En ajoutant que les réseaux veineux sont suffisamment différents selon l'individu, stables et qui ne sont pas affectés par le vieillissement. Les veines sont internes, cette caractéristique qui rend le système hautement sécurisé et ils ne sont pas affectés par la situation de la peau externe.

L'authentification des veines n'est pas seulement intéressée par les chercheurs, mais aussi dans les industries et les produits de bons résultats dans les tests de l'International Biometric Group (IBG). Récemment la reconnaissance des veines semble faire de réel progrès dans le marché et considérée comme l'un des plus « roman » biométrique qui est appelé « quatrième biométrique » [10].

II.3. Notions de traitement d'image

II.3.1. Représentation d'une image

Une image se présente sous forme d'un tableau I de n lignes et p colonnes. Chaque élément $I(n, p)$ représente un pixel de l'image et sa valeur est associée

l'intensité du point qui est en général 0 pour le noir et 1 pour le blanc. Les images peuvent être monochromes, à plusieurs niveaux de gris ou couleurs [11].

II.3.2. Prétraitement de l'image

II.3.2.1. Introduction

L'objectif de base de prétraitement des images est de mettre un relief l'information utile et d'éliminer l'information inutile. L'étape de prétraitement comporte les différentes méthodes de réduction du bruit, l'égalisation de l'histogramme, ajustement de l'intensité.

II.3.2.2. Histogramme

II.3.2.2.1. Définition

L'histogramme des niveaux de gris d'une image est une fonction qui donne la fréquence d'apparition de chaque niveau de gris dans l'image [12]. En abscisse sont représentés les niveaux de gris de 0 à N (dans notre cas $N=255$), en ordonnées est affiché le nombre de pixels affecté par chaque niveau de gris.

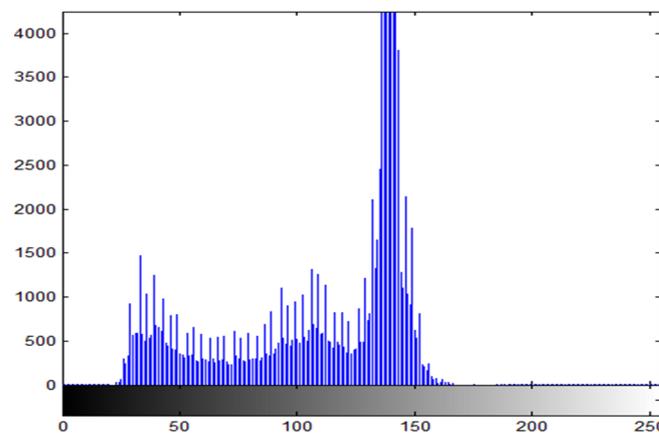


Figure II. 1: *Histogramme*

L'histogramme permet donc de donner la distribution des niveaux de gris, il permet notamment d'analyser entre quelles bornes est répartie la majorité des niveaux de gris.

II.3.2.2. Egalisation d'histogramme

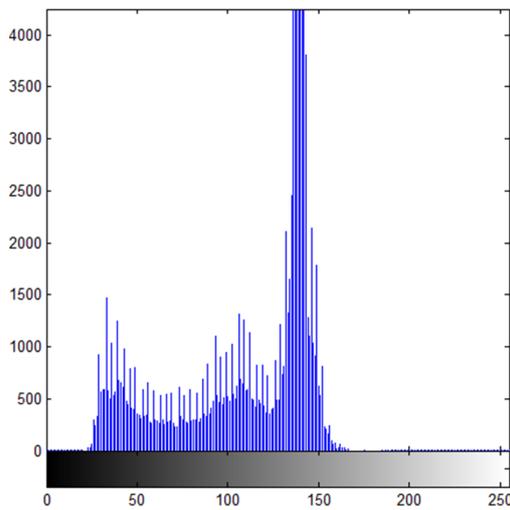
Cette transformation consiste à rendre le plus plat possible l'histogramme. Elle permet souvent de renforcer le contraste sur des détails de l'image qui sont masqués par des variations d'intensité de plus grande amplitude et à plus grande échelle [11].



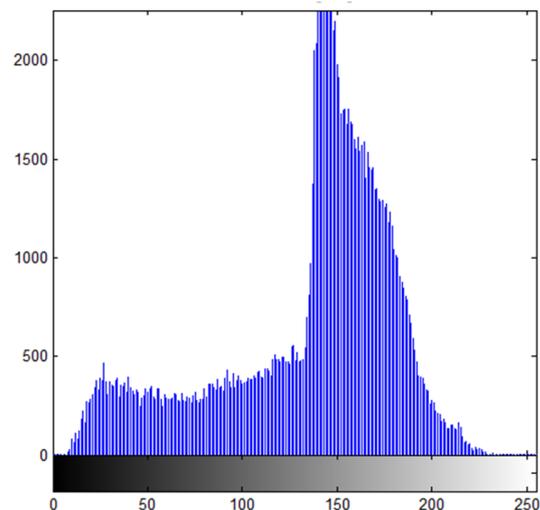
a-image originale



b-image contrastée



c-histogramme de (a)



d-histogramme de (b)

Figure II. 2: Exemple d'histogramme

II.3.2.3. Réduction du bruit

Les régions formant une image sont caractérisées par leur intensité moyenne. Les fluctuations (bruit de l'image) autour de cette moyenne peuvent provenir soit du dispositif d'acquisition (camera, scanner...) soit de la scène elle-même (poussière, rayures...), provoquent des perturbations qui affectent la qualité de l'image [11].

L'objectif des méthodes du prétraitement est donc de réduire l'amplitude d'intensité dans chaque région, tout en conservant les transitions entre régions adjacentes [11]. Ces techniques de réduction sont fondées sur le filtrage.

II.3.2.3.1. Le filtrage

Les opérations du filtrage consistent à diminuer l'effet du bruit et à corriger les défauts et minimiser les perturbations contenues dans l'image. Le choix du filtre à appliquer est lié à la nature des bruits affectant l'image [13].

II.3.2.3.1.1. Filtre linéaire

Ce sont des filtres classiques, dont le filtre de Gauss est le plus courant, il consiste en la convolution de l'image I avec une fonction Gaussienne. On aura donc

$$\text{tel que : } F = I * G \dots \dots \dots \text{II.1}$$

$$G(x, y, \delta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\delta}\right) \dots \dots \dots \text{II.2}$$

δ étant la variance.

II.3.2.3.1.2. Filtre non linéaire

Dans ce cas, la fonction de calcul de la nouvelle valeur du pixel n'est plus une combinaison linéaire des valeurs des pixels voisins mais une fonction quelconque.

➤ Filtre median

Ce filtre consiste à adoucir l'image, pour chaque pixel de cette dernière, on ordonne de manière croissante les valeurs des pixels voisins, on remplacera la valeur du pixel considéré par la valeur médiane [14].

Exemple :

$$X = \begin{bmatrix} 6 & 4 & 16 \\ 15 & 7 & 210 \\ 2 & 13 & 105 \end{bmatrix}$$

La séquence ordonnée est : 2 4 6 7 13 15 16 105 210 .

La valeur mediane est 13, ainsi le pixel central sera remplacé par cette valeur.

➤ Le filtre d'ordre

On considère une rectangulaire centrée sur le pixel $[i,j]$ d'une image A. On trie les éléments de A par ordre croissant. Pour un filtre d'ordre du pixel sera donnée par une fonction statistique. Le filtre médian est un cas particulier de filtre d'ordre [15].

Ces méthodes sont utilisées pour améliorer la qualité de l'image, elles sont nécessaires avant toutes analyse : égalisation d'histogramme et ajustement d'intensité pour agir sur l'éclairage(image clair ou sombre) et le filtre median eou d'ordre pour réduire le bruit.

II.4. Système de reconnaissance des veines

Un système de reconnaissance des veines est un système d'identification et de vérification d'individus qui permet de vérifier si une personne appartient à la base de données du système, et de l'identifier si c'est le cas.

On peut présenter les systèmes de reconnaissance par le diagramme suivant :

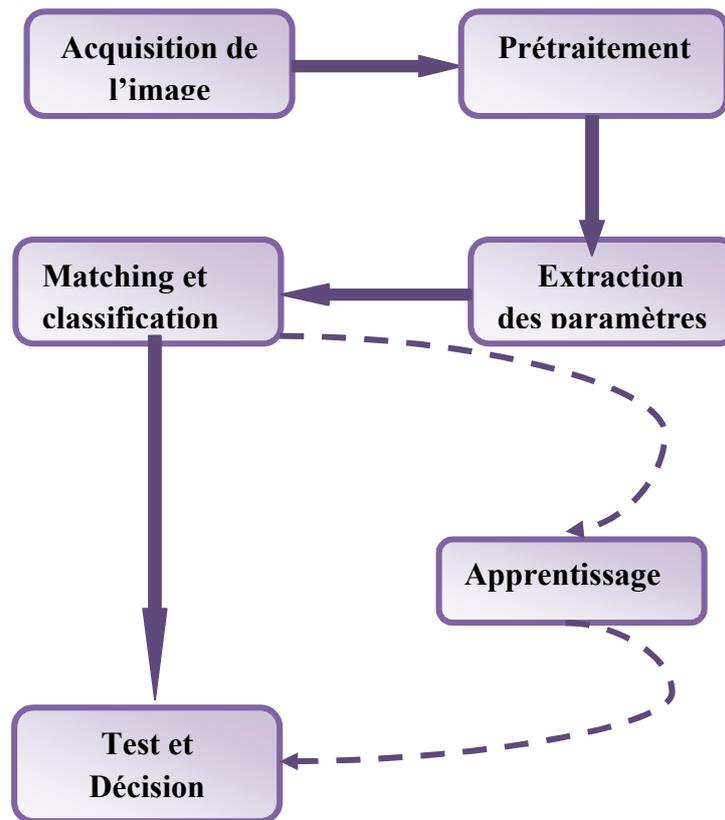


Figure II. 3: *Système de reconnaissance biométrique des veines [7].*

D'après la figure précédente, un système de reconnaissance des veines se déroule selon plusieurs étapes :

II.4.1. L'acquisition de l'image

L'une des parties des veines dans le corps humain pourrait être utilisée pour l'identification personnelle, mais il est préférable d'utiliser les veines de la main parce qu'elles sont plus proches de la surface que les autres organes. Les traits peuvent être détectés par des caméras à faible résolution. Dans la reconnaissance des veines de la main on peut distinguer les veines du poignet, les veines du doigt, les veines de la paume, les veines du dos de la main et chacun d'eux offre des caractéristiques uniques et stables.

Comme les réseaux veineux ne sont pas discernables à la lumière visible, plusieurs techniques sont disposées pour détecter ces réseaux. L'infrarouge est la technique plus répandue, on trouve deux types [16]:

- Far Infrared (FIR) : l'infrarouge lointain, dans cette méthode les veines superficielles ont une température plus élevée que les tissus environnants.
- Near Infrared (NIR) : l'infrarouge proche, la lumière peut pénétrer profondément dans les tissus.

La méthode FIR est souvent utilisée pour détecter les veines du dos de la main, et la méthode NIR peut être utilisée dans toute l'imagerie des veines de la main. On peut utiliser une camera CCD avec un filtre joint IR pour capturer des images dans laquelle les veines apparaissent plus sombres [16].



Figure II. 4: *Appareil de capture des veines du doigt*

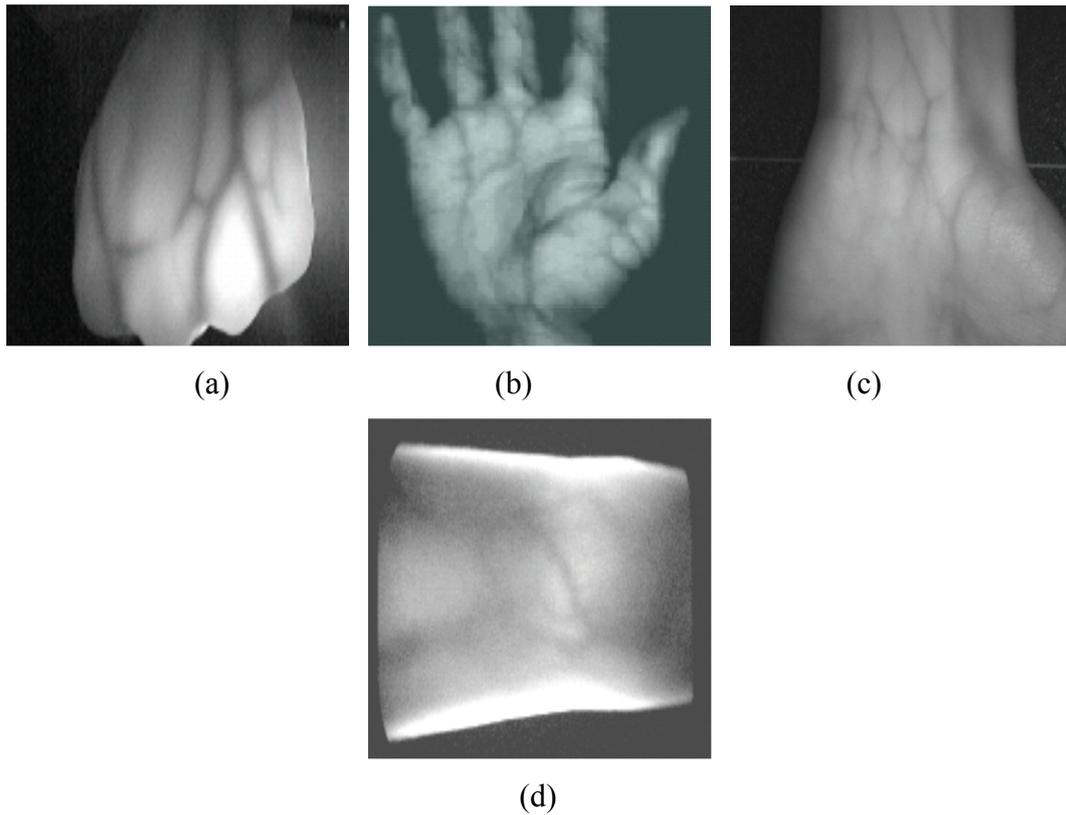


Figure II. 5: *Images NIR des veines de la main pour différentes parties, (a) le dos de la main, (b) la paume, (c) poignet, (d) le doigt [10].*

II.4.2. Prétraitement

Cette étape consiste à rehausser la qualité d'image, sélectionner et normaliser la région d'intérêt (Region Of Interest ROI) laquelle sera utilisée pour extraire les traits [17, 18].

II.4.2.1. Extraction du motif (ROI)

La région d'intérêt est capturée parce que l'image entière n'est pas convenable pour extraire les caractéristiques. Quelques appareils utilisent la position des capteurs pour assurer que la partie désirée est dans la même position, et d'autres utilisent les hautes propriétés de la transmission infrarouge [17, 18].

II.4.2.2. Normalisation

Une fois ROI est définie, la normalisation est exigée pour redimensionner les images afin que toutes les images aient la même dimension et permet d'être comparée facilement.

II.4.2.3. Rehaussement

La dernière étape du prétraitement, elle consiste à rendre les veines plus visibles, adoucir l'extraction des traits et à augmenter le taux de reconnaissance. Plusieurs méthodes sont utilisées telle que PSF (Point Spread Functions), le filtre CLS (Constrained Least Square). Il est nécessaire de réduire le bruit pour améliorer la qualité d'image en utilisant l'algorithme de minimisation de l'espérance, le filtre CLS, le filtre CLAHE et le filtre de Gabor [19].

II.4.3. Extraction des traits

Dans cette étape il est intéressant d'extraire de chaque échantillon les données qui seront utilisées pour la comparaison. Partout où les veines sont, dans le doigt, poignet, la paume ou le dos de la main on trouve quatre grandes catégories de l'algorithme d'extraction des traits [10] :

II.4.3.1. Méthode à base du suivi (Tracking-based)

Cette méthode permet d'extraire les réseaux veineux de faible qualité d'image NIR, basée sur la ligne répétée suivi la veine à partir des semences points initiale de l'image NIR capturée [10].

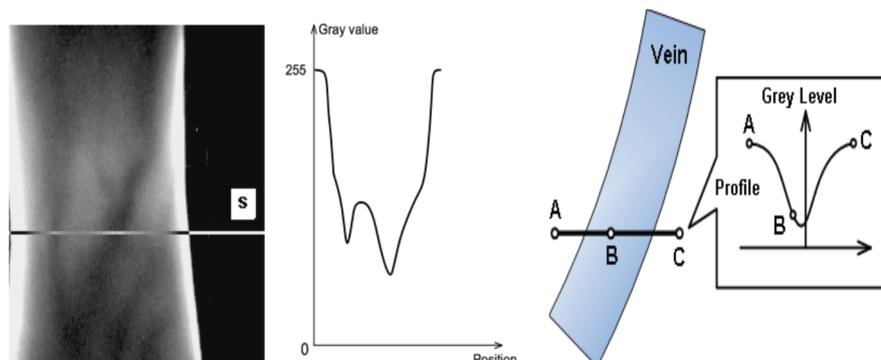


Figure II. 6: Le profil de l'intensité en coupe transversal des veines du doigt [10].

II.4.3.2. Méthode à base de Transformation (Transform based method)

Elle sert à rehausser la qualité d'image c'est bien que augmenter le contraste et réduire le bruit, elle permet de convertir l'image à certain domaine dont laquelle il est plus approprié d'extraire le modèle.

L'ondelette est l'une des méthodes qui offre l'analyse multi-résolution et permet d'augmenter la résolution de grossière à fine de sorte que le contenu d'image dans chaque échelle peut être compris [10].

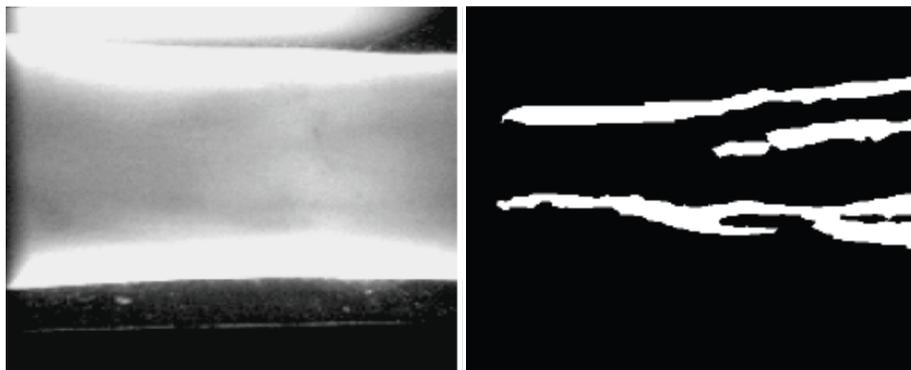


Figure II. 7: *Extraction des veines par la méthode à base de transformation [10]*

II.4.3.3. Méthode du filtre adapté (Matched filter method)

En observant les profils en coupe transversale, plusieurs modèles ont été présentés pour décrire le profil en coupe transversale du vaisseau. Le profil de niveau de gris de la section transversale est approché d'une courbe en forme gaussienne, ce qui très répondu, le filtre adapté peut être utilisé pour détecter le réseau veineux [10].

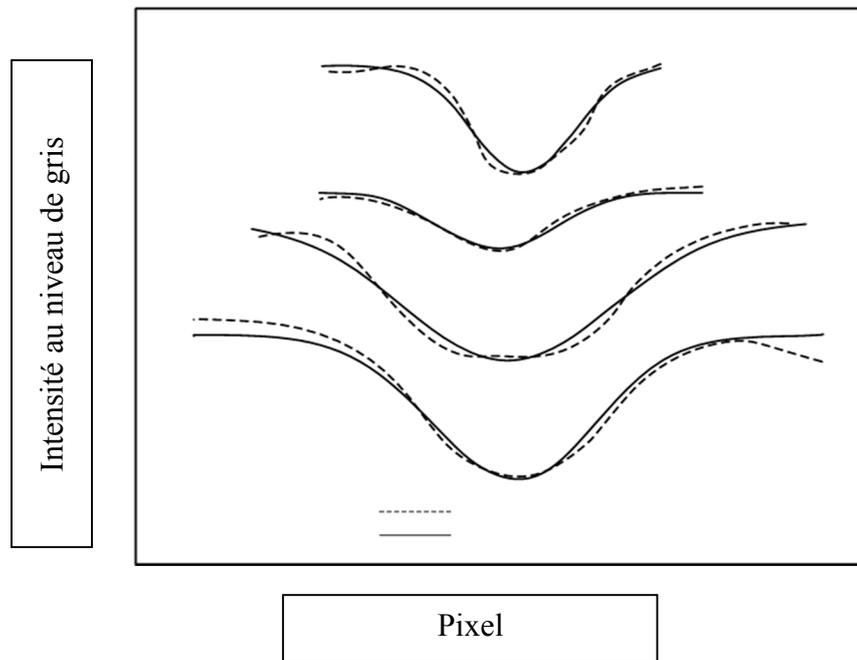


Figure II. 8: *Les profils transversaux et les courbes de Gauss équipé [10]*

II.4.3.4. Méthode du seuillage (Thresholding methode)

Le seuillage est habituellement utilisé pour obtenir une meilleure représentation des formes des réseaux veineux. En ajustant le seuillage local, nous pouvons choisir différentes valeurs seuil pour chaque pixel de l'image basée sur l'analyse de ses proches voisins, puis, les motifs des veines à partir de l'arrière-plan. Finalement, l'image désirée est extraite [10].

II.4.4. Apprentissage

L'apprentissage consiste à mémoriser les modèles calculés dans la phase analyse pour les individus connus. Un modèle est une représentation compacte des images qui permet de faciliter la phase de reconnaissance mais aussi de diminuer la quantité de données à stocker en quelque sort l'apprentissage est la mémoire du système.

II.4.5. La classification

Une fois l'ensemble de caractéristiques d'une image d'un individu est défini, on peut l'utiliser pour représenter cette image. L'identification est faite, par la suite, par une méthode de classification qui va comparer l'ensemble de caractéristiques avec

l'enregistrement de référence existant dans la base de données spécifique et ainsi trouver la classe à laquelle appartient cette image. Plusieurs méthodes ont été présentées, on trouve surtout les méthodes géométriques par calcul de la distance entre les valeurs caractéristiques telle que ma distance de Hamming et la distance Euclidienne [20].

Récemment des méthodes d'apprentissage automatique ont été employées pour la classification en particulier les modèles de Markov cachés (HMM), les réseaux de neurones artificiels, l'analyse en composantes principale l'ACP [18].

II.4.6. Test et décision

La décision est la partie du système où on tranche sur l'appartenance d'un individu à l'ensemble des individus ou pas, et si oui quelle est son identité. Donc la décision c'est l'aboutissement du processus. On peut la valoriser par le taux de reconnaissance (fiabilité) qui est déterminé par le taux de la justesse de la décision.

II.5. Conclusion

La reconnaissance d'individus demeure un complexe et non parfaitement résolu, malgré tous les travaux réalisés au cours de ces dernières années.

Plusieurs sous problèmes incombent à cette tâche d'identification et chacun d'eux n'est pas trivial. De nombreuses conditions réelles influencent sur la performance d'un système, cependant la détection automatique de la silhouette influence énormément sur la performance du module d'identification.

Le but principal de la reconnaissance par les veines est d'extraire les caractéristiques qui discriminent le mieux un individu par rapport aux autres

III.1. Introduction

Analyse en Composantes Principales est une technique d'analyse statistique, principalement descriptive, consistante à représenter sous forme graphique le plus d'informations possibles contenues dans un tableau. Elle permet ainsi de visualiser un espace à P dimensions à l'aide d'espaces de dimensions plus petites.

L'Analyse en Composantes Principales est la plus utilisée des analyses multivariées, c'est la plus ancienne. Ses fondements datent de 1901 quand Pearson en a conçu les idées essentielles à deux dimensions, sa généralisation a été faite en 1933 par Hotelling qui en a fait une première publication sous forme actuelle à plusieurs dimensions. Elle a attendu les ordinateurs vers les années 1960, développée en France par JP.Benzécri, pour être mise en pratique. C'est ainsi qu'elle a été absente au menu de cours de biométrie pendant longtemps.

III.2. Définitions

III.2.1. Tableau de données

Les données sont sous la forme d'un tableau à n lignes et p colonnes, que l'on stocke sous la forme d'une matrice X de taille $n \times p$:

$$X = \begin{matrix} & i & j & p \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ \vdots \\ N \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_1^1 & x_1^2 & \cdot & \cdot & x_1^p \\ x_2^1 & \cdot & \cdot & \cdot & x_2^p \\ \cdot & \cdot & x_n^j & \cdot & x_i^p \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_n^1 & \cdot & \cdot & \cdot & x_n^p \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Les N individus forment un nuage de points.

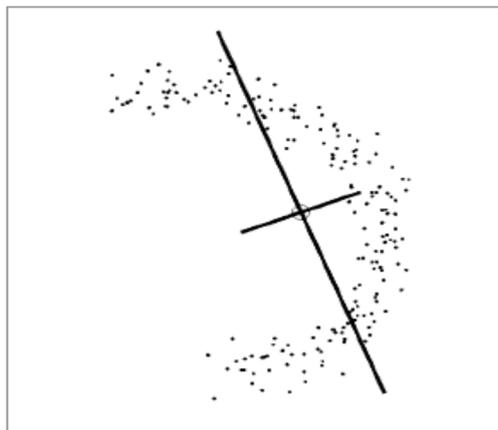


Figure III. 1: Exemple de distribution d'un nuage

- Chaque ligne (x_1^i, \dots, x_p^i) de X représente les valeurs prise par l'**individu** i sur les p variables
- Chaque colonne $(x_1^j, \dots, x_n^j)^t$ de X représente la **variable** j pour les n individus.

III.2.1.1. Espace des individus « R^p »

Chaque individu étant un point défini par P coordonnées, est considéré comme un élément d'un espace vectoriel R^p où R^p représente l'espace des individus. L'ensemble des N individus est alors un nuage de points dans cet espace.

III.2.1.2. Espace des variables « R^n »

Chaque variable X^j ($j=1\dots p$) est une suite de valeurs numériques $X^j(x_i)$, ($i=1\dots N$), pouvant être considéré comme étant un vecteur $X^j = (x_1^j, \dots, x_N^j)$ appartenant à l'espace R^n .

R^n représente l'espace des variables.

III.2.1.3. Vecteur moyen ou centre de gravité

Le vecteur G des moyennes arithmétiques de chaque variable est défini par :

$$G = (\overline{x^1}, \overline{x^2}, \dots, \overline{x^p})^t, \quad \overline{x^j} \text{ est la moyenne de la } i^{\text{ème}} \text{ colonne.}$$

III.2.1.4. Distance entre individus

L'ensemble N individus forment un nuage de points de \mathbf{R}^P et définissant un vecteur moyen (centre de gravité), sera muni d'une distance pour pouvoir calculer le taux de ressemblance entre individus et qui nous aidera à construire une classe de partition du nuage de points.

III.2.2. Principe de fonctionnement

On dispose d'une population E considérée de N individus et P observations de chaque individu. Ce tableau véhicule de l'information qui peut être considérée comme l'inertie de ses éléments.

Le nombre d'individus étant très élevé, on aura un tableau de grande dimension. On cherchera, pour des facilités de traitement, à réduire le nombre de variables. Il faudra donc trouver un tableau de faible dimension telle que l'information véhiculée par ce dernier soit la plus proche possible de l'information du tableau initial.

Cette information représente en quelque sorte l'inertie du nuage.

L'inertie de N (ensemble des individus) est :

$$I = \sum_{i=1}^N m_i d^2(X_i, G) \dots \dots \dots \text{III.1}$$

X_i : représente la $i^{\text{ème}}$ individu.

d : La distance euclidienne entre X_i et G .

G : Centre de gravité.

m_i : Poids du $i^{\text{ème}}$ individu.

En centrant et réduisant les données, l'expression de l'inertie sera :

$$I = \sum_{i=1}^N \| \tilde{X}_i \|^2 \dots \dots \dots \text{III.2}$$

En projetant sur un axe F

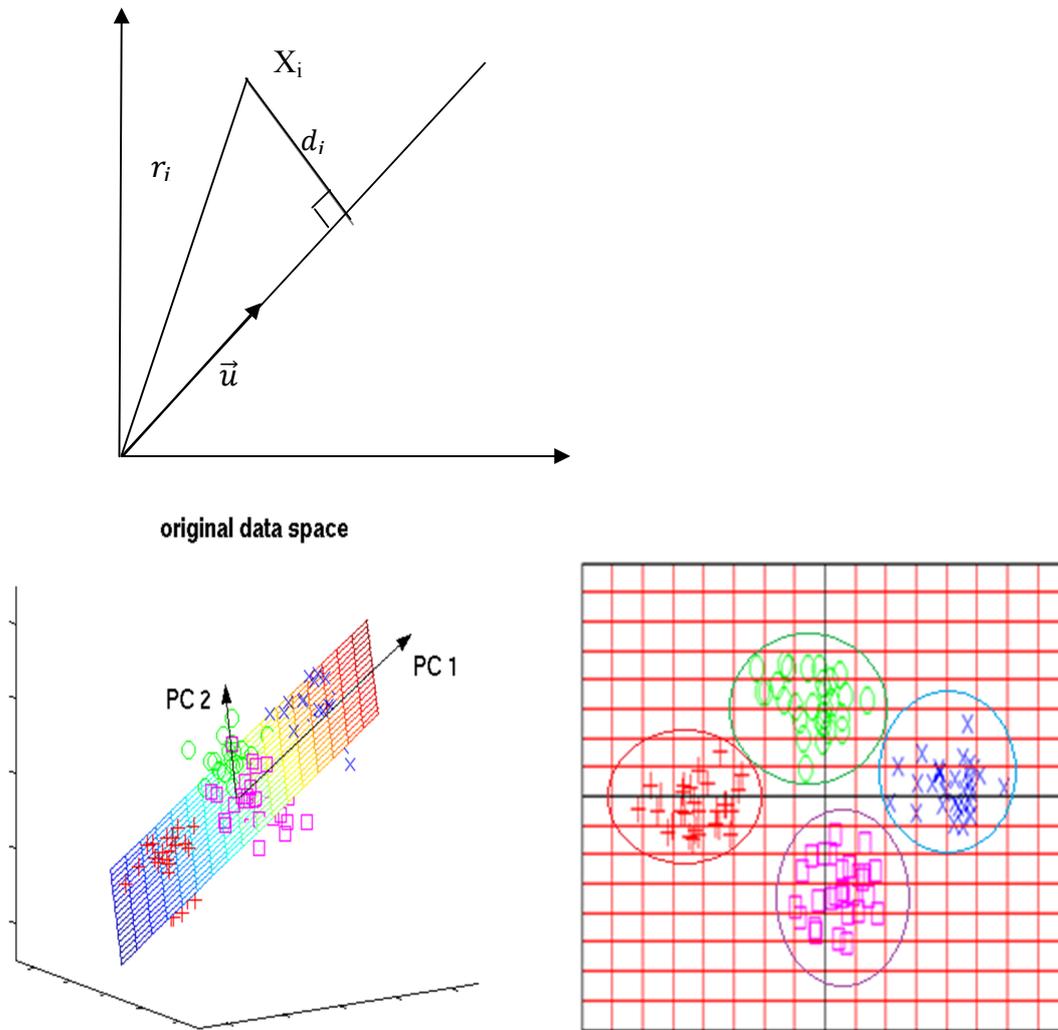


Figure III. 2: Exemple d'utilisation de l'ACP pour la classification

\vec{u} étant un vecteur unitaire sur F

$$u^t \cdot u = 1$$

$$u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_p \end{bmatrix}; r_i = \begin{bmatrix} x_i^1 \\ x_i^2 \\ \vdots \\ x_i^p \end{bmatrix}$$

On remarque que : $u^t \cdot r_i = r_i^t \cdot u$

$$I(F) = \sum_{i=1}^N (u^t r_i)^2 \dots \dots \dots III.3$$

Pour minimiser les pertes d'information, on doit maximiser $I(F)$.

$$I(F) = \sum_{i=1}^N (u^t r_i)^2 = \sum_{i=1}^N (u^t r_i)(r_i^t \cdot u) = u^t (\sum_{i=1}^N r_i \cdot r_i^t) \cdot u \dots \dots \text{III.4}$$

Alors :

$$I(F) = u^t X^t X u \dots \dots \dots \text{III.5}$$

Donc le problème revient à maximiser $u^t X^t X u$ avec la contrainte $u^t \cdot u = 1$

D'autre part, on définit la matrice de covariance C ayant pour terme général :

$$Cov(X_i, X_j) = \sum_{k=1}^N x_i^k x_j^k \dots \dots \dots \text{III.6}$$

(Les variables étant centrées, la moyenne \bar{x}_i est donc nulle).

La matrice C admet des vecteurs propres orthogonaux est unitaires.

❖ Démonstration

Supposons l'origine au centre de gravité du nuage, on cherche les axes tels que la variance des distances entre projections soit maximum. Soit u le vecteur unitaire porté par un tel axe. La variance cherché est donnée par :

$$E\{u^t X^t X u\} = u^t C u \dots \dots \dots \text{III.7}$$

Mais u est soumis à la contrainte $u^t \cdot u = 1$.

Utilisons la technique des multiplicateurs de Lagrange, on peut écrire :

$$\frac{\partial}{\partial u} [u^t C u - \lambda (u^t \cdot u - 1)] = 0 \dots \dots \dots \text{III.8}$$

λ est une constante,

$$C \cdot u = \lambda \cdot u \dots \dots \dots \text{III.9}$$

L'équation (1) a (n) solutions qui correspondent à (n) valeurs propres λ , elles mêmes solutions de l'équation caractéristique :

$$|C - \lambda I| = 0 \dots \dots \dots \text{III.10}$$

I est la matrice unité ; $|C - \lambda I|$ est le déterminant de la matrice $C - \lambda I$.

Les vecteurs propres correspondant sont orthogonaux ; en effet soient :

$$C u = \lambda u_i, C u = \lambda u_j, \text{ il vient}$$

$$(\lambda_i - \lambda_j) u_i u_j = u_j C u - u_i C u = 0, \text{ car } C \text{ est symétrique.}$$

$$\text{Si } \lambda_i \neq \lambda_j \text{ alors } u_i \cdot u_j = 0.$$

Soit U la matrice $U = [u_1, u_2, \dots, u_n]^t$, on peut écrire, D étant la matrice diagonale dont les éléments sont λ_i :

$$C \cdot U = U \cdot D \dots \dots \dots \text{III.11}$$

U est la matrice de la transformation.

La transformation est définie par l'équation (1), ou l'équation matricielle (3) est dite de Karhunen-Loève.

A partir de ces calculs, nous pouvons déduire que :

Une base orthonormée du sous espace vectoriel à q dimensions s'ajustant aux mieux au nuage est constitué par les q vecteurs propres $u_1 \dots u_q$ associés aux plus grandes valeurs propres de la matrice $X^t X$

III.2.3. La distance euclidienne

Cette méthode consiste à déterminer la classe la plus proche de l'image introduite (I_i), ceci revient à trouver la classe k qui minimise la distance euclidienne :

$$d = \|\Omega - \Omega^k\|^2 = (\Omega_i - \Omega^k)^t (\Omega_i - \Omega^k) \dots \dots \dots \text{III.12}$$

$$\text{Tel que } \Omega^k = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L \Omega_i^k$$

- Ω^k : vecteur trait de référence.
- Ω_i^k : $i^{\text{ème}}$ vecteur trait du $k^{\text{ème}}$ individu.
- L : le nombre d'image.

L'image introduite sera affectée à la classe la plus proche en respectant les conditions suivantes :

- $D < \text{seuil } \theta$. (θ seuil choisi par expérience)

Si cette condition n'est pas vérifiée, un rapport entre la distance minimale $d_{m i n}$ et la distance la plus proche d'elle ($d'_{m i n}$) sera calculée:

- $R = \frac{d_{m i n}}{d'_{m i n}}$, tel que $R < R_{s e u i l}$ choisi.
- Autrement cette image sera rejetée, ou classée comme inconnue.

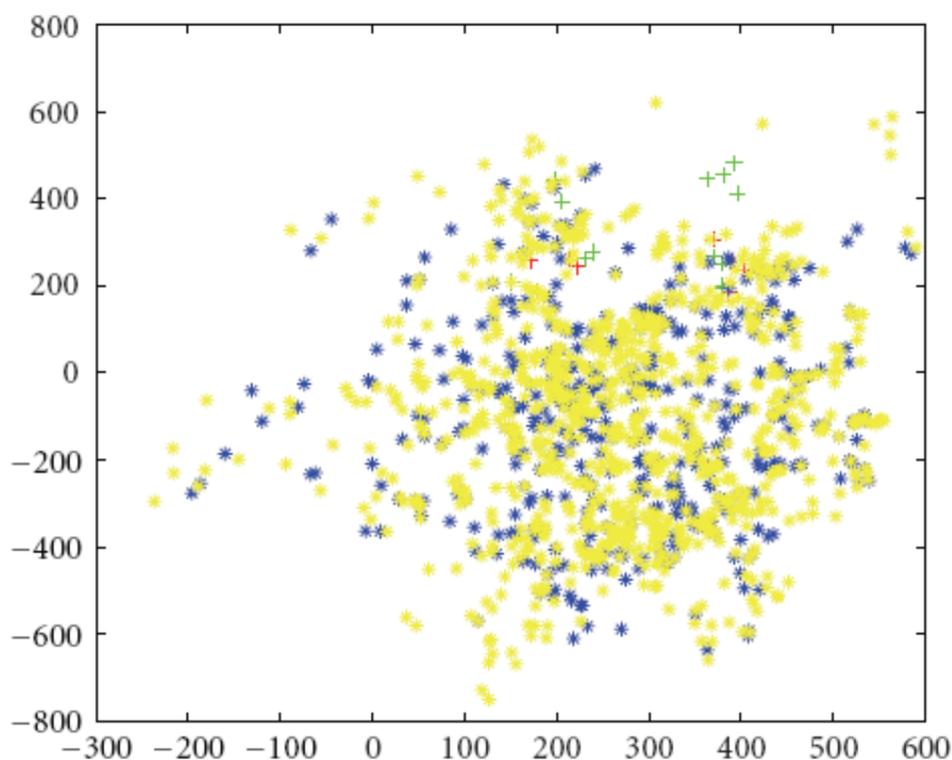


Figure III. 3: La distribution des échantillons en utilisant la distance euclidienne.

III.3. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé quelques notions fondamentales de l'analyse en composantes principales ainsi que la distance. L'analyse en composantes principales permet d'obtenir une représentation des individus dans un espace de dimension plus faible tout en conservant l'information essentielle.

IV.1. Introduction

Ce chapitre sera consacré à la présentation de l'utilisation de deux méthodes d'apprentissage automatique dans la reconnaissance des individus par les veines du doigt de la main ainsi que les différents résultats obtenus.

V. La méthode basée sur la distance est considérée comme la méthode la plus utilisée pour la classification. A cet effet, on distingue deux méthodes : la distance Euclidienne et la distance Mahalanobis. A l'instar des ces méthodes précitées, une autre approche utilise le réseau de neurone.

V.1. Système d'identification

L'identification des individus par les veines de la main rentre dans le cadre de la reconnaissance des formes où les veines de la main sont représentés par leurs images binarisées. L'individu représentera donc la classe et le but de la classification sera donc d'affecter chaque image à la classe qui lui correspond.

Ces images peuvent, par exemple, contenir du bruit ou peuvent aussi être la capturées dans un environnement pas bien éclairé d'où la nécessité d'un prétraitement de ces images. Aussi, par soucis du temps de temps et de complexité de calculs, il est plus intéressant de représenter ces images par les vecteurs de caractéristiques que de prendre les images entières. L'apprentissage se fera par la suite, sur ces vecteurs de caractéristiques par l'une des méthodes appropriées.

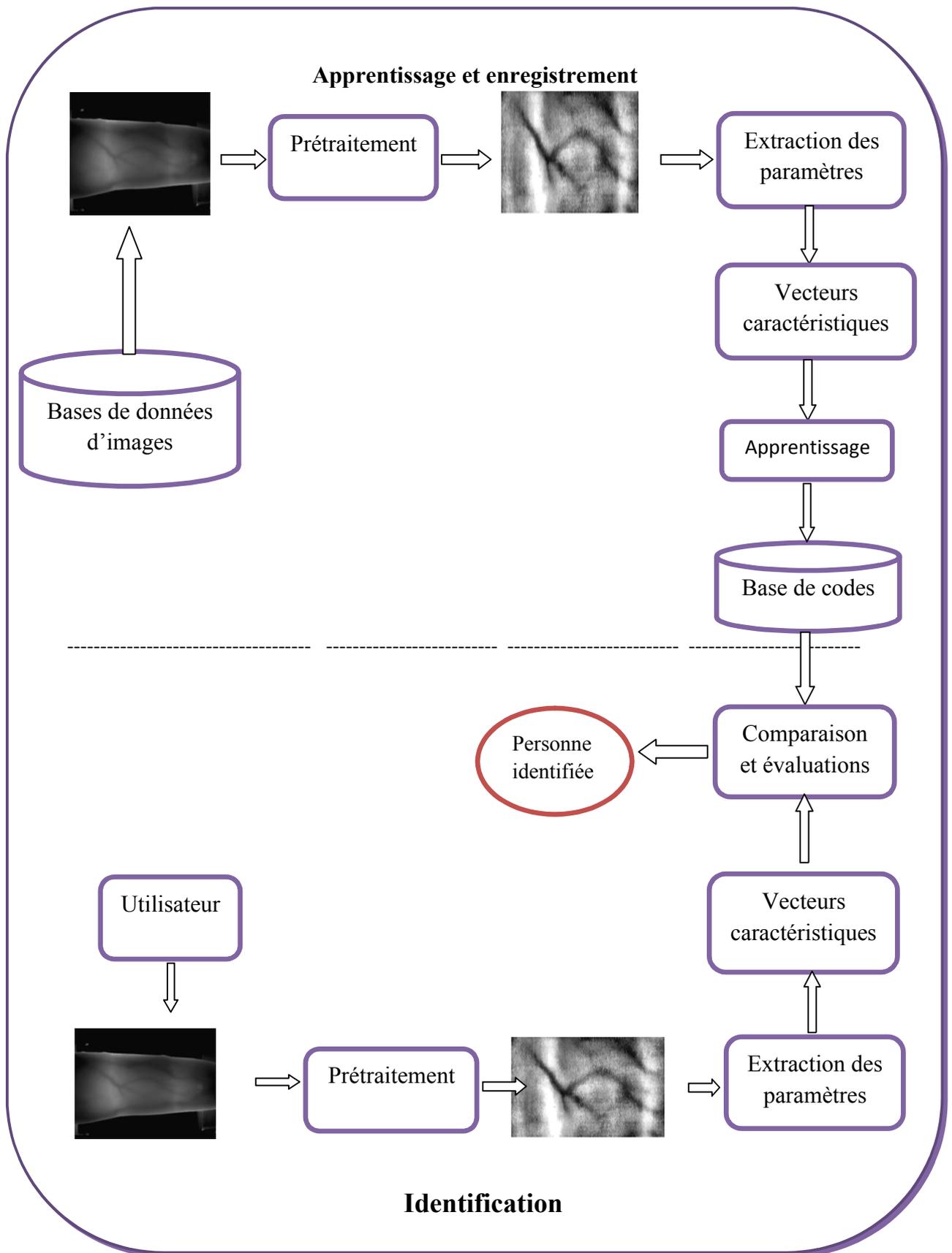
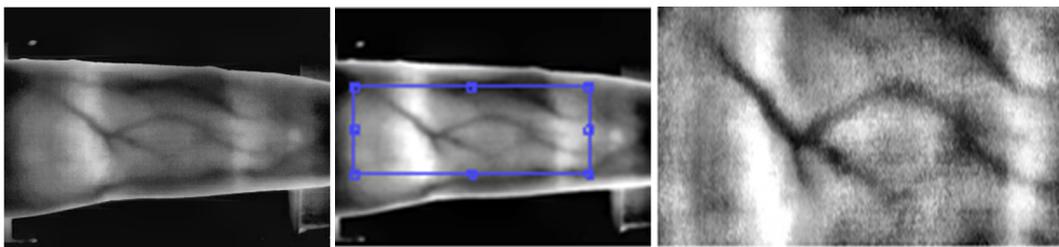


Figure IV. 1: *Architecture du système proposé***V.2. La base de données des images des veines**

Les images que nous avons utilisées dans nos expériences sont issues d'une base de données qui a été téléchargée d'après le site d'université BOSPHORIUS TURQUE suivant <http://bosphorius.ee.boun.edu.tr/hand/Home.aspx>.

V.3. Prétraitement des images

La phase de prétraitement est essentielle dans un système de reconnaissance des formes, elle consiste à améliorer la qualité d'information qu'on peut tirer des images, ceci en spécifiant les régions d'intérêt, en améliorant le contraste des images et les niveaux de lumières(ombre,...), en égalisant l'histogramme.

**Figure IV. 2:** *le prétraitement de l'image***V.4. Extraction des caractéristiques**

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre(II), il existe quatre méthodes principales pour extraire les caractéristiques. Dans cette étape on s'appuie sur la méthode de seuillage qui est une technique de segmentation consistant à extraire la région d'intérêt où les pixels de l'image sont partagés par un seul seuil S en deux classes :ceux qui appartiennent au fond (doigt) et ceux qui appartiennent à l'objet (les veines)

$$g(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(i, j) > S \\ 0 & \text{if } f(i, j) \leq S \end{cases} \dots\dots\dots \text{IV.1}$$

$f(i, j)$: niveau de gris d'un pixel(i, j) appartenant à l'image.

$g(i, j)$: niveau de gris de pixel(i, j) après la binarisation.

Le premier pas de l'extraction de caractéristiques,

L'érosion et la dilatation consiste à éliminer les bruits indésirables et à améliorer la forme des veines d'images. Cette étapes devrait améliorer la précision de la squelettisation.

Pour la dilatation

$$X \oplus S = \{X/S_x \cap X \neq \emptyset\} = \{X/(S_x \cap X) \subset X\}$$

Pour l'érosion

$$X \ominus S = \{X/S_x \subset X\} = \{X/(S_x \cap \sim X) \neq \emptyset\}$$

S : élément structurant

S_x : le pixel x eest le centre de l'élément structurant.

\oplus : presente l'opération morphologique de dilatation.

\ominus : presente l'opération morphologique de l'érosion.

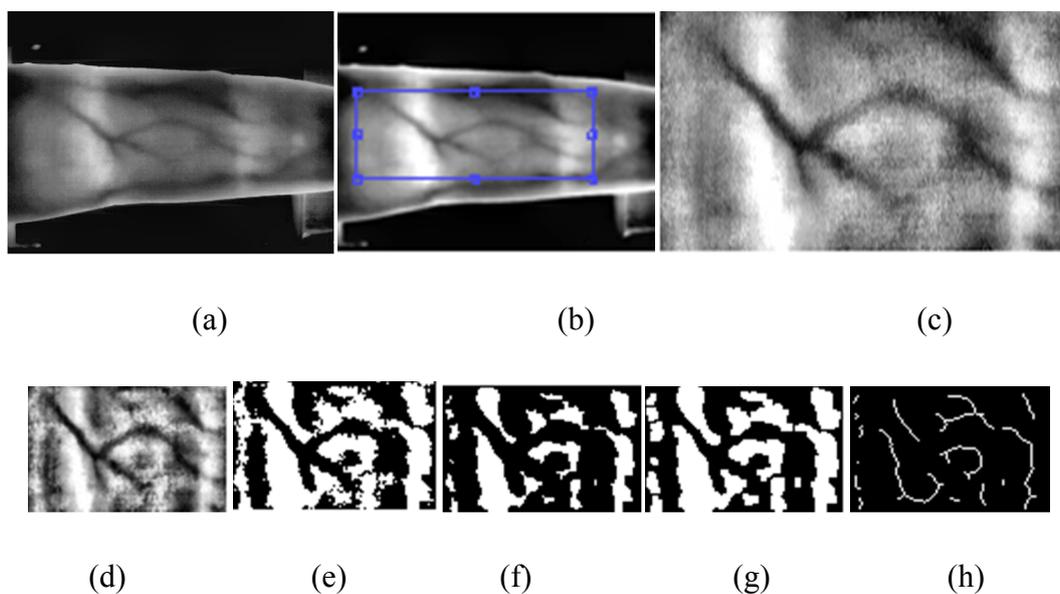


Figure IV. 3: les étapes d'extraction des caractéristiques

(a) image originale, (b) région d'intérêt, (c) égalisation de l'image, (d) normalisation de l'image
(e) image binarisée, (f) érosion de l'image, (g) dilatation de l'image, (h) squelettisation .

V.5. La classification

Soit un ensemble d'apprentissage composé de M images des veines du doigt de P individus, chaque individu ayant L images prises sous différentes conditions.

A chaque personne lui correspond une classe composée des vecteurs de traits obtenus en projetant les L images dans l'espace des veines du doigt, et chaque classe est représentée par un vecteur de trait de référence Ω^k

V.5.1. Organisation en classes

Soit un ensemble d'apprentissage composé de M images des veines du doigt de P individus, chaque individu ayant L images prises sous différentes conditions.

A chaque personne lui correspond une classe composée des vecteurs traits obtenus en projetant les L images dans l'espace des veines, et chaque classe est représentée par un vecteur trait de référence Ω_k .

$$\Omega_k = (1/L) \sum \Omega_i^k \quad i^k \text{ le } i^{\text{ème}} \text{ vecteur trait du } k^{\text{ème}} \text{ individu}$$

V.5.2. La classification basée sur la mesure des distances

V.5.2.1. Distances euclidienne

Cette méthode consiste à déterminer la classe la plus proche de l'image introduite (I_i), ceci revient à trouver la classe k qui minimise la distance euclidienne :

$$d = \|\Omega - \Omega^k\|^2 = (\Omega_i - \Omega^k)^t (\Omega_i - \Omega^k)$$

Tel que $\Omega^k = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L \Omega_i^k$

- Ω^k : vecteur trait de référence.
- Ω_i^k : $i^{\text{ème}}$ vecteur trait du $k^{\text{ème}}$ individu.
- L : le nombre d'image.

L'image introduite sera affectée à la classe la plus proche en respectant les conditions suivantes :

- $D < \text{seuil } \theta$. (θ seuil choisi par expérience)

Si cette condition n'est pas vérifiée, un rapport entre la distance minimale d_{min} et la distance la plus proche d'elle (d'_{min}) sera calculée:

- $R = \frac{d'_{min}}{d_{min}}$, tel que $R < R_{eu}$ choisi.
- Autrement cette image sera rejetée, ou classée comme inconnue.

V.5.2.2. Distance de Mahalanobis

Cette distance est similaire à la distance euclidienne, elle est définie par :

$$d = (\Omega_i - \Omega^k)^T D^{-1} (\Omega_i - \Omega^k)$$

Où :

- d : la distance entre Ω_i et la classe K .
- D la matrice diagonale des valeurs propres.

Les mêmes procédures que celles de la distance euclidienne seront adoptées pour la classification des veines du doigt.

V.5.3. Approche neuronale

V.5.3.1. Introduction

Les réseaux de neurones artificiels sont formés de neurones formels opérant en parallèle. Les neurones formels ont été inspirés de l'organisation du système nerveux. Le principe d'action des réseaux de neurones est, à partir d'entrées fournies, d'ajuster leurs poids pour produire les sorties désirées. Ils sont basés sur la comparaison entre les sorties (effectives) et les sorties désirées, si elles existent.

V.5.3.2. Architecture

V.5.3.2.1. Simple neurone

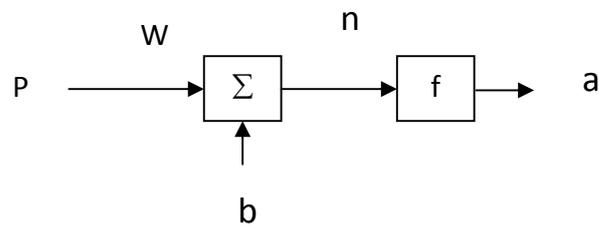


Figure IV. 4: *Shéma d'un neurone*

p : entrée b : biais f : fonction d'activation
 w : poids a : sortie $a=f(pw+b)$

V.5.3.2.2. Fonction d'activation (transfert)

En général, la fonction de transfert ou d'activation f d'un neurone représente l'état d'activation de ce neurone. Elle peut prendre les formes principales suivantes :

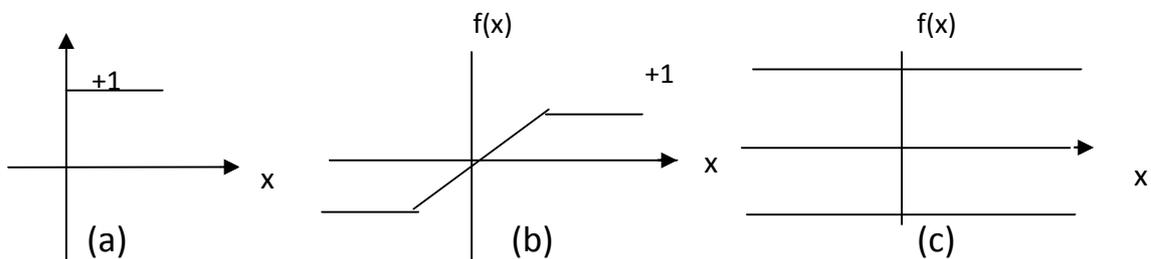


Figure IV. 5: *fonction hard limiter, b – fonction linéaire(pureline) ,c-fonction log-sigmoïde*

V.5.3.2.3. Réseaux multicouches

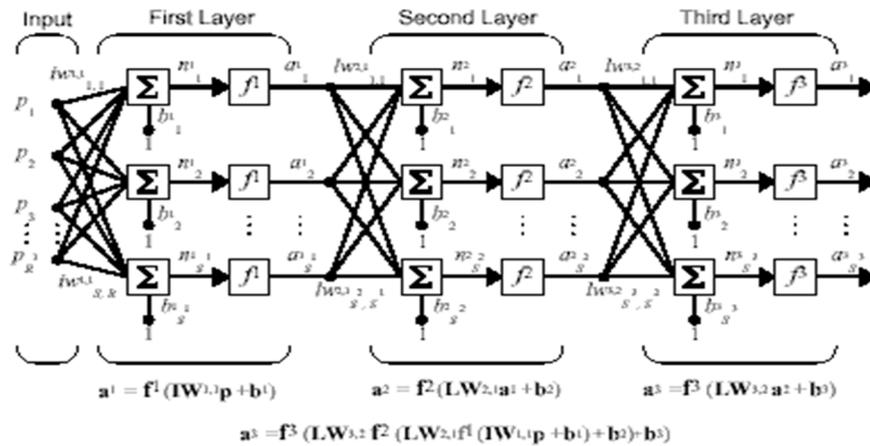


Figure IV. 6: Réseau multicouches

V.5.3.2.4. Phase d'apprentissage

Pendant cette phase le réseau subit des modifications suivant des règles d'apprentissage jusqu'à établissement du réseau, i-e, jusqu'à ce que la sortie désirée soit à peu près obtenue.

On distingue deux modes d'apprentissage :

- **Apprentissage supervisé** : dans ce mode on fournira au réseau des exemples à mémoriser pour les comparer ensuite avec les sorties obtenues.

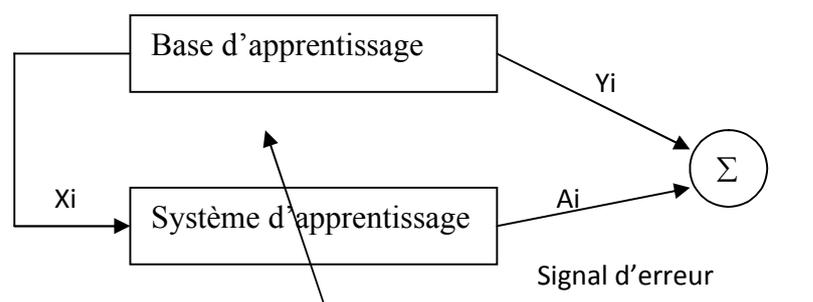


Figure IV. 7: Apprentissage supervisé

YI : Sorties désirées

XI : Entrées

AI : Sorties

- **Apprentissage non supervisé** : dans ce mode les sorties désirées ne sont pas disponibles, donc le réseau évolue tout seul.

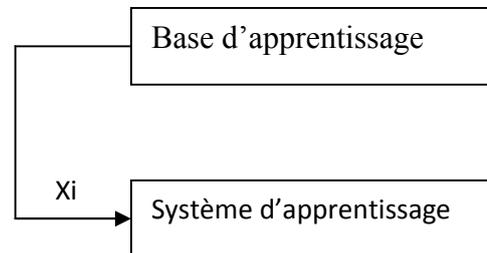


Figure IV. 8: *Apprentissage non supervisé*

V.5.3.2.5. Règles d'apprentissage

Nous n'aborderons dans cette partie que la règle utilisée pour la modélisation de la procédure de classification, à savoir la règle de rétropropagation.

Cette règle est une généralisation de la règle d'apprentissage de Windrow-Hoff appliquée à des réseaux multicouches munis de fonctions de transfert différentiables. L'apprentissage y est supervisé, i-e, que nous présentons au réseau en même temps une entrée et sa sortie désirée.

Pour notre réseau nous avons utilisé l'algorithme de rétropropagation rapide ou « faster backpropagation ». Il contient, une couche d'entrée, une de sortie et une cachée. Les différents paramètres sont fixés par défaut et peuvent être changés par l'utilisateur.

V.5.3.2.6. Application à la classification

Pour pouvoir exploiter ce réseau à des problèmes de classification nous avons procédé de la manière suivante :

- présentation au réseau des entrées à classifier, dans notre cas, il s'agit des vecteurs traits représentant les différents veines du doigt.
- Affectation à chaque entrée la sortie qui lui correspond.
- Préciser pour chaque couche la fonction d'activation (transfert), la couche cachée et la couche de sortie respectivement.
- Fixer les différents paramètres du réseau.

Une fois le processus d'apprentissage terminé, le réseau est prêt à la simulation.

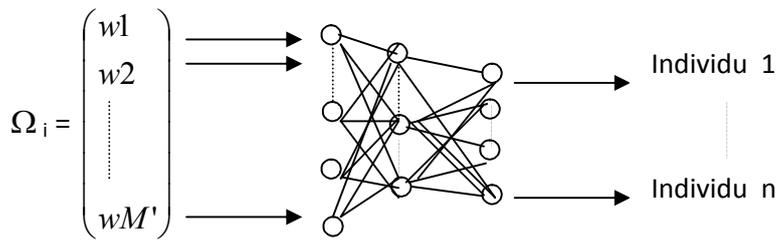


Figure IV. 9: Principe de classification

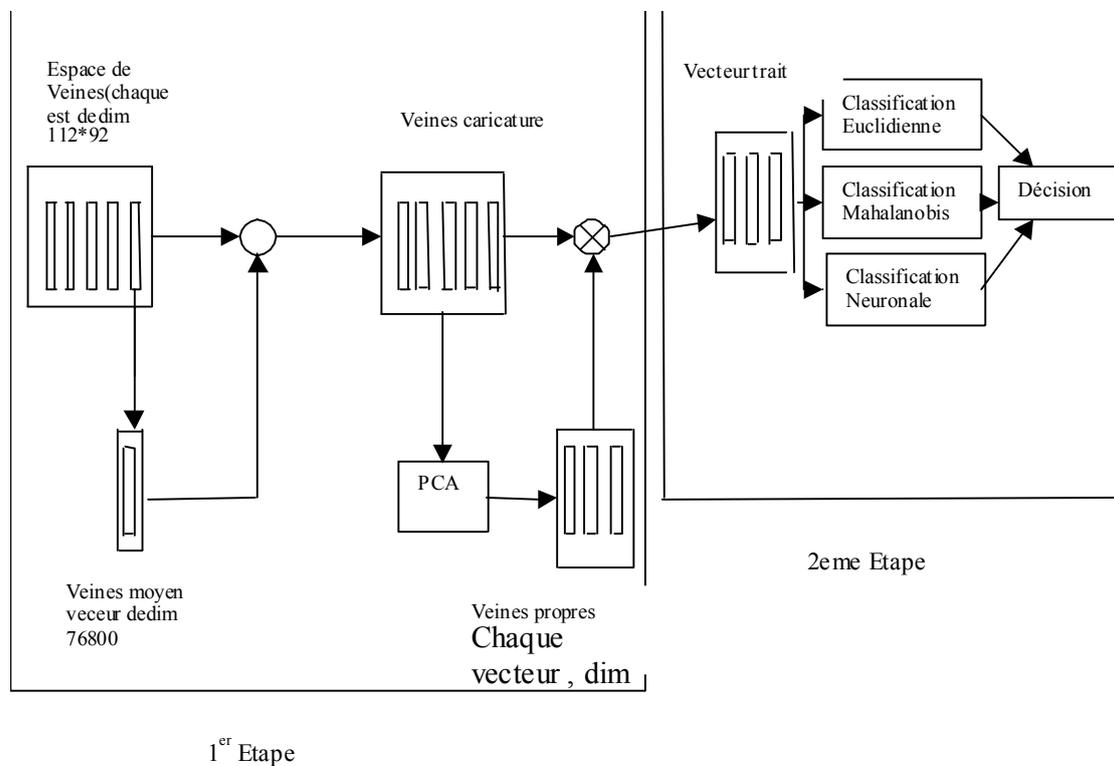


Figure IV. 10: Résumé des différentes étapes

V.5.4. Algorithme de reconnaissance

Soit un ensemble des images des doigts $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_M$ est constitué de M images de doigt de P individus, dont l'échantillon présenté dans la figure suivante.



Fig . IV.3 Exemple de visage moyen

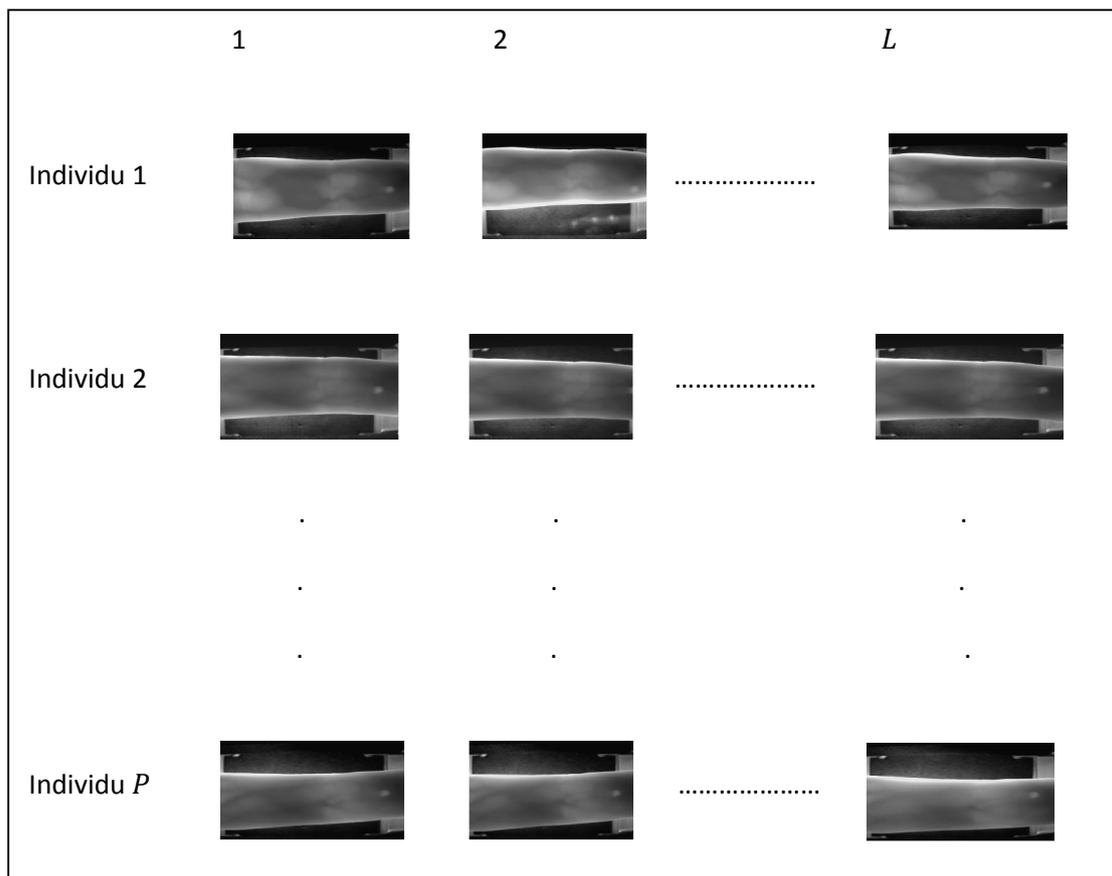


Figure IV. 11: échantillon de base de données utilisée

Si l'image des veines du doigt, de résolution $n \times m$, est considéré comme étant un vecteur dont la dimension est égale au nombre des pixels de cette image ($n * m$),

alors $K^{ém e}$ valeur propre λ_k et le vecteur propre U_k des différents vecteurs sont choisis tels que :

$$C U_k = \lambda_k U_k \dots \dots \dots \text{IV.3}$$

les vecteurs propres U_k sont orthonormés et orthogonaux :

$$U_k^t U_k = \begin{cases} 1 & \text{si } k = n \\ 0 & \text{si } k \neq n \end{cases}$$

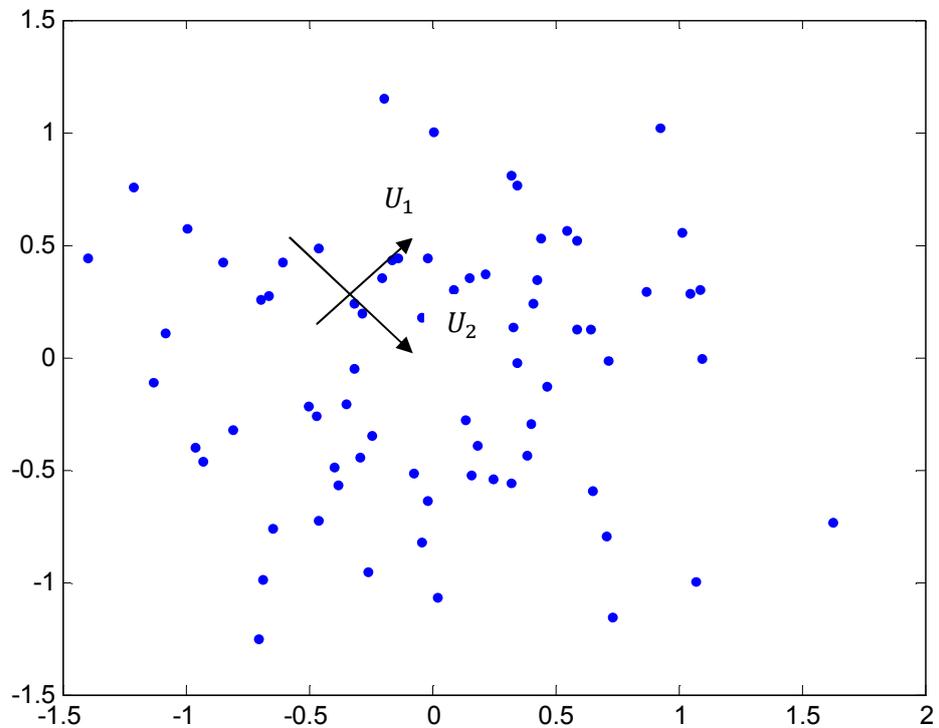


Figure IV. 12: les vecteurs propres

C étant la matrice de covariance, de taille $(n * m \times m *)$ définie par :

$$C = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \Phi_n \Phi_n^t = A . A \dots \dots \dots \text{IV.4}$$

Tel que :

$$A = \frac{1}{\sqrt{M}} [\Phi_1 \Phi_2 \dots \Phi_M] \dots \dots \dots \text{IV.5}$$

Si la dimension des ses images est N (avec $N = n * \eta$), la matrice C sera de dimension $N \times N$ et la détermination de ces N valeurs et vecteurs propres est une lourde tâche. Une méthode de calcul plus rapide peut être introduite ; des deux équations (1) et (2) on peut obtenir :

$$A \cdot A U_k = \lambda_k U_k \dots \dots \dots \text{IV.6}$$

On multiplie par A^t :

$$A^t A (A U_k) = \lambda_k (A^t U_k) \dots \dots \dots \text{IV.7}$$

Posons : $Y_k = A^t U_k$

En remplaçant dans (IV.7) :

$$A^t A Y_k = \lambda_k Y_k \dots \dots \dots \text{IV.8}$$

D'après (IV.8) Y_k est un vecteur propre de la matrice $A^t A$ associé à la valeur propre λ_k .

Supposons X_k , vecteur normé, tel que :

$$X_k = \alpha_k Y_k$$

Donc X_k est aussi vecteur propre de la matrice $A^t A$ (de dimension $M \times M$).

Alors $X_k^t X_k = (\alpha_k A^t U_k)^t (\alpha_k A^t U_k) = \alpha_k^2 A^t U_k^t U_k$

Pour $k = n$, $U_n^t U_n = 1$ et $X_k^t X_k = 1$ (X_k est supposé normé).

Donc $\alpha_k^2 \lambda_k = 1, \Rightarrow \alpha_k = \frac{1}{\sqrt{\lambda_k}}$

Avec $A Y_k = A^t A U_k$

$$A Y_k = \lambda_k U_k \Rightarrow U_k = \frac{1}{\lambda_k} A Y_k = \frac{1}{\lambda_k \alpha_k} A X_k = \frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} A X_k$$

L'expression de U_k est alors :

$$U_k = \frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} A X_k$$

Nous avons pu calculer les vecteurs propres U_k de la matrice de covariance $C = A^t A$ de grande dimension (N^2) à l'ordre du nombre d'images dans la base d'apprentissage (M).

Les valeurs propres associées aux images propres permettent de juger la contribution de chaque vecteur propre dans la description de l'information et de choisir les vecteurs les plus significatifs pour former l'espace des images.

- **Calcul des vecteurs traits**

Le vecteur trait Ω_i d'une image Γ_i est obtenu en projetant son image caricature Φ_i sur l'espace des images.

$$\Omega_i = U^t \Phi_i = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_M \end{pmatrix} \text{ ou } U = [U_1 \quad U_2 \quad \dots \quad U_{M'}]$$

M' est le nombre des images propres pris en compte, ainsi chaque image représenté par un ensemble de M' point (le vecteur trait).

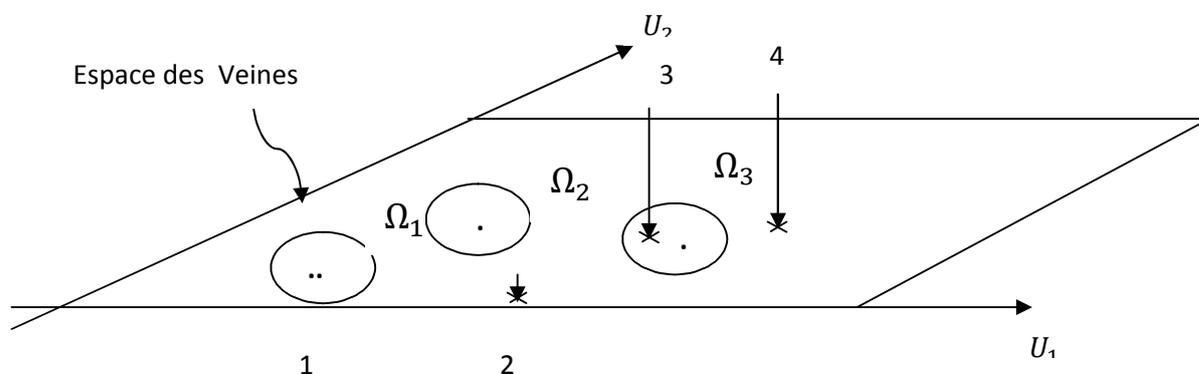


Figure IV. 13: la projection des images sur l'espace des veines

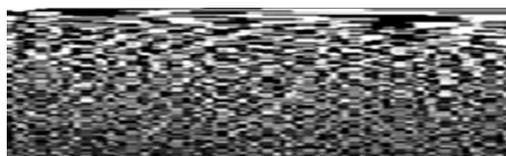


Figure IV. 14: exemple de la veine propre

Remarque :

Les images des veines propres se sont avérées très utiles comme moyen d'identification des veines du doigt. En pratique, $M' < M$ vecteurs sont suffisants pour l'identification puisque nous n'avons pas besoin de reconstruire l'image. De plus les résultats expérimentaux de l'analyse en composantes principales ont montré que le choix des vecteurs propres les plus représentatifs de l'espace en question sont ceux associés aux valeurs propres maximales, car ils véhiculent le maximum d'information. Un taux de représentation est alors défini représentant l'inertie que portent ces vecteurs, mais en précisant que ce taux varie avec l'application.

$$T a u x \frac{\sum_{i=1}^{M'} \lambda_i}{\sum_{i=1}^{M-1} \lambda_i}$$

V.6. Réalisation

V.6.1. Environnement de programmation

Le système a été implémenté en utilisant Matlab7.9 sur un micro processeur Intel Pentium, possédant 512 Mo de RAM. La plate forme utilisée est celle de Microsoft Windows 7.

L'implémentation a été effectuée sous MATLAB 7.9, notre choix a été motivé par :

- La simplicité du langage.
- La manipulation aisée des matrices.
- La richesse de ses différents Toolbox (image processing).

V.6.2. Description du logiciel

Sous Matlab 7.9, on a opté pour logiciel suivant :

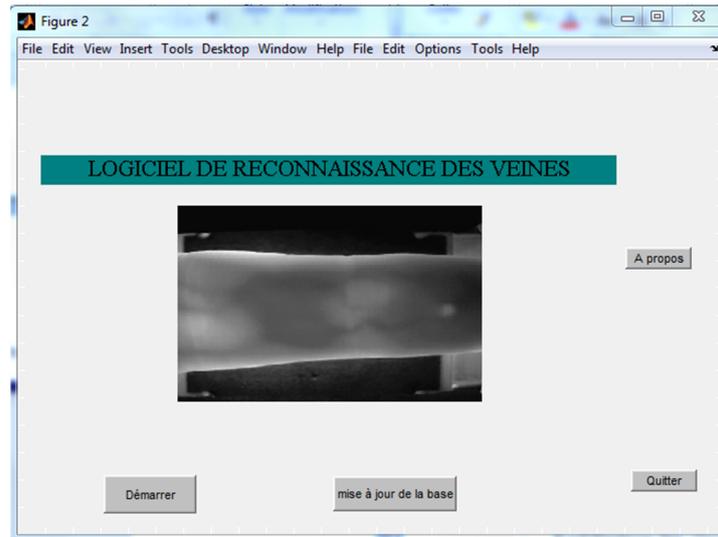


Figure IV. 15: *Menu Principal*

Comporte des boutons poussoirs suivant :

- ✓ Démarrer : pour lancer le processus de reconnaissance.
- ✓ A propos : quelques informations à propos du logiciel.
- ✓ Mise à jour : modifier quelques paramètres de la base à savoir :
 - Veine moyen.
 - Matrice des veines propores .
 - Redéfinition des classes.....

Afin de changer la base, on fait l'appel au fichier « read » et modifier les noms et extensions des différentes images des veines du doigt ou choisir ces derniers et les sauvegarder directement dans le fichier « veine.mat ».

- ✓ Quitter : quitter l'application.

Pour entamer, cliquer sur le bouton poussoir « démarrer », le menu suivant apparaît

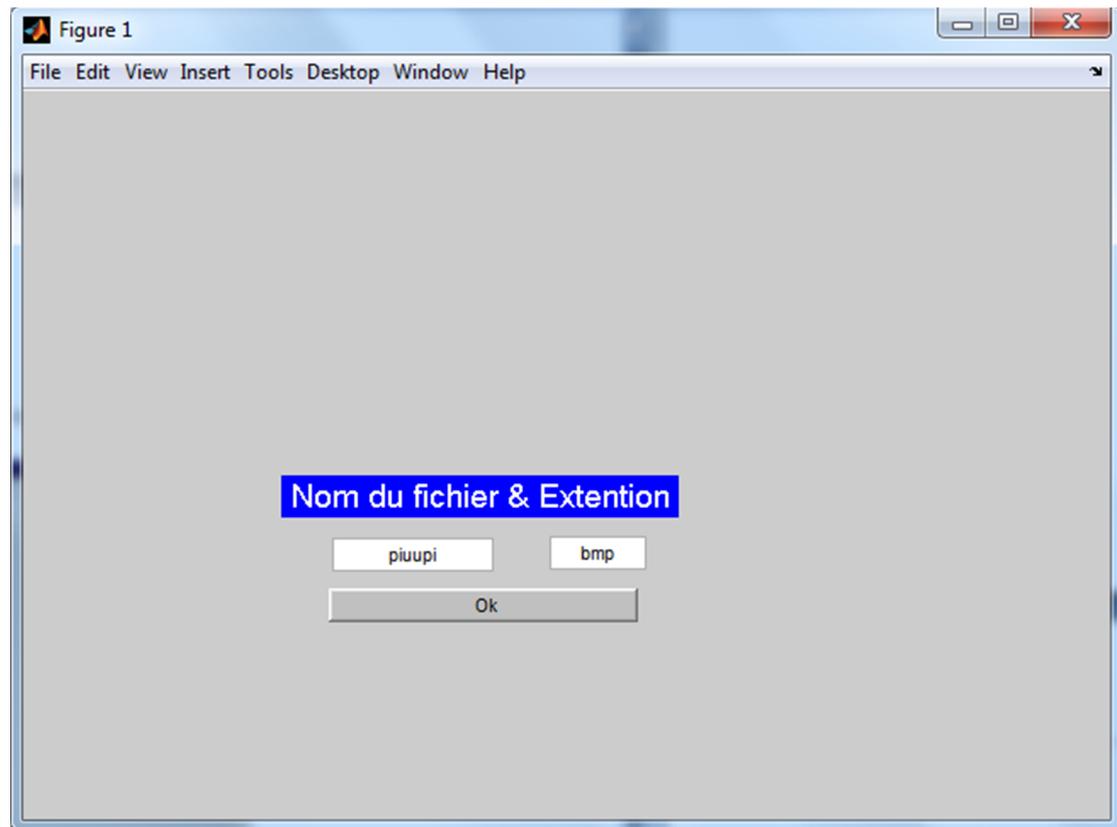


Figure IV. 16: *Introduire le nom du fichier et extension*

Un bouton poussoir et apparaîtra et deux boîtes d'édition :

- ✓ La première boîte (à gauche) : pour introduire le nom du fichier représentant la veine à identifier.
- ✓ La deuxième boîte (à droite) : pour indiquer son extension.
- ✓ Le bouton poussoir : à fin de valider le choix.

Une fois on valide en cliquant sur le bouton OK, un menu apparaîtra, il comporte une zone de texte « veine à identifier » et deux boutons poussoirs, pour répondre à ce message :

- ✓ Le bouton « OUI » pour valider le choix de l'image.
- ✓ Le bouton « NON » si le choix ne correspond pas.

Une fois le choix est bon, un nouveau menu sera édité (figure suivante), elle muni deux boutons poussoirs, pour répondre à la question « effectuer un prétraitement ? » :

- ✓ « OUI » si l'image nécessite un prétraitement.

- ✓ « NON » si l'image nécessite pas du prétraitement.



Figure IV. 17: *Veine à reconnaître et sa visualisation.*

Si l'image nécessite un prétraitement, le manu suivant sera afficher comporte les différentes techniques du prétraitement :

- ✓ **Rotation** :elle contient :
 - Une boîte d'édition à fin de d'introduire le degré de rotetion.
 - Une bouton de poussoir pour valider.
- ✓ **Egalisation d'histogramme** : assure l'ajustement automatique d'intensité, elle constitut un bouton de poussoir pour validation.
- ✓ **Intensité** : pour agir sur l'éclairage, elle comporte deux boutons de poussoirs et une boîte d'édition :
 - Un bouton poussoir « PLUS » pour amplifier l'intensité de l'image.
 - Le deuxième bouton « MOINS » a fin de réduire l'intensité.

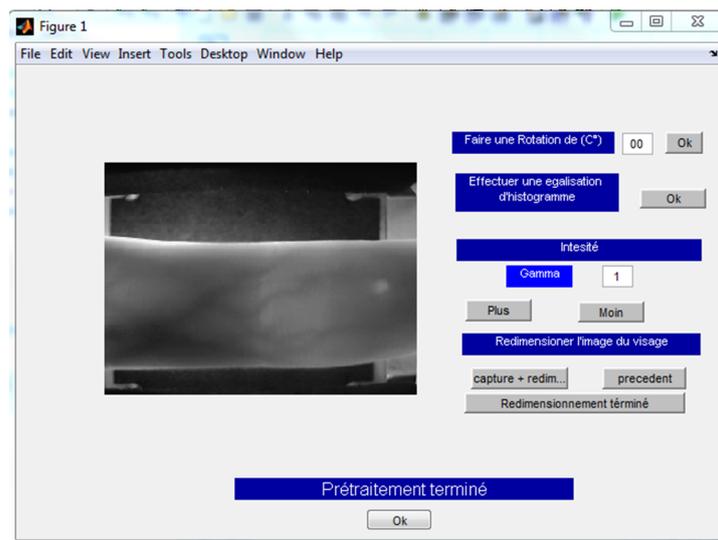


Figure IV. 18: *technique de prétraitement*

- ✓ **Le filtrage :** cette opération contient deux boutons poussoirs :
 - « Filtre Médian ».
 - « Filtre d'ordre ».
- ✓ **Redimensionner l'image des veines du doigt :** consiste à modifier la taille de l'image, elle contient trois boutons poussoirs :
 - « capture + redimen », sert à sélectionner une partie de l'image et effectuer le redimensionnement automatique aux résolutions utilisées.
 - « précédent » pour retrouver l'image avant la capture.
 - « Redimensionnement » consiste à redimensionner l'image si elle ne correspond pas à la résolution introduite.

Ce menu contient aussi un bouton poussoir au dessous de la zone de texte « Prétraitement terminé » a fin de terminer l'opération du prétraitement et entamer la reconnaissance.

Si le prétraitement est fini, en validant sur le bouton OK, le menu suivant sera affiché :

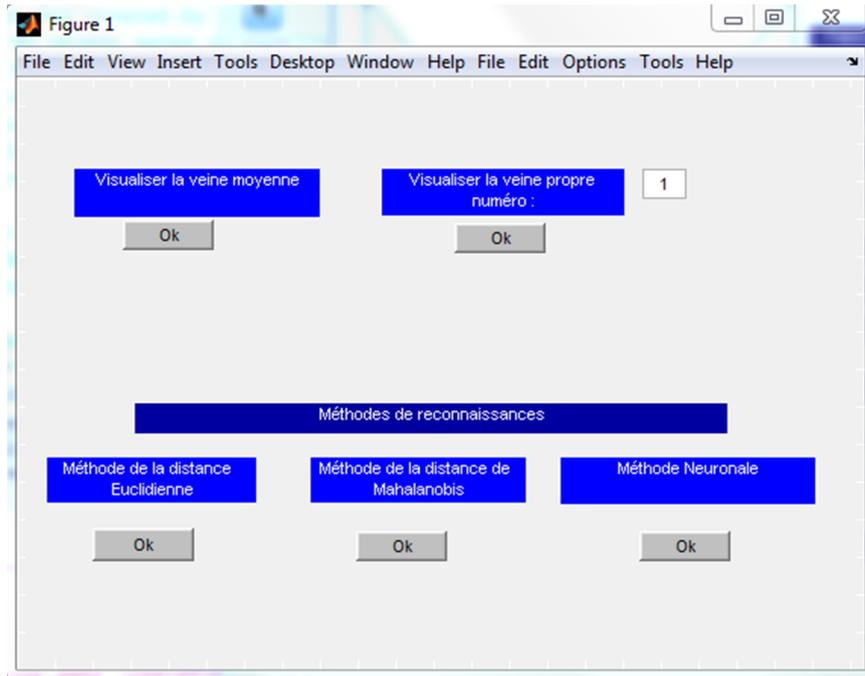


Figure IV. 19: *Le choix de la méthode*

- Un bouton de poussoir « visualiser la veine moyenne », pour afficher l'image de la veine moyenne de la base d'apprentissage.
- Un bouton d'édition « visualiser la veine propre numéro », pour introduire le numéro de la veine propre à visualiser .

En bas du menu, on trouve la zone texte où est mentionnée « Méthodes de la reconnaissance » montre deux boutons poussoirs :

- « Méthode de la distance Euclidienne »
- « Méthode de la distance de Mahalanobis »
- « Méthode des réseaux du neurones»

On choisit l'une des trois méthodes proposée pour entamer la reconnaissance. Si votre choix porte sur la méthode neuronale, le menu de la figure suivante sera affiché ;

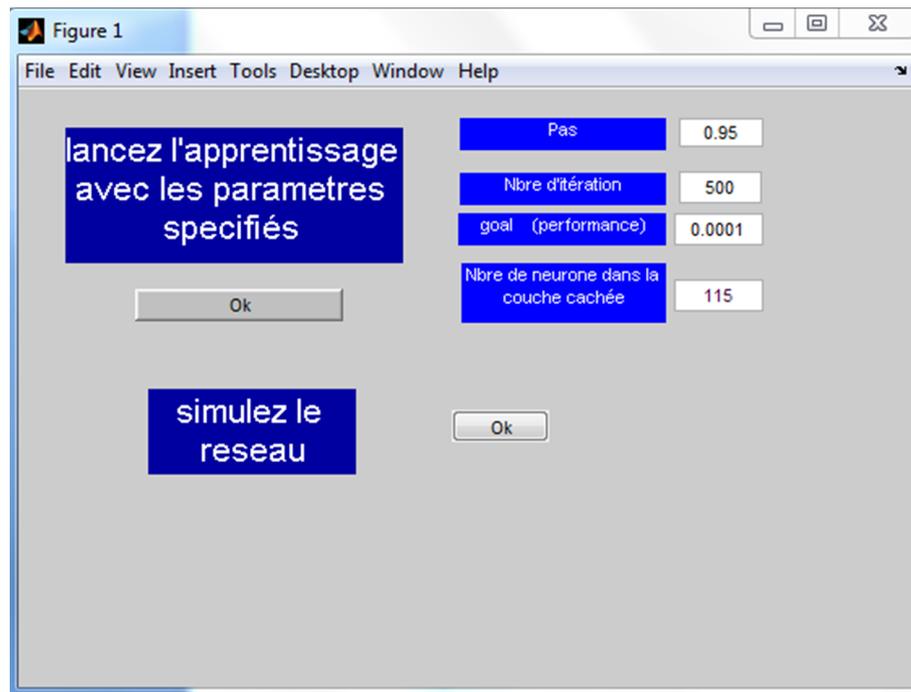


Figure IV. 20: *Menu de réseaux de neurones*

Il comprend deux parties, l'une, en haut, correspond à la phase d'apprentissage, elle contient quatre boîtes d'édition :

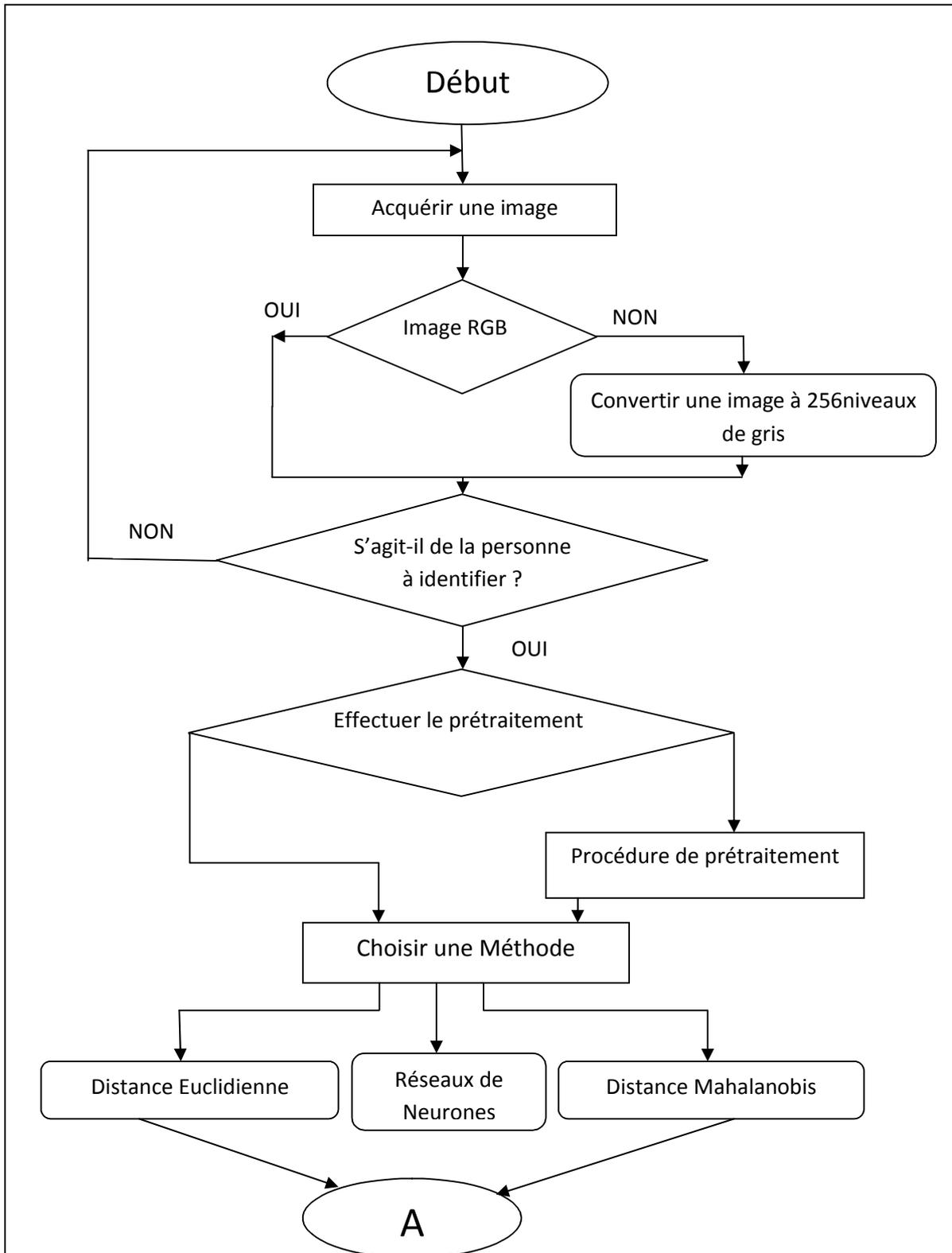
- « Pas », pour fixer le pas d'apprentissage, par défaut il est de « 0,95 ».
- « Nbre d'itérations », afin de fixer le nombre maximum d'itérations que le réseau va effectuer, par défaut, il a été choisi à 500.
- « goal (performance) », afin de préciser le seuil à atteindre avant d'arrêter l'apprentissage, fixé par défaut à 0.0001.
- « Nbre de neurones dans la couche cachée »
- Un bouton poussoir « Lancez l'apprentissage avec les paramètres spécifiés », afin de débiter l'apprentissage.

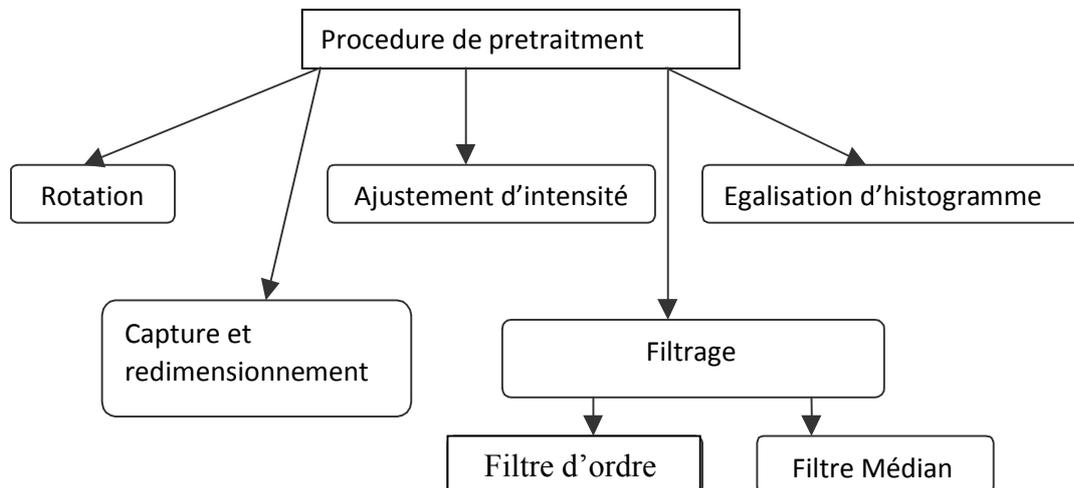
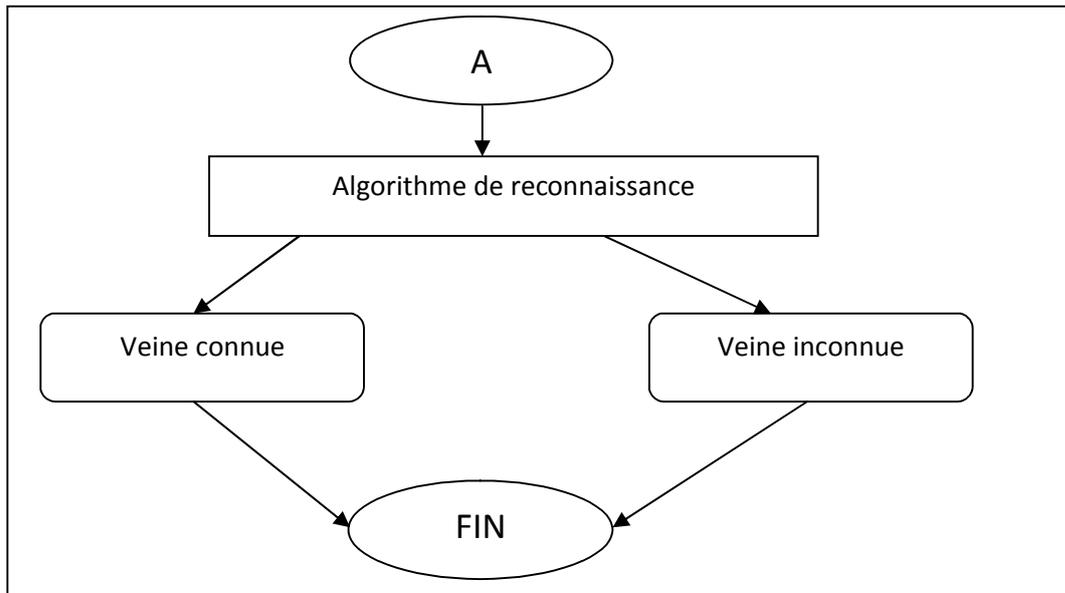
Comme notre réseau dispose d'une couche d'entrée, une de sortie, où le nombre de neurones est fixé d'avance et correspondant au vecteurs trait de chaque visage et aux différentes personnes représentées dans notre base, respectivement. Le choix du nombre de neurones dans la couche intermédiaire (couche cachée) sera fixé par l'utilisateur, par défaut, il est de 115 neurones.

La deuxième partie est relative à la simulation, elle comprend :

- Un bouton poussoir «Simulez le réseau», pour débiter le processus de reconnaissance.

On peut résumer les étapes précédentes en basant sur l'organigramme suivant:





Remarque

En vue de la reconnaissance et de la classification, on n'a pas pu faire une étude globale et une évaluation complète de notre système à cause de la base de données qui n'est pas reconnue et qui a été téléchargé par un site d'internet et quelle est standard.

V.7. Conclusion

Nous avons présenté quelques méthodes de reconnaissance des veines basée sur l'Analyse en Composantes Principales, où nous avons mis en évidence son efficacité pour une meilleure représentation des données ainsi que la classification basée sur la distance telle que la distance euclidienne et la distance Mahalanobis et une autre approche celle du réseaux neurone.

Conclusion générale

De manière générale, on peut dire que les systèmes de reconnaissance des formes sont des fonctions de classification qui associent à toute forme inconnue sa classe la plus probable. Malgré la difficulté de la tâche, les systèmes de reconnaissance des formes ont connus un grand succès dans des domaines variés.

La reconnaissance des individus demeure un problème complexe et non parfaitement résolu, malgré tous les travaux réalisés au cours de ses dernières années. Plusieurs de ses problèmes incombent à cette tâche d'identification et chacun d'eux n'est pas trivial. De nombreuses conditions réelles influencent sur les performances d'un système, cependant pour les veines, la détection automatique des veines influence énormément sur la performance du module d'identification.

Dans le cadre des méthodes de classification, nous avons présenté et discuté les approches issues de l'ACP, la distance euclidienne et la distance Mahalanobis.

Les différentes méthodes sont préformantes (taux de reconnaissance dépasse 90% dans le cas des visages) et rapide, d'où une possibilité de traitement en temps réel. Pour notre travail serait utile d'appliquer toutes les techniques implémentées dans notre interface sur une base de données de référence de matière de veines.

Bibliographie

[1]	BOUDJELLAL Sofiane. « <i>Détection et identification de personne par méthode biométrique</i> » Mémoire de Magister en Electronique option : Télédétection. Université Mouloud MAMMARI de TIZI-OUZOU. 2012.
[2]	Boukhari wassila. « <i>Identification biométrique des individus leurs empreinte palmaire</i> ». Mémoire de Magister. LAMOSI. USTO. 2007.
[3]	Clusif, 2003. « <i>Technique de contrôle d'accès par biométrie</i> ». Commission technique de sécurité physique. 2003.
[4]	Bouâzza Hasna. « <i>Identification des individus par son iris</i> ». Mémoire de Magister. LAMOSI. USTO. 2007.
[5]	DANG Hoang Vu. « <i>Biométrie pour identification</i> ». Rapport final du TIPE. 2005.
[6]	AKROUF Samir. « <i>Une Approche Multimodale pour l'Identification du Locuteur</i> ». Mémoire de Doctorat. Université Ferhat Abbas. Setif. 2011.
[7]	Ouddane Wafaa. « <i>La reconnaissance des individus par la démarche</i> ». Mémoire de Master. Université Mohamed Boudiaf. Oran. 2009.
[8]	http://biometrie.online.fr .
[9]	http://www.biometricgroup.com .
[10]	Li Xueyan and Guo Shuxu. « <i>The Fourth Biometric - Vein Recognition</i> ». College of Electronic Science and Engineering, Jilin University. 2008.
[11]	J-P.cocquerez et S.Phillip. « <i>Analyse d'Image : filtrage et segmentation</i> ». Masson. 1995.
[12]	J.Jacque Toumazet. « <i>Traitement de l'image sur micro-ordinateur</i> ». Edition Sybex.1987.
[13]	Tidjet Douadi et Bouzida Nabila. « <i>Analyse en Composante Principales. Application à la reconnaissance des visages</i> ». Mémoire d'Ingénieur. Université A/Mira. Bejaia. 2000.
[14]	R.Kasmi. « <i>Technique de traitement d'image pour la détection précoce de</i>

	<i>mélanones</i> ». Thèse de Magister. Université A /Mira. Bejaia. 2011.
[15]	Matlab User's Guide : Image processing Toolbox
[16]	BASTIEN MOYSSET. « <i>Finger Vein Recognition</i> ». Danmarks Tekniske University (DTU). 2011
[17]	Jinfeng Yang , Yihua Shi. « <i>Finger-vein ROI localization and vein ridge enhancement</i> ». Pattern Recognition Letters. Vol 33. P1569–1579. 2012.
[18]	Duque Vehils, Jose Miguel. « <i>Design and Implementation of a Finger Vein Identification System</i> ». Final Thesis. Polytechnic University of Catalunya. 2011.
[19]	Gongping Yang, Xiaoming Xi, and Yilong Yin. « <i>Finger Vein Recognition Based on (2D)2 PCA and Metric Learning</i> ». Journal of Biomedicine and Biotechnology. Vol 10. P 1569-1579. 2012.
[20]	V.H.Yadav, S.O.Rajankar. « <i>Dorsal Hand Vein Biometry by Independent Component Analysis</i> ». International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE). Vol. 4 No 7. P1338-1344. 2012