

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI - OUM EL BOUAGHI-



FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE MASTER EN INFORMATIQUE.
OPTION : VISION ARTIFICIELLE

Thème :

***Systeme biométrique basé sur la fusion de
l'iris et de visage***

Présentées par :

- Abdennebi Samia
- Younsi Meriem

Encadré par :

Mr. Taouche Cherif

Soutenue publiquement le : 24/ 06/ 2023, Devant le Jury composés de :

Mr. Laboudi Zakaria

Président

Mr. Ghouli Khaled

Examineur

Année Universitaire 2022 / 2023

Remerciement

Nous remercions d'abord Dieu tout-puissant de nous avoir donné la force et la patience pour finaliser ce mémoire.

Nous tenons particulièrement à remercier 'Mr. Taouche Cherif' pour sa supervision, ses suggestions et disponibilité tout au long de notre projet et ainsi d'avoir mis autant de temps à corriger notre mémoire.

En effet, son amour de travail, sa rigueur académique et scientifique sont toujours un modèle. C'est pour toutes ces raisons que nous aimerons lui exprimer notre profonde gratitude et notre respect.

Nous remercions également 'les membres du jury : 'Mr. Laboudi, Mr. Ghoul' qui ont accepté d'évaluer notre travail. Nous remercions sincèrement nos parents, qui nous ont toujours soutenus.

Nous sommes profondément reconnaissantes à tous les éducateurs tout le long de notre parcours à l'université et à toute personne qui a contribué directement ou indirectement à notre réussite.

Dédicace

*J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail aux personnes les plus chères à ma vie, mes parents. **ATIKA** et **MALEK** pour leur soutien et leur aide.*

*A Mes chers Frères **HAMZA**, **FARES** et **FAROUK**.*

*A mes sœurs **AHLAM** et **SOUMIYA***

*A les petite enfants « **Adem**, **Lina** et **Farah** »*

*À mes camarades : **Meriem**, **Bidou**, **Roumeissa**, **Houda**.*

*A tous les membres de la famille **abdennebi** de près ou de loin*

Samia.

Dédicace

Tout d'abord, je remercie Allah Tout-Puissant de m'avoir donné l'effort d'y

parvenir qui m'a conduit au succès tout au long de ma vie

Je dédie ce humble travail

A Mes chère parents Cherif&Hassina,

Aucun hommage ne pourrait être à la

Hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler.

Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet,

Mon fiancé Ahmed,

Mes frères Djassem et Rachid,

Mes Sœurs Missa et Sadja, sans oubliée ma grand-mère

A toute ma famille Younsi et Traidi, et mes amis, A ma binôme Samia et toute

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit

Possible, je vous dis merci.

Meriem.

Table des matières

<i>Remerciement</i>	<i>i</i>
<i>Dédicace</i>	<i>ii</i>
<i>Dédicace</i>	<i>iii</i>
Table de matière	iv
Liste des figures :	v
Résumé	vi
Abstract:	vii
ملخص	viii
Introduction Générale	1
Chapitre 1 La biométrie	3
Introduction	4
1 La biométrie :	4
1.1 Définition :	4
1.2 Les différentes modalités biométriques :	4
1.2.1 Modalités morphologiques	4
1.2.2 Modalités comportementales :	4
1.2.3 Modalités biologiques :	4
1.3 Description de quelque modalité biométrique :	4
1.3.1 Modalités comportementales :	4
• La démarche :	5
• Frappe sur un clavier d'ordinateur :	5
• La voix :	5
1.3.2 Modalités physiologiques :	6
• Empreintes digitales :	6
• Géométrie de la main :	6
• Iris :	7
• Visage :	7
• La Rétine :	8
1.3.3 Modalités biologiques :	8
• ADN :	8
1.4 Caractéristiques des modalités biométriques :	8
2 Les systèmes biométriques :	9
2.1 Définition d'un système biométrique :	9
2.2 Structure interne d'un système biométrique :	9
2.3 Modes des fonctionnements d'un Système biométrique :	10
❖ Enrôlement :	10
❖ Vérification ou authentification :	10
2.4 Performance d'un système biométrique :	11
2.4.1 Le taux de faux rejet	11
2.4.2 Le taux de fausse acceptation	11
2.4.3 Le taux d'égale erreur	11
2.5 Les différentes Système Biométrique	11
➤ Les limites des systèmes biométriques unimodaux :	11
2.5.2 Système biométrique Multimodale :	12

2.5.2.1 Définition de la biométrie multimodale	12
3La fusion des données:	13
3.1La fusion pré-classification (avant comparaison)	13
3.1.1 Fusion au niveau des capteurs	13
3.1.2 Fusion au niveau des caractéristiques :	13
3.2La fusion après la mise en correspondance :	14
3.2.1 Fusion au niveau des décisions :	14
3.2.2 Fusion au niveau des scores :	14
4 Domain d'application de la biométrie	24
IIConclusion :	16
Chapitre 2 La Biométries par L'iris et visage	18
I.Introduction :	19
1 Reconnaissance biométrique par l'IRIS :	30
1.2Historique :	20
1.3Processus de reconnaissance d'un système basé sur l'iris :	20
1.4 Les Méthodes de reconnaissance d'iris :	23
1.5Avantages et inconvénients de la reconnaissance de l'iris	25
2Reconnaissance biométrique par le VISAGE :	26
2.1 Description de visage	41
2.2Historique :	26
2.3Processus de reconnaissance d'un Système de visage :	27
2.4 Les Méthodes de reconnaissance faciale :	29
➤ L'Analyse en Composantes Principales (PCA ou Eigen Faces) :	30
➤ L'Analyse Discriminante Linéaire (LDA ou Fisherfaces) :	30
2.4.1.2 Techniques non linéaires :	30
2.4.2.1 Machines à Vecteurs de Support (SVM) :	32
2.4.2.2 Hidden Markov Models (HMM) :	32
2.4.2.3 Les ondelettes :	33
2.5 Les difficultés de la reconnaissance faciale :	33
II. Conclusion :	36
Chapitre 3 Conception	37
I.Introduction :	38
1 Les méthodes utilisées	
1.1 La transformée en cosinus discrète :	38
1.1.1 Définition	38
1.1.2 Variantes de la DCT	38
• DCT II	39
• IDCT	39
1.1.3 Propriété de la DCT	39
Robustesse aux perturbations :	39
Décorrélation :	39
1.2 Analyse composante principal	40
1.2.1 Fonctionnement d'ACP :	40
1.2.2 Formulation de l'ACP :	40
1.2.2.1 Préparation des données :	40
1.2.2.3 Calculer les valeurs propres et les vecteurs propres :	41
1.2.2.4 Classer les vecteurs propres par ordre décroissant des valeurs propres pertinentes :	41
1.2.2.5 Calcul de la matrice des composantes principales :	41
2 Conception de système :	42
2.1 Architecture des systèmes monomodaux proposés :	42
2.1.1 Reconnaissance biométrique d'iris :	42
2.1.1.2 Extraction des caractéristiques du l'iris par la DCT :	42
➤ Découpage de la région de l'iris :	43
➤ Utilisation du DCT au niveau local :	43
➤ Application de la DCT sur chaque bloc :	43
➤ Récupération des coefficients DCT (scan zigzag) :	44
➤ Concaténation des vecteurs des blocs et formation du vecteur final :	45
2.1.1.3 Comparaison et décision :	45
2.1.2 Reconnaissance biométrique de visage :	46
2.1.3 Prétraitement :	46

2.1.4 Extraction des caractéristiques :	46
2.1.5 Comparaison :	46
2.1.6 Décision :	47
2.2 Architecture des systèmes multimodaux proposés :	47
2.2.1 Reconnaissance biométrique multimodale basé sur la fusion de l'iris et visage aux niveaux décision	47
2.2.2 Reconnaissance biométrique multimodale basé sur la fusion de l'iris et visage aux niveaux caractéristique :	48
II. Conclusion :	49
Chapitre 4 Implémentation	50
I Introduction :	51
1 Les bases de données utilisées :	
1.1 La base de données ORL (Olivetti Research Laboratory) :	51
1.2 La base de données CASIA- IV 1.0 (Chinese Academy of Sciences Institute of Automation - Iris Version 1.0) :	51
1.3 La base de données fusionnées CASIA- IV 1 et ORL :	52
2 Environnement matériel du Travail :	52
3 Choix du langage de programmation :	52
3.1 Python :	53
3.2 Spyder :	54
3.3 OpenCV :	54
3.4 NumPy :	54
3.5 Pandas	55
3.6 Tkinter :	Error! Bookmark not defined.
4 Résultats Expérimentaux :	56
5 Implémentation de l'application :	56
II Conclusion :	77
Conclusion générale :	78
Référence :	Error! Bookmark not defined.

Liste des figures

Figure 1 : les manières de marche [43]	5
Figure 2 : Frappe sur un clavier d'ordinateur [44]	5
Figure 3 : la voix [45]	5
Figure 4 : Empreintes digitales [46]	6
Figure 5 : Géométrie de la main [47]	6
Figure 6 : Anatomie de l'iris humain [48]	7
Figure 7 : sécurité par le visage [49]	7
Figure 8: la rétine [50]	8
Figure 9 : ADN [51]	8
Figure 10 : le processus d'enrôlement [8]	10
Figure 11 : le processus de vérification ou d'authentification [8]	10
Figure 12 : le processus d'identification [8]	11
Figure 13 : Fusion au niveau des caractéristiques	14
Figure 14 : Fusion au niveau des décisions	14
Figure 15 : Fusion au niveau score [52]	15
Figure 16 : Domain d'application de La biométrie [53]	16
Figure 17: anatomie de l'iris [54]	19
Figure 18: Anatomie de l'iris : (a) photographie en gros plan, (b) coupe transversale, (c) secteur frontal .[11]	20
Figure 19: Différentes étapes du processus de reconnaissance de l'iris [13]	21
Figure 20: Différence de qualité entre des images du même iris capturé (a) dans le visible, (b) dans le proche infrarouge.	22
Figure 21: Reconnaissance Faciale [55]	26
Figure 22: Processus de reconnaissance d'un Système de visage [22]	27
Figure 23: Les méthodes de reconnaissance faciale [56]	29
Figure 24 : Occlusion	33
Figure 25: Orientation d'image [57]	34
Figure 26: Les changements d'éclairage [58]	34
Figure 27: Expressions faciales [59]	35
Figure 28: Conception du système de reconnaissance de l'iris	42
Figure 29: Extraction des valeurs d'un bloc 8x8	43
Figure 30 : passage du domaine spatial au domaine fréquentiel par la DCT[60]	44
Figure 31: Parcours en ZIGZAG [60]	45
Figure 32 : Conception du système de reconnaissance de visage	46
Figure 33: Conception du système biométrique basé sur la fusion aux niveaux décision du visage et iris	47
Figure 34: Conception du système biométrique basé sur la fusion aux niveaux caractéristique du visage et iris	48
Figure 35: base de données ORL (Olivetti Research Laboratory). [61]	51
Figure 36: Exemples d'images d'iris de la base de données CASIA V1 [61]	52
Figure 37: Exemple de base de données multimodale [62]	52
Figure 38: l'interface principale de l'application	57
Figure 39: fenêtre quand l'utilisateur clique le bouton système biométrique unimodal	58
Figure 40 : interface principale reconnaissance monomodale	58
Figure 41: MENU	59
Figure 42 : reconnaissance visage	60
Figure 43 : sélectionner image	60
Figure 44: image test	61
Figure 45: image visage prétraiter	62
Figure 46: person valide	63
Figure 47 : sélectionner image iris	64
Figure 48: image iris acquise	64
Figure 49: image prétraiter	65
Figure 50: iris valide	65

Figure 51 : la fenêtre principale de système multimodale	66
Figure 52 : acquisition Iris	67
Figure 53 : acquisition visage.....	68
Figure 54: iris+ visage Acquiser.....	69
Figure 55: interface principale fusion	70
Figure 56: fusion au niveau décision	71
Figure 57 : résultat person valide	71
Figure 58 : person Non valide	72
Figure 59 : image iris et visage acquise	72
Figure 60: résultat person valide	73
Figure 61 : résultat person non valide.....	74
Figure 62: taux de reconnaissance de reconnaissance monomodal iris	74
Figure 63: taux de reconnaissance du système monomodal de visage	75
Figure 64: code calcule le taux de reconnaissance	75
Figure 65: taux de reconnaissance système multimodal basé sur la fusion au niveau décision	75
Figure 66 : taux de reconnaissance du système multimodale basé sur la fusion au niveau caractéristique	76

Résumer

La biométrie est l'identification automatique d'une personne sur la base de caractéristiques physiologiques ou comportementales, telles que le visage ou la voix. Toutefois, les systèmes biométrique unimodaux souffrent de certaines limitations, telles que l'absence d'universalité.

Pour surmonter ces problèmes, des informations provenant de différentes sources biométriques sont combinées dans ces systèmes, connus sous le nom de biométrie multimodale. On parle alors de systèmes biométriques multimodaux. Dans ce mémoire, nous fusion deux modalités biométriques le visage et l'iris, pour reconnaître un individu. Notre approche de l'intégration de ces modalités se base sur l'utilisation de La transformée en cosinus discrète (DCT) et l'analyse en composantes principales (PCA) pour l'extraction des caractéristiques de chaque modalité.

Ensuite, les niveaux de fusion de modalités sur décision et caractéristique et la classification sont utilisés par mesures de distance Euclidienne.

Mots clés : Biométrie, Iris, Visage, Fusion, Classification, DCT, PCA.

Abstract

Biometrics is the automatic identification of a person based on physiological or behavioral characteristics, such as the face or voice. However, unimodal biometric systems suffer from certain limitations, such as the lack of universality. To overcome these problems, information from different biometric sources is combined into these systems, known as multimodal biometrics. We are talking about multimodal biometric systems.

In this memory, we merge two biometric modalities, the face and the iris, to recognize an individual. Our approach to integrating these modalities is based on the use of Discrete Cosinus Transformation (DCT) and Core Component Analysis (PCA) to extract the characteristics of each modality. Then, the fusion levels of terms on decision and characteristic and classification are used by Euclidean distance measurements.

Keywords : Biometry, Iris, Face, Fusion, Classification, DCT, PCA

ملخص

القياسات الحيوية هي التحديد التلقائي للشخص بناءً على الخصائص الفسيولوجية أو السلوكية، مثل الوجه أو الصوت. ومع ذلك، فإن أنظمة القياسات الحيوية أحادية الوسائط لها قيود معينة، مثل الافتقار إلى الشمولية.

لحل هذه المشكلات، يتم دمج المعلومات من مصادر القياسات الحيوية المختلفة في هذه الأنظمة، المعروفة باسم القياسات الحيوية متعددة الوسائط. هنا نتحدث عن أنظمة القياسات الحيوية متعددة الوسائط. في هذه المذكرة، نجمع بين طرق القياسات الحيوية للوجه وقزحية العين، لتحديد هوية الفرد. لاستخراج الميزات لكل طريق يعتمد نهجنا على استخدام تحويل جيب التمام المنفصل 'DCT' و 'PCA' تحليل المكونات الرئيسية.

بعد ذلك، يتم استخدام مستويات اندماج الطرائق في القرار والخصائص والتصنيف بواسطة مقاييس المسافة الإقليدية.

الكلمات المفتاحية: القياسات الحيوية، القزحية، الوجه، الانصهار، التصنيف،

Introduction Générale

I Contexte :

Les systèmes biométriques représentent des technologies de pointe qui exploitent les caractéristiques physiques ou comportementales uniques de chaque individu afin de vérifier leur identité. L'une des approches couramment utilisées en biométrie est la combinaison de la reconnaissance de l'iris et du visage, où les informations provenant de l'iris et du trait facial sont fusionnées pour accroître la précision et la fiabilité de l'identification.

La reconnaissance de l'iris est une méthode biométrique qui implique la capture des motifs distinctifs présents dans l'iris de l'œil d'une personne pour des fins d'identification. L'iris contient des motifs complexes et très distinctifs, tels que les crêtes, les fourrures et les cryptes, qui restent stables tout au long de la vie d'une personne. Les systèmes de reconnaissance iris utilisent des caméras spécialisées pour capturer des images haute résolution de l'iris et extraire ses caractéristiques uniques. Ces fonctionnalités sont ensuite converties en modèle numérique et stockées dans une base de données à des fins de comparaison et d'identification futures. D'un autre côté, la technologie de reconnaissance faciale analyse et met en correspondance les caractéristiques distinctives du visage des individus. Elle détecte et capture des éléments tels que la distance entre les yeux, la forme du nez et les contours du visage pour effectuer son identification. Ces caractéristiques sont ensuite comparées à une base de données de visages précédemment inscrits pour déterminer l'identité d'une personne. En combinant les techniques de reconnaissance de l'iris et du visage, les systèmes biométriques peuvent bénéficier des avantages complémentaires offerts par chaque modalité. La reconnaissance de l'iris offre une forme d'identification biométrique très précise et fiable, même dans des conditions d'éclairage difficiles. La reconnaissance faciale, d'autre part, fournit des informations contextuelles supplémentaires et peut être plus pratique pour les individus car elle ne nécessite pas de contact physique direct.

La fusion de l'iris et de la reconnaissance faciale implique de combiner les caractéristiques extraites des deux modalités et d'utiliser des algorithmes avancés pour intégrer efficacement l'information. Ce processus de fusion peut améliorer la précision et la robustesse du système biométrique, car il exploite les points forts des techniques de reconnaissance de l'iris et du visage. En combinant les motifs uniques de l'iris avec les riches informations contextuelles du visage, le système peut atteindre des niveaux plus élevés de précision et réduire le taux de reconnaissance.

II Organisation de mémoire :

Pour introduire notre recherche, nous avons structuré le mémoire comme suit.

Dans le chapitre 1 : nous donnons un aperçu de la biométrie, de ses différentes techniques et de leurs propriétés, notamment système d'authentification biométrique. Tout d'abord, nous définissons le fonctionnement interne d'un système biométrique, son fonctionnement, ses performances et les différents

systèmes biométriques. 'Monomodal' vs 'Multimodal' et comment les données sont fusionnées à cette étape, enfin nous avons listé quelques domaines d'application.

Dans le chapitre 2 : nous avons abordé la reconnaissance de l'iris et du visage chacun nous avons détaillé leurs structures, les différentes étapes du processus de reconnaissance de l'iris et du visage, et les méthodes utilisées pour extraire les caractéristiques, et enfin discuté de certaines des forces et des faiblesses de chaque modalité.

Dans le chapitre 3 : Dans cette partie, nous choisissons l'une des méthodes de reconnaissance de l'iris et du visage les plus populaires et vous guidons tout au long du processus.

Dans le chapitre 4 : Décrit les différents outils et techniques de développement d'applications et décrit la mise en œuvre de notre travail. Et les résultats expérimentaux

Chapitre 1

La biométrie



I. Introduction

L'utilisation des systèmes d'authentification biométrique a connu une augmentation significative ces dernières années. L'émergence des ordinateurs et leur capacité à gérer et à retenir l'information ont permis le développement d'une technologie révolutionnaire. La création d'un système d'authentification biométrique assistée par ordinateur est soumise à des attributs physiques uniques. Ces attributs sont spécifiques aux êtres humains et impliquent une variété de systèmes qui utilisent des données biométriques basées sur les préférences individuelles.

1 La biométrie :

1.1 Définition :

Le processus de la biométrie implique l'utilisation de méthodes informatiques pour reconnaître automatiquement les individus en analysant leurs caractéristiques physiologiques ou morphologiques.

Il existe un large éventail de techniques d'identification biométrique, qui reposent sur diverses qualités physiques, y compris, mais sans s'y limiter, les empreintes digitales, l'iris, le visage, l'empreinte palmaire et la géométrie de la main. En plus de ces caractéristiques, les méthodes d'identification biométrique peuvent également incorporer des traits biologiques, tels que l'ADN, les cheveux et les veines de la main. Les traits comportementaux, tels que la dynamique du traçage des signatures et les modèles de frappe, sont également des moyens d'identification viables.

La possibilité d'identifier un individu grâce à des données biométriques le classe comme une donnée personnelle. [1]

1.2 Les différentes modalités biométriques :

1.2.1 Modalités morphologiques

Ils sont basés sur l'identification des caractéristiques physiques de chaque personne, tels que la forme de la main, du visage, des empreintes digitales, de l'iris et de la rétine. [2]

1.2.2 Modalités comportementales :

Elle repose sur l'identification de certains traits comportementaux uniques et durables chez chaque personne. (La signature, Dynamique de frappe au clavier, La Voix, La Démarche).

1.2.3 Modalités biologiques :

Elle repose sur l'identification de certaines propriétés biologiques. (ADN, Odeur, Salive, Urine, Cheveux, Veines de la main)

1.3 Description de quelque modalité biométrique :

Nous pouvons les regrouper en trois grandes catégories :

1.3.1 Modalités comportementales :

Chapitre 1

- **La démarche :**

Les gens peuvent être identifiés par leur manière de marcher



Figure 1 : les manières de marche [43]

- **Frappe sur un clavier d'ordinateur :**

La suite de lettres, la vitesse de frappe, la pause entre chaque mot la mesure des temps de frappe, et la reconnaissance de mot(s) précis, ces paramètres sont généralement pris en compte par les systèmes de reconnaissance cette modalité. [2]



Figure 2 : Frappe sur un clavier d'ordinateur [44]

- **La voix :**

Le son de notre voix peut être affecté par divers facteurs physiques tels que notre bouche, nos fosses nasales, nos cordes vocales, ainsi que notre état émotionnel, notre langue maternelle, notre état de santé général et d'autres variables. La qualité d'un enregistrement peut être influencée par des facteurs tels que le capteur d'enregistrement ou l'environnement dans lequel il est effectué, notamment les échos et le bruit de fond. Cependant, ce mode particulier d'enregistrement n'est pas couramment utilisé. [3]



Figure 3 : la voix [45]

Chapitre 1

1.3.2 Modalités physiologiques :

- **Empreintes digitales :**

Les empreintes sont créées par les lignes sur la peau et peuvent être localisées dans différentes parties du corps. Les empreintes digitales, en particulier, sont formées par les lignes sur la peau des doigts et sont uniques à chaque individu. La possibilité de rencontrer deux empreintes digitales identiques est hautement improbable, ne se produisant qu'une fois sur 1024 tentatives. Cela s'applique même aux jumeaux, car leurs empreintes digitales seront différentes les unes des autres. [4]



Figure 4 : Empreintes digitales [46]

- **Géométrie de la main :**

Quatre-vingt-dix caractéristiques différentes de la main, y compris sa forme, sont mesurées au cours du processus. Les facteurs pris en considération comprenaient les articulations, ainsi que la longueur et la largeur des doigts, ainsi que la distance entre les articulations. Le rythme auquel ces facteurs ont été examinés a également été pris en compte. Le taux d'erreurs de reconnaissance est particulièrement élevé, notamment lorsqu'il s'agit d'identifier des individus.

La ressemblance entre les individus peut être si forte qu'ils sont considérés comme appartenant à la même famille. De plus, la forme de... À mesure qu'un individu vieillit, sa main subit des changements importants. [5]



Figure 5 : Géométrie de la main [47]

Chapitre 1

- **Iris :**

La fiabilité des systèmes de reconnaissance de l'iris découle du fait que l'iris ne peut pas être facilement reproduit. Il est assez facile d'identifier les iris chirurgicalement modifiables et artificiels.

Un système de reconnaissance de l'iris ne se trompe pas. Une fois les motifs d'iris générés de manière aléatoire, ils sont traduits en codes mathématiques. Les productions résultantes sont statistiquement comparées à un ou plusieurs modèles. [5]

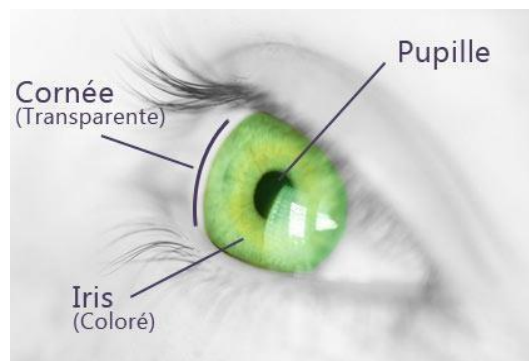


Figure 6 : Anatomie de l'iris humain [48]

- **Visage :**

Les mesures prises par cette modalité sont non invasives, ce qui signifie qu'aucun contact physique n'est nécessaire. C'est l'une des raisons pour lesquelles il est largement accepté par le grand public - il imite étroitement la perception et le comportement humains. Cependant, si une caméra standard est suffisante pour la plupart des applications, elle n'est pas sans limites. Il s'agit notamment des fluctuations de luminosité et des difficultés posées par les changements du visage humain au fil du temps, tels que le vieillissement, la pilosité faciale et les lunettes. [6]



Figure 7 : sécurité par le visage [49]

Chapitre 1

- **La Rétine :**

Bien que la technologie en question soit sans aucun doute compétente, elle a des limites en termes d'individus qu'elle peut identifier avec précision. La méthode consiste à utiliser une lumière infrarouge intense pour balayer l'iris, ce qui peut être assez invasif. De plus, la mise en œuvre de ce processus peut être assez difficile. [6]



Figure 8: la rétine [50]

1.3.3 Modalités biologiques :

- **ADN :**

L'acide désoxyribonucléique (ADN) est un biopolymère qui existe dans chaque cellule des organismes vivants. Il contient l'empreinte génétique complète, permettant la croissance, le fonctionnement et la reproduction de l'organisme. L'ADN est couramment utilisé en médecine légale, où les experts utilisent une technique pour isoler et comparer divers segments d'ADN de différents individus. Bien qu'il soit possible que deux individus aient des similitudes dans leur ADN, la probabilité de trouver des différences est considérablement élevée. En fait, la probabilité de trouver des variations est inférieure à une sur cent milliards, ce qui rend le processus à la fois coûteux et long. [6]



Figure 9 : ADN [51]

1.4 Caractéristiques des modalités biométriques :

- ❖ **Universalité** : L'universalité fait référence à la propriété qui doit être présente chez tous les individus
- ❖ **Unicité** : L'unicité fait référence à la capacité de différencier un individu d'un autre.

Chapitre 1

- ❖ **Stabilité** : Pour que les caractéristiques biométriques soient fiables, il est crucial qu'elles restent cohérentes et stables dans le temps.
- ❖ **Acceptabilité** : Le niveau d'acceptation de l'intégration des caractéristiques biométriques dans la vie quotidienne est démontré par l'acceptabilité.
- ❖ **Performance** : La performance des systèmes biométriques dépend fortement de la précision de la reconnaissance et de la rapidité d'exécution, en particulier face aux variations des caractéristiques biométriques, du bruit et des déformations de détection des appareils.
- ❖ **Enregistrable** : La capacité d'enregistrer les attributs humains à l'aide d'un équipement approprié.
- ❖ **Infalsifiable** : L'une des principales caractéristiques de l'identification biométrique est son caractère infalsifiable - il est extrêmement difficile de falsifier les caractéristiques biométriques d'une personne, telles que ses attributs physiques ou ses empreintes digitales. [7]

2 Les systèmes biométriques :

2.1 Définition d'un système biométrique :

Est un système de reconnaissance automatique. La forme humaine, le processus de ce système commence par l'acquisition d'informations biométriques, qui peuvent être sous forme d'images ou de signaux. Ensuite, des caractéristiques sont extraites de ces informations et comparées à d'autres données déjà stockées dans une base de données. Sur la base des résultats de cette comparaison, une décision est alors prise. [8]

2.2 Structure interne d'un système biométrique :

Un système biométrique typique peut être représenté par quatre modules principaux :

- **Le module de capture** : chargé de rassembler les traits biologiques, comportementaux et physiologiques des individus, qui comprennent des dispositifs tels que des caméras, des lecteurs d'empreintes digitales et des caméras de surveillance, entre autres
- **Le module d'extraction** : Une fois que le module de capture a collecté les données biométriques, elles sont transmises au module d'extraction de caractéristiques. La tâche de ce module est de passer au crible les données et d'extraire uniquement les informations pertinentes, créant une nouvelle représentation des données.
- **Le module de correspondance** : compare des ensembles de caractéristiques extraites et calcule un score en les comparant à des modèles stockés dans la base de données. Le module responsable de la mise en correspondance compare des ensembles de caractéristiques extraites système, en identifiant les similitudes ou les différences entre les deux ensembles.
- **Le module de décision** : Le processus de vérification de l'identité revendiquée d'un utilisateur ou d'identification d'un individu est basé sur la comparaison des caractéristiques extraites et des modèles stockés pour la similarité. [9]

2.3 Modes des fonctionnements d'un Système biométrique :

Tous les systèmes biométriques fonctionnent en trois modes principaux l'enrôlement, la vérification d'identité et l'identification :

❖ Enrôlement :

Il s'agit de la première phase du système biométrique, où les caractéristiques biométriques d'une personne sont enregistrées pour la première fois dans une base de données.

Cet enregistrement peut être accompagné de renseignements biographiques sur la personne, tels que : B. un nom, prénom, etc. qui sera utilisé plus tard dans la phase de vérification, les caractéristiques biométriques sont extraites lors de l'inscription.

Un algorithme adapté réduit ces propriétés à : Minimiser la quantité de données stockées et faciliter la vérification et l'identification... [8]

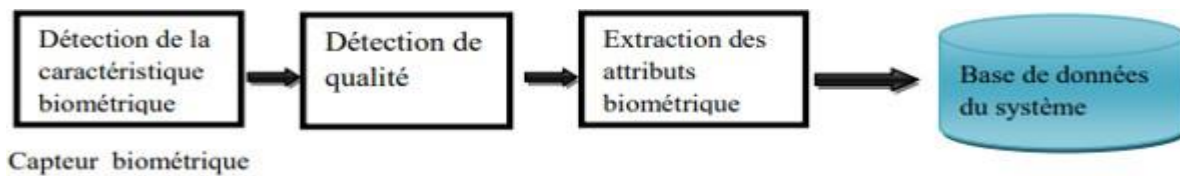


Figure 10 : le processus d'enrôlement [8]

❖ Vérification ou authentification :

C'est l'étape qui vous permet de vérifier votre identité. En fait Le système consiste à comparer des personnes pour vérifier leurs identités individuelles données biométriques obtenues à l'aide d'un modèle biométrique unique stocké dans la base de données Les données, c'est une comparaison un à un mode système biométrique La validation doit répondre à la question

« Suis-je vraiment moi ? ». Ce mode Pour empêcher plusieurs personnes d'utiliser le même ID. [8]

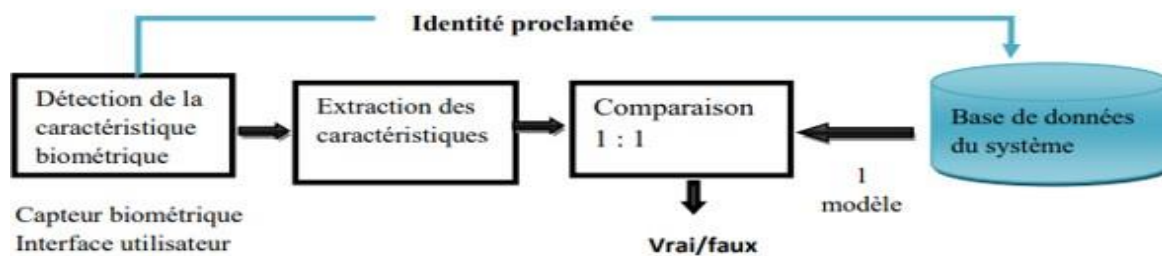


Figure 11 : le processus de vérification ou d'authentification [8]

❖ **Identification** : C'est une façon de reconnaître les gens. Le système d'authentification biométrique Comparer l'identité d'une personne inconnue au modèle de tout le monde nous parlons du jeu 1, tel qu'il est enregistré dans la base de données, réponse N La question « Suis-je familier avec le système ? » ». Habituellement, la personne est rejetée si, L'ID ne correspond pas au modèle d'ID de la base de données. Bref, L'utilisateur n'était pas une personne enregistrée par le système. Sinon, personne n'est accepté. [8]

Chapitre 1

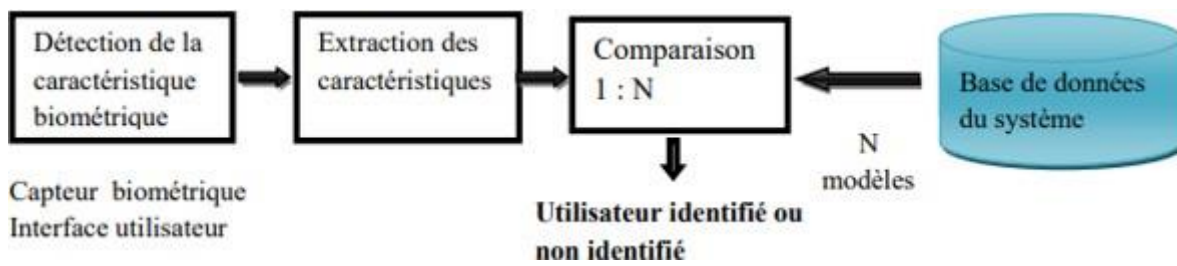


Figure 12 : le processus d'identification [8]

2.4 Performance d'un système biométrique :

Afin d'évaluer l'efficacité d'un système biométrique, généralement y trois cadences de mesure utilisée :

2.4.1 Le taux de faux rejet

(“False Reject Rate” ou FRR). Ce taux représente le pourcentage d'utilisateurs qui auraient dû être approuvés mais qui ont été refusés par le système.

2.4.2 Le taux de fausse acceptation

(“False Accepte Rate” ou FAR). Ce taux représente le pourcentage d'utilisateurs censés ne pas être reconnus mais qui sont tout de même acceptées par le système.

2.4.3 Le taux d'égale erreur

(“Equal Error Rate” or EER). Ce point correspond à $FRR = FAR$, il correspond au meilleur équilibre FFR et FAR. [10]

2.5 Les différentes Système Biométrique

Les systèmes d'identification biométrique qui utilisent un seul trait biométrique de l'individu pour l'identification et la vérification sont appelés systèmes unimodaux. Les systèmes d'identification biométrique qui utilisent ou sont capables d'utiliser une combinaison de deux ou plusieurs modalités biométriques pour identifier une personne sont appelés systèmes biométriques multimodaux. La raison la plus importante derrière l'utilisation de systèmes biométriques multimodaux est d'améliorer le taux de reconnaissance.

Lors de l'adoption de la technologie biométrique pour l'identification, la question la plus importante avant le déploiement est de savoir s'il faut choisir un système biométrique unimodal ou multimodal. Nous discuterons de ces deux systèmes, des limites des systèmes biométriques unimodaux et de la façon dont ces limitations sont surmontées par l'utilisation de systèmes biométriques multimodaux.

2.5.1 Système biométrique Monomodale :

➤ Les limites des systèmes biométriques unimodaux :

- Sensibilité du capteur biométrique aux données bruyantes ou mauvaises : Le trait biométrique capturé peut être faussé en raison de conditions d'acquisition imparfaites. Cette limitation peut être observée dans les applications qui utilisent la reconnaissance faciale. La qualité des images faciales

Chapitre 1

Capturées peut être affectée par les conditions d'éclairage et les expressions faciales. Un autre exemple pourrait être la reconnaissance d'empreintes digitales où un scanner est incapable de lire clairement les empreintes digitales sales et conduit à de fausses correspondances de bases de données. Un utilisateur inscrit peut être rejeté à tort alors qu'un imposteur peut être faussement accepté.

- Il pourrait ne pas être compatible avec certains groupes de population. Les images d'empreintes digitales peuvent ne pas être correctement capturées pour les personnes âgées et les jeunes enfants en raison d'empreintes digitales fanées ou de crêtes d'empreintes digitales sous-développées. Bien que l'on s'attende à ce que les caractéristiques biométriques existent chez chaque individu d'une population donnée, il pourrait y avoir quelques exceptions où une personne n'est pas en mesure de fournir une donnée biométrique particulière. Par exemple, les images de l'iris peuvent ne pas être acquises si le sujet a une affection oculaire pathologique.
- Au sein d'une grande population, la biométrie unimodale est sujette à des similitudes interclasses. La reconnaissance faciale peut ne pas fonctionner correctement pour les jumeaux identiques, car la caméra peut ne pas être en mesure de faire la distinction entre les deux sujets, ce qui entraîne une correspondance inexacte.

2.5.2 Système biométrique Multimodale :

La multi modalité consiste à combiner de multiples sources d'information provenant de systèmes multimodaux uniques. Selon les sources d'informations combinées, cinq scénarii de multi modalités sont envisageables

2.5.2.1 Définition de la biométrie multimodale

Les systèmes biométriques multimodaux fusionnent deux ou plusieurs technologies biométriques telles que la reconnaissance faciale, les empreintes digitales, le balayage de l'iris, la géométrie de la main, la reconnaissance vocale, etc. Ces systèmes prennent l'entrée d'un ou plusieurs capteurs pour mesurer deux ou plusieurs caractéristiques biométriques différentes. Un système combinant les caractéristiques du visage et de l'iris pour l'identification biométrique est considéré comme un système multimodal, que les images du visage et de l'iris aient été capturées par le même appareil d'imagerie ou par des dispositifs d'imagerie différents. En outre, les mesures n'ont pas besoin d'être combinées mathématiquement de toute façon. Un exemple de ceci serait un système biométrique qui combine la reconnaissance des empreintes digitales et du visage. Ce système permet aux utilisateurs d'être vérifiés à l'aide de l'une ou l'autre modalité.

Outre l'amélioration du taux de reconnaissance, la combinaison de deux ou plusieurs modalités biométriques pourrait être plus appropriée pour différentes applications. Une autre raison pourrait être simplement la préférence du client.

Selon les sources d'informations combinées, cinq scénarii de multi modalités sont envisageables.

3 La fusion des données :

La fusion multimodale peut s'opérer à la sortie de n'importe lequel de ces modules donnant lieu à quatre niveaux de fusion, qui peuvent être groupés en deux grandes familles fusion avant la mise en correspondance, et fusion après la mise en correspondance. [11]

3.1 La fusion pré-classification (avant comparaison)

3.1.1 Fusion au niveau des capteurs

Il s'agit de fusionner des données brutes provenant du ou des capteurs. Ce type de fusion ne peut se faire qu'entre différentes instances de la même biométrie et nécessite d'avoir des données compatibles, par exemple, la combinaison de plusieurs images de visage en différentes poses pour former un modèle 3D

3.1.2 Fusion au niveau des caractéristiques :

Il s'agit de combiner des vecteurs caractéristiques provenant de différents capteurs ou obtenus suite à l'application d'algorithmes différents sur une même donnée biométrique. Lorsque les vecteurs caractéristiques sont homogènes, par exemple plusieurs impressions d'empreinte digitale d'un doigt, une somme pondérée peut être appliquée pour obtenir un seul vecteur caractéristique. Si les vecteurs caractéristiques sont hétérogènes, par exemple s'ils sont issus de différents algorithmes de caractérisation ou de différents traits biométriques, et s'ils sont compatibles, ce qui n'est pas toujours le cas comme pour les minuties et les coefficients d'analyse en composantes principales d'une empreinte digitale, ils peuvent être concaténés en un unique vecteur caractéristique. La fusion au niveau des caractéristiques offre certes une information plus riche mais, néanmoins, elle est difficile à réaliser dans la pratique pour les raisons suivantes :

1. La dépendance entre les espaces caractéristiques à fusionner qui est généralement inconnue et qui nécessite d'éliminer les caractéristiques fortement corrélées.
2. La concaténation des vecteurs caractéristiques risque de conduire à un espace caractéristique excessivement grand.
3. Les vecteurs caractéristiques générés par les systèmes biométriques commerciaux sont la propriété des vendeurs qui, la plupart du temps n'y donnent pas accès.



Figure 13 : Fusion au niveau des caractéristiques

3.2 La fusion après la mise en correspondance :

3.2.1 Fusion au niveau des décisions :

Il s'agit de combiner les décisions des systèmes biométriques qui donnent chacun une réponse (accepté : 1 ou rejeté : 0, dans le cas de la vérification) selon l'entrée qui leur est présentée. Ce niveau de fusion peut s'opérer par des règles simples telles que le ET, le OU et le vote à la majorité, ainsi que par des règles plus complexes par vote pondéré ou par classification dans l'espace des décisions. La fusion au niveau des décisions a l'avantage d'être simple. Par contre, l'information dont elle fait usage est très limitée (0 ou 1).

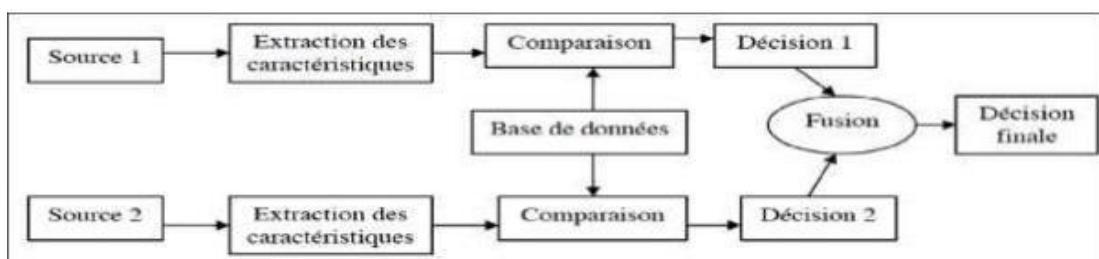


Figure 14 : Fusion au niveau des décisions

3.2.2 Fusion au niveau des scores :

Il s'agit de combiner les scores issus de chacun des modules de comparaison individuels. Les scores ont l'avantage d'être indépendants des systèmes biométriques et donc beaucoup plus faciles d'accès que les caractéristiques. Les scores contiennent l'information la plus riche à propos du modèle d'entrée, après les vecteurs caractéristiques. De plus, ils permettent de surmonter les contraintes de compatibilité et de grande dimension de l'espace caractéristique rencontrées avec la fusion au

Chapitre 1

niveau des caractéristiques. Ainsi, la fusion au niveau des scores donne le meilleur compromis entre la richesse de l'information et la facilité d'implémentation, ce qui fait d'elle l'approche la plus répandue dans les systèmes biométriques multimodaux [12]

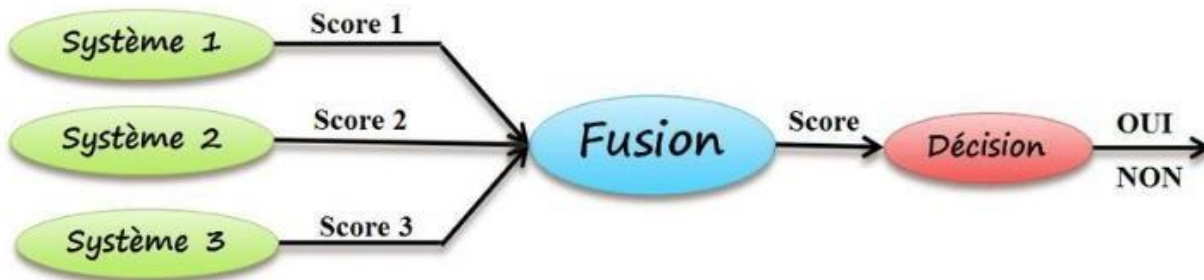


Figure 15 : Fusion au niveau score [52]

4 Domain d'application La biométrie

- a. **Sécurité** : La biométrie est largement utilisée dans le domaine de la sécurité pour l'identification et l'authentification des personnes. Les systèmes biométriques sont utilisés pour contrôler l'accès aux bâtiments, aux systèmes informatiques et aux réseaux. Les systèmes biométriques peuvent également être utilisés pour surveiller les mouvements des personnes et pour détecter les intrusions.
- b. **Santé** : La biométrie est également utilisée dans le domaine de la santé pour l'identification et l'authentification des patients. Les systèmes biométriques peuvent être utilisés pour vérifier l'identité des patients et pour s'assurer qu'ils reçoivent le bon traitement. Les systèmes biométriques peuvent également être utilisés pour surveiller les mouvements des patients et pour détecter les anomalies. Commerce et
- c. **Finances** : La biométrie est également utilisée dans le domaine du commerce et des finances pour l'identification et l'authentification des clients. Les systèmes biométriques peuvent être utilisés pour vérifier l'identité des clients et pour s'assurer qu'ils effectuent des transactions sécurisées. Les systèmes biométriques peuvent également être utilisés pour surveiller les mouvements des clients et pour détecter les fraudes.
- d. **Autres domaines** : La biométrie est également utilisée dans d'autres domaines, tels que l'éducation, le divertissement et le transport. Les systèmes biométriques peuvent être utilisés pour vérifier l'identité des étudiants et pour s'assurer qu'ils reçoivent le bon enseignement. Les systèmes biométriques peuvent également être utilisés pour surveiller les mouvements des personnes et pour détecter les comportements suspects.



Figure 16 : Domain d'application de La biométrie [53]

II. Conclusion :

Dans ce premier chapitre, nous avons présenté la biométrie en général, ses modalités,

Les avantages et les inconvénients des systèmes biométriques et leur fonctionnement. Ensuite, nous avons présenté les différents types de systèmes biométriques, nous avons noté qu'il existe deux types unimodaux et multimodaux et nous avons également expliqué chacune des architectures et niveaux de fusion pouvant être utilisés dans un système multimodal.

Chapitre 2

La Biométries par

L'iris et visage



Chapitre 2

I. Introduction :

Depuis quelques décennies l'explosion de l'informatique et son intégration dans divers domaines fait augmenter le besoin d'identification de personnes. L'identification fiable des individus est devenue donc un problème majeur de notre société et ce pour des raisons de sécurité.

L'une des méthodes les plus rumeurs de crédibilité et d'exactitude dans l'identification est la reconnaissance par « l'IRIS » et « VISAGE », que nous développerons dans ce chapitre.

1 Reconnaissance biométrique par l'IRIS :

La reconnaissance de l'iris est une méthode automatisée d'identification biométrique qui prend la forme unique de la zone en forme d'anneau autour de la pupille de chaque œil. Il s'agit d'une méthode d'identification très fiable et précise avec un taux de fausse correspondance très faible. Cependant, il présente certains inconvénients, notamment celui de nécessiter du matériel spécialisé. [11]

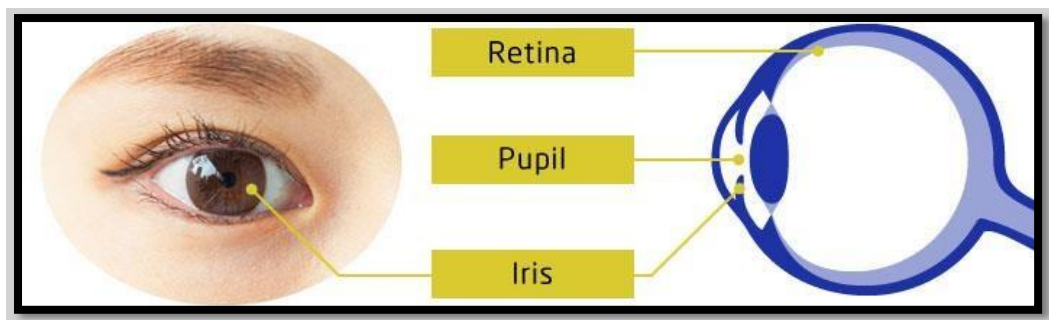


Figure 17: anatomie de l'iris [54]

1.1 La description de l'IRIS :

Récemment, la recherche dans le domaine de la biométrie par l'IRIS a connu considérablement renforcée, Avant d'étudier l'intérêt de l'IRIS tant que caractéristique biométrique, commencerons par détailler la structure anatomique de cet organe.

Chapitre 2

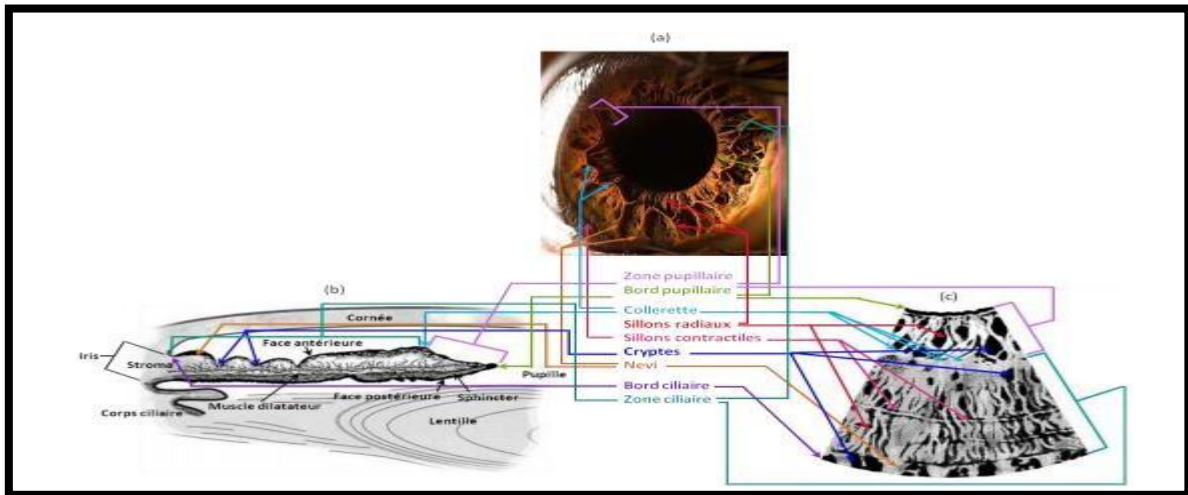


Figure 18: Anatomie de l'iris : (a) photographie en gros plan, (b) coupe transversale, (c) secteur frontal.[11]

L'IRIS est un organe visible et coloré de l'œil situé entre **la sclère** (blanc de l'œil) et **la pupille**. L'étymologie de son nom, iris, qui, en grec ancien veut dire « arc-en-ciel », vient du fait que les iris soient de couleurs très variées. Sa principale fonction est de moduler le diamètre de la pupille afin de contrôler la quantité de lumière qui parvient à la rétine.

Si l'on considère sa coupe transversale (Figure 18 -b), l'iris est constituée de 5 couches superposées : **la face antérieure**, **le stroma**, **le sphincter irien**, **le muscle dilatateur irien** et **la face postérieure**.

Vu de face (Figure 18 -a, c), c'est un anneau divisé en deux principales zones : **la zone ciliaire** et **la zone pupillaire** qui sont séparées **par la collerette**. [11]

1.2 Historique :

L'histoire de la reconnaissance de l'iris est relativement jeune. Tout a commencé en 1936 lorsque l'ophtalmologiste 'Frank Burch ' a identifié les différences entre les iris humains et a proposé les motifs comme méthode pour reconnaître les individus. Cependant, ce n'est qu'en 1987 que les médecins, 'Leonard Flam' et ' Aran Safir', ont obtenu un brevet pour le concept d'identification de l'iris, basé sur l'idée qu'il n'y a pas deux iris identiques. L'essor de la reconnaissance de l'iris en tant que méthode d'identification est survenu juste après le millénaire, lorsque les brevets ont expiré et que la technologie était prête pour une large commercialisation. [12]

1.3 Processus de reconnaissance d'un système basé sur l'iris :

La reconnaissance de l'iris est le meilleur processus d'authentification biométrique disponible aujourd'hui. Bien que beaucoup de gens la confondent avec un scanner rétinien.

Chapitre 2

La reconnaissance de l'iris consiste simplement à prendre une photo de l'iris, cette image est utilisée uniquement pour l'authentification. [13]

Cinq étapes principales qui composent la chaîne de reconnaissance de l'iris

- Acquisition** de l'image de l'iris
- Segmentation** de la région de l'iris
- Normalisation** des dimensions des données
- Analyse** et représentation de la **Texture** de l'iris
- Comparaison** des représentations de l'iris ou **Matching**.

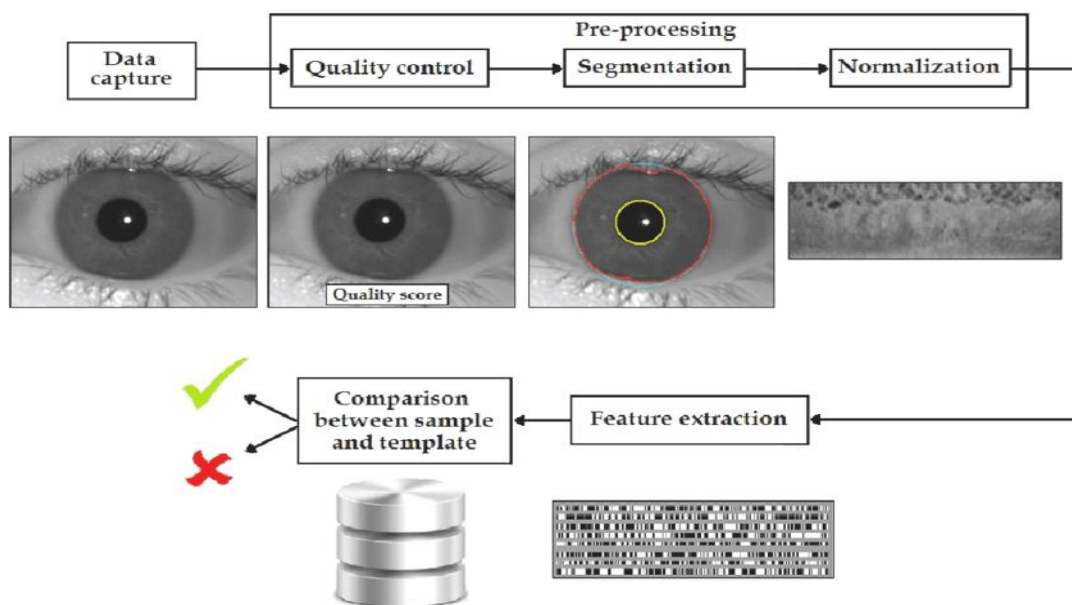


Figure 19: Différentes étapes du processus de reconnaissance de l'iris [13]

1.3.1 Acquisition :

C'est une étape critique et difficile en raison de la petite taille et de la couleur relativement foncée de l'iris (surtout chez les Asiatiques et les Arabes). De plus, les images acquises présentent souvent des problèmes de non-qualité tels que l'invisibilité de tout l'iris, la variabilité de l'éclairage, les reflets... Bien que des caméras monochromes soient disponibles, l'acquisition se fait généralement dans le proche infrarouge non visible, (donc non éblouissant pour l'utilisateur) pour minimiser les réflexions spéculaires sur la cornée provenant des sources lumineuses environnantes

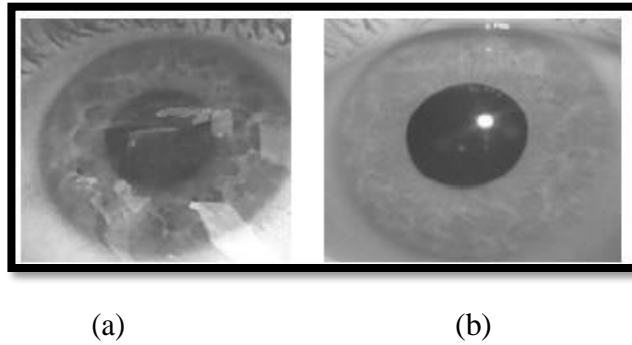


Figure 20: Différence de qualité entre des images du même iris capturé (a) dans le visible, (b) dans le proche infrarouge.

1.3.2 Segmentation :

Le but de cette étape est d'isoler la zone de l'iris, cette zone peut être approximé comme entre deux cercles, généralement non concentriques, l'un représentant la limite entre l'iris et la sclère, et l'autre à l'intérieur du premier cercle représentant la limite entre l'iris et la pupille. L'apart du temps, seule une partie de l'iris est disponible à des fins de caractérisation, et l'autre partie est couverte par des bruits tels que des cils, des paupières, des reflets de points lumineux, etc., une technique de segmentation est donc nécessaire pour localiser la région circulaire de l'iris tout en supprimant le bruit.

1.3.3 Normalisations :

Les variations possibles de l'éclairage et de la distance entre les yeux et les caméras entraînent des dimensions différentes de l'iris (pour la même personne) et des déformations élastiques de la texture de l'iris qui peuvent fausser complètement les résultats de comparaison, d'où la nécessité de compenser ces variations et de respecter l'invariance par la traduction, la rotation et l'échelle.

1.3.4 Caractérisation :

L'iris est composée de plusieurs petits blocs irréguliers distribués aléatoirement autour de la pupille tels que les tâches, les rayures, les sillons, ... L'objectif de cette étape est de transformer les données physiques caractérisant la texture de l'iris, en données quantifiées. La représentation obtenue est appelée signature biométrique. Elle doit coder l'information la plus discriminante et servira par la suite dans l'étape du Matching.

1.3.5 Matching :

Cette étape consiste à choisir une métrique de comparaison qui génère une mesure de similarité ou de dissimilarité entre deux signatures d'iris et qui permet de conclure si elles proviennent de la même iris ou non. Ces mesures sont classées en deux ensembles de valeurs : l'un provenant de comparaisons intra-classes, obtenu lors de la mise en correspondance entre deux signatures de la même iris ; et l'autre provenant de comparaisons interclasses, c'est-à-dire à partir de deux iris différentes. [11]

1.4 Les Méthodes de reconnaissance d'iris :

1.4.1 Méthode de John Daugman :

En 1992, J. Daugman fut le premier à publier ses recherches sur la mise au point d'un procédé d'analyse de texture de l'iris. Il repose sur la détection précise des centres et rayons respectifs de l'iris et de la pupille par des opérateurs intégraux-différentiels sur des arcs de cercle, exploitant le fort contraste aux frontières de la pupille et de l'iris, une conversion de l'image circulaire de l'iris en un équivalent rectangulaire (conversion polaire à angle constant), le codage binaire de la phase locale extraite par un banc de filtres passe-bande en quadratures (filtres de Gabor), dont certaines zones où se situent le reflet de la diode et la paupière sont supprimées et le calcul du taux de similarité entre deux codes d'iris par comptage de la proportion de bits qui diffèrent (opération du type XOR). L'implémentation de l'algorithme sur SUN Sparc-Station en code entier optimisé requiert 100 ms pour déterminer un iris-code de 256 octets. A partir d'une base de données d'environ 1770 images (3 images de 592 yeux) fournie par l'Ophtalmologie Associates of Connecticut, le taux EER est estimé à 1/128 000 par extrapolation des distributions des imposteurs et authentiques relevées. Cependant lors de l'évaluation des algorithmes de J. Daugman dans des conditions réelles d'utilisation pour leur commercialisation par la société IriScan, The Sandia National Laboratoires présentait des résultats beaucoup plus modestes : avec 199 yeux enrôlés provenant de 122 personnes, on enregistrait une FRR de 10% (878 essais d'identification en groupe fermé) et un temps moyen d'identification de 14 secondes.

1.4.2 Méthode de Wildes :

Près de 2 ans plus tard, R.P. Wildes propose un système concurrent. Les pourtours de l'iris sont extraits par transformée de Hough, appliquée à la détection de cercle sur les contours de l'image, et les paupières sont modélisées par des arcs paraboliques. L'alignement spatial entre deux images d'iris à comparer (rotation et adaptation d'échelle) est réalisé par une technique de registration d'image (résolution par une procédure de minimisation itérative). Ensuite la texture de l'iris est représentée par une pyramide Laplacienne, comparable à une décomposition en ondelettes (4 bandes) par des filtres passe-bande isotropes (filtres gaussiens). L'étape de comparaison est basée sur le calcul d'un facteur normalisé de corrélation par sous-bloc de 8 x 8 pixels. Pour chaque bande fréquentielle on conserve une seule valeur via la médiane : le score est donc représenté par une série de 4 indices de similitudes. La décision finale est prise par un classificateur du type discriminant linéaire de Fisher. La vérification d'un individu prend approximativement 10 secondes sur SUN Sparc-Station 20, avec un code C non-optimisé. Le test du système proposé par R.P. Wildes n'a produit aucune erreur de fauxrejet ou de fausse acceptation sur une base de données comprenant 60 iris de 40 personnes.

Chapitre 2

1.4.3 Méthode de Boles :

En 1996, W.W. Boles introduit une nouvelle technique basée sur une transformée en ondelettes monodimensionnelles. Le traitement commence par localiser le centre de la pupille par détection des contours circulaires, puis de la même manière le diamètre extérieur de l'iris. En fonction du ratio entre le diamètre de l'iris de référence et celui de l'iris à identifier, on définit un ensemble de n cercles virtuels de centre celui de la pupille, sur lesquels on extrait n signaux caractéristiques du relief de l'iris (signaux normalisés à 256 points par sous-échantillonnage). Une représentation zero-crossing est alors générée par une transformée en ondelettes (décomposition sur 8 niveaux, mais on conserve uniquement les 4ème, 5ème et 6ème).

Il s'agit en fait d'un codage des points d'inflexion des n signatures de l'iris pour différents niveaux de résolution ; ce codage est obtenu en utilisant une onde mère spécifique du type dérivée seconde d'une fonction de lissage. Enfin la comparaison est traitée par quatre fonctions de dissimilitude (Par exemple : mesure de différence d'énergie, coefficient normalisé de corrélation croisée) entre 2 représentations zero-crossing.

Le score final est la moyenne des résultats fournis par ces fonctions de dissimilitude. Mais l'efficacité de cette technique n'a toujours pas été démontrée sur plus de 2 iris différents.

1.4.4 Méthode de Sanchez-Reillo & Al :

En 1999, l'approche de Sanchez-Reillo & Al, reprend dans l'ensemble celle de J. Daugman. La texture de l'iris est partiellement transformée en un équivalent rectangulaire, puis codée en rendant binaires les résultats de filtrage avec la partie imaginaire de filtres complexes de Gabor. La comparaison consiste à calculer la distance de Hamming entre deux codes. A partir d'une base de données de plus de 200 images (au moins 10 images de 20 yeux), l'étude de Sanchez-Reillo & Al, montre que leur système atteint un EER de 3.6% pour une taille de code d'iris de 1860 bits.

1.4.5 Méthode de Y. Wang & Al :

La même année, Y. Wang & Al, brevètent une nouvelle méthode d'extraction de caractéristiques à partir de la représentation rectangulaire de l'iris (proposée par J. Daugman).

On commence par filtrer l'image rectangulaire d'iris soit par :

- Filtrage de Gabor suivant 4 directions et pour 6 fréquences différentes,
- Transformée en ondelettes 2D (ondelettes de Daubechies du 4ème ordre) sur 5 niveaux de faible résolution uniquement.

On obtient alors n images résultats ($n = 24$ pour le cas, et $n = 13$ pour le cas). La signature d'une iris est alors constituée de la série de n vecteurs [moyenne écart type], extraits de ces n images. Pour effectuer la comparaison, Y. Wang & Al suggèrent la distance euclidienne

Chapitre 2

pondérée. Sur 160 images (10 images de 16 yeux), le meilleur taux de classification (identification en groupe fermé) est de 93.8%. En 2002, une amélioration au système est apportée : le vecteur caractéristique comprend 384 valeurs, qui correspondent à l'écart absolu moyen (somme sur l'image des différences entre l'intensité des pixels et la moyenne de l'image) de 384 blocs de 8x8 pixels appartenant à la texture de l'iris (texture préalablement filtrée par un filtre passe-bande symétrique circulaire) ; un classificateur plus avancé (Nearest Feature Line) est utilisé pour la comparaison. Lors de nouvelles expérimentations sur une population de 134 iris (de 7 à 25 images par œil), le taux de classification atteint 99,85% (ou FAR=0.1% et FRR=0.83% en mode vérification).

1.4.6 Méthode de S. Lim & Al :

Toujours à partir d'une représentation rectangulaire de l'iris, S. Lim & Al proposent en 2001 d'analyser les motifs de l'iris humaine par une transformée en ondelettes (ondelette mère de Haar).

La texture de l'iris est décomposée sur 4 niveaux, et le vecteur de 87 caractéristiques d'une iris est construit en combinant la sous-image HH4 (4ème niveau) avec l'intensité moyenne des 3 autres sous-images HH1, HH2 et HH3. L'étape d'identification est réalisée par un classificateur basé sur un réseau par quantification vectorielle d'apprentissage (cf. LVQ : Learning Vector Quantization). Sur une base de données de 2500 images (100 iris, 25 échantillons par iris, dont 5 pour l'apprentissage du classificateur), la courbe ROC relevée indique une FRR de 1.65% pour un FAR de 2.90%. Pour finir ce tour d'horizon des méthodes de reconnaissance de l'iris, on note plus récemment l'apparition d'approches moins " séduisantes " ou jugées " exotiques ". Par exemples : S. Noh & Al appliquent sans succès un algorithme d'apprentissage non - supervisé utilisant des statistiques d'ordre supérieur pour l'extraction de caractéristiques, A. Muron & Al évoquent la possibilité d'identifier une iris par son spectre de puissance optique de Fourier, ou encore M. Dobes & Al. Proposent l'utilisation de l'information mutuelle moyenne pour aligner les motifs de deux iris et mesurer leur similarité. [14]

1.5 Avantages et inconvénients de la reconnaissance de l'iris

- ✚ La biométrie de l'iris présente plusieurs avantages uniques lorsqu'elle est utilisée pour l'identification et l'authentification. Il s'agit notamment des éléments suivants :
 - Pas de contact physique lors de la numérisation (plus sanitaire).
 - Performances d'appariement précises.
 - Peut être capturé à distance (avec des logiciels et des optiques avancés).
 - L'iris est protégée par la cornée, il ne change donc pas beaucoup avec l'âge.
 - Difficile à usurper.

- ✚ Les inconvénients de la numérisation de l'iris incluent :

Chapitre 2

- Impossible d'utiliser un appareil photo ordinaire ; nécessite une source de lumière IR et un capteur. La lumière visible doit être réduite au minimum pour obtenir la plus grande précision requise pour la recherche.
- Nécessitent généralement une proximité étroite de la caméra, ce qui peut causer de l'inconfort pour certains.
- Moins de valeur pour l'enquête criminelle (pas de latents).

2 Reconnaissance biométrique par le VISAGE :

La reconnaissance faciale consiste à reconnaître une personne par son visage, la détection de visage est en fait une simple détection de visages en une photo. En d'autres termes, il vise à donner une région d'intérêt appelée Une "bounding box" contenant le visage.



Figure 21: Reconnaissance Faciale [55]

2.1 Description de visage

Le visage est une structure tridimensionnelle avec une configuration "externe", Les contours du visage sont simulés par des saillies osseuses et accentués par les cheveux Une configuration « intérieure » formée par une combinaison de caractéristiques : les yeux, les sourcils, le nez et la bouche. Il ajoute certaines propriétés telles que la pilosité, Lunettes, texture et couleur de la peau, accidents cutanés (verruques, grain Beauté...etc.). Tous les visages ont une architecture générale similaire et sont indiscernables sauf exception Uniquement par des modifications mineures de la configuration externe et de la forme des éléments interne et son reportions. [3]

2.2 Historique :

En 1982, deux chercheurs, Hay et Young, ont démontré que pour reconnaître un visage, les humains Utilisez les fonctionnalités globales et locales qui le composent, recherche plus avancée a été effectuée pour voir si cette capacité de reconnaissance pouvait être reproduite ordinateur. Il est issu des travaux du Prof. Teuvo Kohonen (1989), qui est Réseaux de neurones de l'Université d'Helsinki et des travaux de Kirby et Sirovich (1989) Brown University, Rhode Island, un système développé par le MIT La reconnaissance faciale est

Chapitre 2

Nommée : EIGENFACE. L'image du visage est capturée par la caméra. [15]

2.3 Processus de reconnaissance d'un Système de visage :

Le système de reconnaissance utilise les traits du visage ainsi extraits pour créer la signature numérique dans la base de données. Alors, avec chaque visage La base de données est associée à une signature unique qui caractérise la personne correspondante. Là Obtenir la reconnaissance faciale de la demande en extrayant la signature de la demande Correspondance et correspondance avec la signature la plus proche dans la base de données. La reconnaissance dépend du mode de comparaison utilisé : vérifier ou identification. Nous pouvons représenter le système de reconnaissance avec la figure suivante

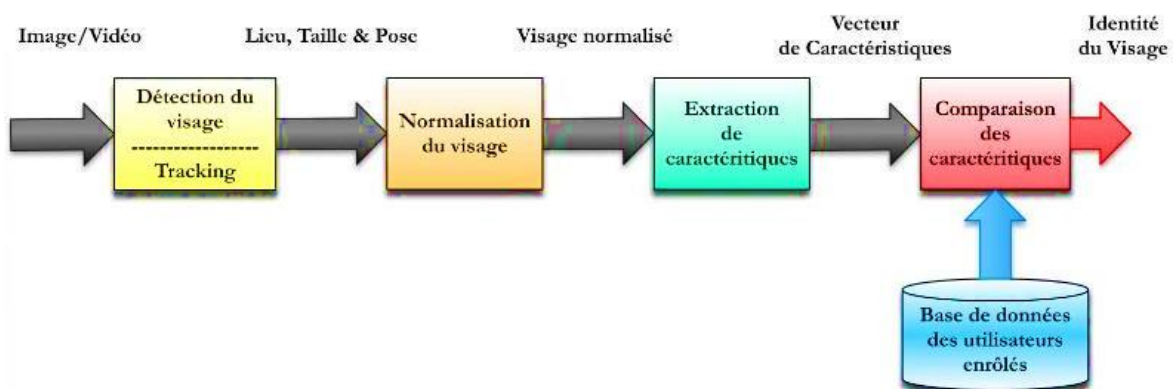


Figure 22: Processus de reconnaissance d'un Système de visage [22]

2.3.1 Le monde physique (L'extérieur) :

C'est le monde réel avant l'acquisition d'images. A cette étape, vous devez conserver Généralement, trois paramètres de base sont pris en compte : illumination, changement de posture Une modification de l'un des trois paramètres et de l'échelle entraîne une distance Entre deux images d'une même personne, d'où la fausse identification. [16]

2.3.2 Acquisition :

Cette étape consiste à extraire l'image de l'utilisateur du monde extérieur dans l'état Utilisez la caméra de manière statique ou utilisez la caméra de manière dynamique. Après cela, l'image extraite sera numérisée, aboutissant à une représentation en deux dimensions du visage, dont les traits à travers la matrice de niveaux de gris. Les images de cette étape sont dans leur état d'origine Risque de générer du bruit pouvant dégrader les performances du système. [17]

2.3.3 Détection de visages et prétraitements :

Le module de détection de visage fournit une image de sortie d'un visage Efficacité du

Chapitre 2

Système isolé du reste de la scène et prêt pour le traitement La reconnaissance faciale et/ou l'authentification basée sur la biométrie dépendent d'Essentiellement une méthode pour localiser les visages dans une image. [17]

2.3.4 Prétraitement (normalisation) :

D'autre part, l'étape de prétraitement permet de préparer des images de visage Il peut être exploité en éliminant le bruit et les zones non informatives créées lors du processus de capture.

Cette étape est également connue sous le nom d'étape de normalisation, car elle réduit toutes les images extraites de l'image d'origine est traitée différemment : normalisation géométrique, égalisation Histogrammes. [3]

2.3.5 Extraction des caractéristiques :

L'étape d'extraction des caractéristiques, également appelée indexation, La représentation, modélisation ou extraction de caractéristiques, est une étape Il est très important dans le système de reconnaissance faciale, extraction de Le paramètre est d'extraire des informations utiles, ce qui équivaut à construire un modèle Face à elles doivent être discriminatoires et non redondantes. Eléments Les caractéristiques sont représentées sous la forme de vecteurs de caractéristiques, appelés Signe les signatures doivent être individuelles et invariables Pour les images de la même personne. L'efficacité de cette étape affecte À propos des performances du système de reconnaissance faciale [16].

2.3.6 Apprentissage

C'est une étape qui comprend l'enregistrement des paramètres (caractéristiques) de l'individu Extraction dans le module de stockage (base de données). Ce processus enseigne individu au système pour une éventuelle identification, cette étape est considérée mémoire système.

2.3.7 Classification :

Cette étape consiste à modéliser les paramètres extraits du visage ou Un ensemble de visages basé sur des traits partagés par des individus Un modèle est un ensemble utile d'informations différenciables et non différenciables. Redondance, représentant une ou plusieurs personnes similaires [18].

2.3.8 Comparaison et décision :

Cette étape consiste à comparer les données extraites dans la phase d'extraction avec le modèle du modèle des individus ont été stockés dans la base de données pour vérifier la correspondance entre deux visages, Cependant, une mesure de similarité doit être introduite pour décider si un individu est reconnu par le système [19].

2.4 Les Méthodes de reconnaissance faciale :

On peut diviser Les méthodes de reconnaissance de visage en trois catégories, les méthodes globales, les méthodes locales et les méthodes hybrides.

La figure suivante illustre les différents algorithmes de reconnaissance faciale par méthode.

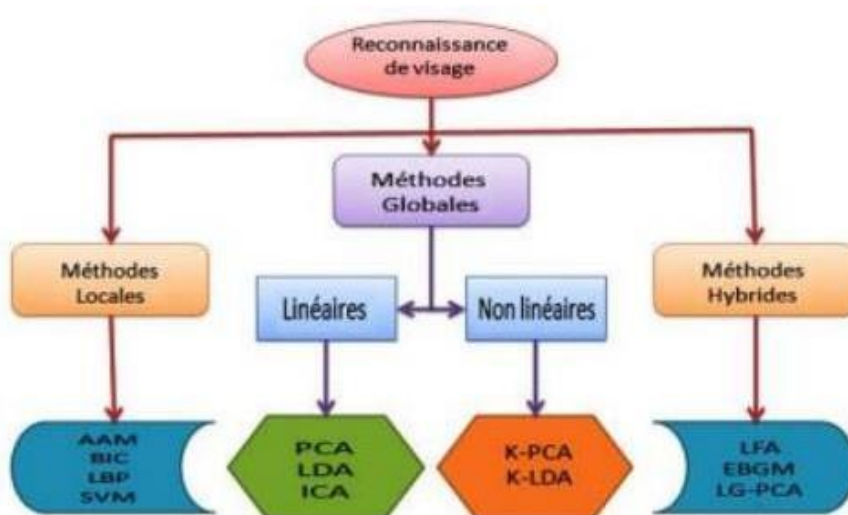


Figure 23: Les méthodes de reconnaissance faciale [56]

2.4.1 Méthodes globales :

Dans ces méthodes, également connues sous le nom de méthodes basées sur l'apparence, les images de visage sont traitées globalement, c'est-à-dire qu'il n'est pas nécessaire d'extraire des points caractéristiques ou Zone du visage (bouche, yeux, etc.). Ainsi, une image de visage est représentée par une matrice de pixels, et cette matrice est souvent convertie en vecteurs de pixels pour faciliter leur manipulation. [21]

Le principal avantage des méthodes globales est qu'elles sont faciles à mettre en œuvre, bien qu'elles soient sensibles au changement (pose, éclairage, expression faciale et orientation), aux valeurs de pixels variables. Ces méthodes utilisent principalement l'analyse du sous-espace des visages. Cette expression repose sur un fait relativement simple : la classe de "formes" qui nous intéresse (les visages dans notre cas) se situe dans un sous-espace de l'espace image d'entrée. Selon la technique utilisée pour modéliser le sous-espace du visage, la catégorie elle-même peut être divisée en méthodes linéaires et non linéaires. Les algorithmes globaux s'appuient sur des propriétés statistiques bien connues et utilisent l'algèbre linéaire. [7]

Il y a deux types de techniques dans les méthodes globales : **les techniques linéaires et les techniques non linéaires.**

Chapitre 2

2.4.1.1 Techniques linéaires :

La technique linéaire produit une projection linéaire d'une surface (un espace dont les dimensions sont égales à dimension de l'image, et donc grande) sur un espace de dimension inférieure. Cependant, ces techniques La linéarité est particulièrement sensible aux conditions d'éclairage et plus généralement insensible aux variations convexes. Par conséquent, l'utilisation de distances régulières dans l'espace projeté n'est pas toujours possible Bonne classification entre les classes "face" et "non-face". Dans la plupart des méthodes Éléments importants recueillis dans cette méthode, citons.

➤ L'Analyse en Composantes Principales (PCA ou Eigen Faces) :

Analyse en composantes principales, également connue sous le nom de transformation Karhunen-Loeve est la technique linéaire la plus connue. Il est basé sur la méthode Statistiques classiques L'ACP est une méthode visant à déterminer le "meilleur" sous-espace pour la compression et la reconstruction des données. Elle peut Un vecteur de données adapté à l'espace principal est donné par un grand nombre de fonctionnalités. La méthode PCA (ou Clean Faces) vise à capter la variation dans une collection d'images faciales et utiliser ces informations pour coder et Comparer les visages (en termes mathématiques : trouver les vecteurs propres des visages matrice de covariance de l'ensemble d'images de visage). [18]

➤ L'Analyse Discriminante Linéaire (LDA ou Fisherfaces) :

LDA est une méthode d'analyse numérique qui vous permet de trouver la combinaison linéaire de La variable qui représente le mieux les données, largement utilisée dans reconnaissance de formes reconnaissance faciale.

Autres techniques linéaires ont également été proposées nous citons par exemple :

- ✓ L'analyse discriminante bilinéaire (BDA)
- ✓ L'analyse en composantes indépendantes (ICA)
- ✓ La technique dite de « Vecteurs communs discriminants » (DCV) [22].

2.4.1.2 Techniques non linéaires :

Des techniques non linéaires globales ont été développées, généralement à partir de techniques linéaires. D'où l'analyse en composantes principales du noyau (ou "kernel PCA") et l'analyse discriminante Linear Kernel (ou "Kernel-LDA") utilise le concept mathématique des noyaux pour étendre Les techniques linéaires telles que PCA et LDA utilisent ces méthodes pour projeter l'espace de l'image sur l'espace des fonctionnalités au lieu de Linéaire, donc dans une certaine mesure permet de mieux réduire la taille de l'image. [18]

Chapitre 2

D'autres techniques non linéaires ont également été utilisées dans le contexte de la reconnaissance faciale :

- Le MultiDimensional Scaling (MDS)
- L'Isomap
- Les diffusions maps
- le Local Linear Embedding (LLE)
- Les Laplacian eigenmaps
- Le Hessian LLE
- Le Local Tangent Space Analysis (LTSA) [23].

2.4.2 Méthodes Locales :

Également appelée fonction, fonction locale ou méthode d'analyse. Ils sont généralement basés sur les points caractéristiques du visage. Analyse de la méthode d'extraction des caractéristiques locales Les informations de texture de la zone locale du visage, représentées de manière compacte, les caractéristiques de tout le visage. L'avantage de toutes ces méthodes est qu'il est plus facile de simuler des changements de pose, d'éclairage Et les expressions et les méthodes globales.

Mais quand il s'agit de prendre, leur difficulté vient Compte tenu de plusieurs vues du visage et du manque de précision de l'étape "extraction" Les points sont leur principal inconvénient. Plus précisément, ces méthodes extraient des caractéristiques locales faces, puis utilisez leur géométrie et/ou leur apparence comme entrée du classifieur. Nous pouvons Distinguer deux approches différentes.

- ✓ La première est basée sur l'extraction de toute la zone du visage, généralement
- ✓ Implémenté avec une méthode de reconnaissance faciale globale.
- ✓ La deuxième approche consiste à extraire des points spécifiques de différentes régions
- ✓ Caractéristiques faciales telles que les coins des yeux, de la bouche et du nez [24].

Chapitre 2

2.4.2.1 Machines à Vecteurs de Support (SVM) :

C'est une technique proposée par V. Vapnik en 1995, elle est utilisée dans divers Domaines des statistiques (tri, régression, fusion, etc.). Depuis son introduction dans le domaine L'efficacité se reflète principalement dans le traitement de l'image. L'idée essentielle de cette méthode est de projeter les données dans l'espace d'entrée (appartenant à différentes classes) sont non linéairement séparables, dans un terme appelé l'espace des caractéristiques, rendant les données linéairement séparables. Dans cet espace, des techniques optimales de construction d'hyperplans sont utilisées pour calculer de classification séparer les classes comme ceci : trouver des vecteurs appartenant à différentes classes sur différents côtés de l'hyperplan, et la distance minimale (marge) entre le vecteur et l'hyperplan est la valeur maximale [23].

2.4.2.2 Hidden Markov Models (HMM) :

Le modèle de Markov caché HMM est un groupe de modèles statistiques Propriétés statistiques pour caractériser les images. L'image est divisée en N régions importantes, comme le visage : cheveux, front, Yeux, nez et bouche. Chacune de ces régions se voit alors attribuer un état Si HMM unidimensionnel

$x_1 \rightarrow$ cheveux $x_2 \rightarrow$ front $x_3 \rightarrow$ yeux $x_4 \rightarrow$ nez $x_5 \rightarrow$ bouche

Chaque état a une fonction de probabilité selon Exemple d'image. Le principe de HMM est que lors de la localisation des visages, Extrayez toujours la même région de l'image d'entrée et vérifiez si l'objet Les fonctions apparaissent dans le même ordre que celui défini dans le modèle HMM [24].

Chapitre 2

2.4.2.3 Les ondelettes :

Les ondelettes sont issues de l'intuition de l'ingénieur géophysicien J. Morlet, Dans les années 1980. Dans tel que Le physicien A. Grossman ou le mathématicien Y. Meyer, les ondelettes se sont imposées Comme outil de base de l'analyse harmonique moderne. Les ondelettes ont eu beaucoup de succès dans le traitement d'image Estimation de mouvement, reconnaissance de formes et autres problèmes, Recherche de bases de données et transfert progressif d'informations. La propriété fondamentale exploitée dans ces applications est la possibilité Rapprocher l'image à plusieurs échelles, en commençant par notre vue "grossière" S'affiner en soins successifs.

2.4.3 Méthodes hybrides :

La méthode hybride combine les avantages de la méthode globale et de la méthode locale, Combinaison de la découverte de caractéristiques structurelles avec l'extraction de caractéristique aspect partiel. Augmenter ainsi la stabilité des performances de reconnaissance lors du changement de la forme des lumières, des expressions faciales, etc. La combinaison efficace des caractéristiques locales et globales reste un problème, il Il y a peu de travaux qui l'appliquent au problème de la reconnaissance faciale. Parmi les techniques de ces méthodes on trouve : [7]

- ✓ LFA (Local Feature Analysis).
- ✓ EBGM (Elastic Buch Graph Matching).
- ✓ LG-PCA (Log Gabor PCA)

2.5 Les difficultés de la reconnaissance faciale :

Les problèmes liés à la détection de visage peuvent être attribués aux facteurs suivants :

2.5.1 Occlusion :

Les visages peuvent être partiellement masqués par d'autres objets. Dans une image Ungroupe de personnes, certains visages peuvent masquer partiellement d'autres [20].



Figure 24 : Occlusion

Chapitre 2

2.5.2 Orientation d'image :

Lors de la capture, la pose du visage définit les rotations que le visage peut subir. par Deux types de changements de pose pour la rotation : Rotation dans le plan (profil facial dansle plan) où L'aspect du visage n'est pas déformé, une bonne estimation de l'angle de rotation suffit Recalibrer l'image par une simple rotation inverse, dans le cas de rotations hors plan c'est généralement beaucoup plus complexe à moins que les visages utilisés pour l'enregistrement et la reconnaissance aient la même pose. Les changements de pose affectent grandement les systèmes de reconnaissance automatique des visages. Pourquoi beaucoup d'entre eux sont limités à la posture frontale, ou nécessitent une posture spécifique mais estimer à l'avance. [18]



Figure 25: Orientation d'image [57]

2.5.3 Illumination :

Les changements d'éclairage (Illumination) provoquent des variations considérables Le regard d'un visage. Deux types d'éclairage peuvent affecter cela : l'éclairage global (ou ambient) et l'éclairage local. Tout en étant éclairé Le global affecte l'ensemble du visage de manière uniforme (ou presque), l'éclairage local consiste à créer des ombres et des zones d'éclairage, et ceci de manière non linéaire. Montre un exemple de visage éclairé par sa source lumineuse action [20].



Figure 26: Les changements d'éclairage [58]

Chapitre 2

2.5.4 Expressions faciales :

L'apparence des visages varie considérablement en présence d'expressions faciales. Les éléments du visage tels que la bouche ou les yeux peuvent subir alors des déformations importantes, qui peuvent entraîner la défaillance des systèmes de reconnaissance faciale basés par exemple sur des points d'intérêt (ceux-ci peuvent donc subir une translation importante). La bouche est généralement l'élément du visage qui change le plus, mais l'apparence des sourcils, par exemple, peut être fortement modifiée. [3]



Figure 27: Expressions faciales [59]

II. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la reconnaissance de l'iris et la reconnaissance faciale nous avons détaillé les différents modules qui composent ces deux reconnaissances. Exister De plus, ce chapitre passe en revue les méthodes les plus connues. Et les difficultés de chaque modalité.

Chapitre 3

Conception



I. Introduction :

Ce chapitre décrit les méthodes utilisées dans nos systèmes biométriques multimodaux et se concentre sur les méthodes d'extraction des caractéristiques du visage et de l'iris.

L'analyse en composantes principales utilisant l'ensemble de données ORL pour la reconnaissance des visages, pour la reconnaissance de l'iris utilisant la transformée en cosinus discrète et l'ensemble de données CASIA V1, et des techniques qui fusionnent les méthodes de reconnaissance des visages et de l'iris au niveau de la prise de décision et aux niveaux caractéristiques.

1 Les méthodes utilisées :

1.1 La transformée en cosinus discrète :

1.1.1 Définition

La transformée en cosinus discrète est une transformation appliquée à chaque bloc et à chaque couleur. Cette transformée est un type de transformée de Fourier, C'est une variante de la transformée de Fourier. Chaque bloc peut être décrit comme une carte de fréquences et d'amplitudes, plutôt que comme des pixels ou des couleurs. Les valeurs de fréquence reflètent l'ampleur et la vitesse du changement. Les valeurs d'amplitude correspondent à l'écart associé à chaque changement de couleur. [7]

La découverte du DCT remonte à 1974. [25]

Dans le domaine du traitement du signal, des travaux d'implémentation ont été publiés, notamment par Chen Smith et Fralick après Les travaux de mise en œuvre de Chen Smith et Fralick ont été publiés. Il existe notamment un certain nombre de techniques et de technologies pour la compression avec perte de signaux temporels, d'images fixes et de vidéos. [26]

1.1.2 Variantes de la DCT

Il y a 8 variantes de la DCT, parmi les variantes les plus connues sont DCTI, ou DCT II et DCTIII

- **DCT I :** La DCT de type I est définie pour une séquence 1D d'ensemble d'éléments

discrets T s'exprime par l'équation

$$C(u) = \alpha(u) \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \cos\left(\frac{\pi(2x+1)u}{2N}\right) \dots\dots\dots (3.1)$$

$$= 0, \dots, N-1$$

$$\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{1/N} & \text{pour } u = 0 \\ \sqrt{2/N} & \text{pour } u \neq 0 \end{cases} \dots\dots\dots (3.2)$$

suivante :

Chapitre 3

- **DCT II**

Un DCT bidimensionnel ($N \times N$) de type II est en fait une extension directe d'un DCT bidimensionnel de type I. Il est utilisé pour convertir une matrice bidimensionnelle de $N \times N$ échantillons dans le domaine spatial (image) en une matrice bidimensionnelle de coefficients de fréquence dans le domaine des fréquences. sa forme mathématique est donnée par :

$$C(u, v) = \alpha(u)\alpha(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \cos\left(\frac{\pi(2x+1)u}{2N}\right) \cos\left(\frac{\pi(2y+1)v}{2N}\right) \dots\dots\dots (3.3)$$

- **IDCT**

La transformée en cosinus discrète inverse (IDCT) est l'opération inverse de la DCT ; elle est utilisée pour reconstruire les données originales dans le domaine spatial à partir des coefficients de fréquence obtenus par l'application de la DCT. [27]

$$f(x, y) = \sum_{v=0}^{N-1} \sum_{u=0}^{N-1} \alpha(u)\alpha(v) C(u, v) \cos\left(\frac{\pi(2x+1)u}{2N}\right) \cos\left(\frac{\pi(2y+1)v}{2N}\right) \dots\dots\dots (3.4)$$

1.1.3 Propriété de la DCT

Robustesse aux perturbations :

Robustesse face aux perturbations La DCT est connue pour sa robustesse face aux perturbations et aux erreurs de données. Si certains coefficients de fréquence sont altérés ou perdus, la qualité de la reconstruction reste inchangée. Cette caractéristique est importante dans les applications de compression où la transmission et le stockage des données peuvent entraîner des pertes et des erreurs.

Décorrélation :

La DCT est utilisée pour réduire la redondance entre les pixels. Les pixels sont décorrélés afin de réduire la variance des pixels voisins dans l'image. La réduction de la variance des pixels

Chapitre 3

Voisins dans une image permet une compression efficace. Coder chaque pixel indépendamment. [27]

1.2 Analyse composante principal

L'ACP est l'une des méthodes les plus efficaces utilisées pour la reconnaissance et la compression d'images. Méthode statistique relevant de l'analyse factorielle au sens large, l'ACP a pour but de réduire les grandes dimensions de l'espace des caractéristiques (variables indépendantes) nécessaires pour décrire les données économiques. C'est le cas, par exemple, lorsqu'il existe une forte corrélation entre les variables observées.

1.2.1 Fonctionnement d'ACP :

L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode d'analyse de données, ou plus généralement d'analyse multivariée, qui transforme des variables apparentées (appelées "variables corrélées" en statistiques) en de nouvelles variables appelées "composantes principales" ou "axes". Permettant de réduire l'information à un nombre d'éléments plus limité que le nombre initial de variables.

Cette approche est à la fois géométrique (représentation des variables dans un nouvel espace géométrique suivant la direction d'inertie maximale) et statistique (axes indépendants qui expliquent au mieux la variabilité (variance) des données).

Basé sur la compression d'un ensemble de n variables aléatoires, les n premiers axes de l'ACP. Des premiers axes est un meilleur choix en termes d'inertie ou de variance.

L'ACP a été développé et formalisée par Harold Hotline dans les années 1930. Les pouvoirs mathématiques des économistes et statisticiens américains ont également conduit au développement de l'analyse canonique, une généralisation de l'analyse factorielle, à laquelle appartient

Aujourd'hui, l'ACP est utilisé dans de nombreux domaines, de la biologie à la recherche économique et sociale et, plus récemment, au traitement d'images. [28]

1.2.2 Formulation de l'ACP :

1.2.2.1 Préparation des données :

Les données à traiter par l'ACP sont stockées dans le tableau X sous forme de variables individuelles.

Chapitre 3

$$\begin{array}{c}
 \text{INDIVIDUS} \\
 \dots \\
 \text{N}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \mathbf{1} \\
 \dots \\
 \mathbf{N}
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{c}
 \mathbf{1} \dots \dots \dots \mathbf{P} \\
 \mathbf{X}^1_1 \dots \dots \dots \mathbf{X}^1_P \\
 \dots \dots \dots \dots \\
 \mathbf{X}^N_1 \dots \dots \dots \mathbf{X}^N_P
 \end{array} \right\}$$

Dans ce cas :

- P variables, représentées en colonnes.
- N individus, représentés en lignes.
- Pour chaque individu, notez la valeur prise par chaque variable :

$$(\mathbf{X}^i_j) \quad (1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq P) \text{ avec } \forall (i,j), \mathbf{X}^i_j \in \mathbb{R}$$

[29]

1.2.2.2 Calculer une matrice de covariance :

Au cours de cette étape, la matrice de corrélation des données contenues dans le tableau est calculée. Elle est connue sous le nom de "Corr" du tableau président

1.2.2.3 Calculer les valeurs propres et les vecteurs propres :

Calculez les valeurs propres à l'aide de la matrice de covariance et d'identité et calculez les vecteurs propres à l'aide du résultat des valeurs propres.

1.2.2.4 Classer les vecteurs propres par ordre décroissant des valeurs propres pertinentes :

Les facteurs sont ainsi disponibles par ordre décroissant du contenu informatif qu'ils décrivent. Il est également possible d'exprimer l'importance de chaque facteur en pourcentage pour visualiser l'importance relative des composantes principales <<U>> matrice des valeurs propres de <<Corr>> en colonnes > composantes principales classées par ordre décroissant de leurs valeurs propres associées.

1.2.2.5 Calcul de la matrice des composantes principales :

La matrice contient les coordonnées des individus, appelée matrice CP, Elle se calcule comme suit [29]

$$\boxed{CP = \mathbf{X}_{cr} \cdot \mathbf{U}}$$

2 Conception de système :

Notre système contienne deux parties systèmes biométriques monomodale et multimodale chaque partie présentée par des module déférent comme suivants :

2.1 Architecture des systèmes monomodaux proposés :

2.1.1 Reconnaissance biométrique d'iris :

La conception de notre système unimodal de l'iris est présentée ci-dessous :

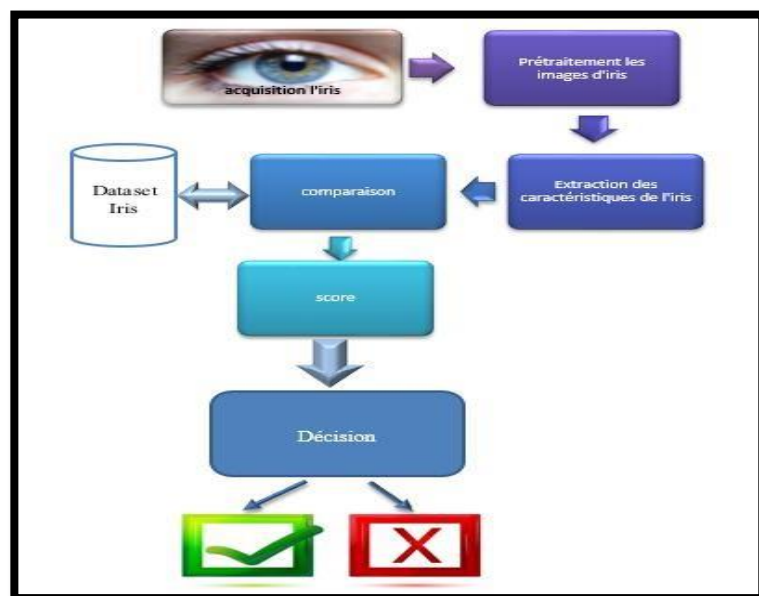


Figure 28: Conception du système de reconnaissance de l'iris

2.1.1.1 Prétraitement :

Après l'acquisition de l'image, le prétraitement des images, L'objectif est d'améliorer le contraste de l'image (utilise le Contraste Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)) en réduisant le bruit, (medianBlur), binarisation avec seuillage binaire avec la méthode d'OTSU, et la normalisation des images mettre à l'échelle les valeurs des pixels.

2.1.1.2 Extraction des caractéristiques du l'iris par la DCT :

L'un des principaux avantages de la DCT est qu'elle réduit les informations redondantes et peut être utilisée comme étape dans l'extraction des caractéristiques.

Les différentes étapes de l'extraction des caractéristiques de l'iris sont les suivantes :

Chapitre 3

➤ Découpage de la région de l'iris :

Lors de la réalisation de tests pour DCT, plusieurs aspects doivent être pris en compte, tels que l'application utilisée, comme la transformée en cosinus discrète est exécutée bloc par bloc, nous devons ajuster la taille des blocs en conséquence. Voici le DCT :

➤ Utilisation du DCT au niveau local :

- La taille de chaque bloc est de 8 par 8.
- La taille du bloc est fixée à 16 par 16.
- La taille de chaque bloc est de 32 par 32.

➤ Application de la DCT sur chaque bloc :

Le processus de transformation de blocs de pixels à l'aide d'une transformation en cosinus discrète est ce qui le caractérise. Pour optimiser l'énergie, il est nécessaire de supprimer les éventuelles redondances de l'image. Cette étape permet de consolider et de concentrer l'énergie en une seule unité cohérente.

Passer de la notion de pixels à celle de fréquences et d'amplitudes.

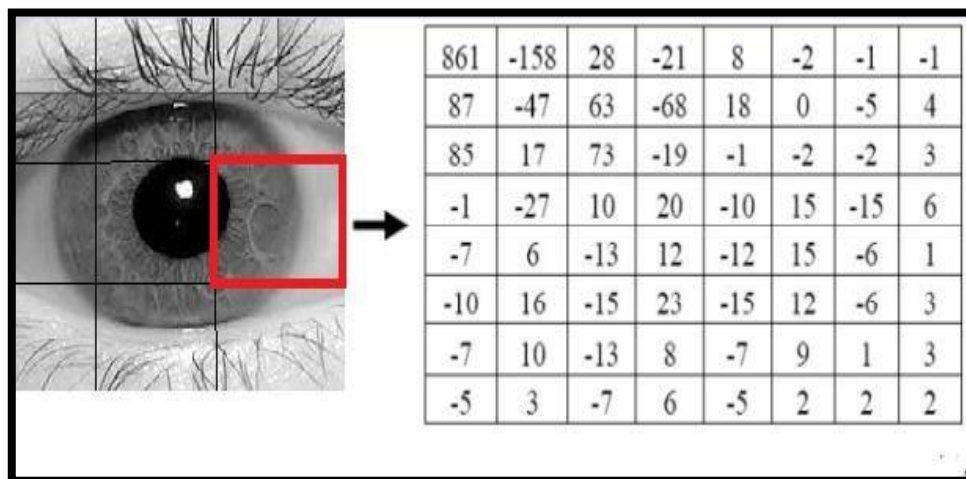


Figure 29: Extraction des valeurs d'un bloc 8x8

Chapitre 3

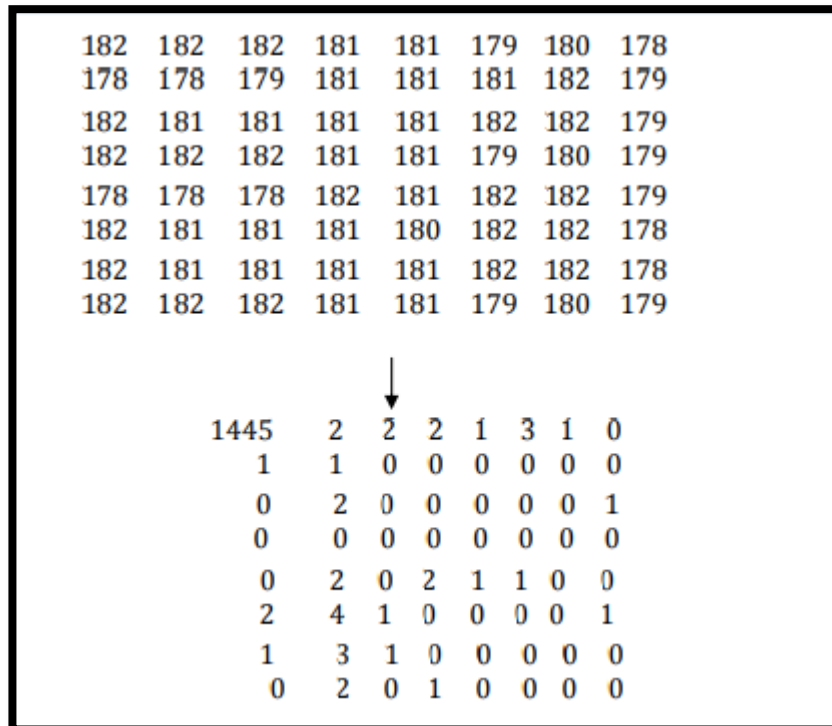


Figure 30 : passage du domaine spatial au domaine fréquentiel par la DCT[60]

➤ Récupération des coefficients DCT (scan zigzag) :

Après le calcul de DCT sur un bloc, une matrice carrée contenant les valeurs correspondantes est obtenue. Le processus de codage de la matrice DCT implique de parcourir chaque fréquence individuelle. Au cours de ce processus, chaque élément de la matrice sera codé en conséquence.

La séquence en zigzag, une séquence spécifique de nombres, impose un ordre unique à tout ensemble de données auquel elle s'applique. Cette séquence, caractérisée par son schéma ascendant et descendant, a un impact significatif sur l'organisation des données.

La caractéristique de traverser les éléments, en commençant par des fréquences plus basses et en subissant un traitement.

Au fur et à mesure que les fréquences augmentent, la matrice DCT qui est quantifiée est composée de nombreux éléments. La génération d'une séquence dans un ordre en zigzag d'un certain ordre n'entraînera aucune composante haute fréquence. Séquences comportant de longues séries de 0 consécutifs.

Chapitre 3

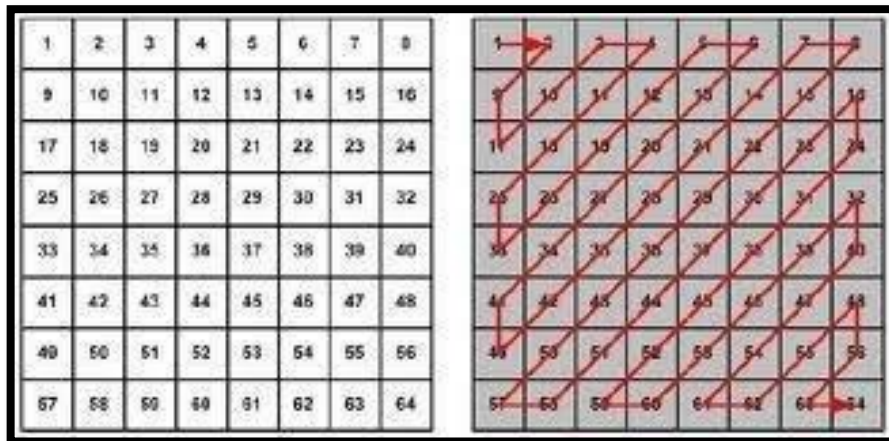


Figure 31: Parcours en ZIGZAG [60]

Les coefficients initiaux du DCT sont choisis et un vecteur est extrait de chacun bloc : Pour déterminer le nombre approprié de coefficients DCT à prendre en compte, nous avons établi une taille de bloc de 8x8 et effectué des tests.

Une plage de valeurs a été testée pour déterminer le nombre optimal de coefficients DCT. Ces valeurs comprenaient 5, 8, 16 et 20.

➤ Concaténation des vecteurs des blocs et formation du vecteur final :

Pour former le vecteur final, les vecteurs de bloc doivent être concaténés. Ceci est réalisé grâce au processus de concaténation, où les vecteurs de blocs individuels sont combinés en un seul vecteur unifié. Le vecteur final est alors formé à la suite de ce processus. Le vecteur de chaque image est constitué des coefficients initiaux.

Chaque fois qu'une nouvelle image est entrée dans le module, sa transformation est calculée et traitée.

Pour effectuer une comparaison avec la base, une quantité spécifique de coefficients est conservée données.

2.1.1.3 Comparaison et décision :

Une fois les modèles comparés, une valeur numérique est générée. Lorsqu'une comparaison est faite, le résultat peut être soit une similitude, soit une dissemblance. En règle générale, les conséquences d'une telle comparaison sont la détermination de l'un ou l'autre de ces résultats. Le score, qui va de 0 (différence complète) à 1 (similitude totale), représente le niveau de similarité. Le système peut prendre la décision nécessaire sur cette base, garantissant que le bon choix est fait. Les exigences pour l'application.

Chapitre 3

2.1.2 Reconnaissance biométrique de visage :

La conception de notre système unimodal de visage est présentée dans la figure suivante :

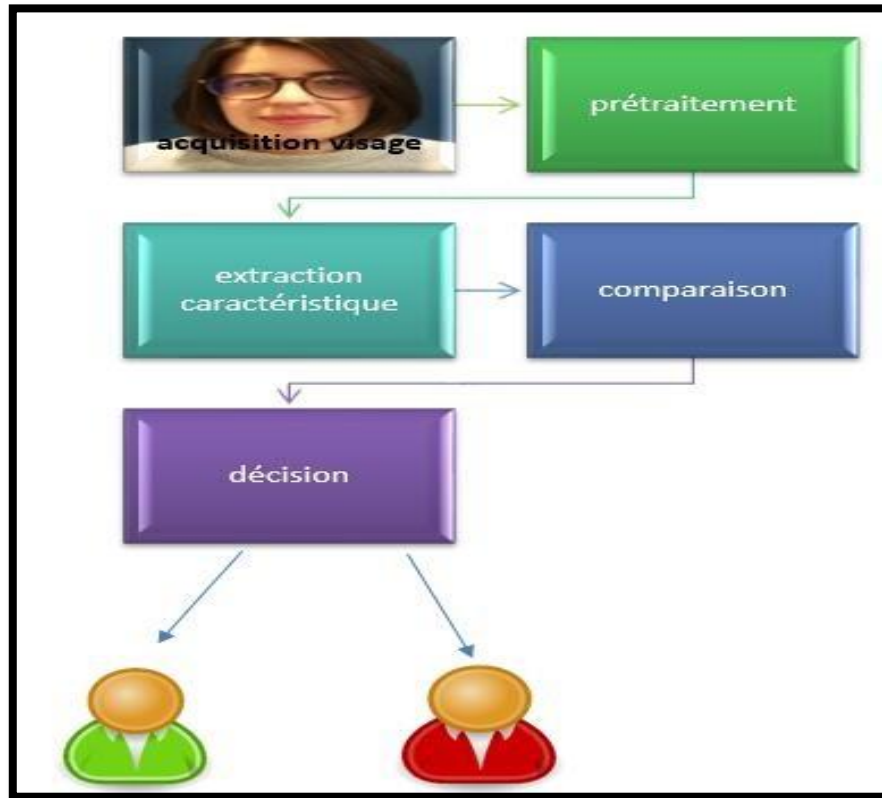


Figure 32 : Conception du système de reconnaissance de visage

2.1.3 Prétraitement :

Chaque image de la base de données ORL est normalisée avant l'extraction des caractéristiques. Les images sont normalisées géométriquement et des opérations de filtrage sont appliquées pour éliminer le bruit dans le cas du bruit de l'image et détecter les contours du visage dans l'image, telle que le nez, la bouche et les yeux, et pour simplifier le calcul de la méthode PCA, les images sont redimensionnées.

2.1.4 Extraction des caractéristiques :

Dans cette partie, les traits du visage sont calculés à l'aide d'une méthode statistique appelée analyse en composantes principales.

2.1.5 Comparaison :

Lorsque deux vecteurs de caractéristiques doivent être comparés, la distance euclidienne peut être utilisée pour mesurer le degré de différence entre eux. Le vecteur caractérisant la personne à reconnaître est comparé à tous les vecteurs de référence de la base de données.

Chapitre 3

2.1.6 Décision :

Décider si la personne est valide ou non valide

2.2 Architecture des systèmes multimodaux proposés :

2.2.1 Reconnaissance biométrique multimodale basé sur la fusion de l'iris et visage aux niveaux décision

Les images de l'iris et du visage sont acquises, chacune est prétraitée, ensuite on extrait les caractéristique des images prétraitées de visage et iris à l'aide de PCA et DCT, comparées à la base de données (visage iris) et calculer le score.

Dans cette approche, chaque modalité biométrique de visage et iris fournit une décision individuelle (valide ou non valide) pour l'identification ou la vérification. Les décisions individuelles sont ensuite combinées pour obtenir une décision finale à l'aide de règles de décision telles que la règle de la majorité ou la règle de l'erreur minimale.

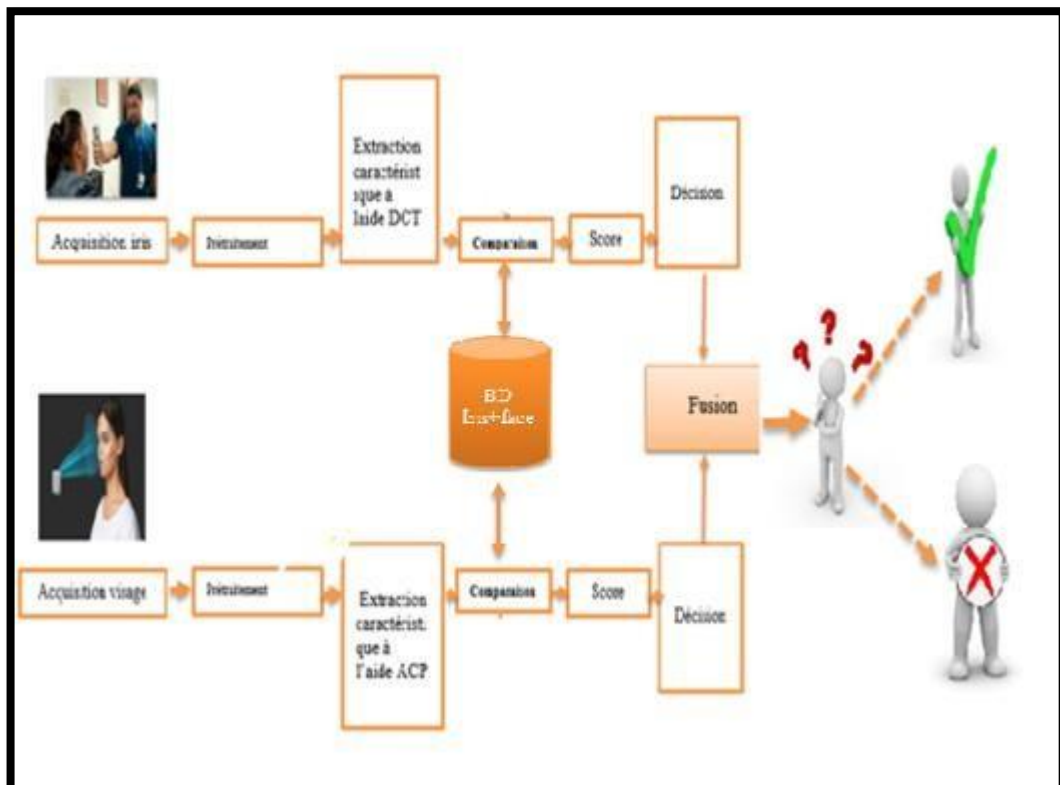


Figure 33: Conception du système biométrique basé sur la fusion aux niveaux décision du visage et iris

Chapitre 3

2.2.2 Reconnaissance biométrique multimodale basé sur la fusion de l'iris et visage aux niveaux caractéristique :

Dans ce système l'iris et visage de personne inconnu est acquise, prétraiter, ensuite les caractéristiques extrais (DCT pour iris) et (PCA pour visage) et fusionner dans un seul vecteur.

Dans l'étape de comparaison un vecteur fusionnée est comparé avec une BDD (Iris + visage) puis décider si une personne dans la base ou non

La conception de ce système est présentée dans la figure suivante

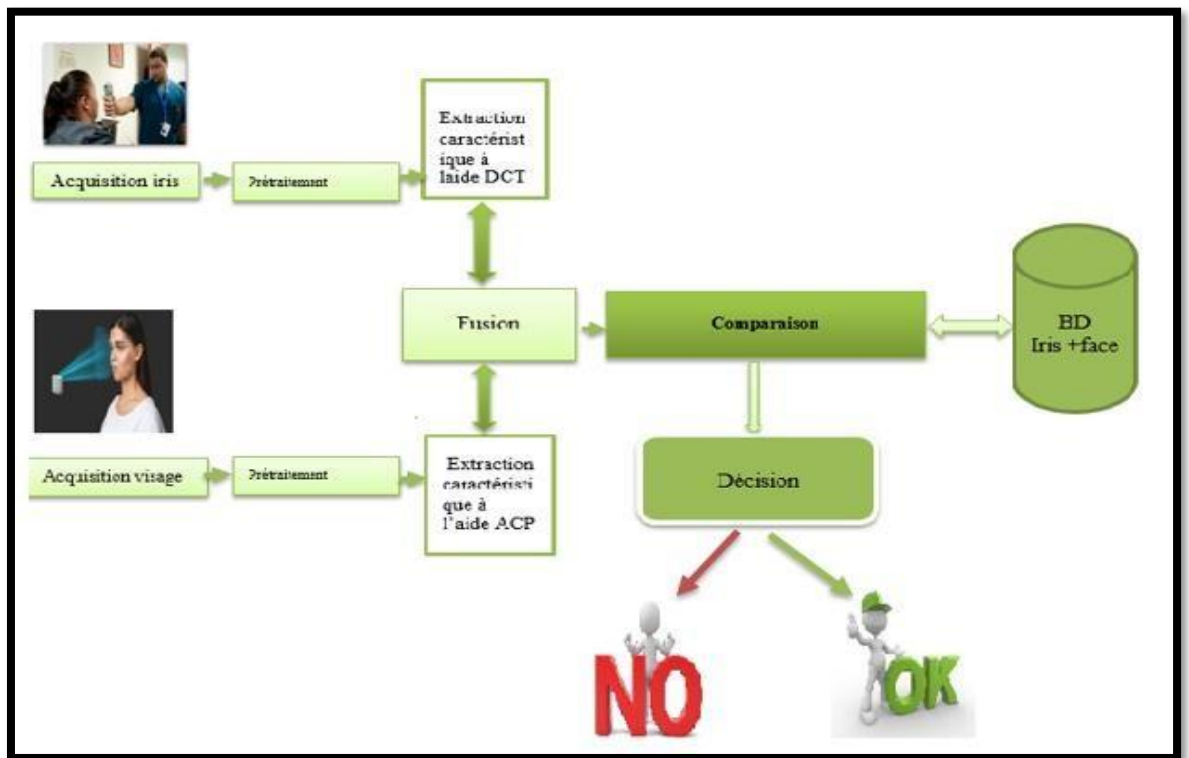


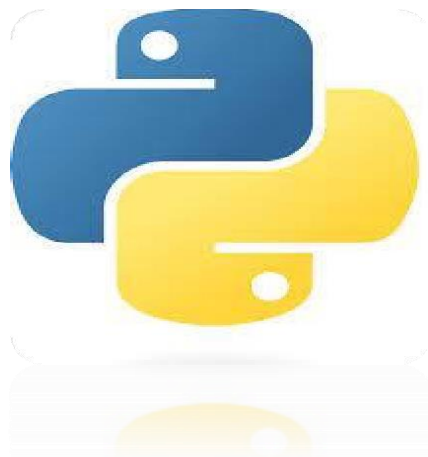
Figure 34: Conception du système biométrique basé sur la fusion aux niveaux caractéristique du visage et iris

II. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné une représentation générale sur les différents systèmes qu'on a conçus dans notre projet. En commençant par la reconnaissance d'iris utilise dans cette partie DCT. Ensuite la reconnaissance faciale Utilisée la technique qui basée sur PCA. Dans la deuxième partie nous a permis de décrire La reconnaissance multimodale basée sur la fusion d'iris et le visage Par la méthode de fusion de scores une fois. Et fusion des caractéristiques dans l'autre La réalisation de notre travail sera présentée dans le prochain chapitre.

Chapitre 4

Implémentation



I Introduction :

C'est le dernier chapitre de notre projet qui est l'implémentation. Nous commencerons d'abord par décrire l'environnement matériel, les bases de données utilisées et le choix du langage de programmation utilisés dans la réalisation de notre application.

Ensuite, dans la partie de l'implémentation de l'application, nous présentons l'interface de l'application écrite en python pour la reconnaissance biométrique de visage et l'iris monomodal et multimodal, Enfin nous présentons les résultats obtenus sous forme de captures d'écrans

1 Les bases de données utilisées :

1.1 La base de données ORL (Olivetti Research Laboratory) :

Est une base de données de référence pour les systèmes de reconnaissances automatique des visages. En effet tous les systèmes de reconnaissances de visages trouvés dans la littérature ont été testés par rapport à l'ORL, La base de données ORL est constituée de 40 individus, chaque individu possède 10 poses, donc la base contient 400 images. Les poses ont été prises sur des intervalles de temps différents pouvant aller jusqu'à trois mois. L'extraction des visages à partir des images a été faite manuellement. Nous présenterons dans ce qui suit les figures montrant les spécificités de la base de données de référence ORL. [41]

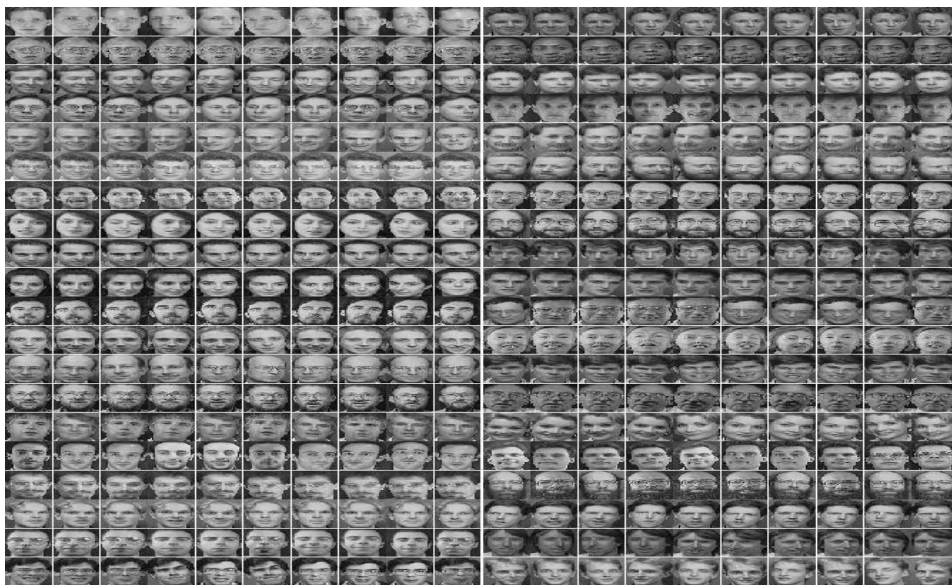


Figure 35: base de données ORL (Olivetti Research Laboratory). [61]

1.2 La base de données CASIA- IV 1.0 (Chinese Academy of Sciences Institute of Automation - Iris Version 1.0) :

Chapitre 4

L'ensemble de données CASIA- Iris Version 1.0 contient 756 images d'iris de 108 yeux prises avec la caméra d'iris CASIA au format JPG avec une résolution de 320×280 pixels. [41]

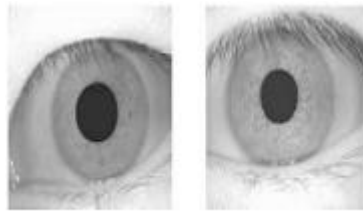


Figure 36: Exemples d'images d'iris de la base de données CASIA V1 [61]

1.3 La base de données fusionnées CASIA- IV 1 et ORL :

La mise en œuvre de cette approche nécessite la création du corpus multimodal utilisé dans l'expérience une base de données multimodale avec N individus virtuels doit être créée. Il est à noter qu'il est difficile de trouver une véritable base de données multimodale. A partir de la base de données existante, nous avons pu créer un corpus composé de 38 individus. La modalité de chaque individu a été obtenue indépendamment. Notre base de données de référence est donc DB1-CASIA, DB2-ORL, DB3-CASIA ET ORL.

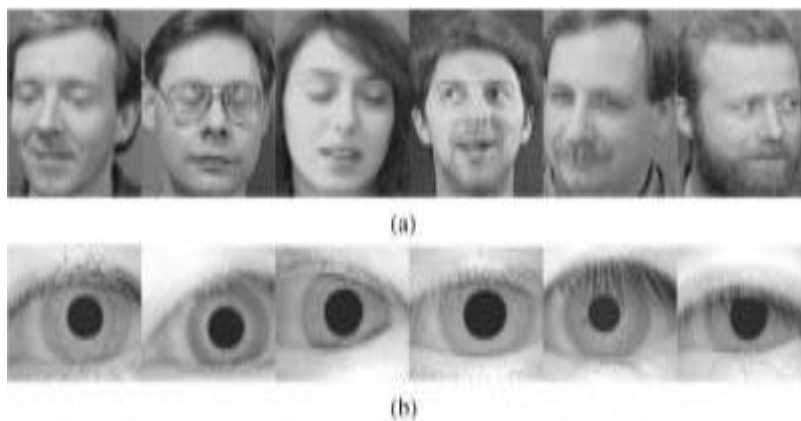


Figure 37: Exemple de base de données multimodale [62]

2 Environnement matériel du Travail :

Ce projet a été réalisé sur de PC « MACBOOK air » ayant les caractéristiques suivantes :

- Processeur : Intel(R) Core (TM) i5-4260u CPU @ 1.40 GHz 2,00 GHz
- RAM : 4.00 GO
- Système d'exploitation : Windows 10

3 Choix du langage de programmation :

D'après nos recherches, le langage de programmation le plus adapté à notre projet, qui se situe dans le domaine de la vision par ordinateur, est Python, nous avons utilisé l'environnement 'spyder-py3', édition 2018.3.7, sur une plateforme Windows 10.

Chapitre 4

Plusieurs bibliothèques python ont été utilisées pour créer l'application. Les plus importantes d'entre elles sont énumérées ci-dessous :

- « OpenCV »
- « Numpy »
- « Pandas »
- « Tkinter »
- « Spyder »

3.1 Python :



Python est un langage de programmation inventé par « Guido van Rossem ». La première version de python est sortie en 1991. il est interprété (fonctionne sur de nombreux systèmes d'exploitation tel que Windows, Mac, OS X, Linux, Android, iOS). Orienté objet, multiparadigme, multiplateforme (Windows, Linux, Android, IOS). [33]

Il est conçu pour optimiser la productivité des programmeurs parce qu'il regorge de bibliothèques spécialisées [34] et d'outils de haut niveau, et que sa syntaxe est simple.

Cela signifie qu'il faut relativement peu de connaissances sur le fonctionnement des ordinateurs pour l'utiliser.

- Son principal inconvénient est qu'il est lent lors de l'exécution du code.
- Voici quelques-unes des caractéristiques et des avantages offerts par Python et ses bibliothèques :
- Circulation de l'information sur un réseau.
- Interaction avancée avec le système d'exploitation.
- Vous pouvez créer de petits programmes très simples, appelés scripts, qui exécutent des tâches sur votre ordinateur. [35]
- Créer des interfaces graphiques.
- Lisibilité du code.
- Vitesse de développement.
- Auto documentation. [36]

Chapitre 4

3.2 Spyder :



Spyder est un environnement de développement intégré (IDE) gratuit, fourni avec Anaconda. Il offre des fonctions d'édition, de test interactif et débogage.[37]

3.3 OpenCV :



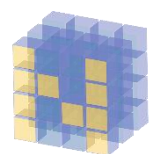
Bibliothèque graphique libre développée par Intel et spécialisée dans le traitement d'images en temps réel. Elle est spécialisée dans le traitement d'images en temps réel et prend actuellement en charge un certain nombre d'algorithmes liés à la vision par ordinateur et à l'apprentissage automatique. La bibliothèque open source peut être utilisée avec différents langages de programmation, notamment C++, Python et Java, et peut être exécutée sur différentes plateformes, notamment Windows, Linux, OS X, Android et iOS, OpenCV-Python utilise NumPy [31] "Numeric Python", une bibliothèque hautement optimisée pour les opérations numériques avec une syntaxe similaire à MATLAB. Toutes les structures de tableaux d'OpenCV [32] sont converties en tableaux NumPy. Cela facilite également l'intégration avec d'autres bibliothèques qui utilisent NumPy, comme la "bibliothèque scientifique".

Cette bibliothèque offre les fonctionnalités suivantes Celles-ci comprennent :

➤ **Traitement d'images :**

Fournit la plupart des opérations classiques de traitement d'images de bas niveau : lecture écriture et affichage d'images, calcul d'histogrammes, lissage, filtrage, seuillage d'images, etc. [33]


3.4 NumPy :



Est une bibliothèque pour le langage de programmation Python conçue pour manipuler des matrices et des tableaux multidimensionnels, ainsi que des fonctions mathématiques qui manipulent ces tableaux, enregistrer dans des fichiers et manipuler des vecteurs, des matrices et des polynômes. [38]

Chapitre 4

3.5 Pandas

 Pandas est un package Python qui fournit des structures de données rapides, flexibles et expressives conçues pour rendre le travail avec des données « relationnelles » ou « étiquetées » à la fois facile et intuitif. Il vise à être le bloc de construction fondamental de haut niveau pour effectuer une analyse pratique et réelle des données en Python. En outre, il a pour objectif plus large de devenir l'outil d'analyse / manipulation de données open source le plus puissant et le plus flexible disponible dans n'importe quel langage. Il est déjà en bonne voie d'atteindre cet objectif. [42]

3.6 Tkinter :



(Tool kit interface) est une bibliothèque graphique libre intégrée à la bibliothèque standard Python qui permet de créer des interfaces utilisateur graphique à l'aide d'un ensemble de composants graphiques (widgets). Elle convient aux applications multi-plateformes qui ne nécessitent pas de représentation graphique avancée. Les widgets sont rendus en utilisant les widgets natifs du système d'exploitation, de sorte qu'une application créée avec Tkinter se présente comme suit. Les applications créées avec Tkinter semblent appartenir à la plate-forme sur laquelle elles sont exécutées. [39]

Chapitre 4

1 Résultats Expérimentaux :

Cette section présente tout d'abord les résultats des taux de reconnaissance pour différents systèmes biométriques monomodaux (visage ou iris) et multimodaux (iris + visage) en utilisant les méthodes présentées au chapitre 3.

1.1 Comparaison du résultat entre système unimodal et système multimodal :

L'objectif de la multimodale est d'augmenter le niveau de sécurité du système biométrique tel que le taux de reconnaissance intégrée soit supérieur au taux d'identification maximal lorsque les modalités sont prises monomodale. Par conséquent, en utilisant différentes modalités (deux modalités : visage et iris) et des méthodes d'extraction de caractéristiques (DCT, PCA)

méthode / système	DCT	PCA	Taux de reconnaissance	Temps d'exécution
Reconnaissance de Visage			92.68%	32.46s
Reconnaissance de L'iris			92.22 %	3.22 s
Fusion au niveau caractéristique			100 %	3.89 s
Fusion au niveau décision			99.47 %	3.59 s

Tableau 1: comparaison du résultat entre système unimodal et système multimodal

2 Implémentation de l'application :

Après avoir passé en revue tous les outils utilisés dans cette section, nous présentons notre application en présentant des captures d'écran.

Lorsque notre application démarre, l'interface principale apparaît à l'écran.



Figure 38:l'interface principale de l'application

L'interface contient les boutons suivants :

1. Le nom de notre application
2. Notre nom et prénom
3. Bouton qui lance la fenêtre de système biométrique monomodale
4. Bouton qui lance la fenêtre de système biométrique multimodale

Chapitre 4

- ❖ Quand l'utilisateur clique sur le bouton 3 s'affichera une autre interface :



Figure 39: fenêtre quand l'utilisateur clique le bouton système biométrique unimodal

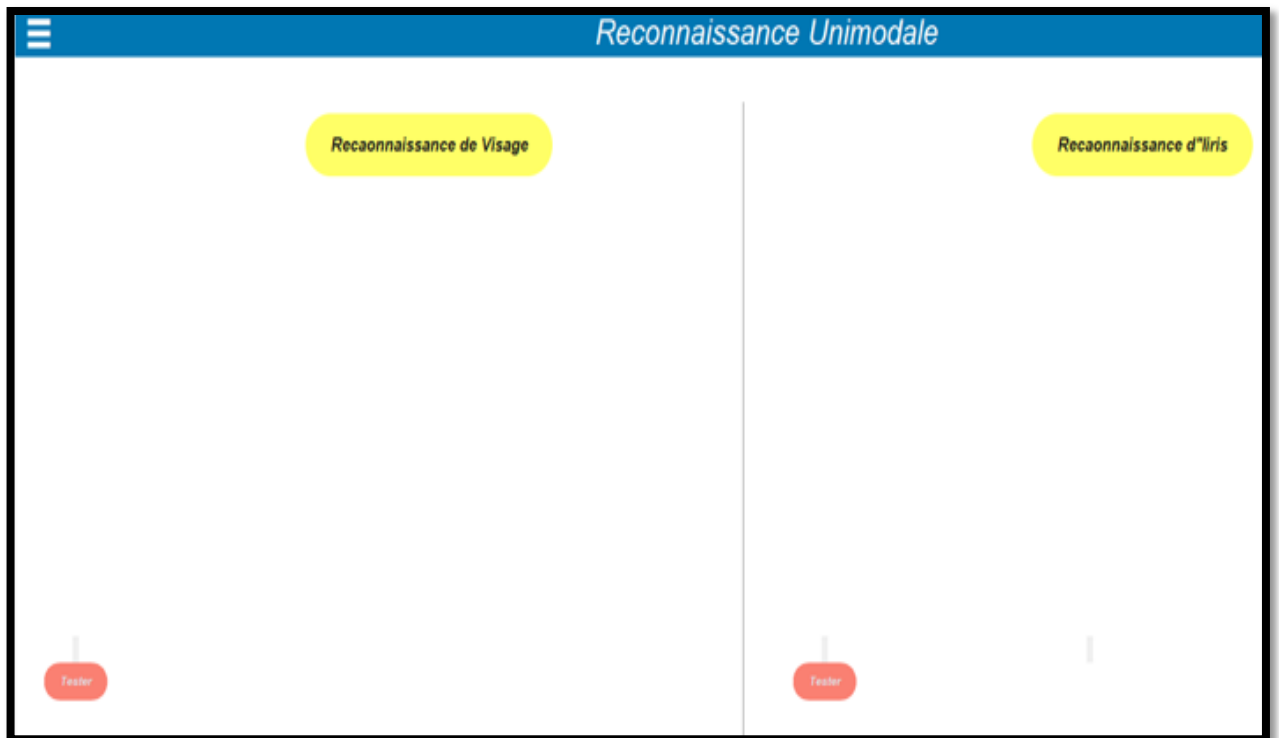


Figure 40 : interface principale reconnaissance monomodale

Chapitre 4

❖ Interface principale reconnaissance monomodale :

1. Reconnaissance visage
2. Reconnaissance d'iris

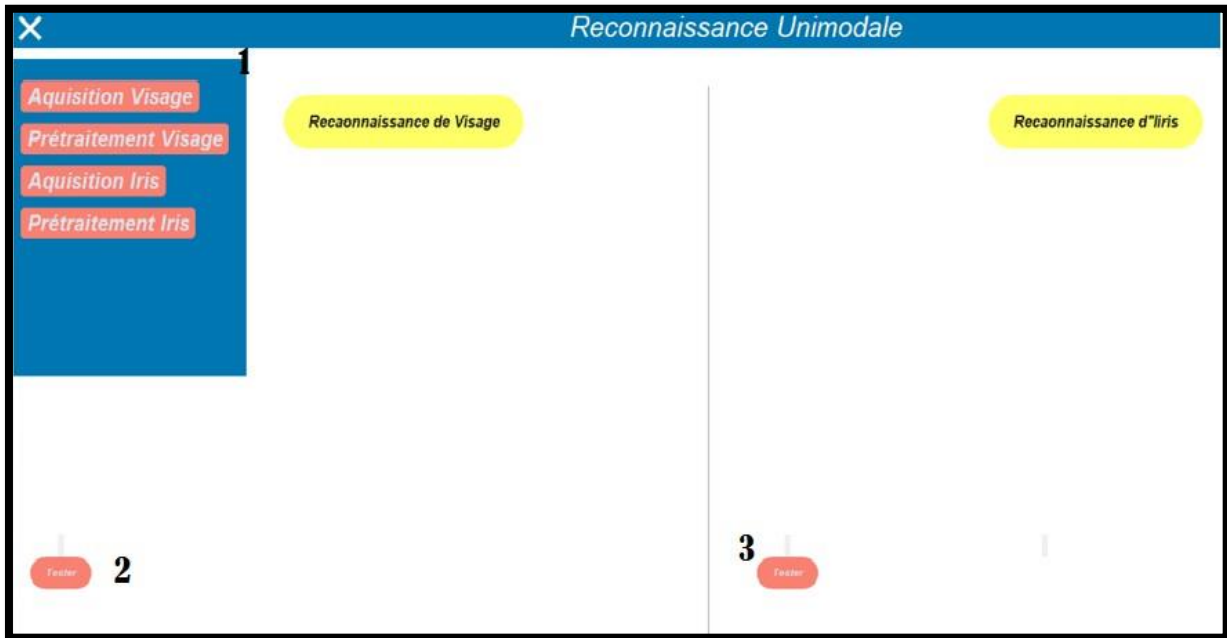


Figure 41: MENU

➤ Bouton menu contient la liste suivante :

1. Menu
 - Acquisition visage
 - Prétraitement visage
 - Acquisition iris
 - Prétraitement iris
2. Tester visage
3. Tester iris

Chapitre 4

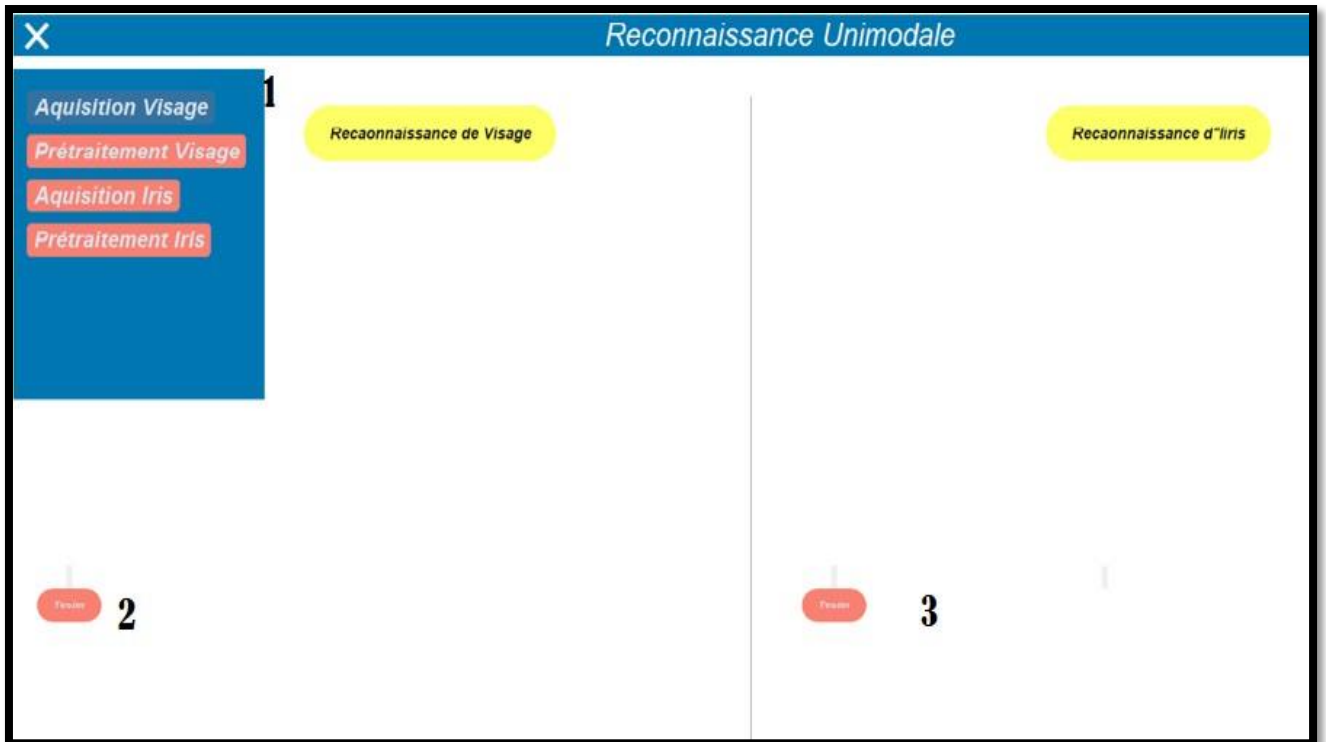


Figure 42 : reconnaissance visage

- ❖ L'utilisateur clique sur « acquisition visage » affichera une autre interface

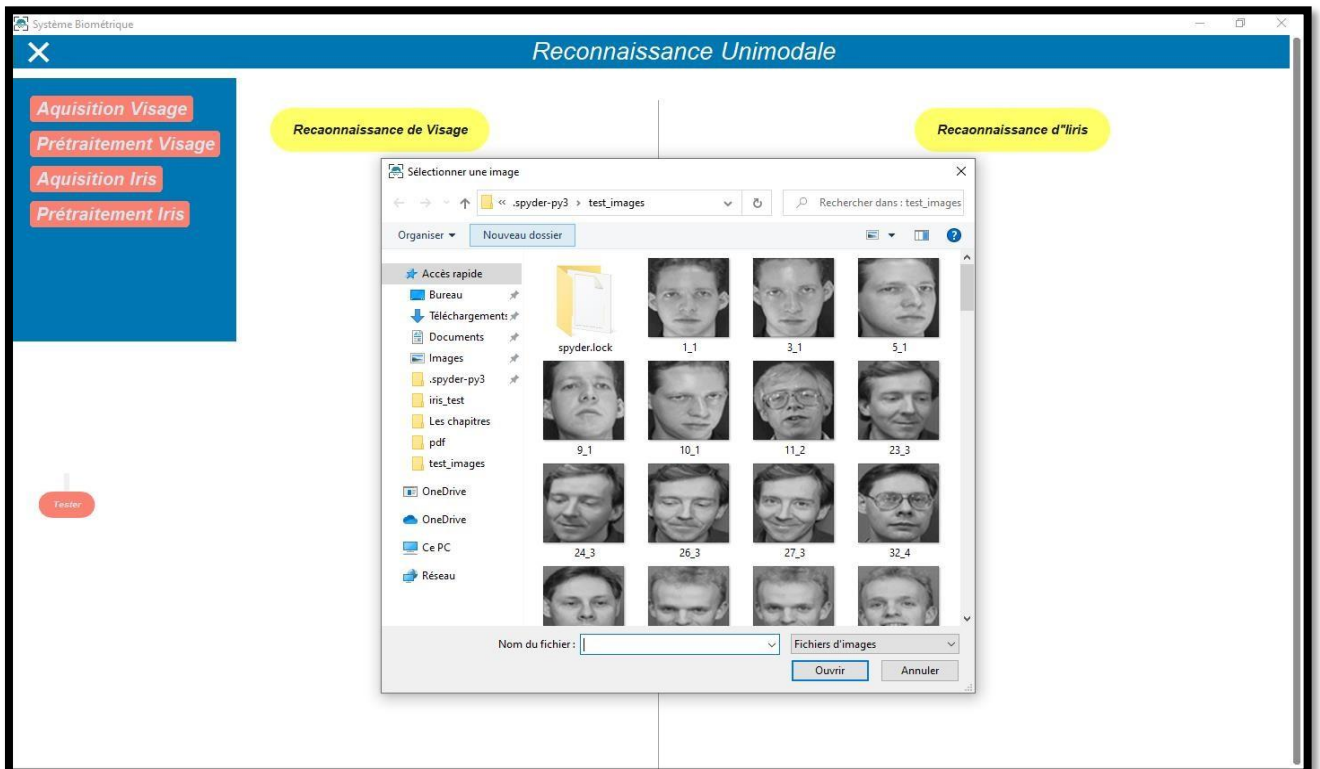


Figure 43 : sélectionner image

Chapitre 4

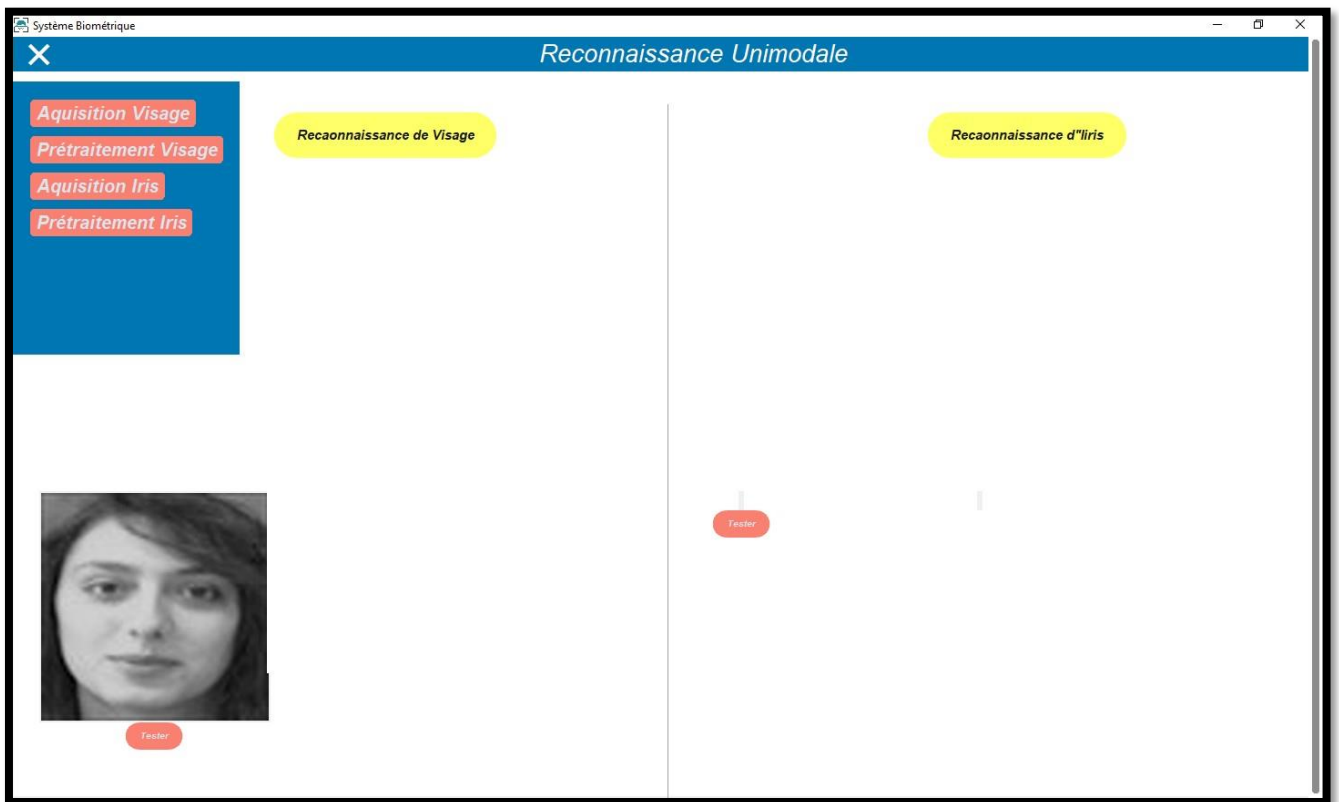


Figure 44: image test

Chapitre 4

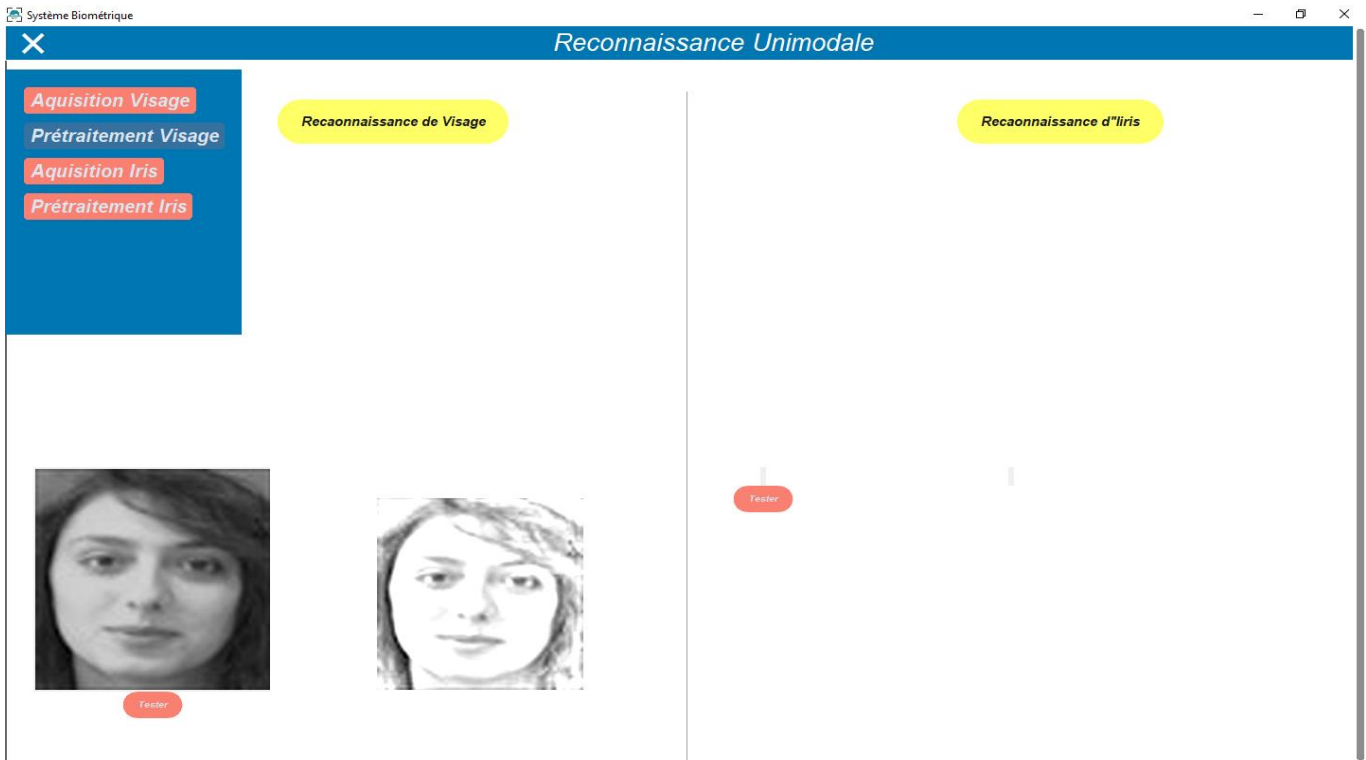


Figure 45: image visage prétraiter

- ❖ Ensuite utilisateur clique sur le bouton tester qui affiche un message <valide > ou <non valide>

Chapitre 4

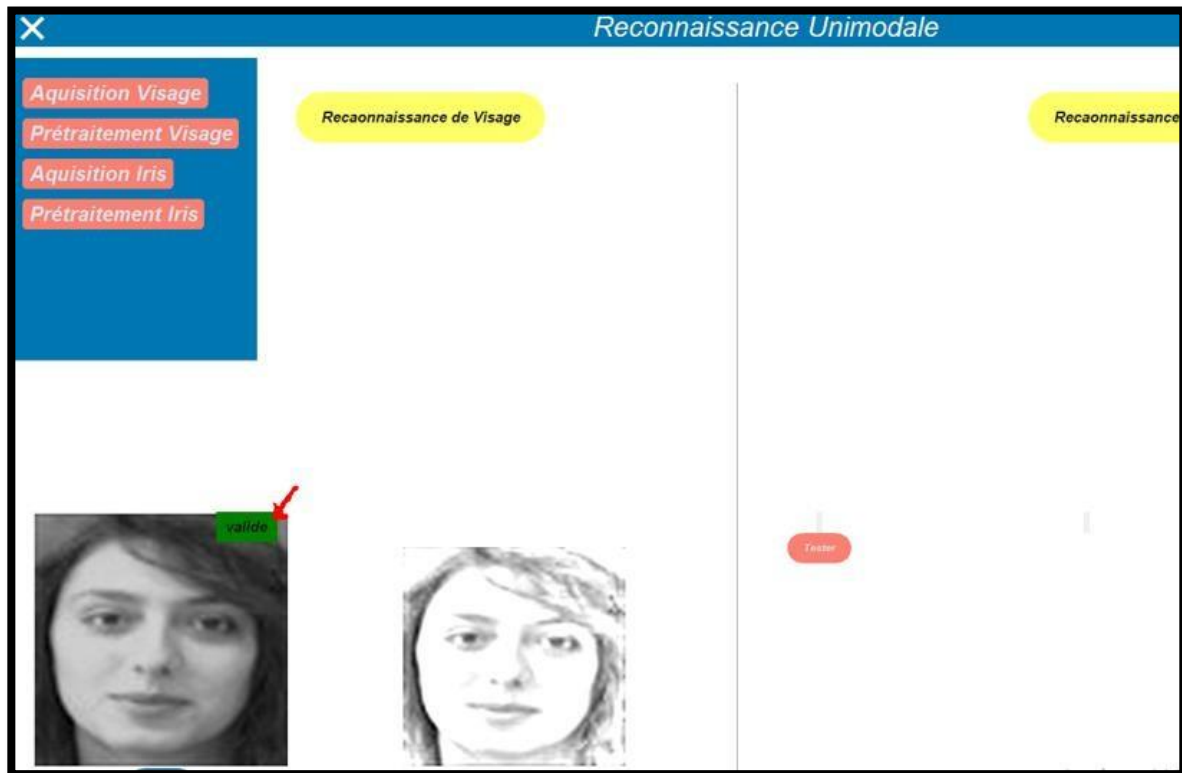


Figure 46: personne valide

- ❖ Quand l'utilisateur clique sur bouton « acquisition iris » interface qui afficher est :

Chapitre 4

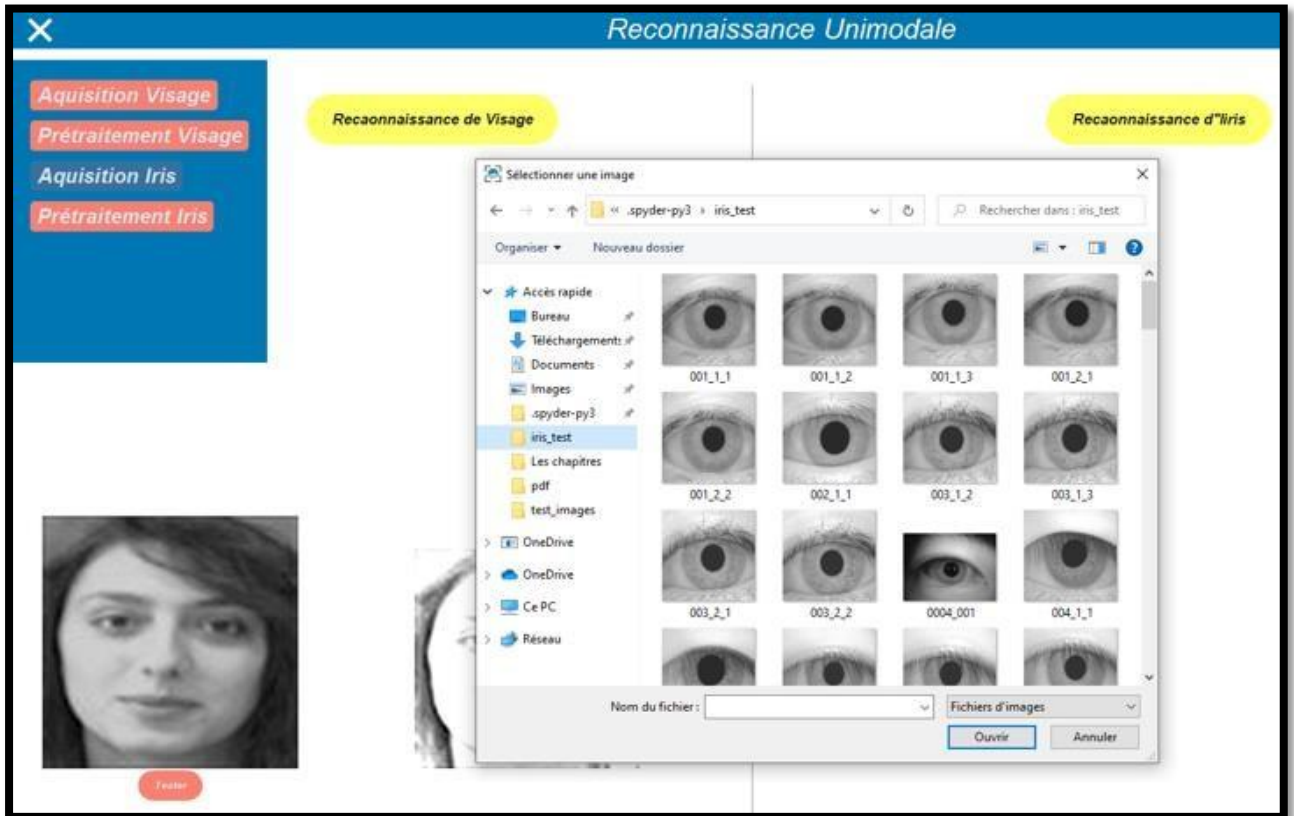


Figure 47 : sélectionner image iris

➤ Après l'acquisition l'interface suivant est de prétraitement :

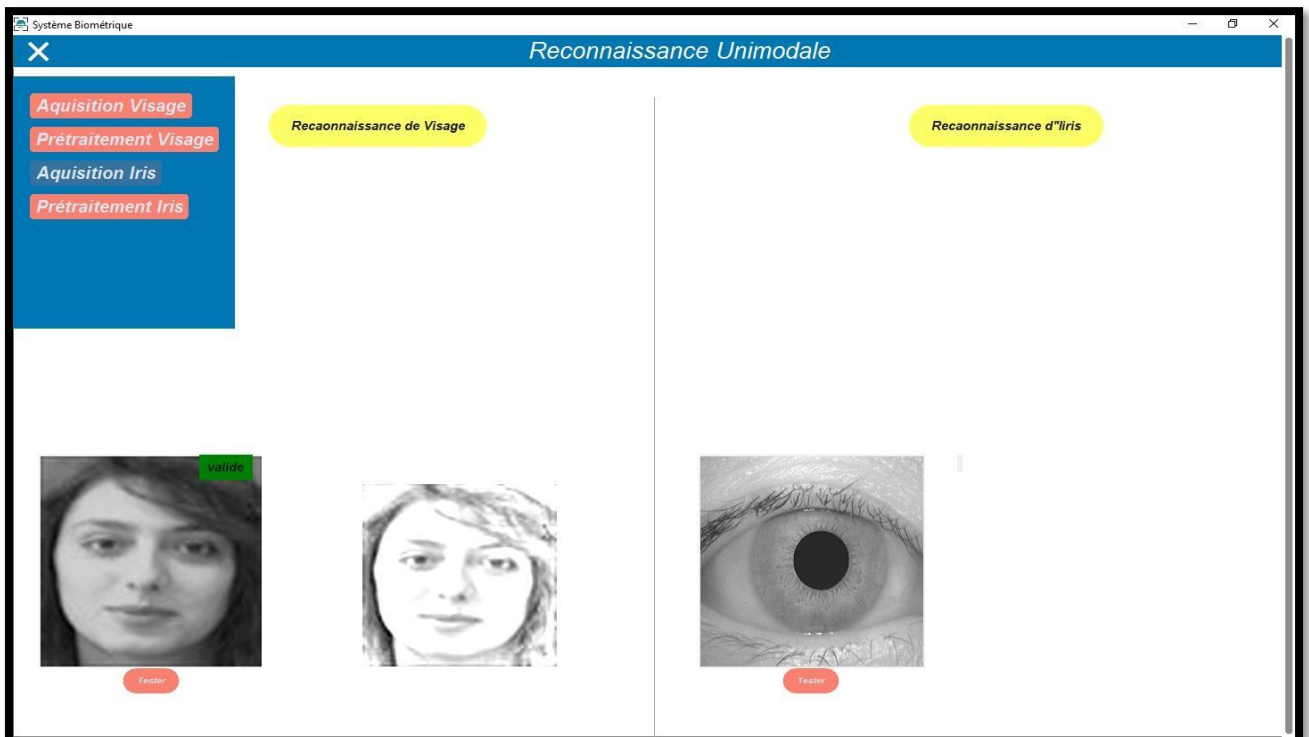


Figure 48: image iris acquise

Chapitre 4

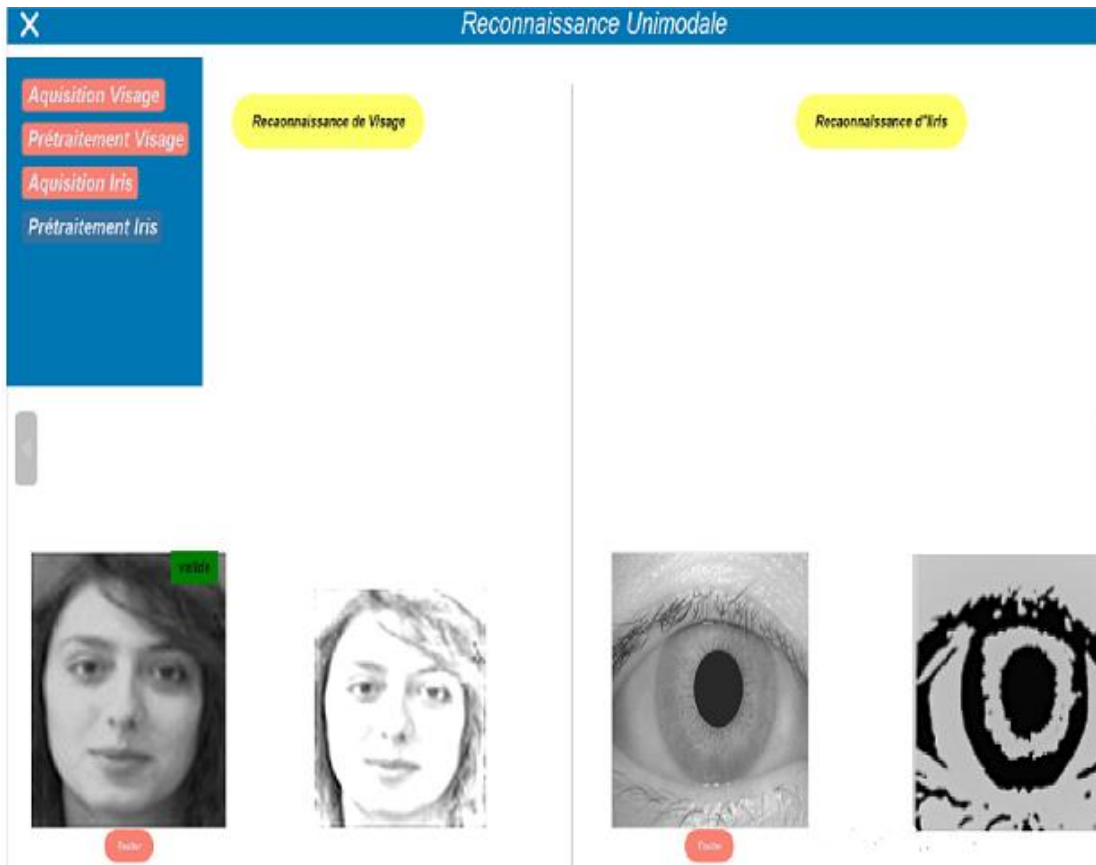


Figure 49: image prétraiter

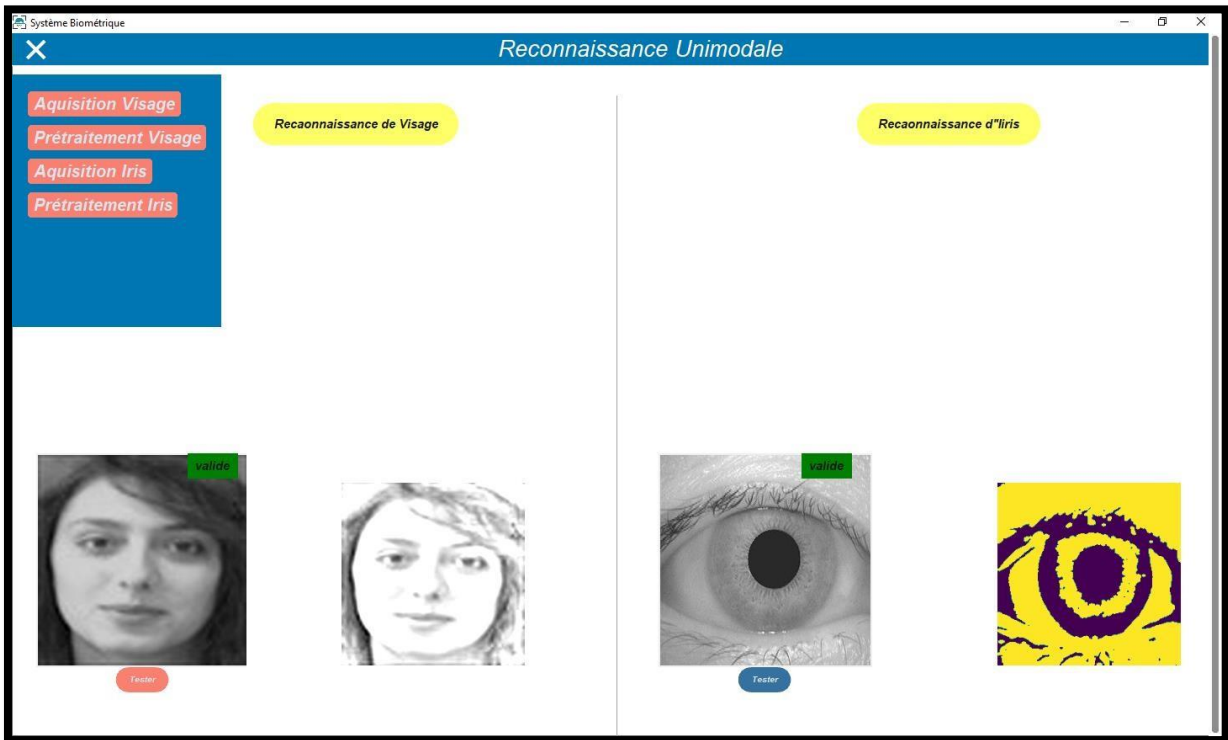


Figure 50: iris valide

Chapitre 4

- ❖ La partie deux le bouton **système biométrique multimodale**

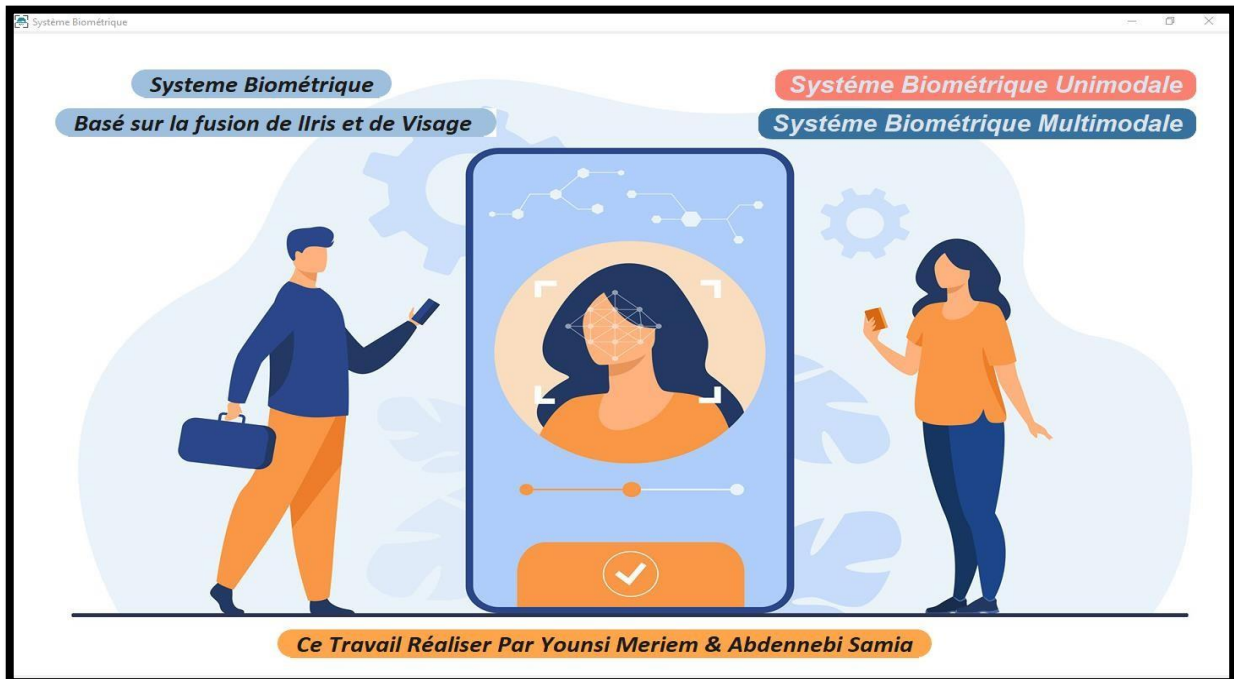


Figure 51 : la fenêtre principale de système multimodale

Chapitre 4

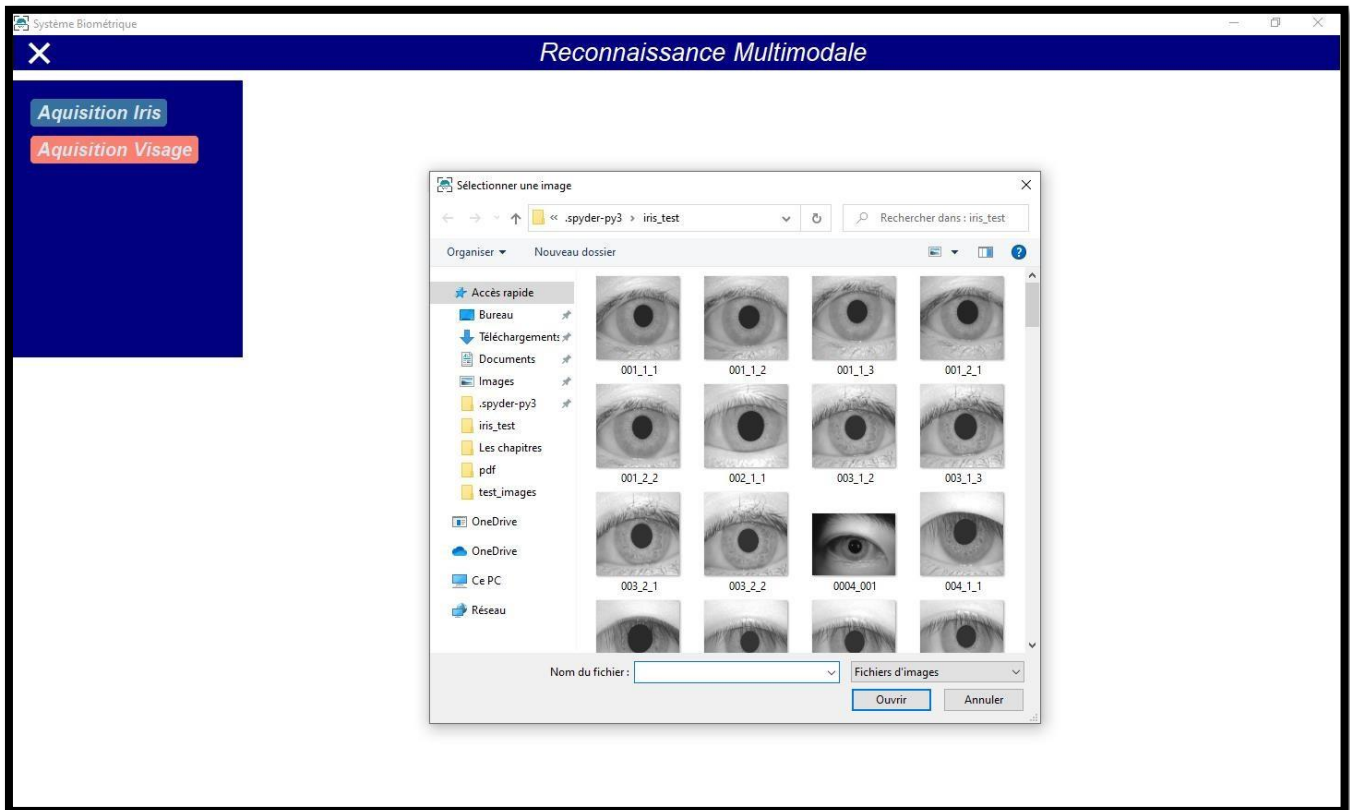


Figure 52 : acquisition Iris

- Bouton menu contient la liste suivante :

 1. Acquiser l'iris
 2. Acquiser le visage

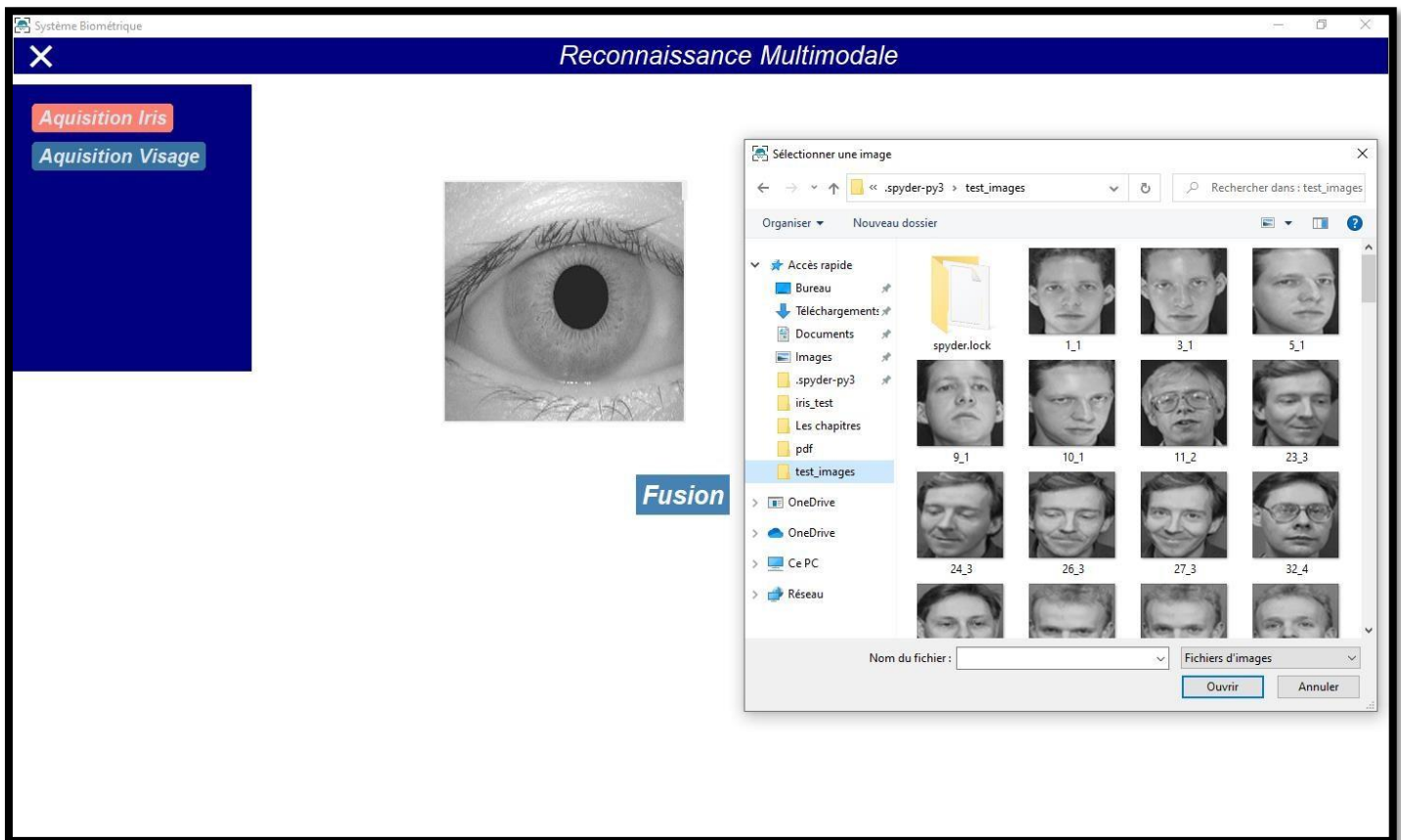


Figure 53 : acquisition visage

Chapitre 4

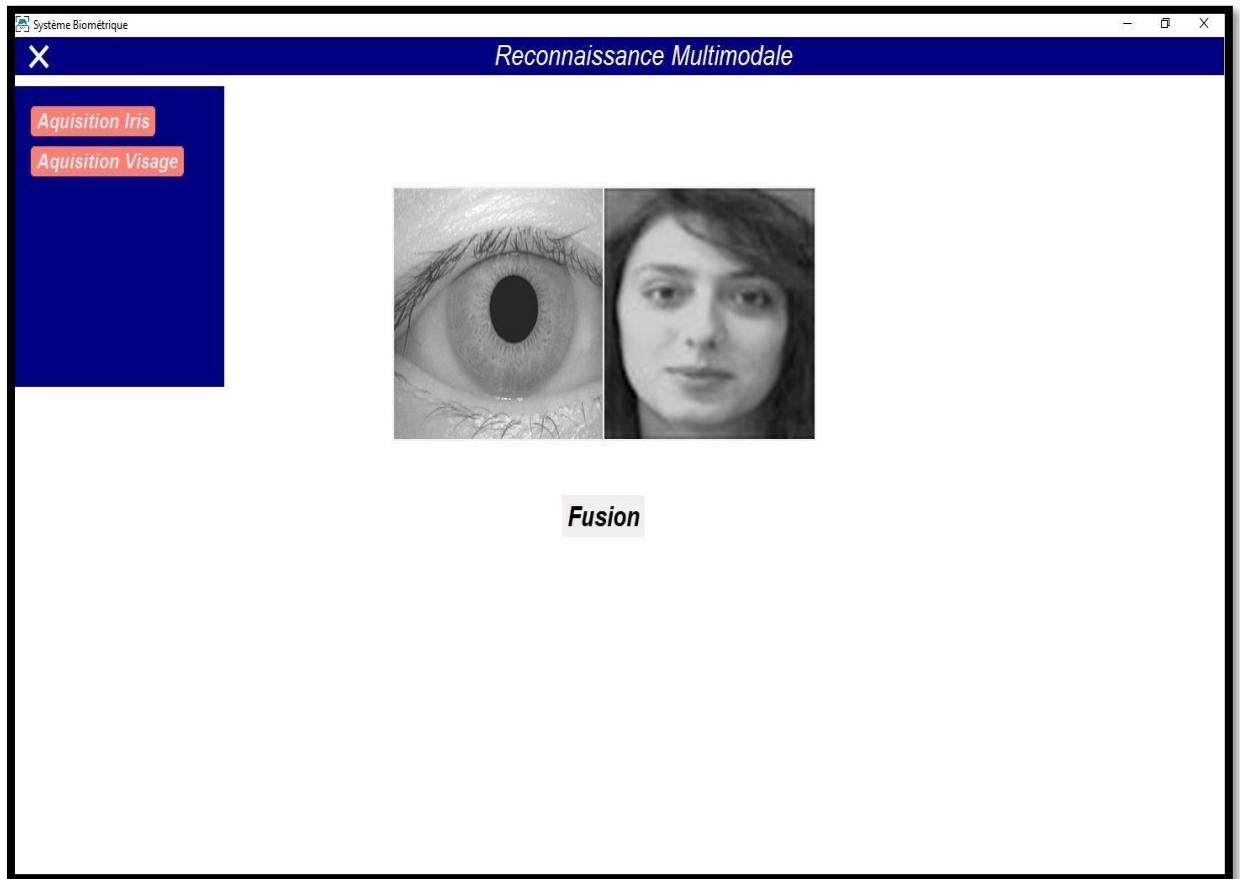


Figure 54: iris+ visage Acquiser

- ❖ L'utilisateur clique le bouton <fusion > qui contient deux boutons :

Chapitre 4

1. Au niveau décision
2. Au niveau caractéristique

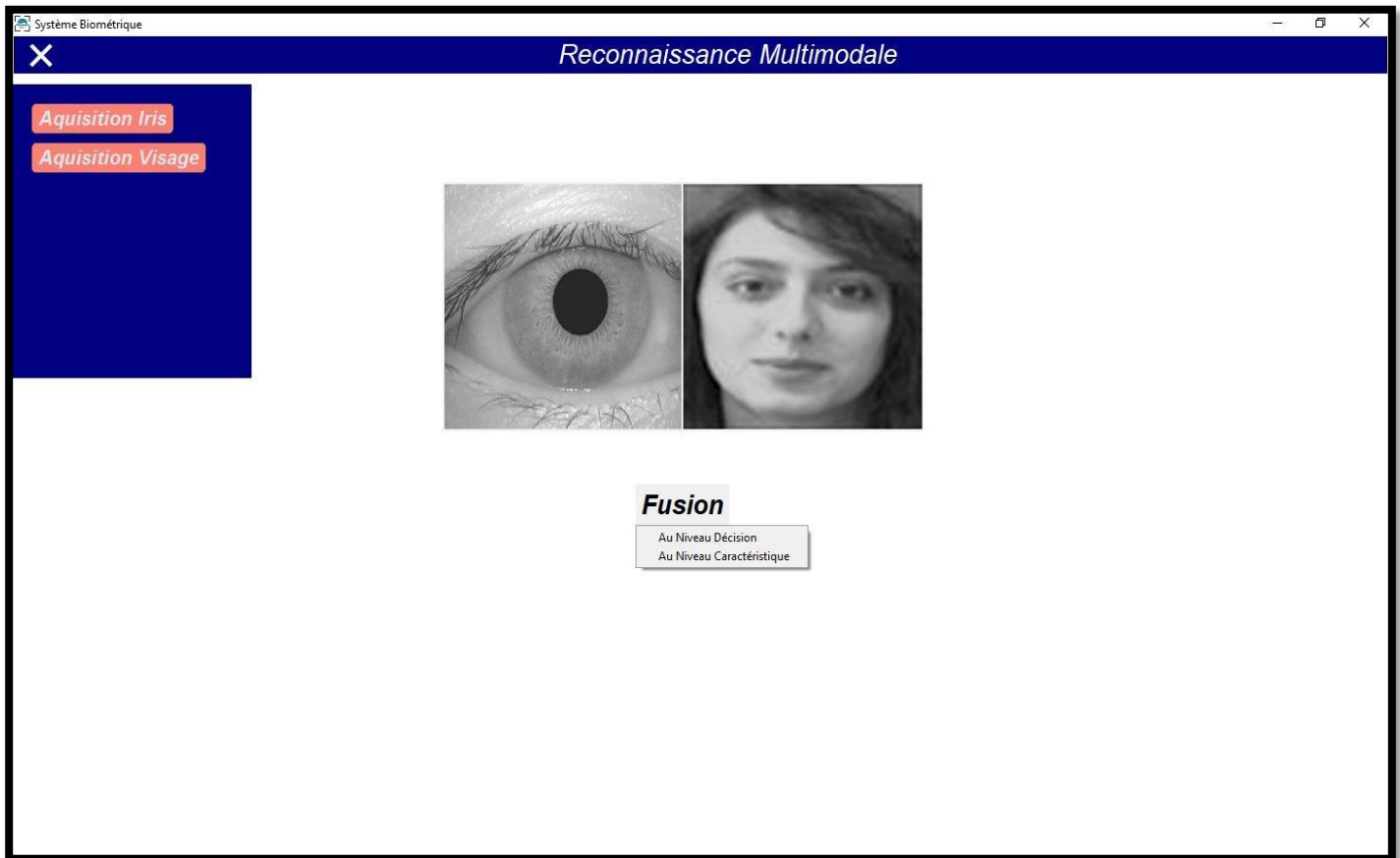


Figure 55: interface principale fusion

Chapitre 4

Fusion Au niveau décision :

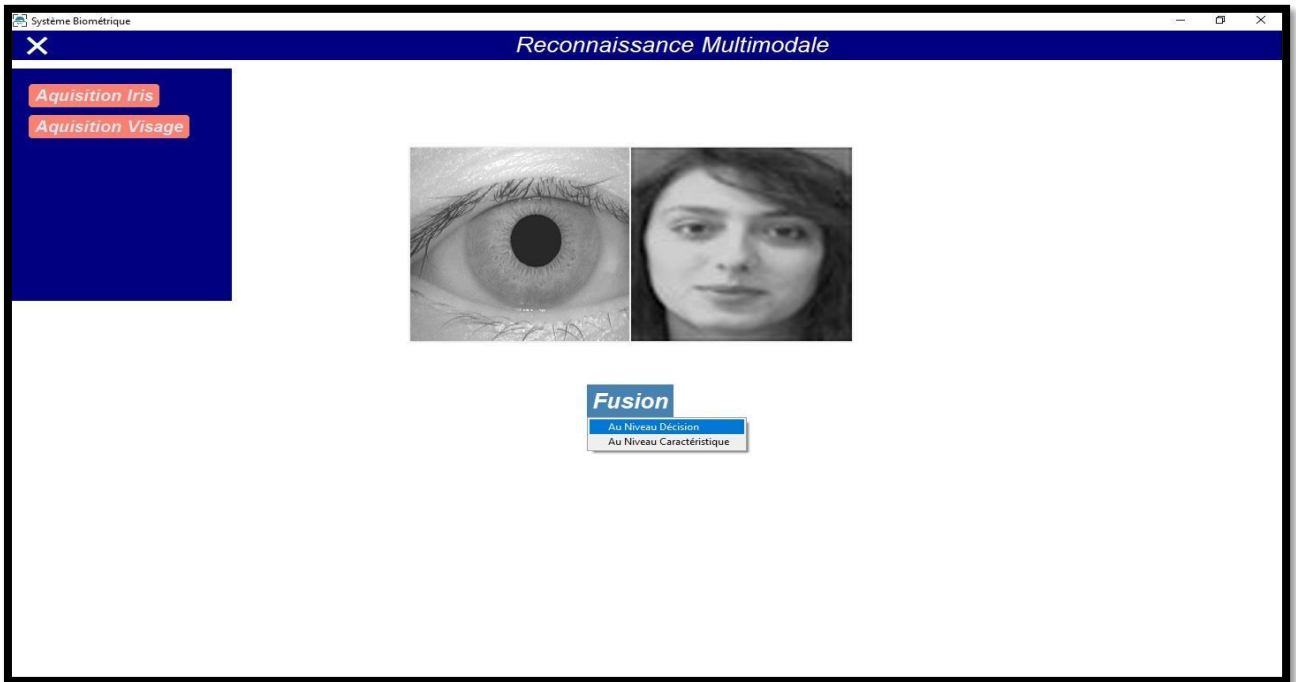


Figure 56: fusion au niveau décision

L'utilisateur clique sur le bouton fusion, puis au « **niveau décision** » affiche que le Person <valide> ou <non valide>

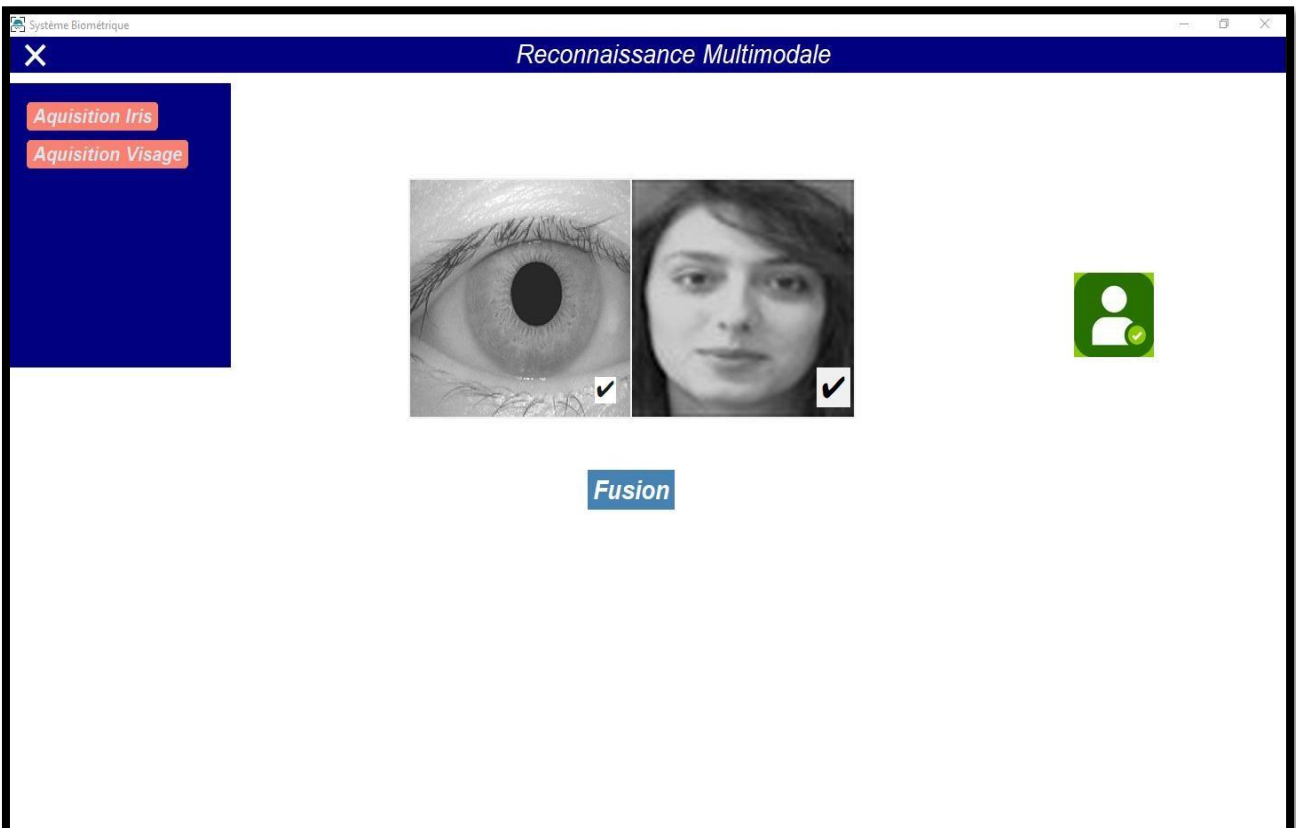


Figure 57 : résultat personne valide

Chapitre 4

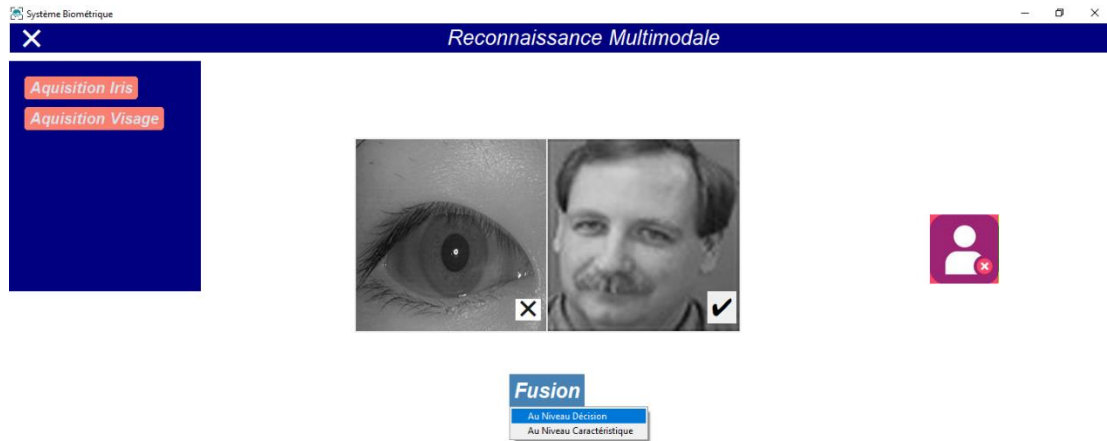


Figure 58 : *personne Non valide*

Fusion Au niveau caractéristique :

Utilisateur acquise l'image test de visage et l'iris puis clique sur le bouton FUSION « au niveau caractéristique »

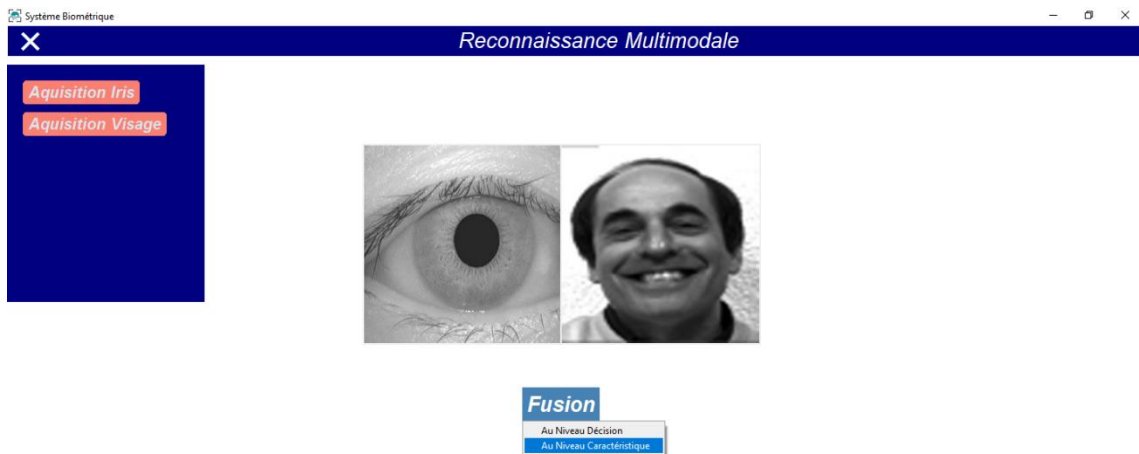


Figure 59 : *image iris et visage acquise*

Chapitre 4

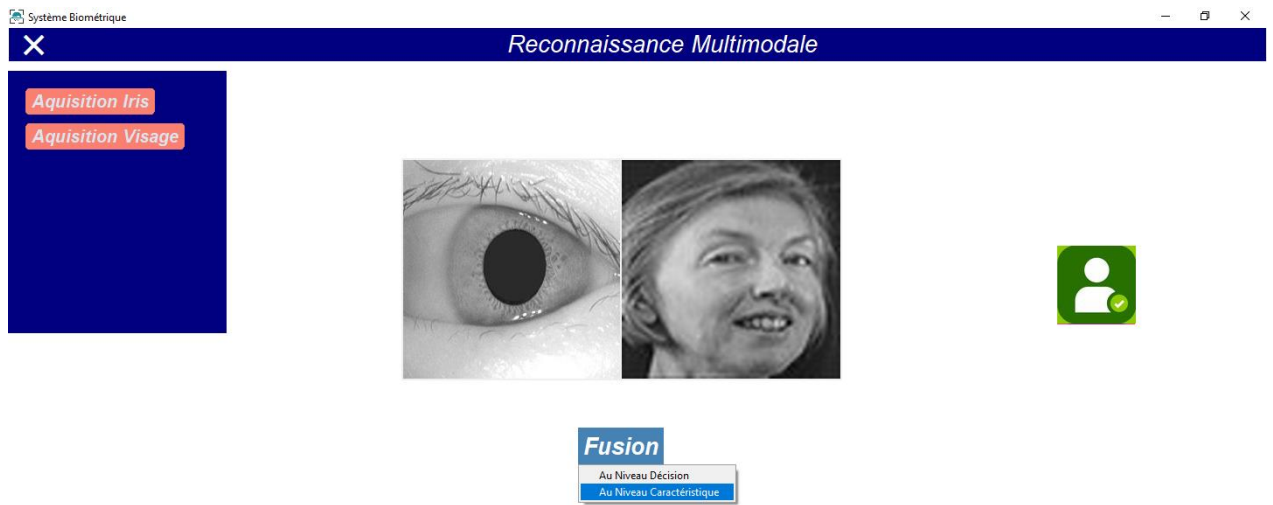


Figure 60: résultat personne valide



Figure 61 : résultat en cas personne non valide

```
In [3]: runfile('C:/Users/samia/Desktop/projet iris/projet pfe/taux de reco iris.py',  
             wdir='C:/Users/samia/Desktop/projet iris/projet pfe')  
  
Taux de reconnaissance : 92.2222222222223 %  
Temps d'exécution: 3.22597599029541 secondes
```

Figure 62: taux de reconnaissance de reconnaissance monomodal iris

```
In [13]: runfile('C:/Users/samia/Desktop/projet iris/projet pfe/taux de
reconnaissance visage.py', wdir='C:/Users/samia/Desktop/projet iris/projet
pfe')

Taux de reconnaissance global : 92.6829268292683 %
Temps d'exécution: 32.465008020401 secondes
```

Figure 63: taux de reconnaissance du système monomodal de visage

```
37     face_features = extract_face_features(image)
38
39     # Créer un DataFrame pour stocker les caractéristiques
40     df = pd.DataFrame([face_features])
41
42     # Charger la base de données des caractéristiques du visage
43     df_base = pd.read_csv('C:\\Users\\samia\\Desktop\\projet iris\\projet pfe\\face_dataset.csv')
44
45     # Calculer les distances
46     distances = np.linalg.norm(df_base.values - face_features, axis=1)
47
48     # Seuil de décision
49     seuil = 0.01
50
51     # Vérifier si la distance minimale est inférieure au seuil
52     if np.min(distances) <= seuil:
53         min_distance = np.min(distances)
54         closest_rows = df_base[distances == min_distance]
55         print("Distance minimale :", min_distance)
56         print("Ligne(s) la plus proche :", closest_rows)
57         print("Valide")
58
59         recognized_valid_images += 1
60
61     else:
62         print("non valide")
63
64     total_valid_images += 1
65
66     # Calcul du taux de reconnaissance global
67     global_reco_rate = (recognized_valid_images / total_valid_images) * 100
68     print("Taux de reconnaissance global :", global_reco_rate, "%")
69     end_time = time.time()
70     execution_time = end_time - start_time
71     print("Temps d'exécution:", execution_time, "secondes")
```

Figure 64: code calcule le taux de reconnaissance

```
In [18]: runfile('C:/Users/samia/Desktop/projet iris/projet pfe/
taux de reconnaissance désision.py', wdir='C:/Users/samia/
Desktop/projet iris/projet pfe')
taux de reconnaissance : 99.47368421052632 %
Temps d'exécution: 3.594301462173462 secondes
```

Figure 65: taux de reconnaissance système multimodal basé sur la fusion au niveau décision

Chapitre 4

```
In [44]: runfile('C:/Users/samia/Desktop/projet iris/projet pfe/
taux de reconnaissance aux niveaux caractéristique.py', wdir='C:/
Users/samia/Desktop/projet iris/projet pfe')
taux de reconnaissance : 100.0 %
Temps d'exécution: 3.8949472904205322 secondes

In [45]:
```

Figure 66 : taux de reconnaissance du système multimodale basé sur la fusion au niveau caractéristique

Discussion :

Pour évaluer l'efficacité des méthodes décrites au chapitre 3, une validation a été effectuée sur la base de données d'iris CASIA-IV1 et la base de données de visages ORL. Les méthodes d'extraction de caractéristiques et deux méthodes de fusion pour reconnaître ces deux modalités, après tous on a constaté que :

- La reconnaissance monomodale de visage par la base de données ORL et la méthode de ACP pour extrais les caractéristiques a donné des résultats avec un taux de reconnaissance 92.68%.
- La reconnaissance monomodale de l'iris par la base de données CASIA IV1 et la méthode de DCT pour extrais les caractéristiques a donné des résultats avec un taux de reconnaissance 92.22%.
- La fusion au niveau caractéristique des deux modalités visage avec PCA et iris avec DCT dans un système biométrique nous a donné des résultats optimaux avec un taux de reconnaissance de 100 % dans une Temps d'exécution **3.89 s**.
- Les systèmes basés sur la fusion au niveau de la décision des deux modalités visage et iris sont rigoureux, avec un taux de reconnaissance maximal de 99,47 %, dans une Temps d'exécution **3.59 s**.

II Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, nous avons couvert le langage de programmation Python que nous avons utilisé pour créer notre application et les bibliothèques qui nous ont aidés à travailler, comme OpenCV qui traite les figures de la base de données et extrait la plage que vous spécifiez, pour la reconnaissance du visage et de l'iris, aussi nous utilisons Pandas pour lire les fichiers au format CSV et les compare, elle effectue une analyse pratique et réelle des données en Python. En outre, il a pour objectif plus large de devenir l'outil d'analyse / manipulation de données. Dans la première partie nous avons présenté les résultats de taux de reconnaissance et temps d'exécutions de chaque système multi ou mono et dans l'implémentation, nous commençons par une présentation de l'interface que nous avons créée. Ensuite, nous avons présenté quelques résultats obtenus avec une séquence de prise d'images enfin discussion de notre travail.

Conclusion générale

La biométrie est un domaine passionnant et complexe. Elle tente d'identifier les individus à l'aide d'outils mathématiques sophistiqués, les obligeant souvent à travailler dans des contextes très divers. Cette diversité se reflète dans le grand nombre d'algorithmes proposés pour la reconnaissance des visages et des iris.

Dans notre travail, nous nous concentrons sur la biométrie multimodale intégrant l'iris et le visage afin de réaliser un système multi-biométrique de haute performance.

Notre mémoire est présentée dans les sections suivantes :

Le chapitre I présente les concepts de base des systèmes biométriques en général, leurs caractéristiques et leurs limites, et établit le contexte du sujet de cette thèse.

Le chapitre II présente divers aspects des systèmes biométriques multimodaux.

Le chapitre III présente les méthodes utiliser pour extrais les caractéristiques pour la reconnaissance iris et visage et les méthodes de fusion aux niveaux caractéristique et décision

Le dernier chapitre Décrit les différents outils et techniques de développement d'applications et décrit la mise en œuvre de notre travail. Et les résultats expérimentaux

A l'issue de notre travail, on peut noter que :

- Nous avons constaté que le système multimodal est plus performant que le système unimodal, c'est-à-dire que la fusion des deux modalités donne de meilleurs résultats que l'utilisation de chaque modalité séparément.
- L'intégration des données au niveau des caractéristiques donne les meilleurs résultats et améliore considérablement les performances des systèmes multimodaux.
- La méthode PCA a été utilisée pour l'extraction des caractéristiques du visage et la méthode DCT pour l'extraction des caractéristiques de l'iris. Après plusieurs expériences visant à déterminer la meilleure méthode, les conclusions suivantes ont été tirées Lorsqu'il s'agit de systèmes multimodaux utilisant la fusion au niveau des caractéristiques, PCA et DCT sont les méthodes les plus performantes.

Perspectives :

- Dans ce projet, nous nous sommes concentrés sur le système biométrique multimodale et la fusion entre le visage et l'iris aux niveaux décisions et aux niveaux caractéristiques la comparaison entre eux.
- Dans nos travaux futurs, nous tentons de introduisant des algorithmes qui augmentent le taux

Chapitre 4

de reconnaissance et réduisent le temps de reconnaissance.

- Nous espérons d'appliquer ce système au niveau de notre département et pourquoi pas au niveau de notre université

Référence

- [1] Chenn, P. (1997). La commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL). *La revue de médecine interne*, 7(18), 512.
- [2] Nabil, H. E. Z. I. L. (2017). *Intitulée : Méthode hybride en biométrie : Application à la paume de la main & l'Oreille* (Doctoral dissertation).
- [3] Bonazza, P. (2019). *Système de sécurité biométrique multimodal par imagerie, dédié au contrôle d'accès* (Doctoral dissertation, Bourgogne Franche-Comté).
- [4] Djebbar, S., & Houari, K. (2011). Système de vérification de l'identité de personne par reconnaissance de l'iris
- [5] LE DIPLOME, D. M. Système de sécurité biométrique multimodal utilisant l'iris et le visage.
- [6] Prabhakar, S., Pankanti, S., & Jain, A. K. (2003). Biometric recognition: Security and privacy concerns. *IEEE security & privacy*, 1(2), 33-42.
- [7] Morizet, N. (2009). *Reconnaissance biométrique par fusion multimodale du visage et de l'iris* (Doctoral dissertation, Télécom ParisTech).
- [8] Jain, A. K., Flynn, P., & Ross, A. A. (Eds.). (2007). *Handbook of biometrics*. Springer Science & Business Media.
- [9] Verma, D., & Ojha, S. (2019). Performance analysis of biometric systems: a security perspective. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 8(4).
- [10] THAKKAR.D.(.)."[BIOMETRIC TERMINOLOGY, MULTIMODAL BIOMETRICS](#)".Biometric.[Unimodal Biometrics vs. MultimodalBiometrics \(bayometric.com\)](#)
- [11] Khiari, N. (2016). *Biométrie multimodale basée sur l'iris et le visage* (Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay (ComUE)).
- [12] Dokania, A., & Sharma, M. K. J. BIOMETRICS TECHNOLOGY.
- [13] Iris-biometric
[Principe & fonctionnement - Iris Recognition \(iris-biometrics.com\) 15/02/2023 12.39](#)

Chapitre 4

[14] HAMITOUCHE.N et SALMI.Z ‘ Système d’identification

Biométrie de personnes par reconnaissance de l’iris’. Mémoire PRÉSENTÉ EN VUE DE L’OBTENTION DU DIPLÔME D’INGENIEUR D’ETAT EN INFORMATIQUE. Ecole nationale Supérieure d’Informatique (ESI) Oued-Smar, Alger. SEPTEMBRE 2009.

[15] Benchennane, I. (2016). *Etude et mise au point d’un procédé biométrique multimodale pour la reconnaissance des individus* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Boudiaf des sciences et de la technologie)

[16] Ahmed, G. H. A. L. I. (2015). *Amélioration de la reconnaissance par le visage* (Doctoral dissertation, Université mohamed boudiaf des sciences et de la technologie d’Oran).

[17] DJEDI, S. (2012). *Etude comparative de PCA et KPCA associées au SVM en biométrie* (Master's thesis).

[18] Nedjma, G., & Karima, S. (2017). *Développement d’un système biométrique pour la reconnaissance de visages, basé sur les ondelettes et les réseaux de neurones* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

[19] Mohamed, Y., & Younes, M. (2016). *Développement d’un système biométrique pour la reconnaissance de visages, basé sur les ondelettes* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

[20] NOUAR, L. (2018). *Identification Biométrique par Fusion Multimodale* (Doctoral dissertation).

[21] Berkani, C., Gatrani, M., & Berkane, M. (2012). Détection et reconnaissance de visage.

[22] MEMOIRE ONLINE

http://www.memoireonline.com/02/13/6979/m_Reconnaissance-de-visages-parAnalyse-Discriminante-LineaireLDA-4.html
20/03/2023

[23] Buysens, P. (2011). *Fusion de différents modes de capture pour la reconnaissance du visage appliquée aux e_transactions* (Doctoral dissertation, Université de Caen).

[24] Ouamane, A. (2015). *Reconnaissance Biométrique par Fusion Multimodale du Visage 2D et 3D* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra).

[25] Ahmed, N., Natarajan, T., & Rao, K. R. (1974). Discrete cosine transform. *IEEE transactions on Computers*, 100(1), 90-93

[26] Abate, A. F., Nappi, M., Riccio, D., & Sabatino, G. (2007). 2D and 3D face recognition: A survey. *Pattern recognition letters*, 28(14), 1885-1906

- [27] Ekenel, H. K. (2009). *A robust face recognition algorithm for real-world applications* (Doctoral dissertation, Karlsruhe, Univ., Diss.2009).
- [28] Berkani, C., Gatrani, M., & Berkane, M. (2012). Détection et reconnaissance de visage.
- [29] Belhumeur, P.N., Hespanha, J. P., & Kriegman, D. J. (1997). Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 19(7), 711-720.
- [30] NOUAR, L. (2018). *Identification Biométrique par Fusion Multimodale* (Doctoral dissertation).
- [31] Harris, C. R., Millman, K. J., Van Der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., ... & Oliphant, T. E. (2020). Array programming with NumPy. *Nature*, 585(7825), 357-362.
- [32] Diabang, C. T. (2022). *Améliorations d'un système intelligent de détection et de comptage de graines de semence de résineux* (Doctoral dissertation,
- [33] SMAILI, F. (2016). Mémoire de Master. *Thème (Caractérisation structurale et comportement magnétique des multicouches FM/AFM en fonction de la température) Université de BATNA, 2.*
- [34] <https://python.doctor/ 15/04/2023 08.30>
- [35] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Python_\(langage\) 15/04/2023 10.25](https://fr.wikipedia.org/wiki/Python_(langage) 15/04/2023 10.25)
- [36] <https://easypartner.fr/blog/pourquoi-utiliser-python/ 17/05/2023>
- [37] <https://www.spyder-ide.org/ 15/04/2023 18.14>
- [38] <https://fr.wikipedia.org/wiki/NumPy 2/06/2023 10.25>
- [39] <https://realpython.com/python-gui-tkinter/ 14/05/2023 15.12>
- [40] Struc, V., & Pavešić, N. (2010). The complete gabor-fisher classifier for robust face recognition. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2010, 1-26.
- [41] Alrifaae, M. M. (2020). A short survey of iris images databases. Available at SSRN 3616735
- [42] [pandas · PyPI 9/06/2023 21.35](https://pypi.org/project/pandas/ 9/06/2023 21.35)
- [43] <https://fr.freepik.com/photos-vecteurs-libre/personne-marche / 12/03/2023>
- [44] <https://ecolebranchee.com/ameliorer-methode-frappe-au-clavier-conseils/ 11/03/2023>
- [45] <https://www.pourquoidoctor.fr/Articles/Question-d-actu/36569-Vous-detestez-entendre->

[voix-Voici 11/03/2023](#)

[46] <https://www.20minutes.fr/sciences/3151835-20211026-questions-enfants-pourquoi-empres-mentales-elles-unique-demande-oscar-8-ans> 13/03/2023

[47] Zohra, F., & Fattoum, T. A. B. I. (2019). *Caractérisation d'empreinte de l'articulation de doigt pour l'authentification des personnes* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).

[48] <https://www.guide-vue.fr/glossaire/iris> 12/03/2023

[49] <https://www.istockphoto.com/fr/photos/scan-de-la-retine> 20/03/2023

[50] <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-adn-87/> 20/03/2023

[51] https://www.researchgate.net/figure/Score-Level-Fusion-4-Decision-level-fusion-It-is-similar-to-score-level-fusion-except_fig2_344787961

[52] https://www.researchgate.net/figure/Schema-de-la-fusion-des-scores_fig41_291345615 20/03/2023

[53] <https://docplayer.fr/5213008-Introduction-a-la-biometrie-octobre-2011.html> 31/03/2023

[54] <https://www.opht78.fr/ophtalmologie/anatomie-oeil/#definition> 18/03/2023

[55] <https://blog.dormakaba.com/fr/quest-ce-que-la-reconnaissance-faciale-et-comment-fonctionne-t-elle/> 25/04/2023

[56] Belahcen, M. (2013). *Authentification et identification en biométrie* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider Biskra).

[57] https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-face-images-with-variations-in-pose-facial-expression-and-illumination_fig3_225134667

[58] <https://www.pinterest.fr/pin/198158452326937068/>

[59] https://www.123rf.com/photo_17893486_different-emotions-of-the-five-months-baby.html

[60] <https://docplayer.fr/19788993-Algorithmes-de-compression-l-algorithme-jpeg-en-c-objet.html>

[61] https://www.researchgate.net/figure/Base-de-datos-ORL-Olivetti-Research-Laboratory_fig1_268511835

[62] Moussi, F. (2016). *Fusion de l'Iris et du Visage 3D* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra).