



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen

Faculté de Technologie

Département de Génie Biomédical

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

pour l'obtention du Diplôme de

MASTER en GENIE BIOMEDICAL

Spécialité : Imagerie Médicale

présenté par : KHELLADI IKRAM et MECHRI SETTI

Identification automatique du groupe sanguin

Soutenu le 01 juillet 2021 devant le Jury

M.	DJEBBARI Abdelghani	MCA	Université de Tlemcen	Président
Mme	SETTOUTI Nesma	MCA	Université de Tlemcen	Encadreur
M.	BECHAR Mohammed El Amine	MCB	Université de Tlemcen	Examineur

Année universitaire 2020-2021

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE BIOMÉDICAL

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

pour obtenir le grade de
MASTER EN GÉNIE BIOMÉDICAL
Spécialité : **Imagerie Médicale**

présenté et soutenu publiquement
par

Khelladi Ikram
&
Mecheri Setti

le 01 Juillet 2021

Titre:

Identification automatique du groupe sanguin

Jury

Président du jury. Dr. DJEBBARI Abdelghani, MCA UABB Tlemcen
Examineur. Dr. BECHAR Mohammed El Amine, MCB UABB Tlemcen

Directrice de mémoire. Dr. SETTOUTI Nesma, MCA UABB Tlemcen

Je dédie ce travail :

Aux êtres les plus chers à mon cœur, ma mère, ma grand-mère qui m'ont beaucoup soutenu durant mon cursus d'étude et à qui je serai éternellement reconnaissante,

A mes chers frères Nor-eldinne et Tarek,

A tous les enseignants qui m'ont aidé de près ou de loin à l'obtention de mon master,

A Anes et mes chères amies Setti et Waffa,

Enfin à tous ceux et celles qui m'ont encouragé et soutenu.

Ikram

Je dédie ce travail :

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien
et leurs prières tout au long de mes études.,*

*A mes chères frères et sœurs Khadidja et Samira pour leurs encouragements permanents,
et leur soutien moral. Particulièrement le mari de ma sœur Abdelatif pour son appui et
ses encouragements,*

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

A toutes mes amies source de joie et de bonheur,

A mon équipe de sport,

A Ikram, ma chère amie avant d'être mon binôme, merci d'être toujours là pour moi.

Setti

Remerciements

Nos remerciements vont premièrement à Dieu tout-puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à notre encadrant Mme. *SET-TOUTI Nesma* maître de conférences A au département de Génie biomédical la Faculté de Technologie de l'Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen, pour son soutien, ses conseils et son encadrement qui nous ont été bénéfiques pour mener à bien ce travail.

Nous tenons également à adresser nos remerciements à messieurs les membres du jury *Dr. DJEBARRI A.* et *Dr. BECHAR MEA.* pour l'honneur qu'ils nous font en participant au jugement de ce travail.

Nos vifs remerciements sont destinés à Monsieur le directeur de l'**Hôpital mixte Si Lhaouess** de Tindouf, aussi à Mr. *KOUSSI Mohammed Amine* ainsi que Mme *TWAKIN Aicha* et Dr. *HAMIDI Abd Elwahab*, merci de nous avoir ouvert vos portes et orienté dans nos travaux.

Nous voudrions également remercier nos enseignants du Département de Génie Biomédical : Mr. *BECHAR Mohammed El Amine* et Mme. *HABIBES Naima* pour leur aide et conseils dans la réalisation de ce projet de fin d'études.

Nos sincères remerciements vont à nos parents, pour tout le soutien moral, financier, psychologique et particulièrement pour l'amour qu'ils nous portent.

Enfin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail et plus particulièrement Mr. *SAHRAOUI Anes* et Mme. *LAKHDARI Salsabil*.

Résumé

Qui de nous ne connaît pas l'importance de déterminer le groupe sanguin, et surtout de le déterminer correctement, avec le minimum d'erreur. *Alors comment pouvons-nous faciliter cette tâche aux biologistes et manipulateurs ! ?* La réponse à cette question nous est apportée par notre projet de fin d'études de Master, un système automatisé qui nous permet de déterminer le groupe sanguin à l'aide de techniques de traitement d'images. Durant cette dernière décennie, des scientifiques spécialisés dans ce domaine ont mené diverses études et recherches, sous forme de logiciels et dispositifs pour la reconnaissance du groupe sanguin. Dans ce travail, nous nous intéressons à la réalisation d'un système d'identification automatique qui sera présenté sous forme d'interface graphique. *Comment l'obtenons-nous ? Quelles sont ses propriétés ? Quelles sont les étapes et les méthodes les plus importantes utilisées ?* Toutes ces questions seront répondues en 3 chapitres, à travers eux, nous expliquons en détail toutes les définitions des recherches les plus importantes, les étapes et démarches utilisées pour réaliser notre système afin de faciliter la compréhension de ce mémoire pour ceux qui veulent le lire ou en ont besoin dans d'autres recherches.

Mots clés

Groupage Sanguin, ABO, RHD, Agglutination, traitement d'image, segmentation, rééchantillonnage, classification, base d'images.

Abstract

Who among us doesn't know the importance of determining the blood type, and especially determining it correctly, with the minimum of error. *So how can we make this task easier for biologists and manipulators!?* The answer to this question is brought to us by our Master thesis, an automated system that allows us to determine blood type using image processing techniques. During the last decade, scientists specializing in this field have carried out various studies and research, in the form of software and devices for blood group recognition. In this work, we are interested in the realization of an automatic identification system which will be presented in the form of a graphical interface. *How do we get it? What are its properties? What are the most important steps and methods used?* All these questions will be answered in 3 chapters, through them, we explain in detail all the definitions of the most important research, the steps, and procedures used to carry out our process to facilitate the understanding of this memoir for those who want to read it or need it in other research.

Keywords

Blood Grouping, ABO, RHD, Agglutination, image processing, segmentation, re-sampling, classification, image dataset.

ملخص

من منا لا يعرف أهمية تحديد فصيلة الدم وخاصة التحديد الصحيح لها بأقل قدر من الأخطاء، فكيف نجعل هذه المهمة أسهل على علماء الأحياء والتقنيين! يتم توفير الإجابة على هذا السؤال من خلال مشروع التخرج، وهو نظام آلي يسمح لنا بتحديد فصيلة الدم باستخدام تقنيات معالجة الصور. خلال العقد الماضي، أجرى العلماء المتخصصون في هذا المجال العديد من الدراسات والأبحاث، في شكل برامج وأجهزة للتعرف على فصيلة الدم. في هذا العمل، نحن مهتمون بتحقيق نظام تحديد تلقائي والذي سيتم تقديمه في شكل واجهة رسومية. كيف نحصل عليها؟ ما هي خصائصه؟ ما هي أهم الخطوات والطرق المتبعة؟

سيتم الرد على كل هذه الأسئلة في 3 فصول، نوضح من خلالها بالتفصيل كافة التعاريف لأهم الأبحاث والخطوات والأساليب المتبعة لتحقيق نظامنا من أجل تسهيل فهم هذه الأطروحة لمن يريد قراءتها. أو في حاجة إليها في مزيد من البحث.

كلمات البحث

تصنيف الدم، ABO، RHD، التراص، معالجة الصور، التجزئة، إعادة التشكيل، التصنيف، مجموعة بيانات الصورة.

Table des matières

Remerciements	i
Résumé	ii
Abstract	iii
Table des matières	iv
Table des figures	vi
Liste des tableaux	viii
Glossaire	ix
Introduction générale	1
1 Contexte et motivation	2
1 Introduction	2
2 Historique	2
3 Notions générales	3
3.1 Définition du sang	3
3.2 Les antigènes	3
3.3 Les anticorps	3
3.4 Le groupe sanguin	3
3.5 Rhésus (RHD)	4
4 Le principe d'épreuves de groupage	5
4.1 L'épreuve globulaire (Beth-Vincent)	5
4.2 L'épreuve plasmatique (Simonin-Michon)	6
5 Technique pour déterminer les rhésus	6
6 Contexte et motivation	8
7 Conclusion	8
2 État de l'art du domaine	9
1 Introduction	9
2 Les travaux dans la littérature	9
2.1 Approches sous format logiciels	9
2.2 Approches sous format de dispositifs	15
3 La synthèse	18
4 Conclusion	19
3 Approche proposée, résultats et application	20
1 Introduction	20
2 Chaîne de traitement proposée	20
2.1 Étape 1 : Collecte de base de données	21
2.2 Étape 2 : Pré-traitement	21

2.3	Étape 3 : Segmentation	21
2.4	Étape 4 : Opération morphologique	23
2.5	Étape 5 : Extraction des caractéristiques	23
2.6	Étape 6 : Ré-échantillonnage	26
2.7	Étape 7 : Sélection de caractéristiques	27
2.8	Étape 8 : Classification	28
3	Résultats et discussion	30
4	Interface graphique	32
4.1	Accédez à l'interface et cliquez sur START	32
4.2	Téléchargez l'image en cliquant sur Load Image	33
4.3	Appuyez sur TEST pour obtenir un résultat instantané du groupe sanguin	33
5	Conclusion	34
	Conclusion générale	35
	Bibliographie	36

Table des figures

1.1	Le système ABO [1]	3
1.2	Systèmes de groupes sanguins ABO et Rhésus (Rh) [2]	5
1.3	Résultat de l'épreuve globulaire et l'épreuve plasmatique [3].	7
1.4	Détermination de rhésus [3].	7
2.1	Étapes pour déterminer le groupe sanguin	10
2.2	Organigramme du système	11
2.3	Étapes du système proposé	11
2.4	Organigramme de la détection de groupe sanguin	12
2.5	Organigramme de la détermination du groupe sanguin humain	12
2.6	Organigramme de détection du groupe sanguin d'une personne	13
2.7	Étapes de segmentation d'image	13
2.8	Schéma fonctionnel de la méthode de traitement proposée	14
2.9	Organigramme de la méthode de jugement du groupe sanguin ABO	14
2.10	Processus de traitement d'image	15
2.11	Organigramme des techniques de traitement d'image	16
2.12	Procédure de traitement d'image	16
2.13	Organigramme de la détermination du groupe sanguin humain	17
2.14	Organigramme du système développé	18
2.15	Diagramme du système proposé	18
3.1	Les étapes de traitement de notre proposition.	20
3.2	Exemple d'image capturée d'une lame pour un groupage de type A+.	21
3.3	Les pourcentages de répartition des groupes sanguins dans la base collectée.	22
3.4	Résultat d'application du filtre médian sur l'image.	22
3.5	Résultats d'image segmentée.	22
3.6	Résultat de fermeture morphologique.	23
3.7	Résultat d'ouverture morphologique.	23
3.8	Image divisé en quatre régions.	24
3.9	Exemple de la méthode LBP.	25
3.10	La répartition des données sans (image à gauche) et avec SMOTE (image à droite).	27
3.11	Représentation du nombre d'images collectées avant et après l'application de SMOTE.	27
3.12	SVM avec une séparatrice linéaire.	28
3.13	Exemple d'application de l'algorithme KNN avec $K = 5$ [4].	29

29figure.3.14	
3.15 Aperçu de l'interface d'accueil.	32
3.16 Capture du fonctionnement du bouton LOAD.	33
3.17 Capture du fonctionnement du bouton TEST avec résultat.	33

Liste des tableaux

1.1	Le système ABO.	4
1.2	Détermination du groupage.	6
1.3	Détermination du groupage	6
3.1	Équations de calcul pour chaque paramètre [5].	26
3.2	Description de la base de données	26
3.3	Les résultats avec les caractéristiques surfaciques sans SMOTE . . .	30
3.4	Les résultats de base avec les caractéristiques surfaciques avec SMOTE	30
3.5	Les résultats de base avec les caractéristiques Texture sans SMOTE	31
3.6	Les résultats avec les caractéristiques Texture avec SMOTE	31
3.7	Les résultats avec les caractéristiques Surfactive+Texture sans SMOTE.	31
3.8	Les résultats avec les caractéristiques Surfactive+Texture avec SMOTE.	31
3.9	Résultat de classification avec sélection des caractéristiques les plus pertinents.	32

Glossaire

Les principales notations et abréviations utilisées dans ce mémoire sont explicitées ci-dessous, sous leur forme la plus couramment employée dans le domaine :

AD :	Arbres de décision
CCD :	Charge Coupled Device
GLCM :	Gray Level Co-occurrence Matrix
GSM :	Global System for Mobile Communications
HSL :	Hue, Saturation, Luminance
KNN :	k-Nearest Neighbours
LBP :	Local binary pattern
LED :	Light-emitting diode
MWL :	Multi-wavelength
RBC :	Nombre de globules rouges
RHD :	Rhésus
RVB :	Le plan du couleur Rouge-Vert-Bleu
SE :	Sensibilité
SP :	Spécificité
SVM :	Support Vector Machine
TC :	Taux de classification

Introduction générale

La médecine comprend différents domaines et spécialités, et toutes ces spécialités sont très importantes et une petite erreur peut bouleverser les échelles et entraîner la mort d'une personne. Par conséquent, tout le personnel médical tient à s'acquitter de ses fonctions au maximum sans erreurs. Ceci est d'autant plus le cas dans le cadre des laboratoires, en effet, les résultats d'analyse jouent un rôle fondamental pour sauver la vie d'un patient, et parmi ces analyses nous mentionnons la détermination du groupe sanguin « Groupage ».

L'objectif de ce projet de fin d'études est de construire un système automatisé de saisie de groupe sanguin ABO en utilisant des techniques de traitement d'images et d'apprentissage automatique. Le processus doit être automatisé afin d'aider les biologistes à obtenir des résultats immédiats et instantanés précis avec le minimum d'erreurs.

Nous proposons à travers ce projet de fin d'études un système automatisé qui demandera à l'utilisateur de seulement mélanger le sang avec le réactif sûr une lame, et notre processus s'acquittera du reste. Quel que soit le nombre de demandes pour déterminer le groupe sanguin dans l'urgence ou non, ce processus donnera les résultats en quelques secondes. Gagner du temps, minimiser l'erreur, faire autant d'analyse que possible, c'est ce que nous essaierons de fournir à travers ce projet de fin d'études.

Ce mémoire s'articule autour de trois chapitres qui nous permettront de présenter les différents aspects de notre travail.

- Le premier chapitre est dédié au cadre d'application de ce mémoire. Il introduit les termes, les définitions et les généralités essentielles pour comprendre le groupage sanguin tel que le sang, groupe sanguin, principe de fonctionnement, méthodes qui permettent la détection de groupage... Etc.
- Le second chapitre vise à établir un état de l'art des travaux sur la recherche de détection de groupage sanguin (logiciels et dispositifs). De ce fait, nous décrivons les approches sous forme de logiciels et les approches sous forme des dispositifs réalisées ces dernières années.
- Enfin, le troisième chapitre expose notre interface graphique et notre approche proposée qui se base sur l'application de techniques de traitement d'images et d'apprentissage automatique.

Chapitre 1

Contexte et motivation

1 Introduction

Le sang, ce fluide biologique est extrêmement importants, l'interrogation qui peut subvenir est *que se passera-t-il si le groupe est mal identifié ?* les conséquences sont des maladies graves ou au pire la mort du patient. Il est primordial aux informateurs de faire preuve de beaucoup de prudence dans cette manipulation. Cependant, cette opération nécessite du temps et de la concentration pour qu'aucune erreur ne soit commise, mais dans le cas où le temps manque, *le groupage, peut-il être identifié en quelques secondes sans erreur ?*

Grâce au développement scientifique, l'identification du groupe sanguin ainsi que sa mise en œuvre sont deux étapes cruciales dans la pratique médicale d'urgence se sont développées au fil du temps.

Dans ce chapitre, nous allons présenter un petit historique de sa découverte, introduire les différents principes pour la détermination du groupe sanguin et de son importance, mais avant cela certains termes médicaux doivent être définis et expliqués.

2 Historique

Lorsque Karl Landsteiner (1868-1943) [6] commença ses recherches comme assistant à l'Université viennoise de l'hygiène, il avait constaté que, lorsque l'on mélangeait du sang de plusieurs personnes, on observait parfois une agglutination des hématies et parfois non. Il rassembla alors des échantillons de sang de ses collègues et les mélangea deux par deux. C'est ainsi qu'il découvrit l'existence des groupes sanguins, qu'il nomma A, B et O, et il fit connaître les résultats de ses recherches en 1900 [7]. Le quatrième groupe sanguin (AB) ne fut découvert que l'année suivante, cette dernière a permis d'établir une méthode de transfusion sanguine sûre [8].

3 Notions générales

3.1 Définition du sang

Est un liquide biologique vital qui circule dans les vaisseaux sanguins et le cœur, et un tissu très organisé qui assure le transport de l'oxygène, les nutriments (sucre, sels minéraux, vitamines, ...) et les hormones indispensables à la vie de nos cellules. En retour, il évacue les déchets vers les organes d'élimination, comme les reins ou les poumons. Il est composé d'un fluide salé, le plasma, dans lequel circulent trois types de cellules : les globules rouges, les globules blancs et les plaquette [9].

3.2 Les antigènes

Situés à la surface de la membrane cellulaire, ils sont au nombre de deux [10] :

- L'antigène A (N acétyle galactosamine)
- L'antigène B (D galactose)

3.3 Les anticorps

Les anticorps anti -A et anti -B, dirigés contre les antigènes du système ABO, sont des anticorps naturels réguliers (voir Figure3.1), c'est à dire qu'ils existent une façon constante chez tout individu adulte qui ne possède pas le(s) antigène(s) A et/ou B [11].

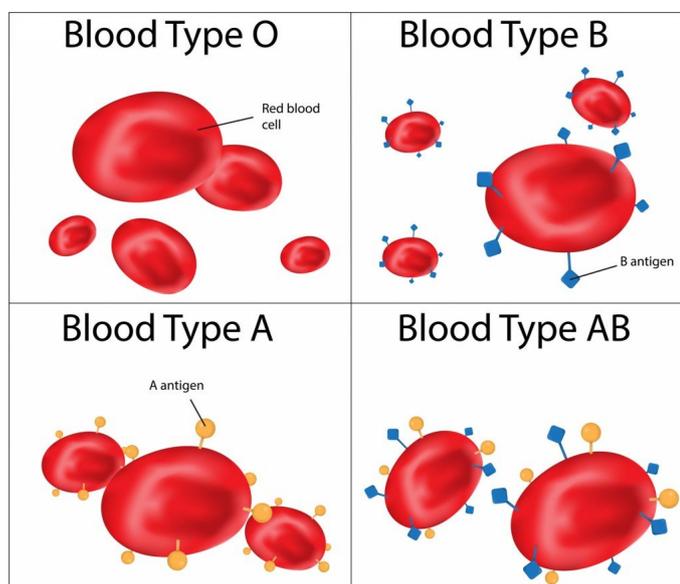


FIGURE 1.1 – Le système ABO [1]

3.4 Le groupe sanguin

La détermination du groupe sanguin est réalisée avant toute transfusion sanguine et aussi important pour les femmes enceintes pour déterminer le risque

d'avoir une incompatibilité Rhésus entre la mère et le fœtus. Pour bien classer l'individu à quel groupe sanguin il appartient, il faut déterminer 2 groupes :

- Le groupe ABO et aussi le groupe RHD.

Les groupes sanguins sont au nombre de quatre (A, B, AB et O) et se différencient par la présence, l'absence ou la combinaison des antigènes A ou B à la surface des globules rouges. Le système qui permet de classer les différents groupes sanguins, c'est le système ABO qui a été découvert en 1900 [11]. Le tableau Table 1.1 exprime les 4 groupes sanguins.

Groupe	Antigène sur le globule rouge	Anticorps sur le globule rouge
A	A ou (A et O)	Anti-B
B	B ou (B et O)	Anti-A
AB	A et B	Pas d'anticorps pour le système
O	O	Anti-A et anti-B

TABLE 1.1 – Le système ABO.

3.5 Rhésus (RHD)

Le système RHD détermine quant à lui, la présence ou l'absence de l'antigène D sur les globules rouges. S'il est présent donc : l'individu est Rhésus D positif (+), s'il est absent l'individu est Rhésus D négatif (-) [12].

En résumé, dans le système ABO, il existe quatre groupes principaux - A, B, O, AB - déterminés par la présence ou l'absence d'antigènes A et B à la surface des globules rouges. Si vous êtes du groupe A, cela signifie que des marqueurs A sont présents à la surface de vos globules rouges ; le groupe AB signifie que les marqueurs A et B sont présents à la surface de vos globules rouges ; tandis que le groupe O signifie qu'il n'y a pas de marqueurs A ou B sur la surface de vos globules rouges (comme le montre la Figure 1.2). Dans le système Rh, selon la présence ou l'absence d'antigène RhD, vous pouvez être RhD positif (+) ou RhD négatif (-).

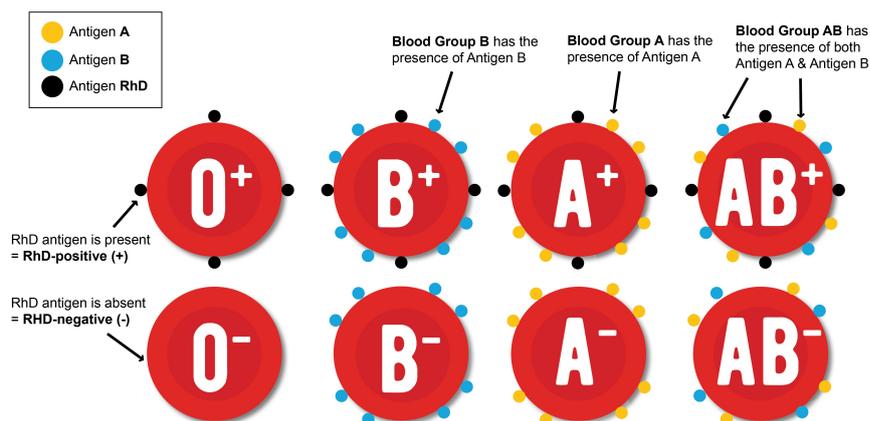


FIGURE 1.2 – Systèmes de groupes sanguins ABO et Rhésus (Rh) [2]

4 Le principe d'épreuves de groupage

Le groupage sanguin ABO comporte deux épreuves :

4.1 L'épreuve globulaire (Beth-Vincent)

Correspond à la mise en évidence des antigènes globulaires, par agglutination des hématies porteuses d'un antigène, provoquée par l'anticorps (sérum test) correspondant, c'est un test d'agglutination des globules rouges avec des sérums tests. L'agglutination est franche, immédiate (moins d'une minute) et complète (tous les globules rouges sont agglutinés) [13].

La réalisation de cette épreuve passe par 3 étapes importantes :

La préparation et la vérification du matériel elles nécessitent :

- Une plaque d'opaline ou rhéscope.
- Des sérums test Anti A, Anti B, Anti AB : Vérifier la date de péremption et la conservation a + 4°C.
- Un agitateur.
- Un marqueur.
- Des gants.
- Le nécessaire pour essuyer l'agitateur.
- Nécessaire de nettoyage
- Inscrire sur le support : le nom, prénom, date de naissance du patient, la date du contrôle et le numéro de la poche.

La technique :

- Inscrire sérum Anti- B, Anti- A, Anti-AB sur la plaque d'opaline.
- Mettre les gants.
- Déposer une goutte de sérum test.

- Déposer une goutte de sang à côté du sérum test.
- Mélanger Avec le fond d'un tube propre et sec, les 2 gouttes des zones de réaction une à une, d'un mouvement circulaire horizontal pour obtenir un rond d'environ 2 cm de diamètre [14].
- La réaction apparaît une minute après l'agitation.

Le tableau Table1.2 exprime les résultats l'épreuve de Beth-Vincent :

Anti- B	Anti- A	Anti- AB	Détermination
Pas de réaction	Agglutination	Agglutination	Groupe A
Agglutination	Pas de réaction	Agglutination	Groupe B
Agglutination	Agglutination	Agglutination	Groupe AB
Pas de réaction	Pas de réaction	Pas de réaction	Groupe O

TABLE 1.2 – Détermination du groupage.

4.2 L'épreuve plasmatique (Simonin-Michon)

C'est une contre-épreuve, Le sérum de l'individu, contenant ses anticorps circulant, est mis en présence de globules rouges tests, appartenant chacun à un groupe antigénique précis du système ABO. C'est un test d'agglutination du sérum avec des globules rouges tests. La réalisation de cette épreuve passe par les mêmes étapes de préparation et de vérification du matériel que l'épreuve globale (Beth-Vincent).

Le tableau Table3.1 reflète les résultats l'épreuve de Simonin-Michon.

Hématies A	Hématies B	Détermination
Pas de réaction	Agglutination	Groupe A
Agglutination	Pas de réaction	Groupe B
Pas de réaction	Pas de réaction	Groupe AB
Agglutination	Agglutination	Groupe O

TABLE 1.3 – Détermination du groupage

5 Technique pour déterminer les rhésus

Il existe deux techniques de détermination du Rhésus :

- L'une à une température de 37° à l'aide d'un Rhésuscope (Plaqué d'opaline chauffée à 37°) + sérum test Anti D.
- L'autre à température ambiante avec sérum Anti-D spécifique dit à froid.

La réalisation se fait en grâce à un rhésuscope. Il suffira de mettre en contact le sérum test Anti-D avec une goutte de sang du patient, mélanger avec un agitateur, attendre 2 à 3 minutes et déterminer le rhésus.

- Rh+ : lorsque la présence de l'Antigène D. c.-à-d. Il y'a Agglutination.
- Rh- : lorsque l'Absence de l'Antigène D. c.-à-d. Pas de réaction.

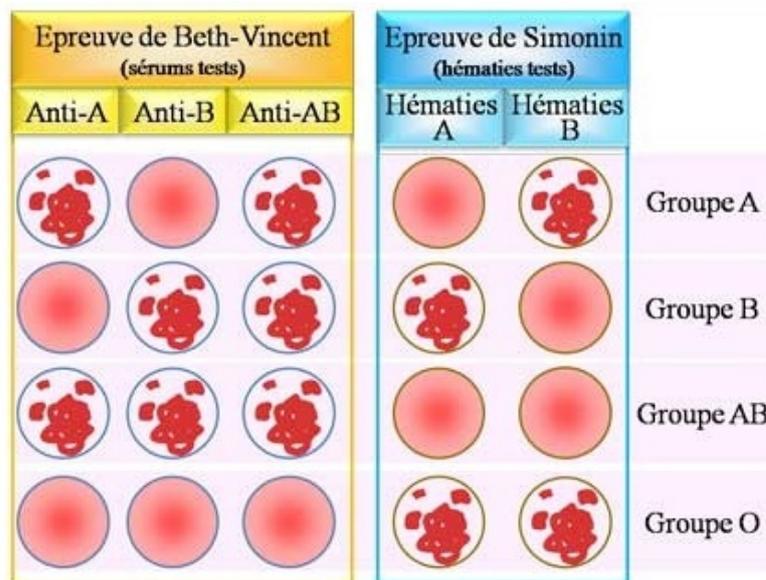


FIGURE 1.3 – Résultat de l'épreuve globulaire et l'épreuve plasmatique [3].

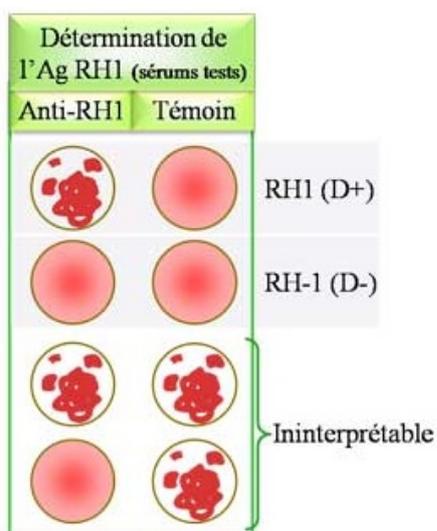


FIGURE 1.4 – Détermination de rhésus [3].

6 Contexte et motivation

L'identification du groupe sanguin est très commune et facile, mais l'identifier mal peut mener à la mort du patient. L'erreur chez l'homme est une chose naturelle et très possible, parce que les nombreuses demandes d'identifier le groupe sanguin qui atteint le laboratoire et l'urgence des résultats peuvent causer une pression sur les informateurs ce qui les poussent à réaliser une analyse rapide, il est donc important d'obtenir les résultats, mais l'urgence et le soutien de la concentration dans ce processus délicat provoque des résultats catastrophiques. Il est à noter aussi que dans les cas urgents tels que les accidents de la circulation le patient a souvent besoin de transférer du sang, mais son groupe sanguin est inconnu et lorsque le processus de détermination de son groupe et à la suite de cela la ruée pourrait être une erreur. De ce fait, le facteur de prévention du temps et des erreurs joue un rôle clé dans les résultats des informateurs dans le processus de détermination du groupe sanguin.

Depuis cette dernière décennie, l'apport scientifique en termes de traitement d'image et d'approches d'analyse des données ont permis aux développeurs et aux chercheurs de rechercher et de développer et numériser des méthodes classiques. Ceci en exploitant les capacités scientifiques disponibles et en concevant des programmes de vision par ordinateur, avec beaucoup de diligence et une grande rapidité, de sorte que leur précision égalera celle de l'homme.

7 Conclusion

Nous présentons dans ce chapitre les notions générales et le processus de base pour la détection de groupage par contre le chapitre suivant nous décrirons les différentes approches qui ont développées des logiciels permettant de déterminer le groupage en temps réel.

Chapitre 2

État de l'art du domaine

1 Introduction

La détermination de groupe sanguin est une étape très importante avant la transfusion de sang en situation d'urgence, il est primordial d'avoir un jugement rapide, précis et robuste du groupe sanguin en utilisant des techniques de traitement d'image. À travers ce chapitre, nous allons faire un tour d'horizon des techniques existantes.

2 Les travaux dans la littérature

Les premiers travaux sur la recherche de groupage sanguin sont apparus au début des années 2000, des logiciels basés sur les techniques de traitement d'image a été développé. Par la suite, les chercheurs ont développé des dispositifs qui font le mixage des échantillons et le traitement des images.

2.1 Approches sous format logiciels

A travers la littérature, nous avons pu regrouper plusieurs approches qui ont développés un logiciel, dans cette section, nous allons présenter l'essentiel de ces travaux.

En 2017, Ravindran et al. [15] de l'Institut de Technologie India ont développés, un logiciel basé sur les techniques de traitement d'image :

- Techniques de prétraitement (filtrage).
- Seuillage (global, adaptatif, variable ou local).
- Opérations morphologiques (l'érosion, dilatation).
- Plan de luminance HSL.
- Quantification.

À partir d'une image capturée après la procédure du test sur lame (les réactifs sont mélangés avec trois échantillons de sang), afin de détecter l'apparition d'agglutination et par conséquent le groupe sanguin du patient.

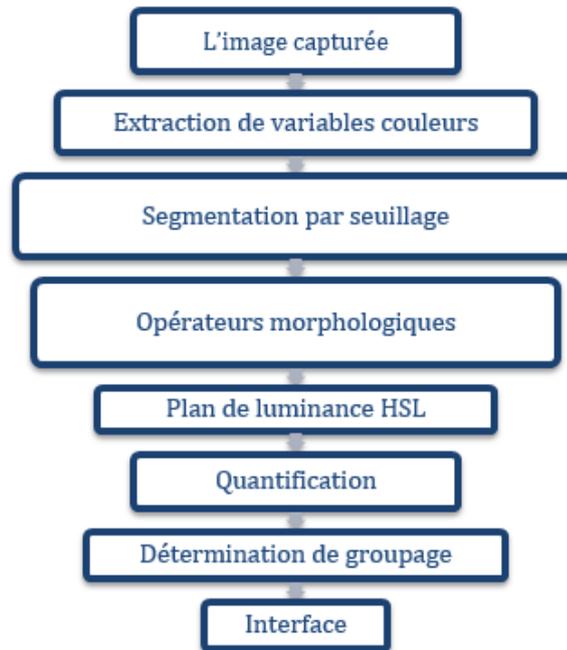


FIGURE 2.1 – Étapes pour déterminer le groupe sanguin

Panpatte et al. [16] ont mis en place un système à base de test sur lame qui mélange une goutte de sang et une goutte de chaque réactif, anti-A, anti-B et anti-D) pour la classification de groupes du sang et la conception du logiciel à l'aide de techniques de traitement d'image. Les résultats du test sur lame sont capturés par une caméra composé d'une image couleur, cette dernière subit diverses transformations comme ci-dessous :

- Collecte d'images microscopiques brutes des échantillons de sang de laboratoire et d'Internet.
- Convertir une image couleur en image en niveau de gris.
- Appliquer le motif binaire local (LBP) à l'image.
- Effectuer une comparaison d'histogramme.
- Réaliser une opération d'extraction des caractéristiques.
- Classifier les données à l'aide de la machine à vecteurs de support (SVM) [17].

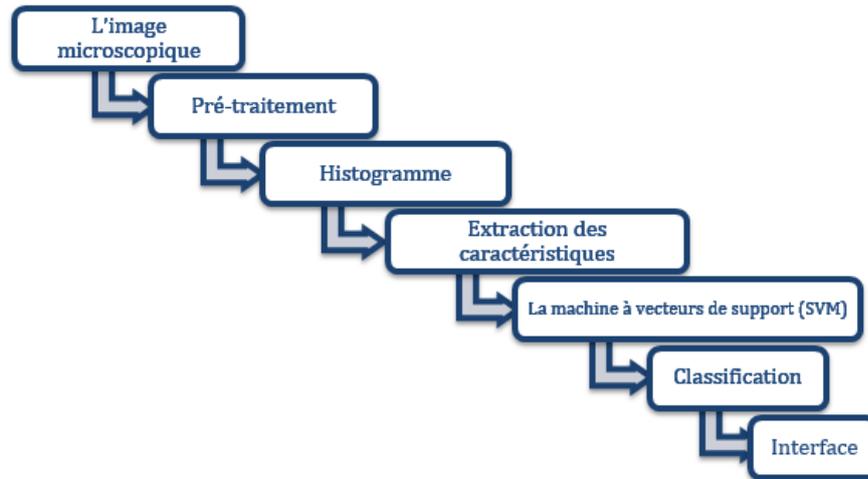


FIGURE 2.2 – Organigramme du système

Tout récemment, Atıcı et al. [18] ont fait une étude qui permet la détection automatique des groupes sanguins en utilisant des techniques de traitement d'image. Dans le laboratoire le technicien doit mettre les échantillons du sang sur la plaque blanche et bien mélanger avec l'anti-sérum et enfin capturer une image. Par la suite, plusieurs applications sont réalisées sur l'image prise :

- La conversion en niveau de gris puis au format binaire.
- Des procédures morphologiques sont appliquées pour éliminer le bruit sur l'image. L'algorithme de détection des contours prewitt.
- La segmentation.
- Les opérations d'extraction de caractéristiques ont été appliquées à l'image séparée.
- La classification en fonction de ces propriétés.



FIGURE 2.3 – Étapes du système proposé

Kansara et al. [19] ont mis en place un processus qui se compose de deux parties : la première partie donne la détection du groupe sanguin et la seconde calcul le nombre de globules rouges (RBC).

1. L'identification de groupe sanguin basé sur le test de plaque combiné avec les techniques de traitement d'image :

- Extraction du plan couleur.
 - Les opérations morphologiques.
 - HSL Luminance plan.
 - Filtrage par motif.
 - Quantification.
2. Numération des globules rouges basé sur les techniques suivantes :
- Pré-traitement.
 - Détection des bords.
 - Filtrage de lissage spatial.
 - Égalisation adaptative de l'histogramme

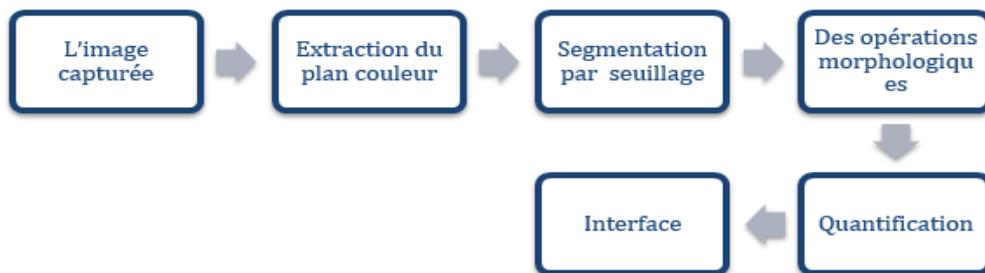


FIGURE 2.4 – Organigramme de la détection de groupe sanguin

Les différents modules peuvent être utilisés en même temps, de ce fait, le temps supplémentaire n'est pas gaspillé dans les laboratoires.

Talukder et al. [20] a utilisé la méthode de plaque basée sur les échantillons de mélange sang-antigène, le paramètre de l'écart type a permis de distinguer avec précision et efficacité la survenue ou non d'agglutination (les valeurs d'écart type de l'image analysée doivent être supérieures à 20).

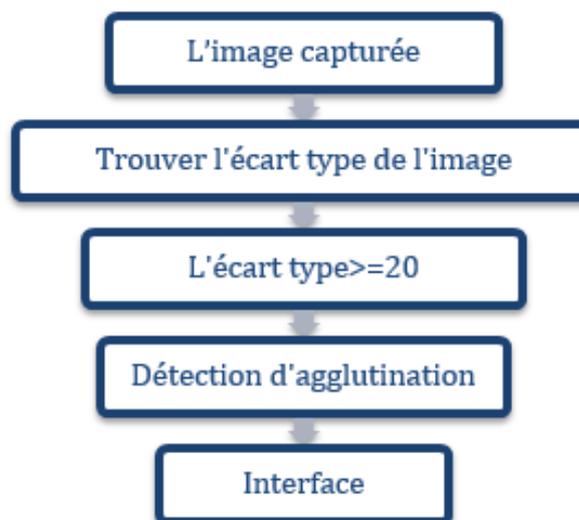


FIGURE 2.5 – Organigramme de la détermination du groupe sanguin humain

Pavithra et Rajeshwari [21] ont développés un système pour la détermination du groupe sanguin par le traitement d'image des échantillons de sang qui sont obtenus par un module d'acquisition d'image sous un éclairage blanc uniforme après centrifugation et oscillation. Les techniques de traitement d'image appliquées sont :

- Extraction de la région d'intérêt de l'image.
- Les composants verts de l'image RVB (le canal vert).
- Appliquer le seuillage avec l'algorithme d'Otsu.
- La segmentation à l'aide de Niblack.
- Les opérations morphologiques pour éliminer les petits objets.
- Le remplissage est effectué sur l'image traitée.



FIGURE 2.6 – Organigramme de détection du groupe sanguin d'une personne

Nuno Miguel Duarte Costa [22] a fait une étude basée sur l'apprentissage automatique et les techniques de lecture et de classification des tests sur GEL-CARD en utilisant des techniques d'apprentissage supervisé. Cette application est basée sur les techniques de traitement d'image (segmentation, lissage, seuillage, détection de contours).

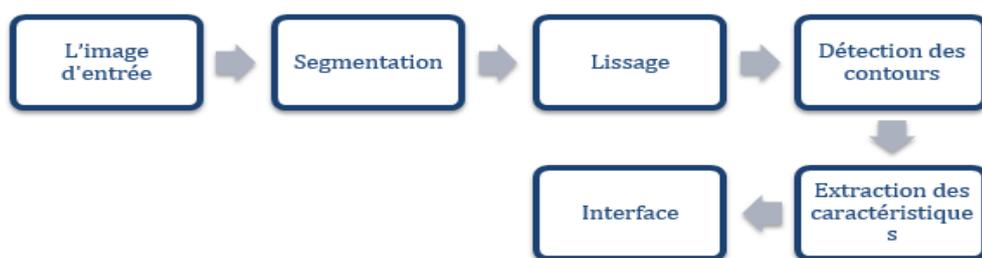


FIGURE 2.7 – Étapes de segmentation d'image

Rahman et al. [23] ont présentés un système automatique capable d'effectuer un test pré-transfusionnel. L'acquisition de données est basée sur des techniques de traitement d'image à partir d'une image de la lame de verre comme suit :

- Conversion de niveaux de gris sur l'image RVB en image en niveaux de gris et inversion binaire sur l'image.

- L'application de la méthode de segmentation du traitement d'image pour diviser l'image en trois segments.
- Détection des bords de coagulation de l'image.



FIGURE 2.8 – Schéma fonctionnel de la méthode de traitement proposée

Dong et al. [24] ont proposés une méthode basée sur les caractéristiques d'image du sang ABO dans le disque. Premièrement, l'image de la région du disque est segmentée et identifiée automatiquement. Ensuite, le filtre médian est utilisé pour supprimer le bruit pour obtenir la meilleure approximation de l'image originale. Delà, la caractéristique du groupe sanguin ABO sont extraits selon la distribution des niveaux de gris de l'image. Enfin, la détermination d'agglutination pour identifier le typage.

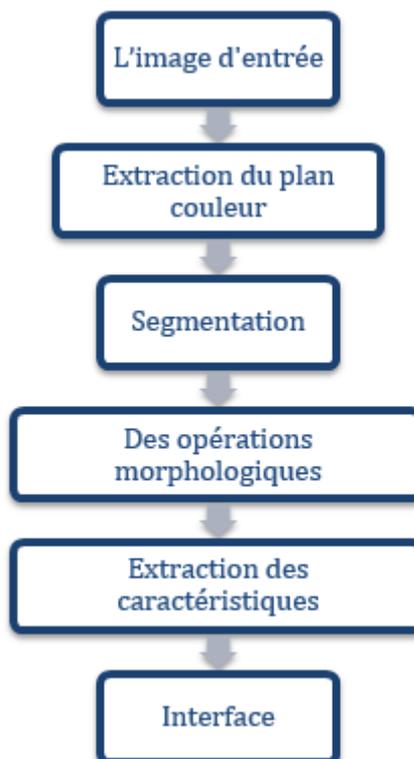


FIGURE 2.9 – Organigramme de la méthode de jugement du groupe sanguin ABO

2.2 Approches sous format de dispositifs

Plusieurs approches automatisées ont été proposées dans la littérature, quel qu'un de ces dispositifs se caractérisent par leur aspect non invasif et d'autres par la non-intervention humaine. Nous présentons cette section les dispositifs les plus populaires.

En 2019, Cruz et al. [25] ont développés un dispositif de typage sanguin portable et automatique (PortaBlood). Cet appareil a la capacité de déterminer le sang d'une personne en utilisant le traitement d'image :

- La conversion l'image RVB en binaire.
- Seuillage.
- Extraction des bords.
- Détection des contours.
- Comptage de nombre des contours détectés (la base pour savoir s'il y a une agglutination dans le sang).

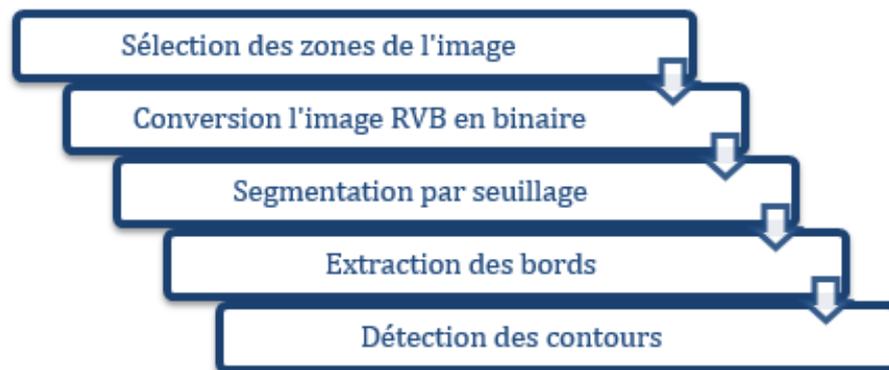


FIGURE 2.10 – Processus de traitement d'image

Ce dispositif peut aussi mélanger les réactifs (Anti-A, Anti-B, Anti-D) et les échantillons du sang, et identifier les groupes sanguins à l'aide de méthodes de traitement d'image. L'appareil peut enregistrer également les informations et les résultats du patient dans la base de données.

En 2016, Ferraz et al. [26] ont créés un système électronique (le mélange sang/réactif) et une interface application, capable de réaliser tous les tests pré-transfusionnels rapidement, facilement, en toute sécurité, et avec une fiabilité élevée, même dans les endroits éloignés. De plus l'acquisition de données est basée sur des techniques de traitement d'image en utilisant le langage de programmation C#. L'interface a été développée avec le langage de programmation XML comme exigences de convivialité imposent d'être compatible avec une variété de plates-formes, y compris les ordinateurs, les tablettes et téléphones intelligents. Les techniques de traitement d'image utilisés :

- Sélectionner l'image capturée par le prototype.
- Extraction du plan de couleur et convertir l'image de 32 bits en image de 8 bits.
- Correspondance de modèle.
- Correspondance géométrique.
- Quantification.

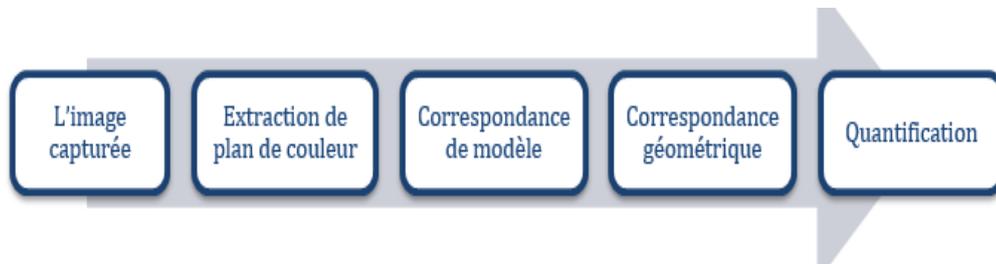


FIGURE 2.11 – Organigramme des techniques de traitement d'image

En 2013, Ana Ferraz [27] de l'Institut d'électronique a développé un système qui fait le mixage d'une goutte de sang avec une goutte de chaque réactif (anti-A, anti-B, anti-AB et anti-D) donc le résultat est capturé par une caméra CCD Ainsi, le logiciel développé basé sur des techniques de traitement d'image :

- L'image capturée.
- Extraction du plan couleur : le plan vert RVB.
- Seuillage automatique et local.
- Remplissage des trous et l'élimination des petits objets par des méthodes de morphologie.
- Extraction de plan HSL luminance.
- Définir le système de coordonnées.
- La quantification.



FIGURE 2.12 – Procédure de traitement d'image

L'utilisation de techniques de traitement d'image permet automatiquement détecter l'occurrence d'agglutination et déterminer le groupe sanguin du patient dans un court intervalle de temps (environ 5 minutes à partir du moment où l'échantillon de sang est collecté jusqu'à la sortie des résultats).

Vijay Kanade [28] a développé un dispositif optique portable qui permet l'identification de groupe sanguin sans perforer la peau en appliquant des algorithmes de traitement d'image aux images optiques capturées du capillaires superficiels sous-jacents à la surface de la peau. La technique intègre la lumière multi-longueur d'onde (MWL) méthode de diffusion lorsque la lumière traverse les capillaires pour classer dynamiquement les cellules sanguines en fonction d'antigènes spécifiques sur la surface des globules rouges. La programmation MATLAB est utilisée comme un outil logiciel pour le traitement d'image :

- Pré-traitement (filtrage).
- Reconnaissance et interprétation des modèles.
- Stockage des données dans la base.



FIGURE 2.13 – Organigramme de la détermination du groupe sanguin humain

Cette méthodologie permet de déterminer en toute sécurité le groupe sanguin d'un patient, dans un court laps de temps sans qu'il soit nécessaire de prendre des échantillons de sang, éliminant ainsi les douleurs.

Ferraz et al. [29] ont développés un appareil portable pour la détection du groupe sanguin ABO-Rh et phénotypage sanguin qui automatise toute la procédure d'analyse basé sur les techniques de traitement d'image. Cet appareil permet de mélanger le sang et le réactif et centrifuger le sang pour obtenir le plasma. Lorsque le test est effectué, le moteur est arrêté, les LED s'allument puis une image avec toutes les données nécessaires est capturée. L'image est traitée et le résultat du test est donné. Les techniques de traitement utilisés :

- L'extraction de plan de couleur.
- Application des seuils et remplissage des trous.
- Suppression des petits objets et des bordures.
- L'image d'origine est récupérée et les plans de luminance sont supprimés.
- La correspondance des motifs et des géométries.
- La quantification.

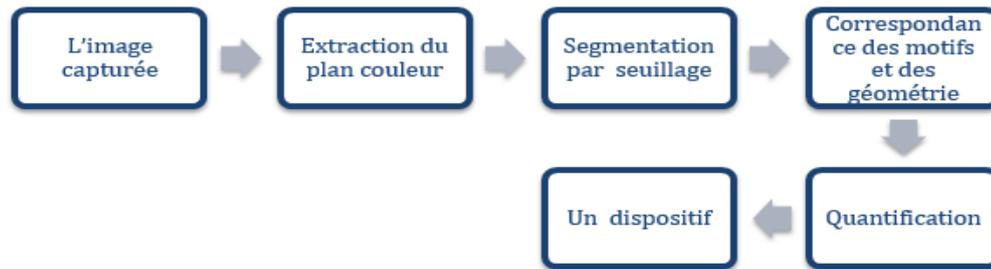


FIGURE 2.14 – Organigramme du système développé

Ce système est caractérisé par sa portabilité (petit et facile à transporter vers n'importe quel lieu) afin d'être utilisé dans les véhicules d'urgence. Ainsi, l'analyse peut être effectuée en dehors du laboratoire d'analyses cliniques et les résultats peuvent être envoyés à l'hôpital via Wi-Fi ou GSM.

Gayathri et al. [30] ont proposés une méthode non invasive pour identifier le groupe sanguin sans perforation la peau. La lumière agit comme une source de signaux optiques qui peuvent passer à travers le doigt et le détecteur détecte la tension variable. Comme la propriété optique du sang varie selon les antigènes présents sur le RBC (Numération globulaire rouge), la valeur de tension obtenue est également variée en fonction de la tension de sortie du détecteur, les groupes sanguins sont déterminés. Les langages de programmation utilisés sont C et C++.



FIGURE 2.15 – Diagramme du système proposé

3 La synthèse

Dans le domaine d'identification du groupe sanguin, à travers la littérature, nous avons pu recenser plusieurs approches, la majorité a développée un logiciel basé sur les techniques de traitement d'image (extraction de plan couleur, segmentation, détection de contours, extraction des caractéristiques) et d'autre ont proposés un dispositif automatisé pour la détermination du typage. Quelques-uns se sont basés sur la classification des données de la base et d'autres sur la reconnaissance automatique. Dans notre travail, nous proposons de réaliser une interface graphique basée sur une combinaison entre les meilleures techniques utilisées pour l'identification du groupe sanguin dans un temps instantané.

4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue les différentes approches qui ont développé des logiciels permettant d'identifier le typage en temps réel. Il y a d'autres travaux essayant de faire des appareils pour éviter l'erreur humaine. Nous présentons dans le chapitre suivant notre approche d'identification de groupe sanguin.

Chapitre 3

Approche proposée, résultats et application

1 Introduction

Dans les chapitres précédents, nous avons parlé du groupe sanguin, des définitions générales, nous avons aussi présenté les travaux d'ingénieurs et de chercheurs pour mettre en place les meilleurs moyens et programmes afin d'identifier le groupe sanguin de manière rapide et efficace. Dans ce chapitre, nous exposons notre approche basée sur les méthodes de traitement d'images et d'apprentissage automatique implémenté par le biais d'une Interface Matlab pour la détermination du groupe sanguin.

2 Chaîne de traitement proposée

Dans notre proposition nous avons appliqués un ensemble d'étapes pour le traitement d'images de lame de goutte de sang pour la reconnaissance du groupe ABO. Ces étapes sont illustrées dans le diagramme ci-dessous (voir la figure 3.1) :

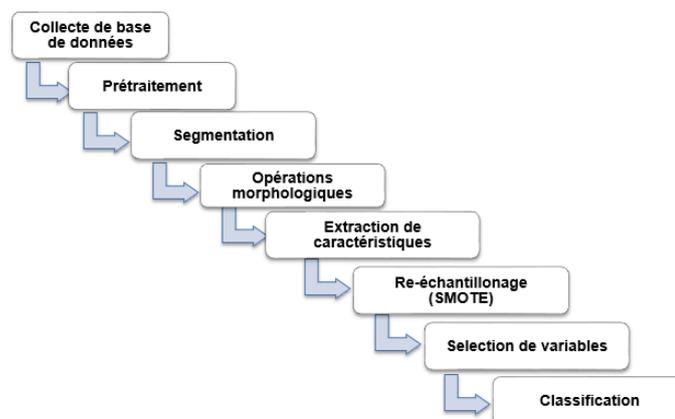


FIGURE 3.1 – Les étapes de traitement de notre proposition.

2.1 Étape 1 : Collecte de base de données

Dans ce travail, nous avons réalisé une collecte de base de données d'images de lames avec goutte de sangs (comme le montre la figure 3.1) au niveau de l'hôpital Mixte SI-ELHAWAS de Tindouf. Ces images peuvent être acquises à partir de différents centres/établissements hospitaliers.

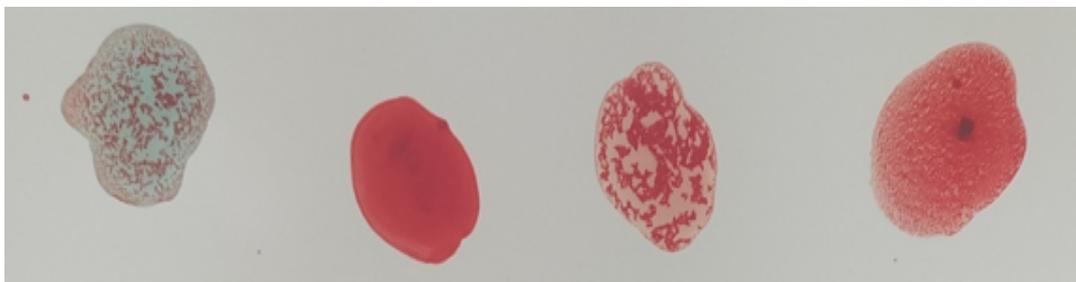


FIGURE 3.2 – Exemple d'image capturée d'une lame pour un groupage de type A+.

À l'aide de plusieurs spécialistes (Mr. Koussi Mohammed Amine : manipulateur en radiologie, Mme Twakin Aicha : biologiste et Dr. Hamidi Abd Elwahab : chef service de laboratoire) nous avons pu acquérir 100 images. Ces dernières ont été enregistrées au travers de plusieurs sources de caméra téléphonique munies de résolutions différentes (Redmi note 8 : 48 mégapixels, Redmi note 9 : 64 mégapixels, Samsung Galaxy A 10 : 13 mégapixels et Condor P9 : 8 mégapixels). En effet, l'utilisation de différentes caméras de smart phone, permet de généraliser notre application et ne pas dépendre d'une caméra spécifique.

Le figure 3.3, représente la répartition des groupes sanguins dans les images collectées. Cette collecte reflète la répartition mondiale où on retrouve plus de sujets à groupe A et O et de manière plus réduite ceux de B et AB.

2.2 Étape 2 : Pré-traitement

Dans cette étape, nous avons appliqué le filtrage médian, ce type de filtre en particulier nous permet sous certaines conditions de réduire le bruit tout en conservant les contours de l'image, le résultat d'application sur notre image est représenté dans la Figure 3.4.

2.3 Étape 3 : Segmentation

Un seuillage est appliqué pour sélectionner la zone d'intérêt. Nous avons fixé à partir l'histogramme un seuil de [0,120] comme le montre dans la figure 3.5 ci-dessus :

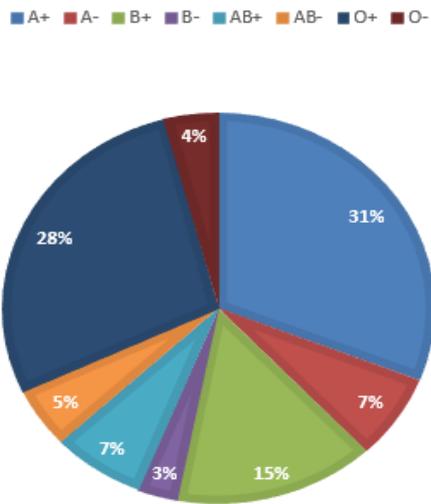


FIGURE 3.3 – Les pourcentages de répartition des groupes sanguins dans la base collectée.

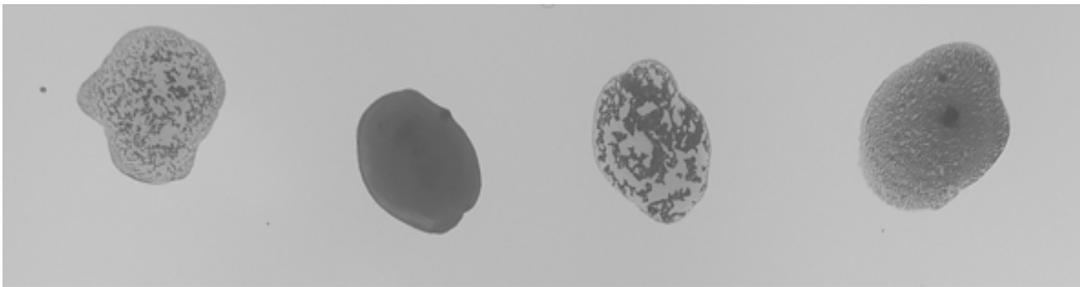


FIGURE 3.4 – Résultat d'application du filtre médian sur l'image.

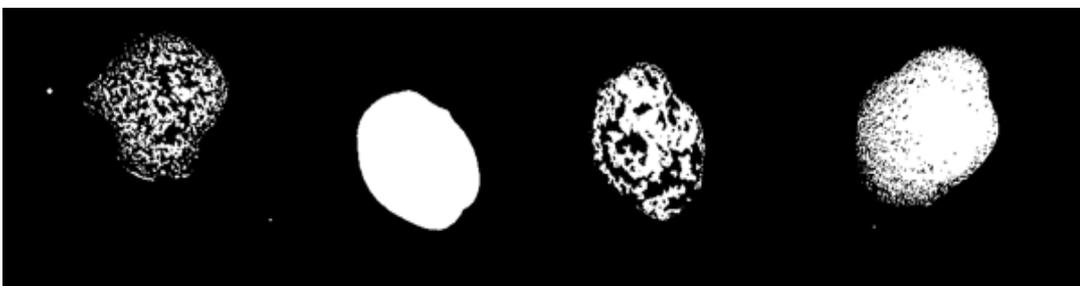


FIGURE 3.5 – Résultats d'image segmentée.

2.4 Étape 4 : Opération morphologique

Nous avons appliqué un filtrage non linéaire morphologique (fermeture puis ouverture) pour améliorer la qualité informationnelle.

- Fermeture c’est une érosion suivie d’une dilatation pour remplir les trous, la figure 3.6 présente le résultat d’application d’une fermeture :

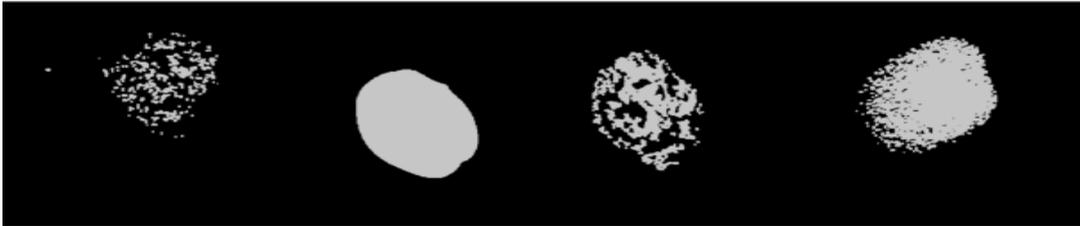


FIGURE 3.6 – Résultat de fermeture morphologique.

- Ouverture c’est une dilatation suivie d’une érosion pour éliminer les petits objets (voir Figure 3.7).

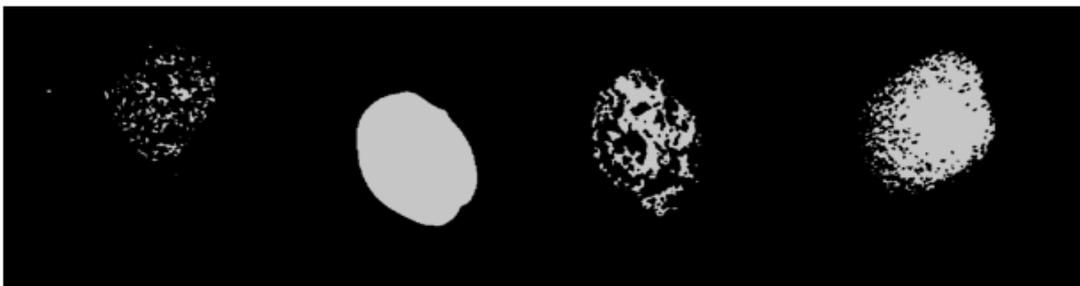


FIGURE 3.7 – Résultat d’ouverture morphologique.

2.5 Étape 5 : Extraction des caractéristiques

Avant d’aborder cette étape, nous devons apporter quelques précisions. Concernant l’application, cela ne dépend pas d’un angle ou d’une méthode de photographie spécifique, mais cela nécessite que la distance entre les gouttes soit égale ou approximativement égale. De ce fait, nous avons divisé l’image en quatre (4) régions puis appliqué l’étape d’extraction de caractéristiques surfaciques/couleur et textures comme décrit ci-dessous.

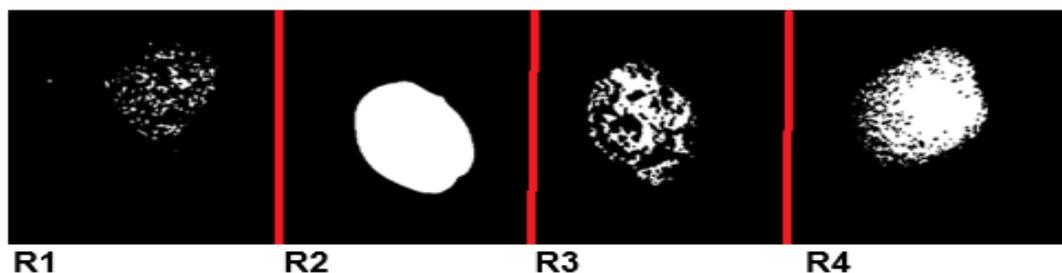


FIGURE 3.8 – Image divisé en quatre régions.

En effet, à des fins de facilité de traitement et en suivant la démarche des manipulateurs, chaque image de lame de goutte de sang a été divisée en 4 images pour la caractérisation. À savoir : R1 représente l'anti-A, R2 pour l'anti-B, R3 pour l'anti-AB et R4 pour l'anti-D. Nous nous intéressons qu'aux 3 régions (R1, R2, R4) puisque dans les laboratoires l'anti-AB est utilisé uniquement pour confirmer l'agglutination. Voir (figure 3.8).

Les caractéristiques surfaciques

1. **Surface** : C'est la surface de la région segmentée (en comptant le nombre de pixels).
2. **Périmètre** : La longueur du périmètre autour de l'objet.
3. **Contour** : ensemble de pixels formant une frontière entre deux ou plusieurs régions voisines.
4. **Compacité** : est le degré de déviation d'une masse cyclique.
5. **Centre de gravité** : Pour le calculer, nous aurons besoin des coordonnées en x et y de chaque point appartenant à une région et le nombre de points total de la région. Nous calculons la somme des coordonnées en x pour chaque point et nous divisons par le nombre total de points de la région [5].

La caractéristique couleur

- **Entropie** : : peut être considérée comme une mesure d'homogénéité de l'intensité lumineuse sur une région.

Les caractéristiques textures

Parmi les différentes caractéristiques nous avons choisi deux approches **Local binary pattern (LBP)** et **the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)**.

Local binary pattern (LBP) LBP est un descripteur de motif de texture efficace introduit par Ojala et al. [31] pour décrire les motifs de texture locaux d'une image. Il est largement utilisé dans les applications basées sur le traitement d'images. Le LBP fonctionne dans une taille de bloc de 3×3 , dans lequel le pixel central est utilisé comme un seuil pour le pixel voisin, et le code LBP d'un pixel

central est généré en codant la valeur de seuil calculée en une valeur décimale. La figure 3.9 synthétise un exemple qui explique le principe de fonctionnement.

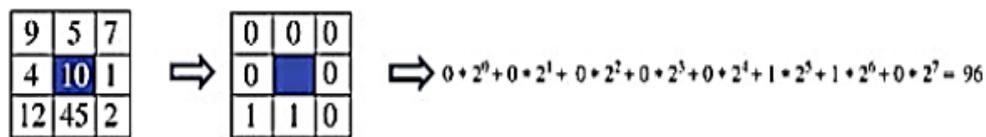


FIGURE 3.9 – Exemple de la méthode LBP.

C'est une approche populaire dans diverses applications. Grâce à ses récentes extensions, cette approche a des indices différents. Les indices qui nous s'intéressent sont :

- Le rayon est utilisé pour construire le motif binaire local circulaire et représente le rayon autour du pixel central. Il est généralement défini à 1 pixels.
- Le nombre de points d'échantillonnage pour construire le motif binaire local circulaire. Il est généralement fixé à 8.

Dans notre approche, nous avons travaillé sur le canal vert et nous avons fixé le rayon à 3 pixels pour et le nombre de voisins à 12, ceci dans un but d'avoir les meilleurs résultats dans cette étape.

The Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) La Matrice de co-occurrence de niveau de gris en français, mesure la probabilité d'apparition des paires de valeurs de pixels situés à une certaine distance dans l'image. Cette probabilité représente le nombre de fois où un pixel de niveau de gris apparaît à une distance relative d'un pixel de niveau de gris selon une orientation θ donnée. *Rn* trouve 14 indices à partir de cette matrice pour résumer les diverses propriétés de la texture [5].

Dans notre approche nous nous focalisons sur 4 paramètres en particulier à savoir :

- **L'énergie** : exprime le caractère régulier de la texture,
- **Le contraste** : est plus élevé pour des GLCM présentant des valeurs plus larges en dehors de la diagonale,
- **L'homogénéité** : évolue à l'inverse du contraste et prend des valeurs élevées si les différences entre les paires de pixels analysées sont faibles,
- **La corrélation** : s'apparente à une mesure de la dépendance linéaire des niveaux de gris dans l'image.

Les équations suivants montre la méthode de calcul pour chaque paramètre sont présentées dans le tableau Table 3.1 :

Caractéristiques	Équations
Énergie	$\sum_{i,j=0}^{N-1} (P_{ij})^2$
Contraste	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{ij} (i - j)^2$
Homogénéité	$\sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{P_{ij}}{1+(i-j)^2}$
Corrélation	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{ij} \frac{(1-\mu)(j-\mu)}{\sigma^2}$

TABLE 3.1 – Équations de calcul pour chaque paramètre [5].

- P_{ij} = Élément i, j du GLCM symétrique normalisé.
- N = Nombre de niveaux de gris dans l'image.
- μ = a moyenne du GLCM (étant une estimation de l'intensité de tous les pixels dans les relations qui ont contribué au GLCM), calculée comme suit :

$$\mu = \sum_{i,j=0}^{N-1} i(P_{ij})$$
- σ^2 = la variance des intensités de tous les pixels de référence dans les relations qui ont contribué au GLCM, calculée comme : $\sigma^2 = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{ij} (i - \mu)^2$.

En résumé, à partir du tableau Table 3.2, le nombre de caractéristiques surfaciques et de texture sont listées, nous avons pu extraire 435 caractéristiques pour chaque lame à partir de 3 régions (R1, R2, R4) comme le montre la Figure 3.8. Le tableau Table 3.2 présente les descriptions de la base des données partir les caractéristiques surfacique et texture .

La BASE DE DONNÉES	Les ATTRIBUTS	Total
Base Surfacique	6*3	18
Base Texture	GLCM=4*3 LBP=135*3	GLCM=12 LBP=405
Base (surfacique + texture)	145*3	435

TABLE 3.2 – Description de la base de données

2.6 Étape 6 : Ré-échantillonnage

L'algorithme SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) [32] est une méthode de sur-échantillonnage (over-sampling) utilisée pour équilibrer les données basées sur l'augmentation des classes minoritaires par la comparaison entre l'individu et son voisin. Le principe est montré dans la figure (3.10) :

Dans notre travail, nous avons apporté quelques modifications à l'algorithme SMOTE afin de l'adapter aux bases déséquilibrées multi-classes, Delà notre approche par SMOTE à permis d'augmenter la distribution des différentes classes et de permettre un apprentissage équilibré entre les classes. La répartition des données sans et avec SMOTE est représentée par la Figure 3.11).



FIGURE 3.10 – La répartition des données sans (image à gauche) et avec SMOTE (image à droite).

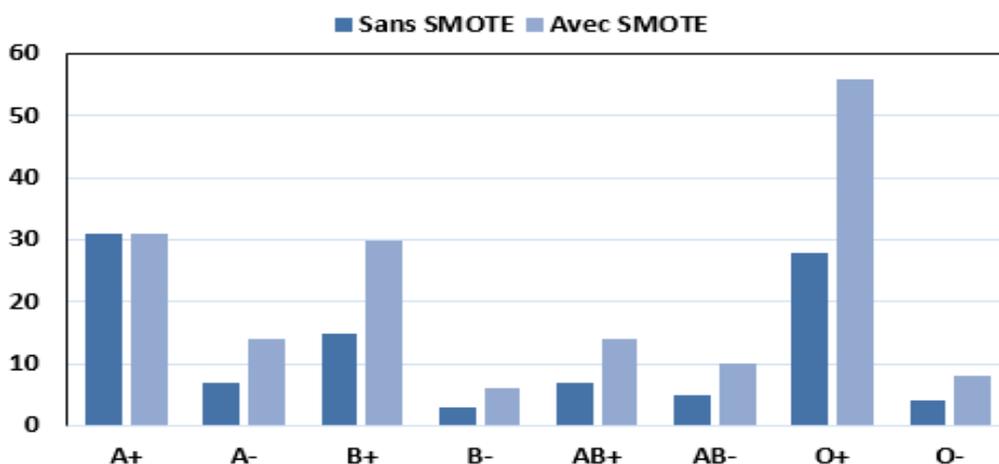


FIGURE 3.11 – Représentation du nombre d’images collectées avant et après l’application de SMOTE.

2.7 Étape 7 : Sélection de caractéristiques

Dans cette phase nous nous sommes intéressés à une méthode relativement simple qui se base sur la corrélation qui est : **ReliefF** [33]. L’importance de cette étape réside dans le fait qu’elle nous permet d’identifier les meilleures caractéristiques à travers le classement (Ranking) des paramètres du plus important au variable moindre importance. L’intérêt de la sélection de variables est résumé dans les points suivants :

- Lorsque le nombre de variables est vraiment trop grand, l’algorithme d’apprentissage ne peut pas terminer l’exécution dans un temps convenable, alors la sélection peut réduire l’espace des caractéristiques.
- Elle améliore la performance de la classification : sa vitesse et son pouvoir de généralisation.
- Elle augmente la compréhensibilité des données.

L'algorithme **ReliefF** ne se contente pas d'éliminer la redondance mais définit un critère de pertinence. Ce critère mesure la capacité de chaque caractéristique à regrouper les données de même étiquette et discriminer celles ayant des étiquettes différentes. L'algorithme de sélection ReliefF fonctionne suivant les étapes suivantes [34] :

1. Initialiser les poids de manière aléatoire.
2. Tirer aléatoirement une donnée X_i .
3. Trouver les K plus proches voisins de X_i ayant les mêmes étiquettes (hits).
4. Trouver les K plus proches voisins de X_i ayant une étiquette différente de la classe de X_i (misses).
5. Pour chaque caractéristique mettre à jour les poids.
6. Calculer la distance.

2.8 Étape 8 : Classification

Nous avons atteint la dernière étape du diagramme, à ce stade, nous appliquerons 3 des méthodes les plus importantes parmi les méthodes de classification, puis nous comparons les résultats obtenus, nous déterminons laquelle de ces méthodes est la plus efficace.

Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine [17] est une méthode de classification qui permet de résoudre les problèmes de discrimination. Ils sont basés sur la recherche d'une frontière, dans laquelle la distance entre les différents groupes de données et la frontière qui les sépare soit maximale (voir Figure 3.12).

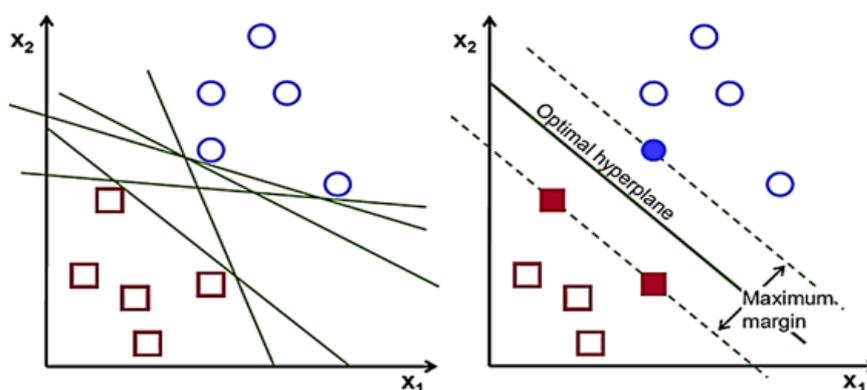


FIGURE 3.12 – SVM avec une séparatrice linéaire.

k-Nearest Neighbours (KNN)

La méthode des K plus proches voisins, est un algorithme de classification, leur principe est le suivant, à partir d'une base de données étiquetées on peut définir à quelle classe appartient la nouvelle donnée à partir de la classe majoritaire des k données voisines les plus proches. Il suffit de fixer le nombre de voisins à considérer (le K) [4]. La figure 3.13. illustre mieux le principe de fonctionnement de KNN.

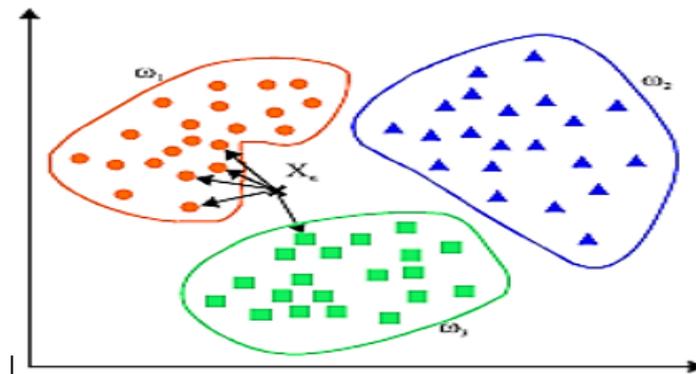


FIGURE 3.13 – Exemple d'application de l'algorithme KNN avec K = 5 [4].

Arbres de décision (AD)

Les arbres de décisions AD sont des méthodes d'induction utilisant une structure d'arbre pour classer les données. Chaque nœud de l'arbre correspond à un test sur un attribut, la question qui se pose est celle du choix de « l'attribut racine ». Pour y répondre, on établit un test statistique, qui détermine à quel point tel attribut peut discriminer l'ensemble d'apprentissage [35]. La figure 3.14 illustre un l'exemple qui exprime le principe de fonctionnement.

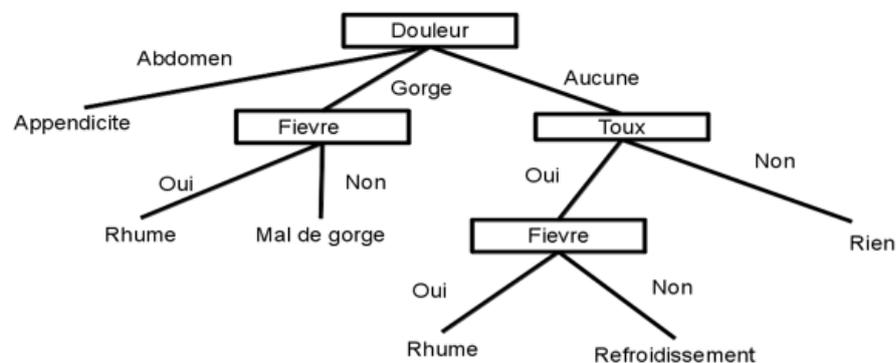


FIGURE 3.14 – Exemple d'arbre de décision généré pour les symptômes d'un rhume/ refroidissement (extrait du cours online²).

3 Résultats et discussion

Dans les expérimentations ci-dessus nous avons travaillées avec 5 cross validation pour mesurer les performances avec 3 métriques qui sont :

- Le taux de classification :

$$TC = \frac{VP_i + VN_i}{VP_i + VN_i + FP_i + FN_i} \quad (3.1)$$

- La Sensibilité (SE) et la Spécificité (SP), ils sont utilisés pour l'évaluation de performance de classifieur.

$$SE = \frac{VP_i}{VP_i + FN_i} \quad (3.2)$$

$$Sp = \frac{VN_i}{VN_i + FP_i} \quad (3.3)$$

Nous allons réaliser 3 scénarios d'expérimentation :

1. **Expérimentation 1** : Classification avec les caractéristiques surfaciques et texture indépendamment.
2. **Expérimentation 2** : Classification par la combinaison de toutes les caractéristiques (surface+texture).
3. **Expérimentation 3** : Classification par la combinaison de toutes les caractéristiques en appliquant la sélection des variables.

Expérimentation 1

Le protocole d'expérimentations consiste à utiliser à chaque fois un classifieur (SVM-KNN-AD) dans chaque base par les variables surfaciques et celle avec texture. Les Tables 3.3 3.4 3.5 3.6) représentent les résultats de base surfacique et texture indépendamment.

Classifieurs	SVM	KNN	AD
TC	51.50	25.88	24.92
SE	54	38.67	38.38
SP	32.90	65.39	60.38

TABLE 3.3 – Les résultats avec les caractéristiques surfaciques sans SMOTE

Classifieurs	SVM	KNN	AD
TC	68.29	25.11	45.02
SE	69.31	35.54	32.73
SP	67.91	87.11	74.94

TABLE 3.4 – Les résultats de base avec les caractéristiques surfaciques avec SMOTE

Classifieurs	SVM	KNN	AD
TC	57.25	25	31.17
SE	62.95	40.17	41.23
SP	12.73	63.62	61.78

TABLE 3.5 – Les résultats de base avec les caractéristiques Texture sans SMOTE

Classifieurs	SVM	KNN	AD
TC	80.47	28.26	55.97
SE	83.86	46.16	49.42
SP	63.13	90.86	88.98

TABLE 3.6 – Les résultats avec les caractéristiques Texture avec SMOTE

- Sans l'application de SMOTE à la base multi-classes. Nous remarquons que le classifieur SVM donne des résultats importants dans les deux bases avec taux de classification tourne alentour de 50%.
- Avec l'application de SMOTE dans les deux bases nous constatons que le taux de classification de SVM est augmenté et restant le meilleur classifieur.
- La base de texture marque des résultats plus élevés que la base surfacique.

Expérimentation 2

Nous réalisons la classification par la combinaison de toutes les caractéristiques surface et texture et les tables 3.7 et 3.8 représente Les résultats de classification avec les caractéristiques Surfacique+Texture.

Classifieurs	SVM	KNN	AD
TC	57	23.33	25.44
SE	61.83	50.59	43.64
SP	16.79	54.58	63.41

TABLE 3.7 – Les résultats avec les caractéristiques Surfacique+Texture sans SMOTE.

Classifieurs	SVM	KNN	AD
TC	79.66	28.07	54.39
SE	83.95	51.25	43.23
SP	53.93	82.30	79.79

TABLE 3.8 – Les résultats avec les caractéristiques Surfacique+Texture avec SMOTE.

- Sans SMOTE, nous enregistrons les meilleurs résultats pour la grande base qui regroupe la base surfacique et de texture sans l'utilisation de la méthode SMOTE. Nous constatons que le SVM marque des résultats importants avec un taux de 57% puis l'arbre de décision avec taux de 31.7 % après le KNN avec un taux de 25%.

- Avec la méthode SMOTE le taux de classification de SVM augmente à la valeur 80.5% et d'autre part le taux de classification d'arbre de décision est 55.9% par contre le taux de classification de KNN marque valeur de 28.3%.

Expérimentation 3

Nous avons appliqué la méthode de sélection de variables sur la grande base qui contient 435 caractéristiques, après classement des variables des plus pertinentes au moindre, au travers de plusieurs expérimentations nous avons choisi 200 caractéristiques avec 3 voisins (voir TABLE 3.9).

Classifieurs	SVM	KNN	AD
TC	79.04	26.49	51.51
SE	81.23	43.00	37.02
SP	68.95	90.66	79.02

TABLE 3.9 – Résultat de classification avec sélection des caractéristiques les plus pertinents.

Nous avons appliqué la méthode de sélection des caractéristiques sur la grande base, nous remarquons de manière générale que le meilleur classifieur, c'est SVM avec un taux de reconnaissance de 79% puis l'arbre de décision 51.51% ensuite le KNN avec le plus faible pourcentage de 26.5 %.

4 Interface graphique

Sur la base des résultats obtenus, nous avons pu créer une interface Matlab (GUI) qui permet une détermination précise, facile et rapide du groupe sanguin. Le principe de fonctionnement de cette interface est expliqué à travers les étapes et les captures présentées ci-dessous.

4.1 Accédez à l'interface et cliquez sur START

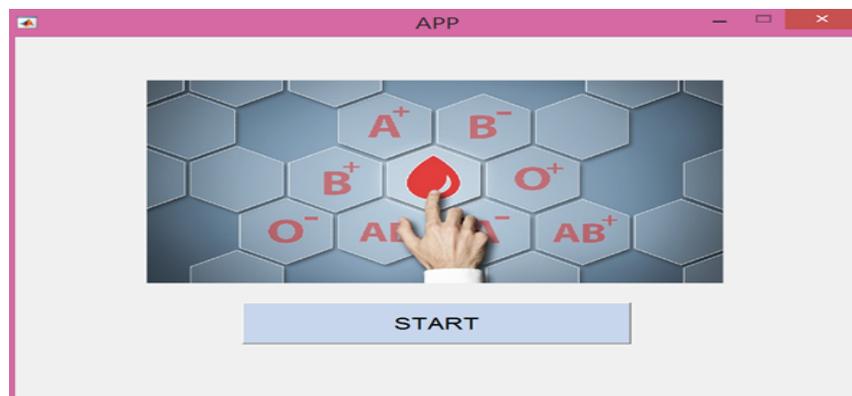


FIGURE 3.15 – Aperçu de l'interface d'accueil.

4.2 Téléchargez l'image en cliquant sur Load Image

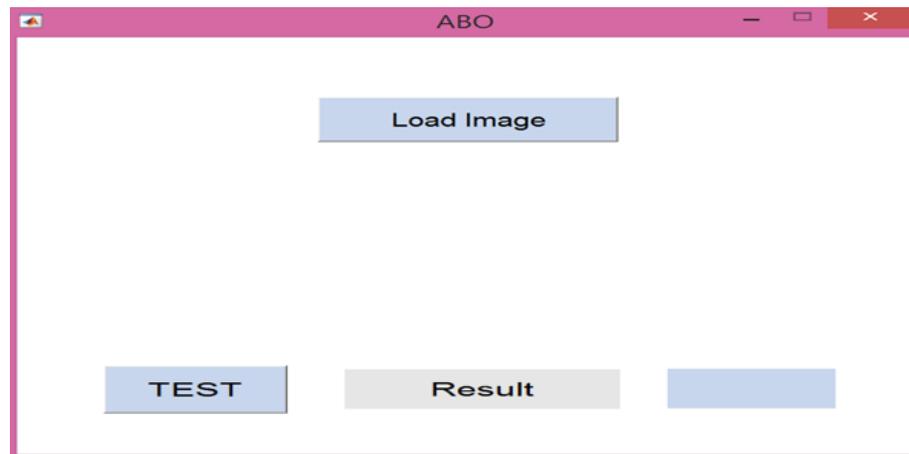


FIGURE 3.16 – Capture du fonctionnement du bouton LOAD.

4.3 Appuyez sur TEST pour obtenir un résultat instantané du groupe sanguin

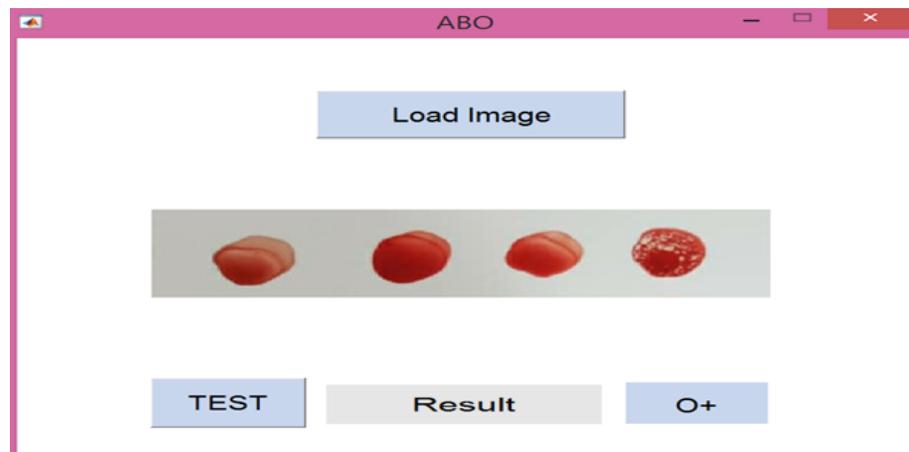


FIGURE 3.17 – Capture du fonctionnement du bouton TEST avec résultat.

Ainsi, nous pouvons constater la facilité d'utilisation de l'interface graphique et son efficacité au regard des résultats obtenus.

Dans un dernier point, nous tenons à informer les lecteurs que nous avons essayé de faire évoluer cette interface vers une application mobile, mais nous nous sommes heurtés à divers obstacles. À ce moment « t » de ce projet de fin d'études, nous nous contentons des résultats en "interface graphique". Nous ferons en sorte dans les prochains jours de réaliser cette application mobile, et pourquoi pas d'assister à son déploiement au niveau des laboratoires et hôpitaux nationaux.

5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons pu mettre en place un système d'identification du groupe sanguin de manière automatique au travers de diverses techniques de traitement d'images en passant par des méthodes de pré-traitement, caractérisation, ré-échantillonnage et sélection de variables pour finir par la classification à travers trois classifieurs (SVM, KNN, AD). Les résultats ont démontrés que l'approche la plus optimale est par l'application de SMOTE et ReliefF en combinaison avec le classifieur SVM atteignant un de taux de reconnaissance de 79%.

Nous avons conclu ce chapitre par la présentation de l'interface simple et facile qui la détermination du groupe sanguin dans un temps instantané.

Conclusion générale

Notre objectif de ce projet de fin d'études était de fournir un procédé automatique qui permet l'identification du groupe sanguin.

Pour ce faire, nous avons proposé une chaîne de traitement qui commence de la capture d'images à partir d'une lame de goutte de sang, à laquelle nous appliquons différentes étapes de traitement d'image et de classification. Cela commence à partir du pré-traitement qui a fait l'objet d'un filtrage puis d'une segmentation (seuillage), suivi de l'application des opérations morphologiques, y compris une ouverture et une fermeture, ceci nous permet par la suite, d'extraire des caractéristiques puis de sélectionner les plus pertinents après l'application d'un ré-échantillonnage des exemples minoritaires, et comme dernières étapes nous mentionnons la classification, pour qu'à la fin toute cette chaîne soit relié avec efficacité dans une l'interface graphique sous Matlab.

Comme il est connu dans le domaine de la classification les résultats que nous avons obtenus via l'application du classifieur SVM sont complètement liés à la taille de base de données, c'est-à-dire que plus le nombre d'exemples d'apprentissage est important, plus nous obtenons une reconnaissance beaucoup plus pertinente. À partir de notre base de données, nous avons pu atteindre des résultats très satisfaisants et importants qui peuvent être améliorés par l'enrichissement de la base de données avec des échantillons divers.

En finalité, nous pouvons dire que nous avons pu mettre en place un système capable de rivaliser avec divers programmes et appareils en termes d'identification du groupe sanguin avec un résultat instantané et des performances qui pourrons être améliorées dans le futur.

Nous nous sommes efforcés de faire évoluer cette interface vers une application mobile pour garantir la facilité d'utilisation, mais nous avons rencontré de nombreux obstacles dont les plus importants sont : la difficulté de chargement et installation des bibliothèques pour ce type d'applications. Cependant, nous ne nous contenterons pas que notre projet de fin d'études ne soit que de l'encre sur papier et nous nous efforcerons d'atteindre cette mise en œuvre dans les jours à venir.

Bibliographie

- [1] Health Encyclopedia, "Overview of blood and blood components," University of Rochester Medical Center Rochester, NY, Accessed on 2021.
- [2] Singapore Red Cross Society, "Understanding blood types," Redcross.sg, Accessed on 2021.
- [3] Adrien Nedelec, Jacques Bienvenu, Nicole Fabien, Jean-Pierre Magaud, Denis Massignon, Anne Mialon, Jean Freney, Florence Morfin, and Stéphane Picot, "Memobio - risation du groupage sanguin," <http://www.memobio.fr/>, janv 2012 Accessed 2021.
- [4] Antonio Mucherino, Petraq J. Papajorgji, and Panos M. Pardalos, *k-Nearest Neighbor Classification*, pp. 83–106, Springer New York, New York, NY, 2009.
- [5] Jean Serra, "Introduction to mathematical morphology," *Comput. Vision Graph. Image Process.*, vol. 35, no. 3, pp. 283–305, Sept. 1986.
- [6] Dariush D Farhud, "Karl landsteiner (1868-1943)," *Iranian journal of public health*, vol. 47, no. 6, pp. 777–778, June 2018.
- [7] Robert A. Kyle and Marc A. Shampo, "Karl landsteiner : Discoverer of the major human blood groups," *Mayo Clinic Proceedings*, vol. 76, no. 8, pp. 830, 2001.
- [8] Joel K. Durand and Monte S. Willis, "Karl Landsteiner, MD : Transfusion Medicine," *Laboratory Medicine*, vol. 41, no. 1, pp. 53–55, 01 2010.
- [9] American Society of Hematology, "Blood basics," hematology.org, Accessed on 2021.
- [10] Blood Group, "The importance of antigens and antibodies," *Encyclopedia britannica*, Accessed 2021.
- [11] Marion E. Reid, Christine Lomas-Francis, and Martin L. Olsson, "Abo - abo blood group system," in *The Blood Group Antigen FactsBook (Third Edition)*, Marion E. Reid, Christine Lomas-Francis, and Martin L. Olsson, Eds., Factsbook, pp. 27–51. Academic Press, Boston, third edition edition, 2012.
- [12] Dean L. Bethesda, "Chapter 5, the abo blood group -," in *Blood Groups and Red Cell Antigens [Internet]*. National Center for Biotechnology Information (US), 2005 2005 - Accessed 2021.
- [13] Brunilda Nazario, "Blood types," WebMD, July 28, 2020 Accessed 2021.
- [14] Brian Krans and Deborah Weatherspoon, "Blood typing," July 8, 2017.
- [15] G Ravindran, Joby T Titus, M Pravin, and P Pandiyan, "Determination and classification of blood types using image processing techniques," *International Journal of Computer Applications*, vol. 157, no. 1, pp. 12–16, January 2017.

- [16] Sudhir G. Panpatte, Akash S. Pande, and Rakshanda K. Kale, "Application of image processing for blood group detection," *Special Issue of International Journal of Electronics, Communication & Soft Computing Science and Engineering*, 2017.
- [17] V.N. Vapnik, "An overview of statistical learning theory," *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 10, no. 5, pp. 988–999, 1999.
- [18] Hilal ATICI, Hasan Erdinc Kocer, and Saadet KADER, "Determination of blood group by image processing using digital images," *Bilecik Azeyh Edebali Universitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12 2020.
- [19] Komal P. Kansara, Upasana R. Mahale, Dhanashree V. Malode, and Pre-rana V. Nahar, "Detection of blood group type and red blood cell count," *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*, vol. 2, no. 4, 2016.
- [20] Mehedi Hasan Talukder, Mahfuz Reza, Mahbuba Begum, Rabiul Islam, and Mahmudul Hasan, "Improvement of accuracy of human blood groups determination using image processing techniques," *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 4, no. 10, October 2015.
- [21] V Pavithra and J Rajeshwari, "Identification of blood group by using image processing techniques," *International Journal of Engineering Technology Research & Management*, vol. 3, no. 5, 2018.
- [22] Nuno Miguel Duarte Costa, "Automatic system for determination of blood types using image processing techniques," M.S. thesis, Industrial Electronics Department University of Minho Guimaraes, Portugal.
- [23] Sakib Rahman, Atifur Rahman, Fariha Ashraf Khan, Shabiba Binte Shahjahan, and Khairun Nahar, "Blood group detection using image processing techniques," M.S. thesis, BRAC University, 24th December 2017.
- [24] Yue fang Dong, Nian Chen, Wei wei Fu, Min Liu, Zhe Zhou, and Shi Chen., "Abo blood group detection based on image processing technology," in *2nd International Conference on Image, Vision and Computing.*, 2017.
- [25] Jennifer C. Dela Cruz, Ramon G. Garcia, Annissa Vi C. Diaz, Angelika Mae B. Danielle Jane I. Nicdao, and Christine Shayne S. Venancio, "Portable blood typing device using image analysis," in *2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Asia (ICCE-Asia)*, 2019, pp. 141–145.
- [26] Ana Ferraz, Vitor Carvalho, and José Machado, "Determination of human blood type using image processing techniques," *Measurement*, vol. 97, pp. 165–173, 2017.
- [27] Ana Ferraz, "Automatic system for determination of blood types using image processing techniques," in *2013 IEEE 3rd Portuguese Meeting in Bioengineering (ENBENG)*, 2013, pp. 1–6.
- [28] Vijay A. Kanade, "Bio-optics : Blood type determination based on image processing techniques by utilizing an optical sensor device," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 5, no. 7, pp. 214 – 217, July 2016.
- [29] Ana Ferraz, Filomena Soares, and Vitor Carvalho, "A prototype for blood typing based on image processing," in *SENSORDEVICES 2013 : The Fourth International Conference on Sensor Device Technologies and Applications.*, 2013.

-
- [30] T. Gayathri, M. Rekha, Naizathul Akmha, and K.Nithyakalyani, "Non invasive blood group detection using light emitting diode," *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, vol. 119, no. 15, pp. 565–574, 2018.
- [31] Timo Ojala, Matti Pietikäinen, and Topi Mäenpää, "Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 24, no. 7, pp. 971987, July 2002.
- [32] Kevin W. Bowyer, Nitesh V. Chawla, Lawrence O. Hall, and W. Philip Kegelmeyer, "SMOTE : synthetic minority over-sampling technique," *CoRR*, vol. abs/1106.1813, 2011.
- [33] Marko Robnik-Šikonja and Igor Kononenko, "Theoretical and empirical analysis of relieff and rrelieff," *Mach. Learn.*, vol. 53, no. 12, pp. 2369, Oct. 2003.
- [34] Ryan J. Urbanowicz, Melissa Meeker, William G. La Cava, Randal S. Olson, and Jason H. Moore, "Relief-based feature selection : Introduction and review," *CoRR*, vol. abs/1711.08421, 2017.
- [35] L. Breiman, J. H. Friedman, R. A. Olshen, and C. J. Stone, *Classification And Regression Trees*, Chapman and Hall, New York, 1984.

Résumé

Qui de nous ne connaît pas l'importance de déterminer le groupe sanguin, et surtout de le déterminer correctement, avec le minimum d'erreur. *Alors comment pouvons-nous faciliter cette tâche aux biologistes et manipulateurs ! ?* La réponse à cette question nous est apportée par notre projet de fin d'études de Master, un système automatisé qui nous permet de déterminer le groupe sanguin à l'aide de techniques de traitement d'images. Durant cette dernière décennie, des scientifiques spécialisés dans ce domaine ont mené diverses études et recherches, sous forme de logiciels et dispositifs pour la reconnaissance du groupe sanguin. Dans ce travail, nous nous intéressons à la réalisation d'un système d'identification automatique qui sera présenté sous forme d'interface graphique. *Comment l'obtenons-nous ? Quelles sont ses propriétés ? Quelles sont les étapes et les méthodes les plus importantes utilisées ?* Toutes ces questions seront répondues en 3 chapitres, à travers eux, nous expliquons en détail toutes les définitions des recherches les plus importantes, les étapes et démarches utilisées pour réaliser notre système afin de faciliter la compréhension de ce mémoire pour ceux qui veulent le lire ou en ont besoin dans d'autres recherches.

Abstract

Who among us doesn't know the importance of determining the blood type, and especially determining it correctly, with the minimum of error. *So how can we make this task easier for biologists and manipulators ! ?* The answer to this question is brought to us by our Master thesis, an automated system that allows us to determine blood type using image processing techniques. During the last decade, scientists specializing in this field have carried out various studies and research, in the form of software and devices for blood group recognition. In this work, we are interested in the realization of an automatic identification system which will be presented in the form of a graphical interface. *How do we get it ? What are its properties ? What are the most important steps and methods used ?* All these questions will be answered in 3 chapters, through them, we explain in detail all the definitions of the most important research, the steps, and procedures used to carry out our process to facilitate the understanding of this memoir for those who want to read it or need it in other research.