

Année : 2021

Thèse N° : 98

**Evaluation de la qualification
immuno-hématologique du don de sang à
l'hôpital militaire Avicenne de marrakech**

THÈSE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 02/07/2021

PAR

Mlle EL KAOUA OUMAIMA

Née le 29 juin 1995 à MARRAKECH

POUR L' OBTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS CLES

qualification-immunohématologie -don de sang -
hémagglutination

JURY

Mr.	M.CHAKOUR Professeur d'Hématologie	PRESIDENT
Mr.	M.AIT AMEUR Professeur d'Hématologie biologique	RAPPORTEUR
Mr.	H. ALAOUI Professeur agrégé d'Anesthésie-réanimation	JUGE

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا

إنك أنت العليم الحكيم

بِسْمِ اللَّهِ
الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سورة البقرة: الآية: 31





Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948





UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

DoyensHonoraires

: Pr. Badie AzzamanMEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI Secrétaire

Générale

: Mr. Azzeddine ELHOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignementsupérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie	FADILIWafaa	Néphrologie
ABOU EL HASSANTAoufik	Anesthésie- réanimation	FAKHIRBouchra	Gynécologie- obstétrique
ABOUCHADIAbdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FOURAIJI Karima	Chirurgiepédiatrique
ABOULFALAHAbderrahim	Gynécologie- obstétrique	GHANNANEHoussine	Neurochirurgie
ABOUSSAIRNisrine	Génétique	GHOUNDALE Omar	Urologie
ADALIImane	Psychiatrie	HACHIMIAbdelhamid	Réanimationmédicale
ADMOUBrahim	Immunologie	HAJJIbtissam	Ophtalmologie
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgiepédiatrique	HAROUKaram	Gynécologie- obstétrique
AISSAOUIYounes	Anesthésie - réanimation	HOCAROuafa	Dermatologie
AIT AMEURMustapha	Hématologie Biologique	JALALHicham	Radiologie
AIT BENALISaid	Neurochirurgie	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgiepédiatrique
AIT BENKADDOURYassir	Gynécologie- obstétrique	KHALLOUKIMohammed	Anesthésie- réanimation
AIT-SABIImane	Pédiatrie	KHATOURI Ali	Cardiologie
AMALSaid	Dermatologie	KHOUCHANIMouna	Radiothérapie
AMINEMohamed	Epidémiologie- clinique	KISSANINajib	Neurologie

AMMAR Haddou	Oto-rhino-laryngologie	KRATIKhadija	Gastro- entérologie
AMROLamyae	Pneumo- phtisiologie	KRIETMohamed	Ophtalmologie
ANIBAKhalid	Neurochirurgie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ARSALANELamiae	Microbiologie -Virologie	LAKMICHI Mohamed Amine	Urologie
ASMOUKIHamid	Gynécologie- obstétrique	LAOUADInass	Néphrologie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LOUHABNisrine	Neurologie
BAIZRIHicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LOUZIAbdelouahed	Chirurgie – générale

BASRAOUI Dounia	Radiologie	MADHAR Si Mohamed	Traumato- orthopédie
BASSIRAhlam	Gynécologie- obstétrique	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BELKHOUAhlam	Rhumatologie	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BEN DRISSLaila	Cardiologie	MAOULAININE Fadl mrahbi rabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BENCHAMKHAYassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENELKHAIAT BENOMARRidouan	Chirurgie – générale	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie –réanimation
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie - orthopédie	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUFID Kamal	Urologie
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUCHENTOUFRachid	Pneumo- phtisiologie	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique	MSOUGGARYassine	Chirurgie thoracique
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie – chimie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
BOUMZEBRADrissi	Chirurgie Cardio-Vasculaire	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BOURRAHOUATAicha	Pédiatrie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BOURROUS Monir	Pédiatrie	NIAMANE Radouane	Rhumatologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie	OUALI IDRIS Mariem	Radiologie
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHAKOUR Mohamed	Hématologie Biologique	QACIF Hassan	Médecine interne
CHELLAKSaliha	Biochimie- chimie	QAMOUSS Youssef	Anesthésie- réanimation
CHERIF IDRIS EL GANOUNI Najat	Radiologie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RADANoureddine	Pédiatrie
DAHAMI Zakaria	Urologie	RAISHanane	Anatomie pathologique

DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie- réanimation	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
EL ANSARINawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL BARNIRachid	Chirurgie- générale	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL BOUCHTIImane	Rhumatologie	SARFIsmail	Urologie
EL BOUIHIMohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	SORANabila	Microbiologie – Virologie
ELFEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique
EL HAOURY Hanane	Traumato- orthopédie	TASSINoura	Maladies infectieuses
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	TAZI Mohamed Illias	Hématologie- clinique
EL HOUDZIJamila	Pédiatrie	YOUNOUSSaid	Anesthésie-réanimation
EL IDRIS SLITINENadia	Pédiatrie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie –virologie
EL KARIMISaloua	Cardiologie	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL KHAYARIMina	Réanimation médicale	ZAOUISanaa	Pharmacologie
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ZIADI Amra	Anesthésie – réanimation
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	ZOUHAIR Said	Microbiologie
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne	ZYANI Mohammed	Médecine interne

Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie
AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	FAKHRI Anass	Histologie- embryologie cytogénétique
ALJSoumaya	Radiologie	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	KADDOURI Said	Médecine interne
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
BELBACHIR Anass	Anatomie- pathologique	LAKOUICH MIM Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BELBARAKAR hizlane	Oncologie médicale	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie
BELHADJ Ayoub	Anesthésie – Réanimation	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino – Laryngologie
BENALI Abdeslam	Psychiatrie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo- phtisiologie	NADER Youssef	Traumatologie - orthopédie
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	OUBAHA Sofia	Physiologie
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	SAJIAI Hafsa	Pneumo- phtisiologie
CHRAA Mohamed	Physiologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino – Laryngologie	SEDDIKI Rachid	Anesthésie - Réanimation
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
EL HAOUATI Rachid	Chirurgie Cardio-vasculaire	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	ZARROUKI Youssef	Anesthésie - Réanimation
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie

Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDEL FETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	ELOUARDI Youssef	Anesthésie réanimation
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	EL-QADIRY Rabi	Pédiatrie
ABOULMAKARIM Siham	Biochimie	ESSADI Ismail	Oncologie Médicale
ACHKOUN Abdessalam	Anatomie	FDIL Naima	Chimie de Coordination Bio- organique
AIT ERRAMI Adil	Gastro-entérologie	FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique
AKKA Rachid	Gastro – entérologie	HAJHOUI Farouk	Neurochirurgie
ALAOUI Hassan	Anesthésie – Réanimation	HAJJ Fouad	Urologie
AMINE Abdellah	Cardiologie	HAMMI Salah Eddine	Médecine interne
ARROB Adil	Chirurgie réparatrice et plastique	Hammoune Nabil	Radiologie
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	HAMRI Asma	Chirurgie Générale
AZIZ Zakaria	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	JALLAL Hamid	Cardiologie
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	JANAH Hicham	Pneumo- phtisiologie
BABA Hicham	Chirurgie générale	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
BELARBI Marouane	Néphrologie	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Hématologie clinique
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	LAHMINI Widad	Pédiatrie
BELGHMAIDI Sarah	Ophtalmologie	LALYA Issam	Radiothérapie

BELLASRI Salah	Radiologie	LAMRANI HANCH Asmae	Microbiologie-virologie
BENANTAR Lamia	Neurochirurgie	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie	MAOUJOURD Omar	Néphrologie
BENZALIM Meriam	Radiologie	MEFTAH Azzelarab	Endocrinologie et maladies métaboliques
BOUTAKIOUTE Badr	Radiologie	MILOUDI Mohcine	Microbiologie – Virologie
CHAHBI Zakaria	Maladies infectieuses	NASSIHHouda	Pédiatrie
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
CHETTATIMariam	Néphrologie	OUMERZOUKJawad	Neurologie
DAMI Abdallah	Médecine Légale	RAGGABI Amine	Neurologie
DARFAOUI Mouna	Radiothérapie	RAISSI Abderrahim	Hématologie clinique
DOUIREKFouzia	Anesthésie- réanimation	REBAHI Houssam	Anesthésie – Réanimation
EL- AKHIRIMohammed	Oto- rhino- laryngologie	RHARRASSI Isam	Anatomie-patologique
EL AMIRI My Ahmed	Chimie de Coordination bio-organique	ROUKHSI Redouane	Radiologie
EL FADLI Mohammed	Oncologie médicale	SALLAHI Hicham	Traumatologie-orthopédie
EL FAKIRI Karima	Pédiatrie	SAYAGH Sanae	Hématologie
EL GAMRANI Younes	Gastro-entérologie	SBAAI Mohammed	Parasitologie-mycologie
EL HAKKOUNI Awatif	Parasitologiemycologie	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
EL HAMZAOUI Hamza	Anesthésie réanimation	SIRBOURachid	Médecine d'urgence et de Catastrophe
EL KHASSOUI Amine	Chirurgie pédiatrique	WARDA Karima	Microbiologie
ELATIQI Oumkeltoum	Chirurgie réparatrice et plastique	ZBITOU Mohamed Anas	Cardiologie
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio- vasculaire
ELJAMILI Mohammed	Cardiologie		

LISTE ARRÊTÉE LE 01/02/2021



DÉDICACES





Je dédie ce modeste travail

A



Tout d'abord à ALLAH

Le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Qui m'a inspirée et guidée dans le bon chemin, Je lui dois ce que je suis devenue.

Louanges et remerciements pour sa clémence et sa miséricorde.

الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي بِنِعْمَتِهِ تَتِمُّ الصَّالِحَاتُ

Au plus précieux de tous les papas

Mr. EL Kaoua Mimoun

De tous les pères vous avez été le meilleur. Vous avez toujours placé nos études au-dessus de tout et vous avez consenti des efforts afin de nous apprendre à être respectueux, honnête, responsable, optimiste et combatif face aux difficultés de la vie. Vous avez été et vous serez toujours, un exemple à suivre pour vos qualités humaines, votre persévérance, votre bonté, votre sagesse, votre justice et votre respect pour les autres. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir. Trouvez dans ce travail le témoignage de ma reconnaissance et de mon indéfectible et filial attachement. Combien a été long le chemin dont j'atteins le but aujourd'hui, grâce à vos prières, votre patience et vos énormes conseils qui ont été pour moi le plus précieux des soutiens. Je ne trouverais jamais assez de mots pour vous exprimer tout mon amour et ma profonde gratitude pour les sacrifices consentis.

A la plus douce et merveilleuse de toutes les mamans

Mme. EL Ouardighi Souad

A la personne qui m'a tout donné sans compter. Autant de phrases aussi expressives, soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour vous. Vous n'avez cessé de me soutenir, de m'encourager et de prier pour moi durant toutes ces années d'études, vous avez toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il le fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour vous, trouvez ici chère mère l'expression de ma profonde reconnaissance et de mon amour indéfectible, merci d'avoir toujours été là dans les instants faciles et difficiles, d'avoir fait tout votre possible pour que je puisse atteindre mon but. Qu'Allah vous apporte santé, bonheur et longue vie auprès de nous.

A ma chère sœur, El Kaoua Aya

A mon frère, El Kaoua Ahmed

En témoignage de mon amour, mon attachement et ma gratitude. Mais aussi en guise de ma reconnaissance pour votre affection, votre soutien et votre serviabilité. Je vous remercie pour tous les moments agréables que nous avons partagés, pour tout le bonheur que vous me procurez. Votre place dans mon cœur est irremplaçable.

Qu'Allah nous garde à jamais unis dans la joie et la prospérité, et qu'il vous préserve du mal et vous accorde santé et réussite.

A la mémoire de "حنّانو" Batoula El yamani

Je vous dédie cette thèse pour votre amour inconditionnel. J'aurais tant aimé que vous soyez présente. Que Dieu ait vos âmes dans sa sainte miséricorde. Que ce travail soit une prière pour votre âme. Vous me manquez tant, je prie pour vous chaque jour espérant vous revoir là où vous êtes au paradis du seigneur. Que vous reposiez dans le paradis

A ma chère MIMA Aïcha benhamouch

Je vous dédie cette thèse pour vos attentions particulières, vos prières et votre amour inconditionnel. Merci pour tout et que Dieu vous donne bonne santé et longue vie parmi nous.

A tous les membres de ma famille petits et grands

Je vous dédie tous ce travail pour votre soutien, amour et encouragements.

Vous trouvez dans ce travail, l'expression de mon amour en vous souhaitant beaucoup de bonheur.



Ama meilleure et confidente amie Meriem Amandou

Tu es devenue pour moi une véritable sœur, qui n'a cessé de me soutenir et m'accompagner en toute épreuve le long de mes études. Tu as toujours donné l'exemple d'une amie attentive et fidèle, et d'une camarade serviable et marrante. Conserve-moi ta profonde amitié et ton immense amour et sois convaincue qu'il en est de même pour moi.

A mes amis et collègues

Aucun mot ne saurait exprimer mes sentiments de considération et reconnaissance envers votre soutien et vos encouragements le long de nos études. Vous étiez toujours là à mes côtés à partager avec moi mes moments de joie et de tristesse en tant que frères et sœurs. Merci pour tous les moments formidables qu'on a partagés. J'espère que vous trouverez à travers ce travail mes sentiments de gratitude, de respect et de profond attachement les plus sincères.

A DrYassir Jabbar

Je vous remercie infiniment pour votre aide, votre temps précieux et votre soutien, je vous exprime ma haute considération et mon profond respect.

A tous mes, confrères et consœurs et enseignants de la faculté de médecine de Marrakech

A tous les médecins dignes de ce nom



A Monsieur le professeur A.Belmekki

Professeur d'Hématologie

Chef du CTS de HMA de Rabat

Je vous remercie infiniment pour l'aide précieuse que vous m'avez apporté dans la réalisation de ce travail. Votre intérêt pour mon travail ainsi que votre disponibilité ont suscité mon respect.

Veillez accepter l'expression de ma profonde reconnaissance.

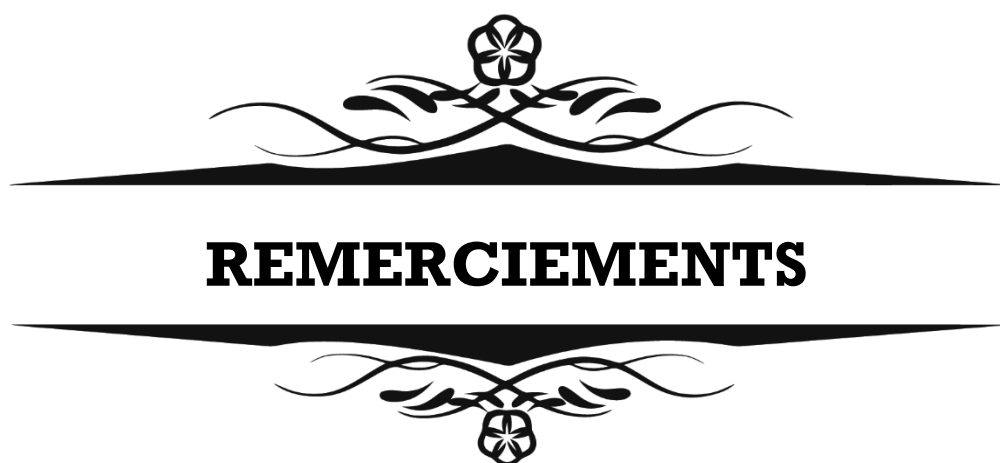
A Dr.Khadija Hajjout

Je vous remercie infiniment pour votre aide, votre temps précieux et votre soutien, je vous exprime ma haute considération et mon profond respect.

A tout le personnel du CTS
de l'hôpital militaire Avicenne
de Marrakech

Je vous remercie infiniment pour votre collaboration dans la réalisation de ce travail.

Je vous exprime ici tout mon respect et toute ma reconnaissance.



A notre maître et président de thèse

Monsieur le Professeur Mohamed CHAKOUR

Professeur d'Hématologie biologique

Mes sincères remerciements pour le grand honneur que vous me faites en acceptant de présider cette thèse.

Votre compétence, votre dynamisme, ainsi que vos qualités humaines et professionnelles exemplaires ont toujours suscité notre admiration.

Qu'il soit permis, cher maître, de vous exprimer ma sincère reconnaissance, mon profond respect et ma plus grande estime.

Que Dieu le tout puissant vous garde et vous procure longue vie, santé et bonheur

A notre maître et rapporteur de thèse

Monsieur le Professeur Mustapha AIT AMEUR

Professeur d'Hématologie biologique

C'est avec un grand plaisir que je me suis adressé à vous dans le but de bénéficier de votre encadrement, travailler avec vous a été très agréable pendant cette période.

J'ai trouvé auprès de vous le maître, le conseiller et le guide qui m'a reçu en toute circonstance avec sympathie et bienveillance.

Votre modestie et votre simplicité font de vous en plus de vos qualités professionnelles, une référence de bon sens de compétence.

La gentillesse et la bienveillance avec lesquelles vous avez guidé mes pas dans ce travail ont suscité ma bonne volonté de donner de mon mieux.

Veuillez trouver dans ce travail l'expression de ma haute considération, ma profonde reconnaissance et ma sincère gratitude.

Que Dieu le tout puissant vous garde et vous procure longue vie, santé et bonheur





A notre maître et juge de thèse
Monsieur le Professeur H. ALAOUI
Professeur agrégé d'Anesthésie Réanimation

Je vous suis très reconnaissant de l'honneur que vous me faites en acceptant de juger ce travail.

Veillez trouver ici, cher Maître, le témoignage de ma reconnaissance et de ma grande estime.

Que Dieu le tout puissant vous garde et vous procure longue vie, santé et bonheur



Abréviations



Liste des abréviations

TS	: transfusion sanguine
CTS	: centre de transfusion sanguine
HMA	: hôpital militaire Avicenne
QBD	: qualification biologique de don
Ag	: antigène
Ac	: anticorps
PSL	: Produits sanguins labiles
RAE	: Recherche d'Anticorps anti-érythrocytaires
RAI	: Recherche des agglutinines irrégulières
GR	: globule rouge
RH	: Rhésus
CQI	: contrôle de qualité interne
OMS	: organisation mondiale de la santé
TCI	: test de coombs indirect
PPP	: Plasma Pauvre en Plaquette
PRP	: Plasma Riche en Plaquette
CPA	: Concentré plaquettaire d'aphérèse
CPS	: Concentré plaquettaire standard
CPD	: Citrate, Phosphate, Dextrose
SAGM	: Saline Adénine Glucose Mannitol

HLA	: humain leukocyte antigen
HPA	:humain patelet antigen
EMT	: technique des érythrocytes magnétisés
Clt	: contrôl
GBEA	:guide de bonne exécution des analyses



PLAN



INTRODUCTION	1
MATERIELS ET METHODES	9
I. Matériels	10
1. Population des donneurs	10
2. Base des données	10
3. cadre de l'étude	10
4. AUTOMATE IH-500	15
5. Techniques de qualification immunohématologique au CTS de HMA	17
6. Unité d'aphérèse plaquettaire au sein de CTS de HMA de Marrakech	21
II. Méthodes	23
RESULTATS	25
I. Nombre total des dons	26
II. Nombre total des tests immunohématologiques réalisés	26
III. Prévalences phénotypiques sur les dons du sang	26
1. Prévalence des phénotypes ABO	27
2. Prévalence des phénotypes RHD	27
3. Prévalence des phénotypes RHD associés à l'ABO	28
4. Prévalence des phénotypes RH étendu	29
5. Prévalence des phénotypes KEL	30
IV. Nombre de RAI réalisées sur les dons de sang	31
V. Nombre d'incidents et accidents immunohématologiques transfusionnels	31
ANALYSE ET DISCUSSION	32
I. Nombre total des dons de sang	33
II. Nombre des tests immunohématologiques réalisés au sein de CTS de HMA de Marrakech	33
III. Prévalences phénotypiques	33
1. Groupe sanguin ABO	33
2. Groupe sanguin RHD	36
3. Phénotype sanguin RH étendu	37
4. Phénotype RHD positif combiné au système ABO	38
5. Phénotype RHD négatif combiné au système ABO	39
6. Groupe sanguin Kell	39
IV. Rappel sur la chaîne transfusionnelle	40
V. Evaluation de la qualification immunohématologique	46
A. Evaluation des techniques	46
B. Evaluation des moyens	65
VI. Tableaux comparatifs récapitulatifs	75
VII. Hémovigilance et sécurité transfusionnelle	77
A. Hémovigilance	77
B. sécurité transfusionnelle	78
VIII. Recommandations	83
CONCLUSION	85
RESUME	89
ANNEXES	95
BIBLIOGRAPHIE	118



INTRODUCTION



Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Depuis plusieurs années, les questions du sang et ses dérivés agitent l'opinion publique.

Produit sensible et à charge hautement émotionnelle, le sang fait aujourd'hui partie des préoccupations quotidiennes non seulement des responsables de la santé, mais aussi de l'ensemble des citoyens marocains qui s'interrogent sur le geste même du don de sang, sur la disponibilité de cet or rouge au besoin et sur les garanties de sécurité fournies aux receveurs par les services de la transfusion sanguine (TS) nationale(1).

En dépit des efforts pour réduire les risques et la part du danger inhérent à l'usagethérapeutique de ce liquide biologique offert chaque année par des milliers de donneursvolontaires, le sang est une substance indispensable souvent salvatrice, parfois dangereuseet quelque fois mortelle(1).

La TS est définie par l'OMS comme étant le transfert de sang ou de l'un de ses constituants d'un individu (appelé donneur) à un autre (appelé receveur)(2).

Sa réalisation est rendue possible grâce à la découverte du système ABO par Landsteiner en 1990(3).

Le fait que le sang d'un seul donneur puisse être utilisé pour plusieurs malades tient à ce que, désormais les indications réelles du sang total étant très restreintes, le sang est fractionné en ses composants qui sont alors utilisés séparément.

La transfusion de produits sanguins labiles (PSL) est un acte thérapeutique fréquent en hématologie comme dans d'autres spécialités médicales et chirurgicales. Comme toute thérapeutique, elle présente des risques de nature diverse qui doivent être pesés au regard des bénéfices attendus.

Evaluation de la qualification immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Certains sont propres à l'établissement de transfusion sanguine tels que les risques infectieux, d'autres sont liés à l'utilisation des produits sanguins dans l'établissement de santé tels que les risques immunohématologiques et ceux de la surcharge volumique(4).

La sécurité transfusionnelle est assurée par une maîtrise de toutes les étapes de la chaîne transfusionnelle du donneur au receveur. Elle repose sur un ensemble de mesures visant à réduire, voire éliminer, les risques immunologiques et infectieux liés à la transfusion des produits sanguins.

Elle impose aux centres de transfusion, aux hôpitaux publics et aux cliniques privées de prendre des dispositions pour assurer le contrôle de tous les maillons de la chaîne transfusionnelle(1).

Cette sécurité commence dès le don qui subit systématiquement un ensemble d'examens et de transformations permettant la préparation des produits sanguins et notamment la qualification biologique des dons(QBD) qui serviront à rendre le produit fini utilisable.

En matière d'immunohématologie, la maîtrise de la chaîne transfusionnelle figure parmi les piliers de la sécurité nécessaires à l'obtention de produits labiles biologiquement qualifiés. Une étape indispensable à appliquer durant ce processus, est la qualification immunohématologique qui présente le vif du sujet de notre étude.

I. Transfusion sanguine au Maroc

1. Historique(4)

La TS au Maroc a connu comme partout dans le monde une grande évolution depuis la deuxième guerre, bien marquée après l'indépendance et parallèlement à l'évolution du réseau hospitalier national et aux progrès scientifiques en matière de transfusion sanguine.

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

L'histoire de TS au Maroc a commencé en 1943 par la création du premier centre de transfusion sanguine (CTS) à Fès par le Médecin Commandant J. Julliard, puis à Casablanca en 1948, avant la création du centre national de transfusion sanguine (CNTS) à Rabat en 1956.

Le CTS des forces armées royales (FAR), quant à lui, a démarré en 1991 sous la direction du Médecin Colonel S. NEJMI et du Médecin Commandant M. Naji

En 1993, Le Professeur N. Benchemsi a pris en charge le CNTS de Casablanca où elle a mis en œuvre la politique nationale de TS, avec la création de près de 50 centres régionaux et locaux de transfusion

Depuis l'indépendance jusqu'à l'adoption de l'arrêté ministériel conjoint du 27 novembre 1986 (Mode de gestion SEGMA), le réseau transfusionnel national n'a pas bénéficié d'une attention particulière quant à son organisation, la révision de ses structures, son fonctionnement ou la formation de ses cadres techniques et de ses gestionnaires.

La politique du Ministère de la santé s'était orientée beaucoup plus vers le développement et l'organisation du réseau de soins de santé de base ambulatoires et du réseau hospitalier.

2. Aspects législatifs relatifs à la qualification immunohématologique dans le cadre de TS au Maroc

La TS dans ses différentes activités est encadrée par la loi **03-94**, les décrets 2-94-20 et 2-96-421 ainsi que des arrêtés et circulaires. La circulaire 17 du 8 avril 1999 précise le fonctionnement et les attributions des différentes structures chargées de la transfusion.(6)

Le système de TS est piloté par le centre national de transfusion sanguine et d'hématologie (CNTSH). Il comporte en outre, les CTS, les banques de sang et les antennes de transfusion

Evaluation de la qualificationImmuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Au Maroc, 16 CTS et 13 banques de sang ainsi que 30 antennes de transfusion se répartissent dans les différentes régions(6)

Tout un texte réglementaire visant à organiser la réalisation des examens immunohématologiques dans le cadre de TS au Maroc(7)(Annexe1)

II. Qualification immunohématologique du don de sang

1. Définition

La qualification biologique en immunohématologieregroupe les caractéristiques immunohématologiques (groupage sanguin, recherche des anticorps anti-érythrocytaires et la détection des anticorps anti-A et anti-B immuns) du don, sur la base des analyses biologiques exigées par la réglementation en vigueur(8)

Ellereprésente un maillon important de la chaine transfusionnelle, indispensable à appliquer lors de la TS et le don de sang. Elle contribue en même temps que d'autres activités transfusionnelles à assurer la sécurité du receveur vis-à-vis des risques liés à la compatibilité immunohématologique (9).

Le processus de qualification immunohématologique des dons commence par la gestion des échantillons sanguins, depuis leur prélèvement jusqu'à leur rejet,elle repose sur la réalisation d'une multitude d'examens obligatoires pour chaque don (10):

- Le groupage sanguin ABO-RH1(RHD)
- Le phénotypage RH-KEL qui consiste à rechercher les antigènes C(RH2),E(RH2), c(RH3), e(RH4) pour le système RH, et K pour le système Kell.
- La recherche des agglutinines irrégulières (RAI).
- La recherche des Anticorps anti-A et anti-B immuns

Analyse non systématique:

- Le phénotypage élargi détermine les phénotypes des autres groupes sanguins autres que l'ABO, RH et Kell (antigènes Kidd, Duffy, MNS, Lewis). C'est une analyse optionnelle qui consiste à fournir des produits sanguins spécifiques pour certaines situations (groupes rares, sujets polytransfusés, allo-immunisation fœto-maternelle)(11)

La collecte du sang des donneurs et la qualification biologique, répondent à de nombreuses exigences réglementaires et des normes fixées par le ministère de la santé, et grâce à l'efficacité de l'ensemble des mesures de prévention prises à chaque étape au sein des laboratoires, ces derniers participent à la sécurité transfusionnelle des receveurs tout en gardant à l'esprit le respect du donneur(12).

Les laboratoires de QBD ont un devoir et une obligation de fiabilité et de sensibilité maximales des résultats rendus. Ils ont donc à mettre en place les moyens humains, techniques, matériels, informatiques, organisationnels, les validations des méthodes, la traçabilité des opérations et l'analyse de risque de toutes les étapes du processus d'analyse, pour garantir des résultats fiables et obtenus dans des temps compatibles avec l'utilisation optimale des PSL(12).

Ainsi, la méthodologie de travail au sein du laboratoire d'immunohématologie doit être structurée en procédures et modes opératoires afin de respecter les normes du référentiel et de réduire au minimum les causes d'erreurs.

En effet, la mise en place de nouvelles techniques de plus en plus sensibles et spécifiques et l'évolution des performances des automates ont permis à cette qualification de contribuer significativement à l'amélioration de la sécurité transfusionnelle, par l'utilisation de réactifs sélectionnés et de méthodes maîtrisées(12).

2. Intérêt de la qualification immuno-hématologique dans la sécurité transfusionnelle :

La qualification immunohématologique a comme objectifs :

- ✦ La sécurité transfusionnelle, en assurant la compatibilité des PSL transfusés avec les anticorps du patient, afin de prévenir une hémolyse post-transfusionnelle.
- ✦ De limiter tout risque d'allo-immunisation contre les antigènes des groupes sanguins apportés par les produits transfusés et absents chez le receveur
- ✦ D'informer le donneur en cas de particularité constatée lors de ses analyses (appartenance à un groupe rare).
- ✦ La distribution de produits sanguins dans le cadre d'une compatibilité immunologique entre les produits sanguins et le receveur.
- ✦ La prévention de certains effets indésirables et l'amélioration de la qualité et la sécurité des transfusions.

III. Objectifs de l'étude

Notre travail est une étude rétrospective évaluative, descriptive et analytique de la qualification immunohématologique du don de sang au sein du CTS de l'HMA de Marrakech, et dont les objectifs sont de :

- Mettre le point sur le niveau de la qualification immunohématologique au sein du CTS à l'hôpital militaire Avicenne (HMA) de Marrakech.
- Proposer des recommandations pour une éventuelle remise à niveau
- Mettre en valeur les techniques de la qualification immunohématologique du don de sang réalisées au CTS à HMA de Marrakech par rapport à ce qui se fait à l'échelle nationale et internationale

Evaluation de la qualificationImmuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- Dresser le profil phénotypique des groupes sanguins ABO et RHD et Kell au sein d'une population militaire représentative de la ville de Marrakech et régions
- Créer une banque du sang rare et éventuellement un centre national de référence en immuno-hématologie.



MATÉRIELS ET MÉTHODES



I. Matériels

C'est une étude rétrospective descriptive, évaluative et analytique de la qualification immunohématologique du don de sang menée dans les deux CTS (l'ancien et le nouveau) de HMA de Marrakech portant sur 8221 dons.

1. Population des donneurs

Il s'agissait d'une des militaires de Marrakech et régions (Bengurir, Kasbah Tadla, Ouarzazate et khouribga), dont les âges se situaient entre 18 et 55 ans, prélevés selon des collectes programmées (2 à 3 collectes par mois) remplissant les conditions du don de sang.

2. Base des données

A partir des données répertoriées dans les archivespapiers, les registreset les données informatisés du CTS entre 2016 et 2020.

Nous avons collecté pendant cette période 8221 dons de sang

3. Cadre de l'étude

Les deux CTS (Nouveau et ancien sites) de H.M.A à Marrakech.

3.1- Infrastructure du nouveau CTS

3.1.1 – Locaux et équipements

- Bureau de médecin chef, pour l'entretien pré-don
- Salle des prélèvements qui comprend neuf fauteuils.
- Salle de préparation et séparation qui comprend :
 - Deux centrifugeuses pour poches du sang

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- Une centrifugeuse pour carte gel, spécialement développée pour le système ID (BIO-RAD) avec une capacité de 24 cartes
 - Une balance pour peser des poches du don du sang
 - Quatre presses plasma manuelles et une semi-automatique pour la séparation des poches de sang
 - Une soudeuse
- Une paillasse de sérologie, comprend :
 - Une centrifugeuse pour tubes d'échantillons destinés à l'analyse sérologique
 - Un automate « EVOLIS Twin Plus » de sérologie
- Une paillasse d'immuno-hématologie qui comprend :
 - Un automate IH-500 pour le phénotypage érythrocytaire (en panne)
 - Des plaques d'opaline et des cartes gels pour groupage sanguin
 - Matériels consommables (pipettes etc...)
- Une salle de stockage comprend :
 - Trois réfrigérateurs (600 L chacun)
 - Un congélateur à -30°
 - Un réfrigérateur des sérums des malades et des donneurs (sérothèque)
 - Un stabilisateur + Un onduleur pour pallier aux pannes électriques
- Un vestiaire et une salle de préparation des collations

3.1.2- Personnel

- Médecin chef du CTS, professeur en hématologie biologique
- Un majeur de service (technicien de laboratoire)
- Un Infirmier polyvalent (préleveur)
- Un aide-soignant
- Trois techniciens de laboratoires, dont deux sont lauréats d'ISPITS (Institut Supérieur des Professions Infirmiers Et des Techniques De Santé Maroc)

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- Pas de secrétaire

3.2- Infrastructure del'ancien CTS

3.2.1– Locaux :

- Bureau de médecin chef, qui sert pour l'entretien pré don
- Salle des prélèvements qui comprend trois fauteuils.
- Salle de préparation, séparation et laboratoire d'analyses biologiques (immunohématologiques et sérologiques)

3.2.2– Equipements

- Une centrifugeuse pour tubesdestinés aux examens immunohématologiques et sérologiques.
- Une centrifugeuse pour carte gel : spécialement développée pour le système ID (BIO–RAD) avec une capacité de 6 cartes
- Un incubateur pour carte gel et tubes et un bain marie pour décongélation des PFC
- Un agitateur de plaquettes
- Deux réfrigérateurs, un pour les PSL et l'autre pour les réactifs
- Un congélateur pour plasma
- Une presse plasma manuelle pour la séparation des poches de sang
- Trois plaques d'opaline pour groupage,
- Cartes gels, des tiges et des pipettes.
- Un PC fixe pour la saisie informatique des résultats biologiques et les données des collectes.
- Appareil d'aphérèse plaquettaire : Haemonetics MCS+
- Automates de sérologie EVOLIS (en panne depuis 2017)

✓ ID-Incubateur L:



Figure1: Incubateur pour carte Gel au CTS de HMA (photo su service)

C'est un incubateur pour les tubes et les cartes d'identité développé par Bio-Rad

Caractéristiques(13):

- Zones d'incubation indépendantes (cartes d'identité et/ou tubes)
- Capacité jusqu'à 36 cartes et 24 tubes
- Écran tactile avec interface
- Logiciel multilingue
- Programme standard : Temps d'incubation programmable 15 minutes à 37°C
- Conformité marquage CE

✓ BAIN-MARIE / INCUBATEUR

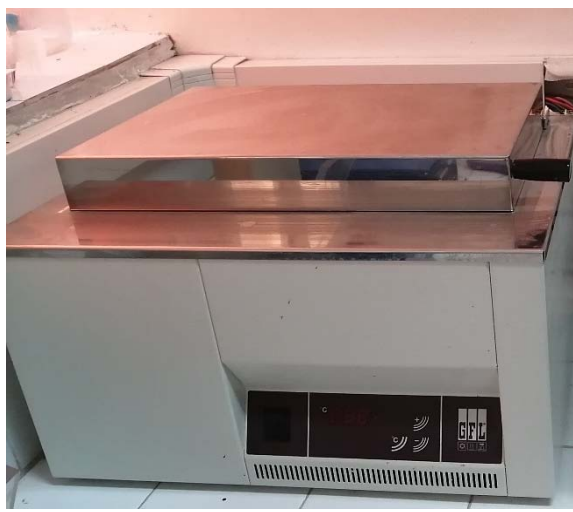


Figure 2: BAIN-MARIE INCUBATEUR (photo su service)

Spécifications et particularités (14):

- Régulation de température par microprocesseur.
- Affichage et commande digitale de la température sur écran LED
- Clavier à ruban avec symboles clairs.
- Contrôle électronique du fonctionnement de la régulation de température. En cas de dysfonctionnement affichage de l'erreur sur l'écran.
- Cuve et corps de chauffe, cadre, couvercle et fond à tamis en acier inox.
- Couvercle à isolation thermique à double enveloppe
- Couvercle et fond à tamis perforé.
- Robinet de vidange à l'arrière.
- Conforme aux normes de sécurité et portent le label CE.

4. AUTOMATE IH-500 : (ANNEXE 2)



Figure3 : Automate IH 500 (photo de service)

✦ Principe

IH-500 est un système entièrement automatisé avec cartes gel, pour les tests d'immunohématologie.

Automate de la société Bio-Rad, couplé à un seul logiciel de gestion des données (IH-Com) le logiciel sur lequel les résultats sont expertisés, visualisés puis validés par le technicien, il facilite la tâche, notamment sur la gestion des contrôles, des réactifs et des transferts de données informatiques.

IH500 associe la fonctionnalité et design pour répondre aux besoins des laboratoires d'immunohématologie en constante évolution

Le système IH-500 facilite les tâches en cas de flux de travail (15).

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Il possède des systèmes de contrôles de qualité (CQ) permettant le contrôle de son bon fonctionnement et de la bonne réalisation de chaque étape. Ces CQ permettent la vérification automatique du statut des lots de réactifs lors du chargement, la gestion automatique de l'instrument avant chaque traitement d'échantillon, ce qui assure la validité des résultats et évite la répétition des analyses.

✦ Technique

L'Automate IH-500 utilise la technique *d'agglutination et de filtration sur gel* en utilisant des cartes gel "ID-Cards".

Ces cartes sont formées de six microtubes qui contiennent des micro-cupules surmontant une colonne de filtration contenant du gel et des anticorps humains polyclonaux de l'antigène à rechercher (anti-A, anti-B, anti-D).

✦ Tests réalisés

- Groupage sanguin ABO/RHD +Épreuves globulaire et sérique
- Phénotypage RH/KELL
- Dépistage d'anticorps anti-érythrocytaires (RAE)
- Test direct à l'antiglobuline (TDA) :Coombs Direct
- Tests de compatibilité entre receveur et poche du sang
- Identification d'anticorps en cas de positivité de RAE
- Titrage des anticorps desanticorps de RAE positive
- Phénotypage étendu aux autres groupes sanguins.

Nb : Cet automate n'est plus utilisé au cours de la qualification immunohématologique du don du sang au sein de CTS de l'HMA de Marrakech à cause du manque de réactifs

5. Technique de la qualification immunohématologique au CTS de HMA

Les échantillons destinés aux analyses immunohématologiques sont prélevés successivement dans des tubes EDTA stériles. Ces derniers sont centrifugés à 3000 tours/min pendant 5 min.

Le prélèvement est réalisé tout en respectant « les bonnes pratiques de prélèvement et d'asepsie GBEA marocain ».

5.1 – Méthode :

La détermination des groupes sanguins érythrocytaires est réalisée selon la méthode d'héماغglutination

- **Principe**

L'héماغglutination est une variante de la réaction d'agglutination. Elle met en œuvre la fixation d'anticorps spécifiques sur des structures antigéniques présentes à la surface des globules rouges. Cette réaction aboutit à la formation d'un agrégat d'hématies visible à l'œil nu appelé agglutinat.

Cette méthode est très utilisée étant donné sa rapidité, sa bonne sensibilité et son faible coût.(17).

L'héماغglutination est la technique historique pour mettre en évidence les antigènes érythrocytaires (Ag) et les anticorps (Ac) plasmatiques des patients.

- **Limites**

Bien qu'elle soit facile à réaliser, de faible coût, spécifique et d'une sensibilité pour la prise en charge des patients et des donneurs, elle présente un certain nombre de limites (18)

Evaluation de la qualificationImmuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Elle ne permet pas la détermination du phénotype étendu d'un grand nombre de donneurs pour l'identification de phénotypes négatifs ou de donneurs de références pour les panels d'identification d'Ac antiérythrocytaires.

Elle présente aussi d'autres difficultés :

- Le phénotypage d'un fœtus à risque pour la maladie hémolytique du nouveau-né (MHNN)
- La détermination de la zygote RHD des personnes D positif
- La détermination des Ag faiblement exprimés
- La détermination du type d'immunisation (allo ou auto).

5.2 -Technique

Les deux techniques utilisées au CTS à l'HMA de Marrakech sont :

Le groupage sanguin ABOD sur plaques d'opaline et sur cartes gel "*ID-Card System*"

Que l'analyse soit manuelle ou automatisée, la pratique des contrôles interne de qualité (CQI) est réalisée avant la série, elle a pour objectif de garantir le maintien qualitatif du processus analytique et de détecter toute anomalie.

5.3 Réactifs utilisés

- o Des Sérums « test »qui contiennent des anticorps monoclonaux IgM(19):
Diaclon Anti-A, Anti-B, Anti-AB , Anti-D de BIO-RAD
- o Des hématies « test » A1 et B pour groupage"ID-DiaCell ABO de BIO-RAD"
- o Trois hématies tests : panel de dépistage pour RAI

5.4 Tests immunohématologiques

5.4.1- Le groupage ABO

La détermination des groupes sanguins ABO est réalisée selon la technique d'hémagglutination utilisant des plaques d'opaline et des Cartes gels, elle comporte obligatoirement deux épreuves : une épreuve globulaire dite épreuve de Beth–Vincent et une épreuve plasmatique dite épreuve de Simonin.

Ces deux épreuves se réalise par deux techniciens différents,l'un réalise le groupage sur plaque et l'autre par carte Gel puis validées par des témoins.

- o Témoin allo qui garantit l'épreuve sérique.
- o Témoin AB qui garantit l'épreuve globulaire.
- o Témoin auto pour vérifier l'absence d'auto–anticorps.

La validation du groupage ABO repose sur la concordance entre l'épreuve globulaire et L'épreuve sérique et la négativité des témoins.

5.4.2- Le phénotypage RHD

Le groupage Rh standard est réalisé, il consiste à rechercher l'Ag D (RH1) par technique d'agglutination directe entre l'antigène D porté sur les hématies à tester et le sérum test anti–D.

Cette recherche est effectuée simultanément à la recherche des Ag A et B lors du groupage ABO (sur plaque d'opaline et sur carte gel)

Comme pour toute analyse phénotypique, la validation analytique du groupage sanguin ABO–RH1 repose sur les résultats conformes de contrôles internes de la qualité (CIQ).

En s'entourant de CIQ, le laboratoire de QBD se dote de moyens pour suivre la variabilité de l'analyse, de détecter les dérives, d'en rechercher l'origine et de les corriger.

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Ces contrôles sont obligatoires sur toutes les analyses et contribuent à la maîtrise des processus analytiques (20)

5.4.3- Phénotypage RH-KELL

Il comprend l'étude des antigènes: C(RH2), E(RH3), c(RH4), e(RH5) et K(kell). Il est effectué sur carte gel à l'aide de réactifs monoclonaux et/ou polyclonaux.

5.4.4- Recherche des agglutinines irrégulières (RAI)

La RAI a comme principe la détection des anticorps anti-érythrocytaires *irréguliers* chez un donneur en faisant réagir son sérum vis-à-vis des hématies du panel selon le test de Coombs indirect. Elle comporte une première étape de dépistage. En cas de positivité, une identification des anticorps *devrait* impérativement être effectuée.

L'étape du dépistage est la seule étape réalisée au sein du CTS, elle est indiquée surtout chez les donneurs de sexe féminin.

La gamme de dépistage comporte au minimum trois hématies-tests, la RAE est réalisée en technique de filtration qui nécessite l'utilisation d'une cassette constituée d'une micro-cupule surmontant une colonne de filtration. Cette colonne de filtration contient un gel et de l'antiglobuline (soit IgG, soit C3d, soit les deux).

5.4.5- La recherche des hémolysines anti-A et anti-B

Les hémolysines sont des anticorps immuns fortement hémolysants par leur capacité à déclencher la cascade complète du complément, contrairement aux anticorps anti-A et anti-B naturels. Ils sont en outre caractérisés par un maximum d'activité à 37°C et sont de nature IgG.

Ces derniers ne sont pas recherchés systématiquement au cours de la qualification immunohématologique du don du sang dans le CTS de l'HMA de Marrakech, vu que nos

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

donneurs sont des militaires très souvent de sexe masculin et jamais transfusés, par conséquent le risque d'une immunisation dans le système ABO est écartée.

6. Unité d'aphérèse plaquettaire au sein de CTS de HMA de Marrakech

La technique d'aphérèse est utilisée depuis 2017 au centre de transfusion sanguine de l'HMA de Marrakech, motivée par la demande forte des plaquettes chez les patients.

Dans le laboratoire du CTS de l'HMA, le concentré de plaquettes issu d'aphérèse (CPA) est prélevé à l'aide d'un séparateur de cellules type « HaemoneticsMCS+ ».

✦ Haemonetics MCS+

Ce séparateur à flux discontinu permet de prélever uniquement les plaquettes sanguines et de restituer audonneur les autres composants sanguins, permettant ainsi une collection plus importante deplaquettes.

Afin de maintenir un débit veineux optimal, la MCS est équipée d'un brassard gonflable, qui maintient automatiquement une pression prédéterminée au cours des cycles de prélèvement(21).

Cette technique, constitue actuellement le meilleur moyen d'obtenir des plaquettes en grande quantité à partir d'un seul donneur,elle présente un progrès considérable dans l'automatisation et la standardisation desdons du sang pour obtenir des PSL sélectionnés.

Les prélèvements des CPA se font sur demande par concertation avec le médecin demandeur.

Les donneurs d'aphérèse sont sélectionnés après un examen médical et un contrôle biologique pré-don, avec un intervalle d'âge qui doit être entre 18 et 60 ans.

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Un hémogramme est effectué pour déterminer le taux de plaquettes qui doit être supérieur à 200000 par microlitre, afin d'avoir un rendement satisfaisant.

Le don s'effectue dans les meilleures conditions de confort sous surveillance permanente de l'infirmier



Figure 4: Automate HAEMONETICS MCS + de séparation par centrifugation à flux discontinu

✦ Typage des antigènes d'histocompatibilité (HLA)

La qualification immunohématologique des CPA concerne en pratique les phénotypes dans le système HLA ou dans le système antigénique spécifiques aux plaquettes (antigènes HPA) qui sont concernés.

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Ces phénotypes sont exigés pour les transfusions compatibles en cas d'allo-immunisation du receveur dans les systèmes HLA ou HPA et en cas de thrombopénies néonatales allo-immunes(22)

Chez les patients réfractaires avec une allo-immunisation anti-HLA, la simple sélection de CPA phénotypés, suivant un algorithme rigoureux, permet d'améliorer les rendements transfusionnels plaquettaires(23)(24)

Nb : Ces phénotypes ne sont pas recherchés au sein du CTS de l'HMA Marrakech par manque des moyens

II.

C'est une étude rétrospective, évaluative, descriptive et analytique sur des données répertoriées dans les archives en papier et les registres informatisés du CTS.

Au cours de cette étude, des tests de groupage ABO-RH1, de phénotypage RH-KEL et RAI ont été appliqués sur 8221 dons du sang.

Pour l'exploitation des résultats obtenus, la saisie était manuelle et sur place pendant une semaine à raison de 6H par jour.

Lors de l'exploitation, certaines difficultés ont été rencontrées :

- L'absence d'un local spécifique pour l'archivage des dossiers, ce qui a posé un problème dans le recueil des données
- La saisie informatique des données s'est arrêtée pour une période à cause de l'indisponibilité d'une secrétaire.
- 508 dossiers n'ont pas été saisis pendant l'absence de la secrétaire qui devrait les saisir à partir des registres des collectes et après la validation des résultats sérologiques et immuno-hématologiques.

Afin d’explorer les résultats collectés, on a utilisé :

- Des outils informatiques Microsoft office Excel 2013 et le Microsoft office Word 2013 qui facilitent la gestion des données statistiques, leur regroupement dans des tableaux d'effectifs et de pourcentage et leur présentation sous forme graphique.
- Certains moteurs de recherche comme pub Med, Googlescholar, science direct.... comme bases de données bibliographiques
- Un logiciel de gestion de références bibliographiques: ZOTERO

Méthodes



RÉSULTATS



I. Nombre total des dons :

Notre échantillon, comporte 8221 dons /donneurs

Le nombre *effectif* des dons étudiés était de 7713, pour les 508 dons, l'exploitation n'a pas été réalisée à cause de problème d'archivage

II. Nombre des tests réalisés :

Les tests réalisés au sein de CTS de HMA de Marrakech pour chaque don sont au nombre de 3:

- Groupage ABO-RH1
- Phénotypage RH-KEL
- RAI

La recherche des Hémolysines anti-A et anti-B, ne se fait plus au CTS de HMA de Marrakech.

Les phénotypes étendus et élargis ne se pratiquent que sur demande du clinicien.

III. Prévalences phénotypiques

Les résultats des prévalences phénotypiques des systèmes ABO, Rhésus et Kell sont indiqués sur les tableaux suivants :

1. Prévalence des phénotypes ABO sur les dons de sang

Tableau I : Prévalence des phénotypes ABO sur les dons de sang

Phénotype	O	A	B	AB
Effectif (7713)	3893	2325	1192	303
Prévalence en %	50,47	30,14	15,45	3,93

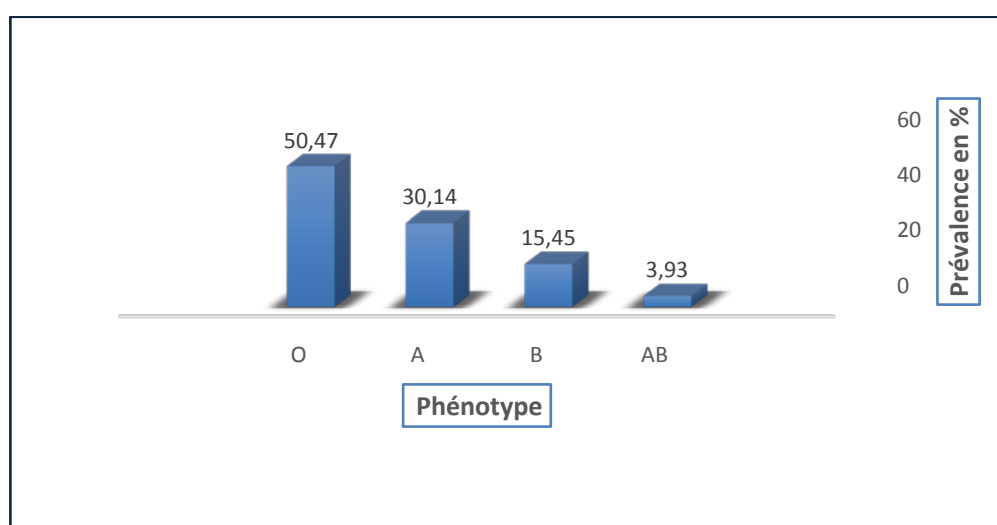


Figure 5 : Prévalence des phénotypes ABO sur les dons de sang

2. Prévalence des phénotypes RHD sur les dons de sang

Tableau II: Prévalence des phénotypes RHD sur les dons de sang

Phénotype	D (+) DD ou dd	D (-) dd
Effectif(7713)	6881	832
Prévalence en %	89,21	10,79

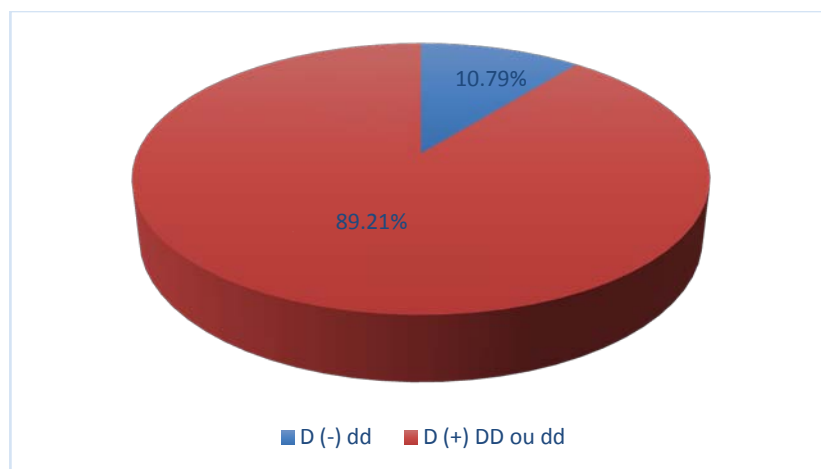


Figure6: Prévalence des phénotypes Rh D sur les dons de sang.

3. Prévalence des phénotypes RHD associés à l'ABO

Tableau III : Prévalence des phénotypes RHD associés à l'ABO

Phénotype	Total(7713)	Prévalence en %
O+	3449	44,72%
O-	444	5,76%
A+	2102	27,25%
A-	223	2,89%
B+	1073	13,91%
B-	119	1,54%
AB+	257	3,33%
AB -	46	0,60%

O- donneur universel des CGR

AB- donneur universel des PFC

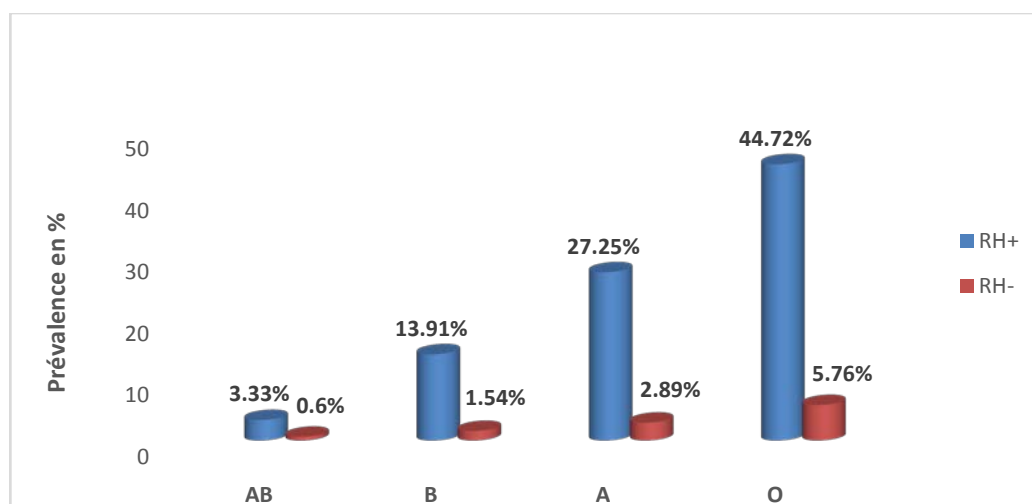


Figure 7: Prévalence du phénotype RHD associés au système ABO

4. Prévalence des phénotypes RH étendu sur les dons de sang:

Sur les 7713 dons étudiés, *seuls 3148* ont fait l'objet de phénotypage RH-KEL,
 Pour les 4565 dons restants, le phénotypage RH-KEL n'a pas été réalisé à cause d'une rupture de stock des cartes gels

Tableau IV: Prévalence des phénotypes RH étendu sur les dons de sang.

Phénotype	Effectif(3148)	Prévalence en %
Ccee	1291	41,01
ccee	900	28,59
CCee	349	11,09
ccEe	304	9,66
CcEe	291	9,24
CCEe	8	0,25
ccEE	4	0,13
CceE	1	0,03

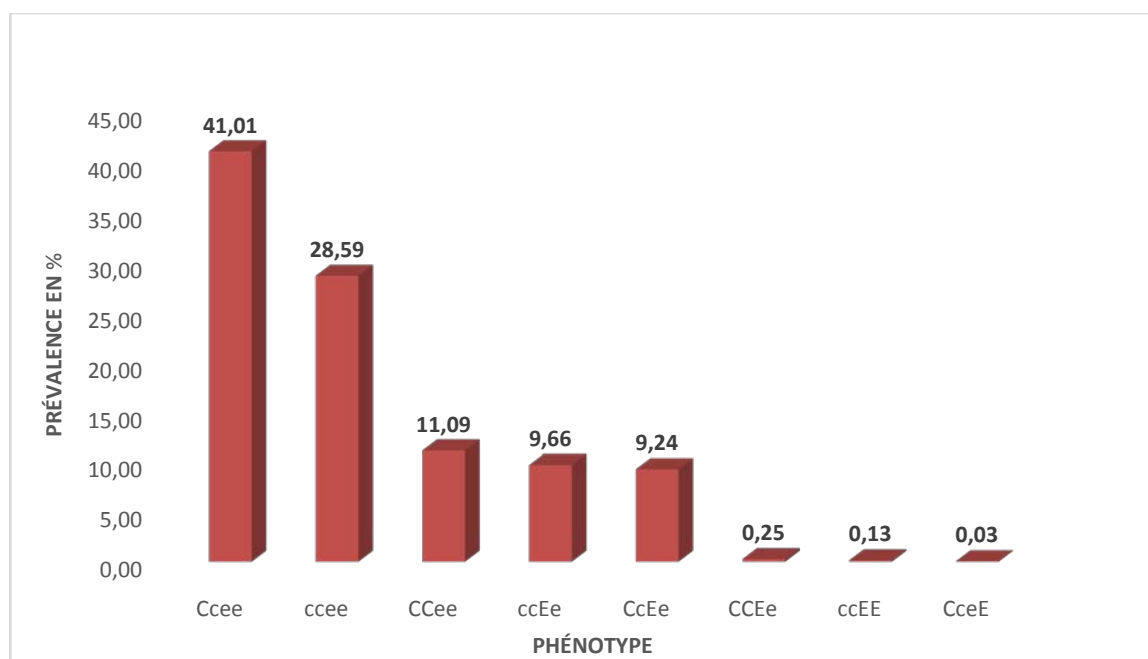


Figure8: Prévalence des phénotypes Rh étendu sur les dons de sang

5. Prévalence des phénotypes KEL sur les dons de sang

Tableau V : Prévalence des phénotypes KEL sur les dons de sang

Phénotype	Effectif (31 48)	Prévalence en %
Kell positif (KK, Kk)	256	8,13
Kell négatif (kk)	2892	91,87

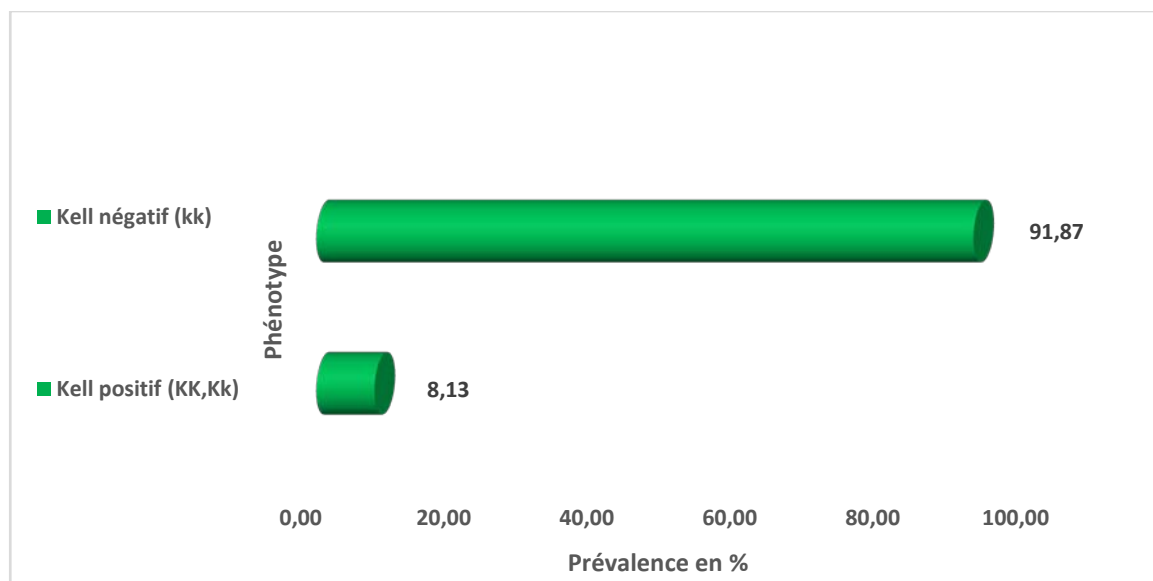


Figure9: Prévalence des phénotypes Kell sur les dons de sang

IV. Nombre deRAI réalisées sur les dons de sang :

Sur les 7713 dons exploités, 5 RAI ont été effectuées surdes dons issus de donneurs de sexe féminin avec 0 RAI positive.

V. Nombre d'incidents et accidents immunohématologiques transfusionnels

Dans notre série il n'ya pas de retour de la fiche de déclaration d'incident, pas de traçabilité sur le nombre des effets indésirables transfusionnel (EIT)



ANALYSE ET DISCUSSION



I. Nombre total des dons de sang

Notre échantillon étudié comporte 8221 dons /donneurs, sur une période de 5 ans s'étalant de 2016 à 2020.

Le CTS de HMA de Rabat effectue environ 7000 dons de sang sur une année(25)

Au CRTS de Rabat, se traite plus de 60 000 poches de sang total par an(26)

II. Nombre des tests immunohématologiques réalisés au sein de L'HMA.

- Tous les donneurs ont bénéficié de groupage ABO-RH1 systématiquement
- Alors que pour le phénotypage RH-KEL, sur les 7713 dons étudiés, seuls 3148 ont bénéficié de ce test, pour les 4565 dons restant, le phénotypage n'a pas été réalisé à cause de rupture de stock des cartes gels
- La RAI était réservée aux personnels féminins sachant que la grande majorité des donneurs sont de sexe masculin, jamais transfusés,
- Le phénotypage élargi et étendu s'effectue selon la demande du clinicien
- La recherche des hémolysines anti-A et anti-B ne se réalise pas car les donneurs sont des jeunes militaires jamais transfusés

III. Prévalences phénotypiques

1. Groupe ABO

Dans notre étude, le groupe sanguin O détenait la plus grande part des phénotypes de toute la population étudiée avec une prévalence de 50,47 (3893 donneurs), le groupe A (30,14%) est à peu près deux fois supérieur au groupe B (15,45%), le groupe AB constituait le phénotype le moins exprimé dans notre série avec une prévalence de (3,93%) soit (303 donneurs).

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Au terme de notre étude, nous concluons que les groupes du système ABO prédominaient dans l'ordre décroissant suivant : groupe O, groupe A, groupe B et groupe AB.

Le tableau ci-dessous, compare nos prévalences nationales des phénotypes A, B, AB et O avec celles des études marocaines antérieures.

Tableau VI: Tableau comparatif des prévalences des groupes du système ABO de notre étude et des études marocaines antérieures.

Auteurs	Ville	Année d'étude	O (%)	A (%)	B (%)	AB (%)
EL KHABOUS, Saida(27)	Rabat	2018	52	29,69	14,85	3.46
Khalloufi ,A (28)	Meknès	2016	46,43	33,32	15,92	4,32
Eddoum.K(29)	Rabat	2015	46,8	32,49	16,25	4,45
Zahid et al (30)	Marrakech	2015	49,01	31,47	15,15	4,35
Benahadi et al (31)	15 différentes régions	2013	46,8	32,86	15,8	4,53
Chadli et al(32)	Agadir	2007	50,98	31,34	13,8	3,88
Notre étude	Marrakech	2021	50,47	30,14	15,45	3,93

Notre étude confirme les résultats de celles réalisées au niveau des différents centres hospitaliers marocains en démontrant presque les mêmes ordres des groupes sanguins ABO au sein de la population provenant des différentes régions du Maroc.

**Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital
militaire Avicenne de Marrakech**

**Tableau VII: Tableau comparatif des résultats nationaux des phénotypes A, B, AB et O avec ceux
d'autres pays.**

Auteurs	Pays	Année	O(%)	A(%)	B(%)	AB(%)
Kabemba et al(33)	Congo	2017	60,5	21,6	15,4	2,5
Tlamçani, (34)	France	2012	43,00	45,00	9,00	3,00
Said.N et al(35)	Tunisie	2003	46,18	30,94	17,83	5,00
Benazi nabil (36)	Algerie	2018	57,28	24,83	12,41	5,48
Bennaka(37)	Sud Italie	2002	49,97	33,65	15,27	4,00
Hemaquebec(38)	Canada	2014	46,00	42,00	9,00	3,00
Ivanov(33)	Russies	1977	37,01	32,66	23,11	7,22
Agarwal(39)	Inde	2013	38,75	18,85	32,69	5,27
Bennaka(37)	Thaïlande	2002	42,6	20,2	30,8	6,4
Notre étude	Maroc	2021	50,47	30,14	15,45	3,93

Nos prévalences sont comparables à celles des pays du pourtour méditerranéen (Tunisie et Sud Italie)

Par rapport aux pays asiatiques, par exemple l'Inde, le Maroc montre des prévalences supérieures surtout des groupes O et A.

Nous concluons que la prévalence des phénotypes du système ABO chez les marocains est intermédiaire entre celle de l'Afrique subsaharienne et celle de l'Europe.

2. Groupe RHD

Dans notre étude, une nette prédominance des sujets Rh (+): 89.21%, par rapport aux sujets Rh (-): 10.79%

Tableau VIII : Tableau comparatif des prévalences de l'antigène D dans différents échantillons de la population Marocaine

Auteurs	Ville	Année	Prévalence de l'antigène D en %
EL KHABOUS, Saida(27)	Rabat	2018	90,15
Khalloufi ,A (28)	Meknès	2016	89.18
Eddoum.K(29)	Rabat	2015	90.20
Zahid et al (30)	Marrakech	2015	89.86
Tlamçani.Z (34)	Rabat	2012	88.68
Notre étude	Marrakech	2021	89.21

La prévalence trouvée (89,21%) confirme les résultats trouvés dans les études antérieures.

Il apparaît d'après le tableau IX, que cette prévalence est comparable à celle des pays Maghrébins (Algérie et Tunisie), proche de celle de l'Afrique subsaharienne et nettement supérieure à celle des pays méditerranéens et des pays de l'Europe occidentale. Dans les pays de l'Asie, la prévalence de l'antigène D est supérieure par rapport au Maroc.

Evaluation de la qualification immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Tableau IX : prévalence de l'antigène «D» chez la population marocaine par rapport aux autres pays du monde

Auteurs	Pays	Prévalence Rh positif en %
Liu J et al(40)	Chine	99,71
Talukder et al(41)	Bangladesh	97,44
Pramanik et al (42)	Népal	96,66
Agarwal et al(39)	Inde	94,36
Onyuthi et al (43)	Ouganda	98
Benazi et al(36)	Algérie	91,53
Said.N et al (35)	Tunisie	90,81
Hemaquebec(38)	Canada	85
Wagner et al (44)	Allemagne	82,71
Notre étude	Maroc	89.21

3. Phénotype sanguin RH étendu

Le tableau x résume les fréquences des phénotypes RH de notre étude effectuée au Maroc en 2021* et celles de 2016*, ainsi que celle effectuée à l'Allemagne et au France*.

Le phénotype « Ccee » représente le phénotype le plus répandu dans notre population avec plus du tiers (41,01%), vient ensuite le phénotype ccee avec une prévalence (28,59%), puis on trouve dans un ordre décroissant CCee, ccEe, CcEe, CCEe, les autres phénotypes (ccEE, CceE) sont minoritaires ou très rares (tableau IV).

Evaluation de la qualificationImmuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

La prévalence du phénotype prédominant « Ccee" dans notre étude est comparable à celle trouvée chez les allemands qui est de 42,83%, alors que dans l'ensemble de la population française on observe une prévalence inférieure à celle trouvé au Maroc

Tableau X :Tableau comparatif des prévalences des phénotypes RH de l'échantillon étudié avec des études marocaines Antérieures et ceux des autres pays

Phénotype	Notre étude (%)	Maroc (2016) (%)(29)	Allemagne (%) (44)	France (%) (31)
Ccee	41,01	43,91	42,83	35
ccee	28,59	25,75	17,82	17
Ccee	11,09	14,16	23,67	20
ccEe	9,66	8,07	14,05	12,42
CcEe	9,24	7,39	15,17	13
CCeE	0,25	0,022	0,18	--
ccEE	0,13	0,63	2,45	0,76
CceE	0,03	--	--	--

4. Phénotype RHD positif combiné au système ABO

Les résultats indiqués dans le tableau III montrent la prédominance du groupe sanguin O+avec une prévalence de 44.72%, alors que parmi nos 7713 dons étudiés, 257 étaient du groupe sanguin AB+ soit 3.33%, le groupe le moins exprimé

5. Phénotype RHD négatif combiné au système ABO

Dans notre étude, on constate une nette prédominance du groupe sanguin O- (5.76%) pour 444 donneurs

Le groupe sanguin AB- était le groupe le moins exprimé avec une prévalence de 0,6% soit 46 donneurs parmi les 8221

6. Groupe sanguin Kell:

La prévalence des sujets K positifs dans notre étude est de 8,13%, elle est inférieure à celle de l'étude de 2016 qui est de 11,36 %.

Tableau XI: Tableau comparatif des prévalences du phénotype K+ chez les Marocains

Auteurs	Ville	Année	Prévalence de l'antigène K (%)
EL KHABOUS, Saida(27)	Rabat	2018	8,42
Khalloufi ,A (28)	Meknès	2016	11,36
Eddoum.K(29)	Rabat	2015	7,9
Tlamçani.Z (34)	Rabat	2012	7,1
Notre étude	Marrakech	2021	8,13

Comme l'indique le tableau ci-dessous, notre valeur (8.13%) est supérieure à celle du Bangladesh et inférieure à celle de la Syrie et des pays européens.

Tableau XII: prévalence de l'antigène K+chez les marocains et d'autres pays étrangers

Pays	Prévalence de l'antigène K (%)
Notre série	8.13
Bangladesh, 2010 (45)	0,8
Comités norvégiens, 2004 (37)	8,28
France, 2012 (34)	9
Syrie, 2004 (37)	17,8

IV. Rappel sur la chaine transfusionnelle

La transfusion sanguine est une discipline aux confins de l'hématologie et de l'immunologie : elle implique la médecine, la biologie, la bio-industrie et la sociologie ; elle repose sur l'éthique(46).

L'élaboration de produits cellulaires labiles, nécessaires au traitement des malades, n'est possible que par la mise en œuvre d'une chaîne de solidarité dont le premier maillon est constitué par les donneurs de sang bénévoles(46).

La mise à disposition de ces produits doit obligatoirement répondre à des règles de bonnes pratiques transfusionnelles : prélèvement, préparation, qualification biologique, distribution et indications cliniques

Le respect de ces règles est une nécessité absolue (46)

La chaine transfusionnelle : fiche-résumé(47)

La chaîne transfusionnelle comporte les étapes suivantes qui permettent d'obtenir un PSL à partir d'un ou de plusieurs dons de sang:

- o La collecte des dons de sang, première étape de cette chaîne
- o Le prélèvement du sang total
- o La qualification biologique des dons
- o La séparation et préparation et conservation des PSL
- o La distribution au vu des caractéristiques immunohématologiques du patient et du produit à un dépôt de sang et la délivrance des PSL à un patient
- o Et l'acte transfusionnel lui-même

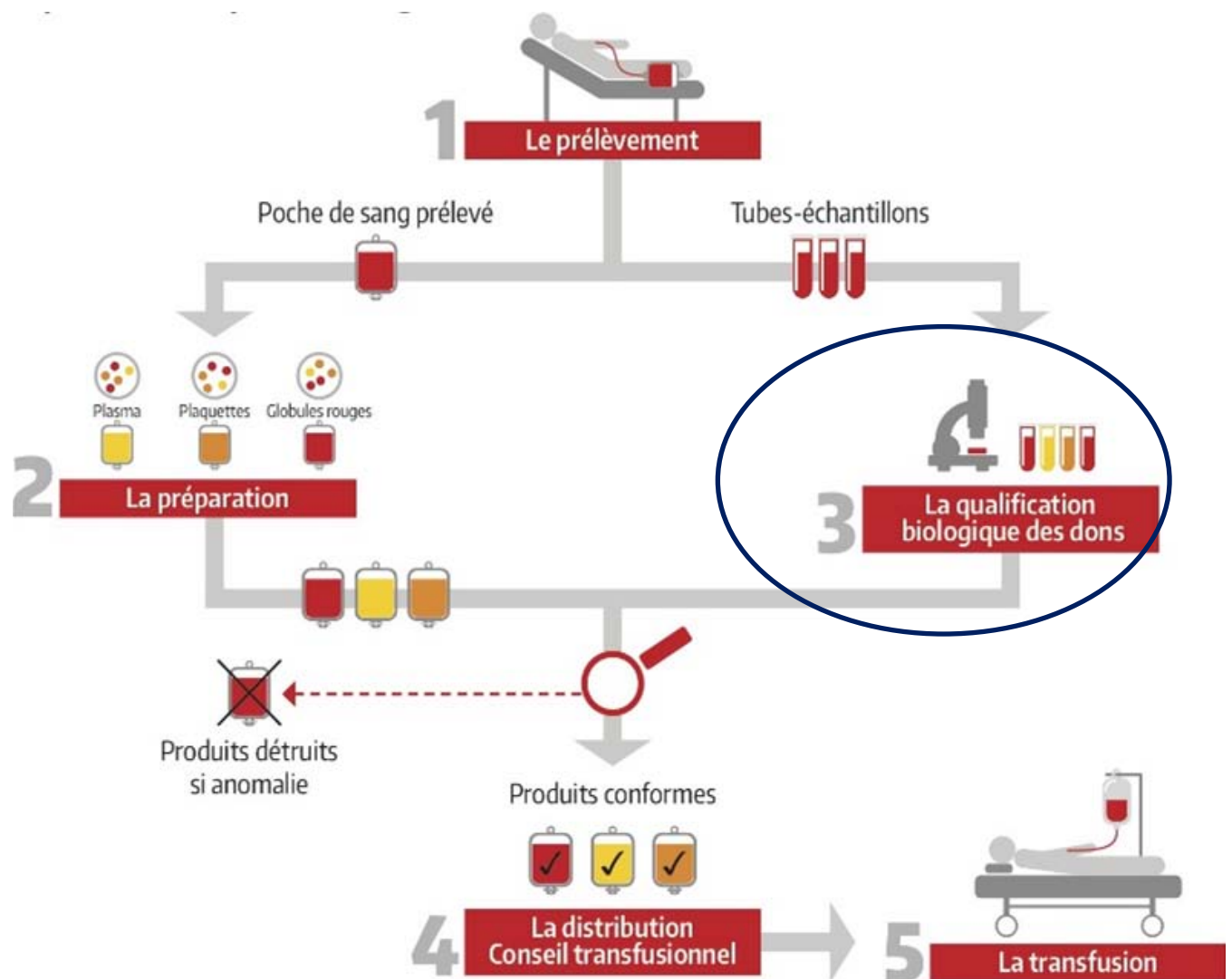


Figure10 : Le parcours d'une poche de sang, du donneur au receveur(46)

Le prélèvement :

Avant de passer au prélèvement, il faut vérifier l'identité complète du donneur (nom, prénom, âge), et prendre la tension artérielle.

Le prélèvement est réalisé; tout en respectant « les bonnes pratiques de prélèvement et d'asepsie ».

Le système de collecte est généralement formé de trois poches stériles à usage unique:

- Une poche avec le CPD (citrate, phosphate, dextrose) pour le recueil du sang total.
- Une poche pour recueillir le plasma après centrifugation et séparation.
- Une poche avec le SAGM (Saline Adénine Glucose Mannitol) pour mieux conserver les globules rouges (GR).

Des échantillons destinés aux analyses immunohématologiques, s'effectuent par phlébotomie correcte d'une veine, sur des tubes EDTA. Ces derniers sont centrifugés à 3000 tours/min pendant 5 min (figure 11)

Les échantillons se traitent le même jour du Prélèvement afin d'avoir un résultat de phénotype fiable(48).



Figure 11: centrifugeuse des tubes (photo de service)

Le tube EDTA : tube à bouchon violet contenant l'anticoagulant Ethylène Diamine Tétracétate, puissant chélateur, il capte les ions Ca^{2+} qui sont un facteur important de la coagulation.



Figure 12: prélèvement par phlébotomie Figure 13: tube EDTA

Traitements des poches (Annexe3)

Une fois les produits sanguins recueillis, ceux-ci sont préparés (Qualifiés et séparés en différents composants sanguins). Les tubes sont *étiquetés*et analysés afin de vérifier qu'il n'y a aucun risque, notamment par le dépistage d'infections transmissibles (hépatites, sida, syphilis).

Si les tests ne révèlent aucun problème, les produits sanguins (globules rouges, plasma et plaquettes) sont prêts à être distribués aux H.M.A et CTS qui les délivreront aux malades.

Acte transfusionnel

L'acte transfusionnel est un acte médical qui engage la responsabilité du médecin. L'infirmier est habilité à accomplir sur prescription médicale écrite, qualitative et quantitative, datée et signée à condition qu'un médecin puisse intervenir à tout moment.

L'injection et la perfusion de produits d'origine humaine nécessitant, préalablement à leur réalisation, un contrôle d'identité et de compatibilité obligatoire.

Le processus transfusionnel comprend des étapes allant de la prescription des PSL et des analyses d'immuno-hématologie nécessaires jusqu'à l'administration des PSL au receveur et à son suivi.

La réalisation de l'acte transfusionnel comprend: la préparation de l'acte, contrôle ultime prétransfusionnel, la pose du produit puis la surveillance

Un ensemble des procédures de surveillance organisées depuis la collecte du Sang et de ses composants jusqu'au suivi des receveurs sont nécessaires en vue de recueillir et d'évaluer les informations sur les effets indésirables ou inattendus résultant de l'utilisation thérapeutique d'un produit sanguin labile et d'en prévenir. On parle bien de l'hémovigilance (49)

V. Evaluation de la qualification immunohématologique

A– Evaluation des techniques

1. Au niveau du CTS de HMA de Marrakech

Le groupage sanguin est une analyse particulière qui engage la sécurité transfusionnelle et donc la vie des patients transfusés, obligatoire pour la prévention des accidents immuno–hémolytiques de la TS. Une rigueur sans faille doit donc être appliquée lors de la réalisation et de l'interprétation de cette analyse(50).

Les tests pour la détermination des groupes sanguins ont été améliorés dans les centres de transfusion sanguine du Maroc depuis l'avènement des *anticorps monoclonaux* et *l'automatisation des analyses* de laboratoire. Ils définissent les éventuels anticorps présents chez les donneurs de sang et déterminent les antigènes présents à la surface des hématies qui seront transfusés

1.1–Méthode utilisée pour la qualification immunohématologique

Le typage des systèmes de groupes sanguins au sein du CTS était basé sur l'*hémagglutination*. L'étude de l'expression des antigènes érythrocytaires par cette méthode est appelée phénotypage érythrocytaire, qui reste au jour d'aujourd'hui un gold standard de l'immunohématologie(51)

1.2–Techniques

Il existe différentes techniques pour mettre en évidence les hémagglutination et ainsi déterminer le groupe ou le phénotype d'un patient de groupage sanguin, dont deux étaient utilisées au CTS à l'HMA de Marrakech :

- Hémagglutination visible à l'œil nu en utilisant la plaque d'Opaline
- Technique de filtration sur gel en utilisant des Cartes gel "*ID–Card System BIO–RAD*"

1.3-Tests réalisées

Dans la pratique transfusionnelle du CTS de HMA de Marrakech, ces tests sont le groupe ABO-RH1(D), le phénotype RH-KEL et le dépistage des anticorps irréguliers

➤ Phénotypage ABO-RH1 (RHD)

❖ Principe

Cette analyse consiste à déterminer d'une manière indissociable les phénotypes ABO et RH1 (RHD)

- ❖ La détermination des groupes ABO est réalisée selon la technique d'hémagglutination. Elle repose sur l'évaluation de l'intensité et de la cinétique de l'agglutination entre les antigènes des globules rouges et les anticorps spécifiques de ces antigènes.

Le groupage ABO comporte obligatoirement deux épreuves qui devraient être concordantes entre elles :

- ✓ L'épreuve globulaire dite épreuve de Beth-Vincent, s'agit d'un test d'agglutination des globules rouges avec des sérums tests. Elle consiste à rechercher les antigènes A et B sur la membrane érythrocytaire en utilisant un sérum test contenant des Ac connus. La présence ou l'absence d'agglutination permet de déterminer l'Ag (50).
- ✓ L'épreuve plasmatique dite épreuve de Simonin consiste à rechercher les anticorps anti-A et anti-B correspondant aux antigènes globulaires absents en utilisant des hématies-test connus. Elle permet d'identifier les Ac naturels réguliers du plasma (50)

Ces deux épreuves sont utilisées par deux techniciens différents. Le premier la réalise sur carte Gel, le second manipulateur l'effectue parallèlement sur plaque d'opaline.

Les deux épreuves (épreuve globulaire et épreuve sérique) sont validées par des témoins:

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- Témoin « auto » : 1 goutte de GR du patient et 1 goutte de sérum du patient. Permettait de vérifier que les GR n'étaient pas auto-agglutinables et que le sérum du patient ne contenait pas d'auto-Ac capables de réagir avec ses propres GR.
- Témoin « allo » : 1 goutte de sérum du patient et 1 goutte de GR du groupe O. Permettait de vérifier que le sérum du patient ne contenait pas d'Ac capables de réagir avec d'autres Ag portés par les GR, que les Ag A et les Ag B.
- Témoin « AB » : 1 goutte de GR du patient et 1 goutte de sérum d'un sang de groupe AB. Permettait de vérifier que les GR du patient n'étaient pas agglutinés par d'autres Ac que les Ac anti Ag A et anti Ag B.

La validation du groupage ABO repose sur la concordance entre les épreuves globulaire et sérique et la négativité des témoins. Dans le cas contraire, on parle d'une difficulté de groupage.

La résolution pourrait révéler un variant ABO, un auto-Ac, un allo-Ac naturel irrégulier ou, très rarement, un allo-Ac naturel régulier présent chez les individus porteurs de phénotype rare.

Au niveau du CTS de HMA et en cas de cette discordance, les techniciens utilisent certaines méthodes pour finaliser le groupage :

- Dans un premier temps, la revérification d'aspect des sérums-tests, leur date de péremption, leur conformité d'activité (résultats des CQI) ainsi que l'aspect des hématies-tests et l'absence d'altération de l'échantillon de sang à tester
- La Réutilisation des réactifs à haut titre d'AC
- L'Augmentation de la quantité du plasma du patient au niveau des cartes gel
- Utilisation du test de Coombs indirect (TCI) pour RAI

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- ❖ Le groupage Rh standard est réalisé à la température du laboratoire (22°C) , il consistait à rechercher l'Ag D (RH1) par technique d'agglutination directe entre l'antigène D porté sur les hématies à tester et le sérum test anti-D

Cette recherche est effectuée en association avec la recherche des Ag A, Ag B par des Ac anti-A et anti-B lors du groupage ABO-RH1 (sur plaque d'opaline et carte gel)

❖ Lecture des résultats :

✚ Sur plaque d'opaline :

o Réactifs utilisés

Les réactifs utilisés étaient des sérums test Diaclon Anti-A, Diaclon Anti-B, Diaclon Anti- AB, Diaclon Anti-D et les hématies test A1 et B (*ID-DiaCell ABO/I-II*)



Figure14: sérums test "Diaclon anti-A, anti-B, anti-D: BIO-RAD"

Ces sérums test sont des anticorps IgM monoclonaux d'origine murine préparés à partir de surnageant de cultures de cellules d'hybridomes de souris, conservés entre 2 et 8°C.

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Pour faciliter leur identification, le réactif anti A contient un colorant Bleu, le réactif anti B un colorant jaune.

Deux lots de réactifs étaient nécessaires et un 3ème était souhaitable en cas de résultats discordants

Les réactifs utilisés (Anti-D) sont des Ig M d'origine monoclonale (sérum d'anguille (xénoantisérum) ou phytoagglutinine extraite de graines d'*Ulex europaeus*).



Figure15: hématies test A1, B "ID-DiaCell ABO: BIO-RAD"

Tous les réactifs des cellules tests ID-DiaCell ABO sont d'origine humaine, en milieu de suspension tamponné à 0,8% (+/- 0,1%)(52).

D'autres matériaux étaient nécessaires : plaques d'opaline bien lavée et essuyée, pipettes (pasteur ou micropipette fixée à 50µL), bâtonnets et des paires de gants propres.

o **Le mode opératoire comportait plusieurs étapes :**

- Ramener le réactif à température ambiante avant utilisation.
- Distribuer 1goutte (50µl) de chaque réactif approprié Diaclon Anti-A, Diaclon Anti-B,

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

et Diaclon Anti-D sur la plaque opaline.

- Ajouter à proximité de chaque goutte de réactif 1 goutte de sang totale (tube EDTA).
- Distribuer une goutte d'hématie test A et une goutte d'hématie test B.
- Ajouter une goutte du sérum du patient sur chaque goutte du réactif.
- Avec un bâtonnet, mélanger le réactif et le sang avec un mouvement de rotation, balancer doucement la plaque d'opaline pendant 30 secondes et observer l'agglutination macroscopique.

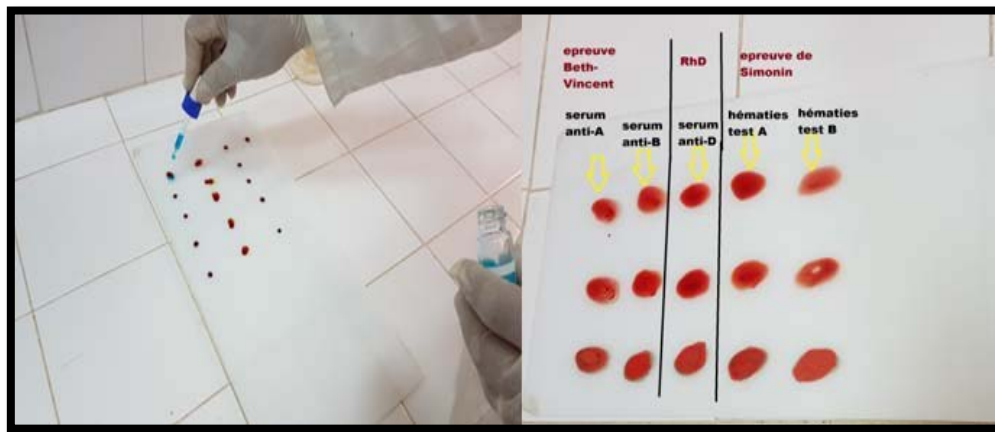


Figure 16: Méthode de Beth-Vincent et Simonin sur plaque

o Expression des résultats

- La présence d'agglutination nette sur fond blanc indique une réaction positive.
- L'absence d'agglutination indique une réaction négative.

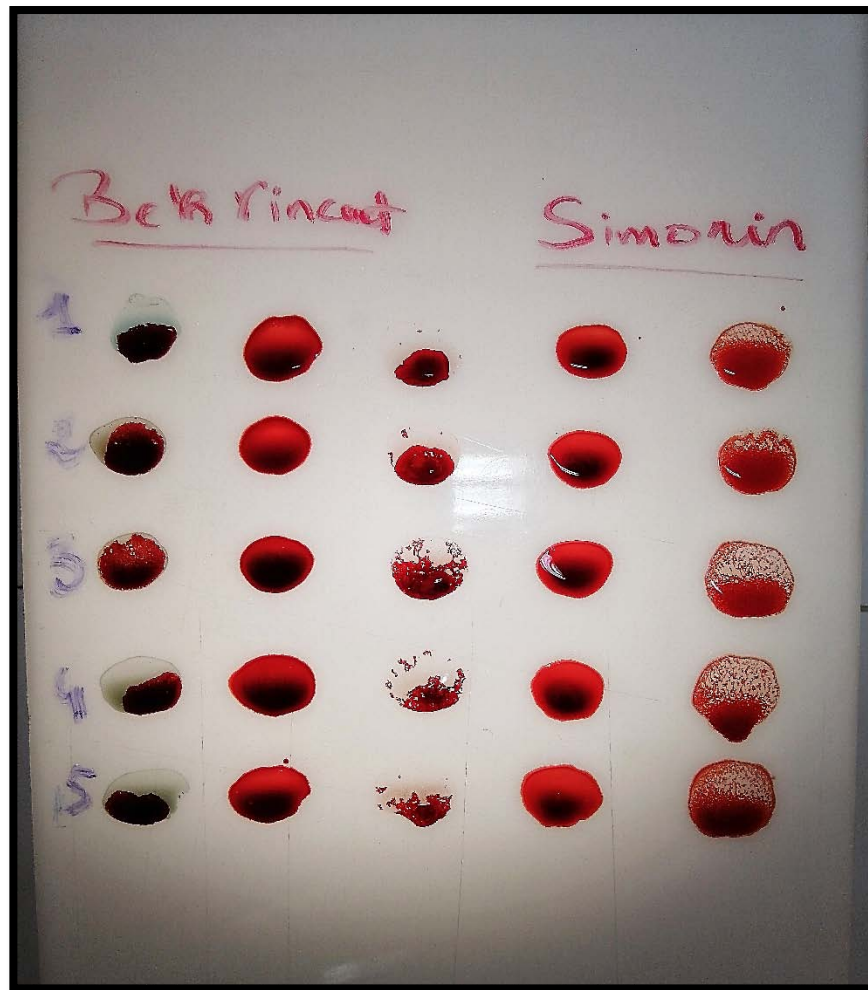


Figure17 : Image illustrant la technique d'agglutination sur plaque d'opaline sur 5 donneurs
(photo du service)

✚ Sur carte-gel "ID-Cards: BIO-RAD".

o Principe :

Elle associe les principes d'agglutination et de filtration sur gel, cette technique nécessite l'utilisation d'une cassette formée de six microtubes qui contiennent des micro-cupules surmontant une colonne de filtration contenant du gel et l'antisérum de l'antigène à rechercher.

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- Les 2 premiers microtubes de la carte ABO/RH contenaient chacun un gel imprégné d'un anti-sérum monoclonal d'origine murine respectivement de spécificité anti-ABO1 (A), antiABO2 (B).
- Le troisième microtube contenait un gel imprégné d'un réactif monoclonal d'origine humaine de spécificité anti-RH1 (D).
- Le quatrième microtube contenait un gel sans anticorps et correspond au contrôle (Ctl).
- Le cinquième et le sixième microtube contenaient chacun respectivement un gel sans réactif et étaient destinés à l'épreuve de Simonin (après ajout des hématies test A1 et B avec le sérum du donneur).

o Technique

Les globules rouges dilués du patient sont mis dans la cupule, puis la cassette est centrifugée (10min à 910 tours par minute).



Figure18: Centrifugeuse de cartes gel (fermée et ouverte avec placement des carte gels)

(photo de service)

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Lors de cette centrifugation, les globules rouges sont dirigés au fond de la colonne de filtration. Pendant cette phase de migration, les hématies possédant l'antigène recherché vont se sensibiliser (fixation de l'anticorps).

Ce complexe immun aura donc une taille plus importante qu'initialement et sera bloqué par le gel. Il n'atteindra pas le fond de la colonne.

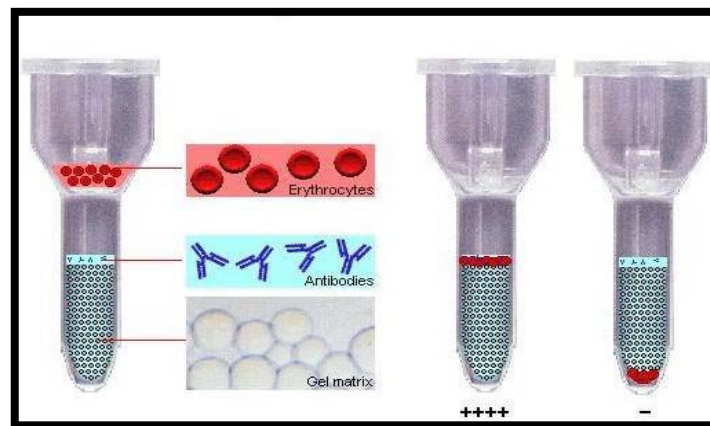


Figure19 : Technique carte gel groupage ABO(53)

o Interprétation des résultats

Les GR non agglutinés sont collectés au fond du microtube, tandis que les agglutinats sont retenus dans la hauteur de gel en fonction de leur taille.

Leur position dans le gel détermine l'intensité de la réaction(37).

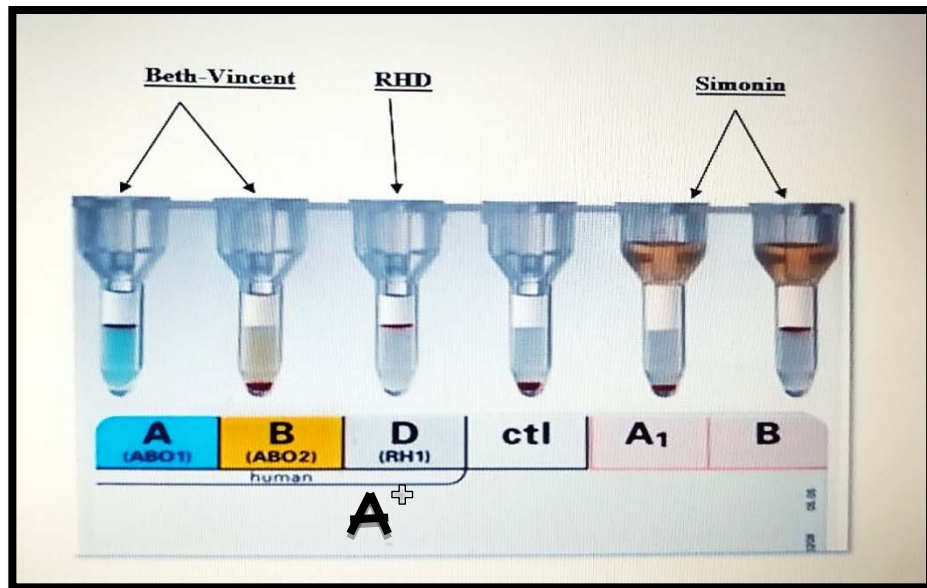


Figure20 : Technique de phénotypage rhésus associé au système ABO sur carte-gel. (méthode de Beth-Vincent et Simonin) (photo de service)

Que l'analyse soit manuelle ou automatisée la pratique des contrôles interne de qualité (CQI) est obligatoire, elle a pour objectif de garantir le maintien qualitatif du processus analytique sans son ensemble et de détecter toute anomalie

➤ **Phénotypage érythrocytaire RH2, RH3, RH4, RH5 et kell1.**

❖ **Principe**

Le phénotypage Rhésus-Kell consiste à rechercher les antigènes C(RH2), ERH3), c(RH4), e(RH5) et K(Kell) présente à la surface des globules rouges à l'aide de réactifs monoclonaux et/ou polyclonaux.

❖ **Technique**

Le phénotypage Rhésus(C, c, E, e) et Kell est effectué sur carte gel à la température du laboratoire 22°C.

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

La méthode du phénotypage pratiquée sur carte Gel est la suivante:

1. On prépare une suspension de globules rouges en distribuant 1 ml du diluant Scan- Liss (Low Ionic Strength Saline) dans un tube à usage unique, identifié et on rajoute 10 µl de culot globulaire puis on mélange.
2. On identifie la carte par le numéro d'échantillon correspondant, et on remet en suspension les globules rouges avant utilisation.
3. On distribue 50 µl de suspension globulaire dans la cupule de chaque microtube de la carte.
4. On centrifuge les cartes pendant 10 minutes (figure 17)
5. Lecture des réactions.

❖ Expression des résultats

Les globules rouges non agglutinés sont collectés au fond du microtube (réaction négative), tandis que les agglutinats sont retenus dans la hauteur de gel en fonction de leur taille (réaction positive).

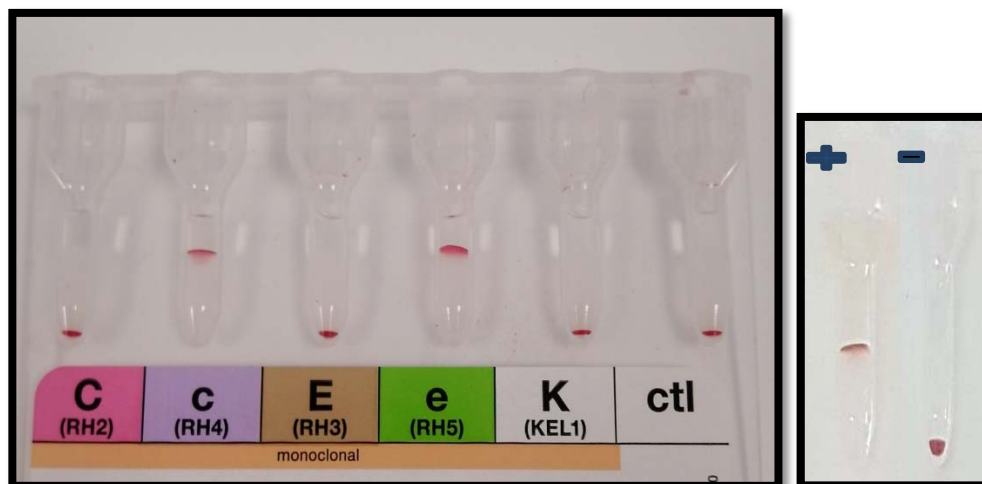


Figure 21: Technique de phénotypage rhésus et Kell sur carte-gel avec exemple de réaction+ et-

➤ **Recherche d'Agglutinines Irrégulières(R.A.I):**

Les agglutinines irrégulières sont des immunoglobulines, ou anticorps, dirigées contre certains antigènes présents à la surface des globules rouges.

Ces immunoglobulines sont dites irrégulières car elles ne sont pas présentes chez tous les individus.

Elles n'apparaissent dans le sang qu'après une immunisation, soit après une transfusion sanguine, soit, chez la femme, après une grossesse.

Leurs recherche est une analyse biologique essentielle pour la prévention et le diagnostic des accidents immunohémolytiques transfusionnels

❖ **Principe**

Le principe et l'objectif de la RAI est de détecter les anticorps dirigés contre les antigènes érythrocytaires autre que A et B chez un individu en faisant réagir son sérum vis-à-vis des hématies du Panel du groupe O phénotypés dans la plupart des systèmes de groupes sanguinsselon le test de Coombs indirect appelé test indirect à l'antiglobuline (TIA)(54)

La recherche des agglutinines irrégulières comporte deux étapes dont l'enchaînement est sous la responsabilité du biologiste :

– Le Dépistage

Première étape, au terme de laquelle le laboratoire pourra répondre « dépistage positif » ou «dépistage négatif ».

Suite à un dépistage positif une identification du ou des anticorps doit être mise en œuvre.

La présence d'AI est recherchée dans le sérum d'un patient par agglutination active indirecte (COOMBS indirect), à l'aide de 3 séries d'hématies de groupe O et de phénotypes connus

Ce panel de dépistage doit posséder l'ensemble des Ag spécifiques des AI recherchés :Ag RH1 (D), RH2(C), RH3 (E), RH4 (c), RH5 (e), KEL 1 (K), KEL 2 (Cellano k), KEL 4 (Kpb), FY1 (Fya), FY

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

2 (Fyb), JK1 (Jka),JK2 (Jkb), MNS1 (M), MNS2 (N), MNS3 (S), MNS4 (s), LE1 (Lea), LE2 (Leb), P1, LU1 (Lua) LU2 (Lub).(55)

Les phénotypes RH suivants doivent être obligatoirement représentés sur la gamme de dépistage :

- Flacon 1 : O–ccee
 - Flacon 2: O+ccEE
 - Flacon 3: O+CCee
- L'Identification

En cas de dépistage positif, l'identification est réalisée selon le même principe que précédemment, avec une gamme d'hématies tests comportant au minimum dix hématies phénotypées de groupe O également réglementée(panel d'identification).Elle consiste à déterminer la spécificité des anticorps présents

L'ensemble de ces hématies de groupe O doit comporter les antigènes suivants : Ag RH1 (D), RH2 (C), RH3 (E), RH4 (c), RH5 (e), RH8 (Cw), KEL 1 (K), KEL 2 (Cellano k), KEL3 (Kpa), KEL 4 (Kpb), FY1 (Fya), FY 2 (Fyb), JK1 (Jka), JK2 (Jkb), MNS1 (M), MNS2 (N), MNS3 (S), MNS4 (s), LE1 (Lea), LE2 (Leb), P1, LU1 (Lua), LU2 (Lub).

Les phénotypes suivants doivent être représentés au moins sur 2 hématies : KEL1, FY1;–2, JK 1;–2, JK–1;2, MNS 3;–4, MNS –3;4, P–1.

❖ Technique et réactifs utilisés pour RAI au CTS de HMA de Marrakech

NB: Le dépistage des agglutinines irrégulières est la seule étape réalisée au sein du CTS de HMA de Marrakech

La gamme de dépistage comportait 3 séries d'hématie test "ID–DiaCell I,II,III:BIO–RAD"

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Ce dépistage est réalisé en technique de gel-filtration, à l'aide d'une cassette constituée d'une micro-cupule surmontant une colonne de filtration. Cette colonne de filtration contenait du gel et de l'antiglobuline (soit IgG, soit C3d).



Figure 22: Carte -ID Coombs Anti-IgG et gamme d'hématies tests de dépistage

Description des microtubes la carte gel « Coombs Anti-IgG »

- Le premier et le quatrième microtube contenaient chacun un gel imprégné de réactif antiglobuline anti-IgG. La fraction anti-IgG est préparée à partir de sérums de chèvres hyperimmunisées.
- Le deuxième et le cinquième microtube contenaient chacun un gel imprégné de réactif antiglobuline anti-C3d. La fraction anti-C3d est un anticorps monoclonal murin.
- Le troisième et le sixième microtube contenaient chacun un gel sans réactif spécifique. Ils correspondaient au contrôle

Après avoir mis le sérum ou le plasma du patient dans la cupule au contact des 3 hématies du panel de dépistage, la cassette est incubée à 37°C pendant 15 min (figure 23), puis centrifugée (figure 24).

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Lors de cette centrifugation, les globules rouges sont dirigés au fond de la colonne de filtration.

Pendant cette phase de migration, l'antiglobuline se fixe sur les hématies sensibilisées possédant un complexe immun antigène-anticorps. Les hématies ayant fixé l'antiglobuline sont bloquées par le gel.

Elles n'atteindraient pas donc le fond de la colonne. Ces cassettes possédaient également un témoin réactif (contrôle) qui devrait être négatif pour pouvoir interpréter les résultats.



Figure 23 : Carte- ID Incubateur**Figure 24: Carte-ID Centrifugeuse**

➤ Hémolysine anti-A et anti-B

Ces derniers ne sont plus recherchés au cours de la qualification immunohématologique du don du sang dans le CTS de l'HMA Marrakech

NB: L'ensemble de ces analyses était automatisées dans notre service grâce au système IH 500 utilisant des cartes gels, actuellement il est en panne à cause du manque de réactifs

2. Au niveau national :

2.1- Le CTS régional de Rabat :

2.1.1- Tests réalisés:

Le laboratoire d'immunohématologie réalise les analyses érythrocytaires pour la QBD suivantes:

- o Le groupage sanguin ABO-RH1
- o Le phénotypage RH-KEL1.
- o RAI (Dépistage simplifié, si positif une identification est mise en œuvre)
- o Hémolysine anti A et anti B

2.1.2- Techniques :

- o Hémagglutination
- o Erythrocyte Magnetized [®](E.M. Technology)ou Technologie d'érythrocytes magnétisés, utilisant principe de microplaque
- o Génotypage érythrocytaire par biologie moléculaire se fait chez les donneurs en cas :
 - Suspicion d'un RH variant
 - Difficultés techniques par discordance des deux épreuves (sériques et globulaire)

★ *Le principe de l'E.M. [®] Technology* est basé sur la magnétisation des hématies. Il utilise la technique d'hémagglutination combiné à un champ magnétique. Les particules de fer présentes dans la solution magnétisante viennent se fixer à la surface des hématies par adsorption ou par liaisons spécifiques.

En présence d'un champ magnétique, les hématies sont attirées au fond du puits de la microplaque. Grâce à ce principe, l'E.M. [®] Technology supprime l'utilisation d'une centrifugeuse durant le processus analytique.

Les GR libres sont remis en suspension tandis que les GR agglutinés forment un bouton au fond du puits (56).

Evaluation de la qualification immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

2.2- Le CTS de HMA de Rabat :

2.2.1- Tests réalisés :

Les tests systématiques réalisés lors de la qualification immunohématologique sont:

- o Le groupage sanguin ABO-RH1
- o Le phénotypage RH-KEL1.
- o RAI (dépistage)
- o Hémolysine anti A et anti B

2.2.2- Méthodes et techniques :

- o Hémagglutination utilisant deux tests complémentaires Beth Vincent et Simonin sur des plaques d'opaline et cartes gel
- o Technologie E.M utilisant principe de microplaque

3. Au niveau international

Vu la masse des données on s'est contenté de donner deux exemples en Europe, et deux exemples en Asie

3.1- France (57) :

3.1.1- Tests réalisés :

- Groupage ABO-RH1 (RHD)
- Phénotypage Rhésus -Kell
- l'hémolysine anti A et anti B
- RAI
- Les phénotypes étendus et élargissent cas de patients polytransfusés ou ayant un groupe sanguin particulier

3.1.2- Méthodes et techniques:

- Technologie E.M utilisant des microplaques
- Hémagglutination et Filtration sur gel
- Hémagglutination, technique manuelle sur tubes et plaques

3.2- India(58)(59)(60) :

3.2.1- Tests réalisés :

- o Groupage ABO-RH1
- o Phénotypage RH-Kel
- o Phénotypage étendu et élargi
- o RAI

3.2.2- Méthodes et techniques

- O Hémagglutination et filtration sur gel
- O Technologie E.M utilisant principe de microplaque
- O Technique d'agglutination sur tube

3.3 Allemagne (44,61)

3.3.1- Tests réalisés :

- o Groupage ABO-RH1
- o Phénotypage RH-KEL

3.3.2- Méthodes et techniques

- o Filtration sur gel
- o Génotypage érythrocytaire par l'utilisation de la technique PCR-SSP

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

★ *Principe du génotypage des groupes sanguins(62) :*

La détermination des antigènes érythrocytaires déduite de l'analyse des systèmes de groupe sanguin par des techniques de biologie moléculaire (génotypage) est devenue en quelques années un outil indispensable dans les laboratoires d'immunohématologie spécialisés.

Différentes techniques de biologie moléculaire sont utilisé (PCR–SSP*, PCR–RFLP*, PCR en temps réel, séquençage d'ADN..) pour génotyper les systèmes de groupe sanguin d'intérêt transfusionnel, à savoir les systèmes RH (génotypage des gènes RHD et RHCE)

L'accès aux analyses de biologie moléculaire (génotypage des systèmes de groupes sanguins) est devenu plus facile avec ces progrès techniques et l'utilisation de kits commerciaux permettant une standardisation. Elles restent onéreuses, réalisées dans des laboratoires dédiés et leur prescription doit représenter un bénéfice de sécurité transfusionnelle ou obstétricale

La sérologie reste la technique de référence de la majorité des analyses immunohématologiques, le génotypage représentant une alternative pour résoudre les difficultés sans solution en sérologie(62):

- En cas d'impossibilité de déterminer le phénotype dans les divers systèmes immunogènes (RH, KEL, FY, JK, MNS) par technique d'hémagglutination (polytransfusé, TDA positif, absence de réactifs commerciaux) ;
- Si existence de variants d'expression partielle ou faible dans certains systèmes (particulièrement dans le système RH),
- Pour dépistage des donneurs antigéniques négatifs.
- Anticorps faibles ou non disponibles
- Résolution des divergences entre les groupes sanguins A, B, D, C, et e

Cette technique permet également de sélectionner des donneurs compatibles lorsque les réactifs sérologiques n'existent pas ou présentant des phénotypes rares pour constituer les panels permettant d'identifier les anticorps ou de confirmer les phénotypes chez des malades

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

* *RFLP*: Le polymorphisme de longueur d'éclat de restriction

* *SSP*: amplification de séquence spécifique

3.4 Corée:(63)(64)(65)

3.4.1- test réalisés

- Groupage ABO–RH1
- Phénotypage RH–KEL
- RAI
- Hémolysine anti–A et anti–B
- Phénotypage étendu et élargi

3.4.2-techniques

- Gel
- Tube
- Microplaque
- Génotypage érythrocytaire(66)

B– Evaluation des moyens

1. Personnel

1.1– Au niveau de CTS régional de Rabat

- Une directrice
- Une secrétaire
- 4 techniciens dans le laboratoire de sérologie
- 3 techniciens dans le laboratoire d'immuno– hématologie
- Les médecins biologistes (nombre non précisé)
- Les infirmiers préleveurs

1.2- Au niveau de CTS de HMA de Rabat

Le personnel est formé de :

- Le chef de CTS ; professeur d'hématologie
- Un major
- Six médecins biologistes
- Un médecin généraliste responsable de l'unité d'aphérèse plaquettaire
- Trois secrétaires ; dont une est responsable de l'archivage informatique des données
- Quatre techniciens spécialisés
- Trois infirmiers polyvalents
- Quatre infirmiers de l'unité d'aphérèse plaquettaires
- Deux pharmaciens

1.3- Au niveau international : France

Le service de QBD du laboratoire de l'établissement français du sang (EFS),comporte environ soixante personnels, parmi eux se trouvent majoritairement des techniciens de laboratoire mais aussi un service technique, un service biomédical, informatique, de maintenance, de secrétariat et quatre biologistes(67).

D'après ces données, nous concluons un sous effectif de personnels au sein de CTS de HMA de Marrakech

2. Locaux :

2.1- Au niveau de CTS de HMA de Marrakech

- Le nouveau CTS est constitué de locaux:
 - Bureau de médecin chef, pour visite et entretien pré-don
 - Salle des prélèvements qui comprend neuf fauteuils.

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- Salle de préparation des collations
- Salle de préparation et séparation des PSL
- Paillasse de sérologie et paillasse immunohématologie
- Salle de stock
- Un bureau de secrétaire
- Un vestiaire
- L'ancien CTS est constitué de :
 - Bureau de médecin chef, qui sert pour l'entretien pré don
 - Salle des prélèvements qui comprend trois fauteuils.
 - Salle de préparation et séparation qui constitue un laboratoire d'analyses biologiques (immunohématologies et sérologies)

2.2–Au niveau de CTS régional de Rabat :

- Bureau de la directrice
- Bureau de la secrétaire
- Salle de réunion
- Salle de prélèvement
- Salle de collation
- Salle d'archives
- Laboratoire d'immuno– hématologie
- Laboratoire de sérologie

2.3–Au niveau de CTS de HMA de Rabat :

- Bureau du chef de CTS
- Bureau du major
- Bureaux pour les médecins biologistes
- Bureau du médecin généraliste responsable de l'unité d'aphérèse plaquettaire
- Deux Bureaux des secrétaires

- Salle de prélèvement et salle de collation
- Laboratoire pour la qualification immunohématologique et sérologique
- Salle de préparation et de séparation des poches
- Salle de l'unité d'aphérèse plaquettaire
- Salle de garde
- Deux locaux pour pharmacies
- Salle de stock
- Vestiaires

3. Automates utilisés pour la qualification immunohématologique:

3.1 – au niveau du CTS de HMA de Marrakech :

IH-500 : un système entièrement automatisé pour cartes gel, très innovant établissant de nouvelles normes pour les tests d'immunohématologie, utilise la technique d'agglutination et de filtration sur gel (Annexe 3).

Il permet la réalisation des tests suivants :

- Groupage sanguin ABO/RHD
- Phénotypage RH/KELL
- Dépistage d'anticorps anti-érythrocytaires
- Test direct à l'antiglobuline (TDA)
- Titrage des anticorps
- Épreuve sérique
- Tests de compatibilité
- Identification d'anticorps
- Phénotypage étendu.

Il possède des systèmes de contrôles de qualité (CQ) permettant le contrôler de son bon fonctionnement et de la bonne réalisation de chaque étape. Ces CQ permettent la vérification

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

automatique du statut des lots de réactifs lors du chargement, la gestion automatique de l'instrument avant chaque traitement d'échantillon ce qui assure la validité des résultats et évite la répétition des analyses(16).

NB: Cet automate n'est plus utilisé au cours de la qualification immunohématologique du don du sang au sein de CTS de l'HMA de Marrakech à cause du manque de réactifs.

3.2- Au niveau national :

3.2.1- CTS régional de Rabat :

Le laboratoire d'immunohématologie (donneur) comprend deux automates :

- **QWALYS® 3 (Société DIAGAST)**

QWALYS® 3 est la nouvelle génération d'automate complet, système de microplaque automatisé de haute cadence en Immuno-hématologie. Les groupages, phénotypages, R.A.I, identification et crossmatch, peuvent être réalisés. C'est le seul automate utilisant l'E.M.® Technology En allant au-delà de la performance technique, QWALYS® 3 apporte une réponse à tous les enjeux auxquels peut confronté toute professionnel de la biologie(68)

Caractéristique :

- ✓ Sécurité et traçabilité
- ✓ Adaptabilité au flux de travail de votre laboratoire: Planificateur dynamique chargement continu, visualisation en temps réel de la consommation de réactifs et statut des échantillons
- ✓ Optimisation du flux de travail
- ✓ Gestion des urgences
- ✓ Économie et Rentabilité: jusqu'à 6 heures d'autonomie de fonctionnement (sans intervention du technicien)

Evaluation de la qualificationImmuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- ✓ Efficience et Performance: une cadence allant jusqu'à 56 groupages ABO-RH-Kell et/ou 90 R.A.I. par heure



Figure 25 :AutomateQWALYS®

Les réactifs utilisés par QWALYS:

- ✓ Duolys (DIAGAST): dispositif de groupage ABO-RH1 et phénotypage RH-K utilisé sur automate QWALYS dans la technique EM technology
- ✓ Hemalys1 A1 et B(DIAGAST):hématies prêtes à l'emploi lors de l'épreuve plasmatique
- ✓ ScreenLys : dispositif le dépistage et l'identification des anticorps irréguliers anti-érythrocytaires en EM technology, il est utilisé avec Hemasreen pool (Hématies-tets) pour le RAI (dépistage)
- ✓ SERA CQI: des contrôles de qualité systématiquement utilisable en E.M.® Technology pour le typage ABO / RH1 et RH-Kell , ainsi que le dépistage des anticorps irréguliers et le test direct à l'antiglobuline

- **Pk 7400 (BECKMAN COULTER)**

C'est un système de microplaque automatisé, simple à utiliser avec des résultats fiables.

Il offre le débit le plus élevé de l'industrie et améliore l'efficacité du flux de travail grâce à une fonctionnalité de test par lots entièrement automatisée.

L'analyseur de test de donneur PK7400, permet d'optimiser les tests à l'aide d'une technologie d'agglutination éprouvée et d'un menu complet de typage sanguin. Une maintenance rationalisée, des logiciels de pointe et un service PRO améliorant la disponibilité et optimisant la productivité, renforçant ainsi la confiance dans les performances opérationnelles et les rapports de résultats(69).

Caractéristiques:

- ✓ Méthode analytique: Méthode d'agglutination sur microplaques en terrasses
- ✓ Débit: 300 échantillons/heure avec 5 godets d'échantillons dilués
- ✓ Dosage: Groupage sanguin ABO, typage Rh, y compris le test D faible, le dépistage des antigènes érythrocytaires et le dépistage qualitatif de la syphilis
- ✓ Capacité d'échantillon: 120 échantillons ; chargement continu de porte-échantillons autorisé
- ✓ Récipient de réaction : Microplaques en terrasse



Figure 26: automatePk 7400 (BECKMAN COULTER)

3.2.2- CTS de HMA de Rabat :

- **QWALYS® 3 (DIAGAST)** utilisant la technologie d'érythrocyte magnétisée
- **IH-1000**

L'unité d'aphérèse plaquettaire au sein de CTS de HMA de Rabat, comporte les systèmes d'aphérèse suivants :

- **HAEMONETICS MCS+ :** Système d'aphérèse par centrifugation à flux discontinu
- **Spectra Optia® :** Système d'aphérèse par centrifugation à flux continu(70).
- **Fresenius Kabi**
- **Trima Accel®**

3.3– au niveau international :

3.3.1- France(57)(67)(71)

- PK7300 utilise principe de microplaque
- IH 1000 : il fonctionne avec une technique par gel
- Erytra utilisant la technologie de la carte DG Ge
- **Automate Néo® Immucor** : Technique automatisée de titrage en microplaque pour RAI.
- **Automate IH–500**
- **QWALYS® 3**: utilisant la technique E.Msur microplaque
- **Autovue innova** : utilisant la microfiltration sur gel
- **Wadiana** : utilisant la technologie par gel

3.3.2- India(58)(72) :

- **Automate MITIS II** utilisant la technique en microplaque
- **QWALYS® 3**
- **IH–1000** : utilisant la technologie d'agglutination sur colonne de filtration
- **Techno Twin Station** : utilisant la technologie d'agglutination sur colonne de filtration
- **Autovue Innova** : utilisant la technologie d'agglutination sur colonne de filtration
- **Galileo** : utilisant la technique d'adhérence des globules rouges en phase solide
- **NEO** : utilisant la technique d'adhérence des globules rouges en phase solide
- **WADIANA** : utilisant la technologie d'agglutination sur colonne de filtration (73)

3.3-3 Allemagne (44,61)(74):

- **Olympus PK 7100** : est un analyseur de groupe sanguin entièrement automatisé capable d'effectuer un typage d'ABO et RH sur 240 échantillons par heure. Une caractérisation

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

unique de et analyseur est la conception « en terrasses », des microplaques utilisées pour les tests, qui est au cœur du fonctionnement de ce système(75).

- Olympus PK 7200
- QWALYS 2(76)

3.3-4 Corée(63)(64)(65)

- IH–500utiliseprincipe de filtration sur gel
- Ortho vision utilise le principe de gel
- DAYMATEM
- ORTHO AutoVue® Innova utilisant des cassettes microbilles
- Techno Twin Station utilisant principe de gel et microplaque

VI. Tableaux comparatifs récapitulatifs :

Tableau XIII : Tableau récapitulatif comparatif des tests réalisés et techniques et automates utilisés pour la qualification immunohématologique des dons au niveau du CTS de HMA de Marrakech par rapport à l'échelle national.

	CTS de l'HMA de Marrakech	CTS régional de Rabat	CTS de l'hôpital militaire de Rabat
Tests systématiques réalisés	-Groupage sanguin ABO-RH1 -Le phénotypage RH-KEL1. -RAI (dépistage)	-Le groupage sanguin ABO-RH1 -Le phénotypage RH-KEL1. -RAI (dépistage) -Hémolysine anti A et anti B	-Le groupage sanguin ABO-RH1 -Le phénotypage RH-KEL1. - RAI(dépistage) - Hémolysine anti A et anti B
Méthodes et techniques	Méthode d'Hémagglutination sur des plaques d'opaline et filtration sur gel	-Hémagglutination -Technologie d'érythrocytemagnétisée -Génotypage érythrocytaire par biologie moléculaire	-hémagglutination sur des plaques d'opaline, cartes gel -Technologie d'érythrocyte magnétisée utilisant principe de microplaque
Automates	IH-500 (en panne)	-Pk 7400 -QWALYS® 3	- QWALYS® 3 - IH-1000

Evaluation de la qualification immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Tableau XIV: Tableau récapitulatif comparatif des tests réalisés , des techniques et des automates utilisés pour la qualification immunohématologique des dons au niveau du CTS de HMA de Marrakech par rapport à l'échelle internationale.

	France	India	Corée	Allemagne
Tests réalisés	-Groupage ABO–RH1 (RHD) -Phénotypage Rhésus –Kell -l'hémolysine anti A et anti B -RAI	–Groupage ABO–RH1 –Phénotypage RH–Kel –Phénotypage étendu et élargi –RAI	–Groupage ABO–RH1 –Phénotypage RH–Kel –Phénotypage étendu et élargi –RAI	–Groupage ABO–RHD, –phénotypage RH–Kell
Méthodes et techniques	–tube –filtration sur gel –Plaquette d'opaline –Technologie d'érythrocytemagnétisée	–tube –filtration sur gel –technologie d'érythrocytemagnétisée	–Technologie d'agglutination et de filtration sur gel Gel –Tube –Microplaque –généotypage érythrocytaire	- Filtration sur gel - génotypage érythrocytaire
Automates	- PK7300 - IH –1000 - IH–500 - Erytra - QWALYS® 3 - Autovue innova - Wadiana - Néo® Immucor pour RAI	–MITIS II –QWALYS® 3 –IH–1000 –Autovue innova –Wadiana –Néo® –Galileo –Techno Twin Station	–IH–500 –ortho vision –daymate M –Ortho Auto Vue –Techno Twin station	–Olympus PK7100 –Olympus PK 7200 –QWALYS 2

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

A la lumière de ces données, on peut dire que la qualité de la qualification immunohématologique du don du sang au sein de CTS à l'HMA de Marrakech,est assez satisfaisante, insuffisante, et pose des difficultés principalement liées au manque de techniques, manque d'automates d'immunohématologie, insuffisance de personnels qualifiés...

VII– Hémovigilance et sécurité transfusionnelle:

A– Hémovigilance

L'hémovigilance est un dispositif de veille sanitaire relatif à la transfusion sanguine.

Elle regroupe l'ensemble des procédures de surveillance organisées depuis la collecte du sang et de ses composants jusqu'au suivi des receveurs en vue de recueillir et d'évaluer les informations sur les effets indésirables ou inattendus résultant de l'utilisation thérapeutique d'un produit sanguin labiledestiné à être transfusé(77).

Elle a pour missions :

- le recueil et la conservation d'informations sur toutes les étapes du circuit transfusionnel, depuis le prélèvement du don jusqu'au suivi des patients transfusés
- le recueil d'informations sur tout effet inattendu ou indésirable dû ou susceptible d'être dû à l'administration d'un produit sanguin labile.

L'hémovigilance repose sur :

- L'entretien médical systématique précédant le don ;
- Le respect des bonnes pratiques de prélèvement, de qualification biologique du don,
- de préparation, de conservation et de transport des PSL.
- Le respect des règles de prescription adaptées aux caractères spécifiques de chaque receveur ;
- La collaboration entre les établissements de soins et de transfusion sanguine.

- La surveillance transfusionnelle et le suivi post transfusionnel du receveur.

NB: Au niveau du CTS de HMA de Marrakech, il n'y a ni comité ni système d'hémovigilance, et pour la sécurité immunohématologique transfusionnelle, certaines mesures s'appliquent, comme la sélection des candidats au don de sang, la vérification de groupage et phénotypage, la réalisation d'épreuve de compatibilité

B-Sécurité transfusionnelle:Incidents et accidents transfusionnels immunologique

La transfusion sanguine est une thérapeutique dangereuse, elle apporte du fait du polymorphisme génétique des antigènes que ne possède pas le malade et qui peuvent être à l'origine d'accidents transfusionnels de type direct (immédiat) ou indirect (retardé). Cette incompatibilité entre le sang du donneur et celui du receveur détermine des risques immunologiques(48).

1. Incidents

Il s'agit d'une erreur ou un problème décelé avant que le produit ne soit transfusé et qui aurait pu entraîner une réaction transfusionnelle si la transfusion avait eu lieu, susceptible d'affecter la sécurité ou la qualité des PSL et d'entraîner un effet indésirable pour le receveur(78).

La majorité d'erreurs survient dans les établissements de sang, elles concernent l'identification du patient, les erreurs de délivrance de dépôt, le non-respect des procédures transfusionnelles et enfin les erreurs dans le processus de prélèvement pour une analyse de groupage sanguin. (78):

Le tableau XV: quelques exemples de non-conformité⁽⁷⁸⁾

Au niveau d'unité de soins	Au niveau de la banque de sang
✦ Erreur d'identification du tube de prélèvement ✦ Etiquetage non -conforme ✦ Transfusion incomplète ✦ Produit mal conservé ✦ Erreur sur le type de produit demandé ✦ Réception d'un produit dont l'étiquette porte un nom différent de celui du receveur	✦ Erreur de technique de laboratoire ✦ Erreur de transcription d'un résultat ✦ Emission d'un produit sans étiquette d'identification ✦ Brise de matériel (poche percée, flacon cassé) ✦ Erreurs d'interprétation des résultats ✦ Erreur dans la préparation du produit

2. Accidents immunohématologiques transfusionnels

Un accident désigne toute erreur ou toute réaction décelée après le début de l'administration d'un produit sanguin labile ou stable⁽⁷⁹⁾..

Un accident peut consister soit en une réaction transfusionnelle immédiate (symptômes et signes cliniques ou biologiques survenant dans les 7 jours après la transfusion), soit en une réaction transfusionnelle retardée (symptômes et signes cliniques ou biologiques survenant de 8 à 28 jours après la transfusion), soit, enfin, en un décès (survenant dans les sept jours suivant la transfusion)

**Tableaux XVI : Effets indésirables immunologiques classés selon leur délai de survenue après la
TS (79)**

Effets indésirables immédiats	Effets indésirables retardés
• Frissons–Hyperthermi • Choc anaphylactique • Choc hémolytique immédiatsuite une incompatibilité immunologique entre le donneur et le receveur • Œdème aigu pulmonaire lésionnel	• Alloimmunisation – Ac anti–érythrocytaires – Ac antiplaquettaires • Réaction du greffon contre l’hôte (RGCH) post transfusionnelle • Purpura post transfusionnel • Hémolyse retardée

Les signes cliniques associés aux incidents survenant au cours ou au décours de la transfusion, sont peu spécifiques selon la nature de l’incident : fièvre, frissons, dyspnée, hypo ou hypertension, tachypnée, tachycardie, angoisse, sueurs, douleurs abdominales, prurit, urticaire, etc.

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

L'apparition de tels signes implique l'arrêt de la transfusion avec maintien de la voie veineuse, suivie de l'intervention rapide du médecin responsable de la transfusion (le plus souvent le médecin prescripteur) et d'une prise en charge clinique adaptée à l'orientation étiologique avec prescription d'un bilan biologique si nécessaire.

Tableau XVII: Conduite à tenir devant un incident transfusionnel évoquant une origine immunologique(79)

Symptômes	Diagnostic	Traitement	Examens complémentaires	Prophylaxie
Douleurs lombaires, hypotension, saignement en nappe, signes d'hémolyse	Incompatibilité immunologique	Maintenir une diurèse parfois épuration extrarénale	Bilan IH*	–
Frissons, hyperthermia	Réaction fébrile non hémolytique	–	Bilan IH, Hémocultures Selon les cas : cultures PSL	Selon bilan IH
Urticaire, bronchospasme, rash cutané	Réaction allergique	Corticoïdes /antihistaminiques	Dosages tryptase, histamine IgE et IgA	Prémédication PSL déplasmatisés
État de choc anaphylactique	Collapsus, signes cutanés	Remplissage, adrénaline	Idem bilan de la réaction allergique	PSL déplasmatisés
Œdème pulmonaire	Hypoxémie isolée Souvent fièvre associée	Oxygénation, ventilation, PEEP*	Recherche anti–HNA*, anti–HLA classe I ou II chez le donneur et le receveur	Écarter le donneur si diagnostic confirmé

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Purpura, épistaxis, hémorragie	Purpura aigu post- transfusionnel	Immunoglobulines polyvalentes	Recherche anti-HPA*	Produits déplaquettisés Plaquettes HLA phénotypées
-----------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	---------------------	---

*Bilan IH : bilan immunohématologique

*HPA : antigènes plaquettaires humains

*HNA : antigènes neutrophiles humains

*HLA : antigènes des leucocytes humains

*PSL : produits sanguins labiles

NB: Dans notre série, il n'ya pas de retour de la fiche de déclaration d'incident, pas
d'impact sur le nombre des effets indésirables transfusionnel (EIT)

VII. Recommandations

L'ensemble des défaillances que nous avons pu relever dans l'organisation et le déroulement de la qualification immunohématologique du don de sang ,au sein de HMA de Marrakech, nous a permis de concevoir plusieurs propositions afin de pallier à ces dysfonctionnements :

- Recruter un nombre suffisant de personnel; des techniciens confirmés et formés à l'étranger dans des centres de référence
- Aménager les locaux pour avoir une séparation entre la qualification immunohématologique et microbiologique
- Approvisionner le service en réactifs nécessaires, les plus sensibles et les plus recommandés par l'OMS et les experts
- Améliorer les techniques dans le sens de précision, de sensibilité et de spécificité
- La mise en place d'automates, plus crédibles et les plus utilisés dans le monde, présentant un haut niveau de technicité
- Développer le génotypage moléculaire pour les RH variants
- Créer une unité d'immunohématologie donneur, séparée d'immunohématologie receveur
- Doter le CTS d'un système informatique qui peut gérer les données collectées et les archiver, et d'une secrétairequalifiée pour leur saisie.
- Doter le CTS de personnels qualifiés dans la biologie moléculaire
- Doter le CTS de locaux pour l'immunologie plaquettaire :Automate » Luminex » par exemple

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- Equiper le laboratoire d'immuno–hématologie de deux automates IH–500, secondé d'un autre automate de secours, avec un bon service d'entretien, et d'un automate pour le typage HLA
- Phénotyper le plus large possible de poches des donneurs et les comparer au phénotype élargi du receveur
- Etablir des recommandations pour créer une banque de sang rare
- Etablir des recommandations pour créer un centre de référence national pour GR, afin de résoudre les problèmesde discordance des groupages, phénotypage et de RAI difficile à traité
- Créer un centre de référence de génotypage HLA



CONCLUSION

La sécurité transfusionnelle est assurée par une maîtrise de toutes les étapes de la chaîne transfusionnelle, depuis la collecte de sang, sa préparation et sa qualification biologique jusqu'à la réalisation de l'acte transfusionnel et même le suivi des receveurs.

En matière d'immunohématologie, la maîtrise de la chaîne transfusionnelle figure parmi les piliers de la sécurité nécessaires à l'obtention de produits labiles biologiquement qualifiés. Une étape indispensable à appliquer durant ce processus, est la qualification immunohématologique.

La sécurité transfusionnelle repose en grande partie sur la détection et l'identification des anticorps antiérythrocytaires.

Le typage des systèmes de groupes sanguins au sein du CTS est basé sur la technique d'hémagglutination, la technique historique pour mettre en évidence les antigènes érythrocytaires et les anticorps plasmatiques des patients.

A ce jour, les techniques de détection des anticorps ont peu évolué. Des améliorations cependant non négligeables ont été introduites, en particulier, de nouveaux supports pour mettre en évidence la réaction d'agglutination (valables d'ailleurs aussi pour le phénotypage), tels que la technique de filtration sur gel, la technique en microplaque ou la technique d'immunoadhérence.

Ces différents supports ont permis d'apporter une facilité de lecture, une meilleure sensibilité et une possibilité d'automatisation.

Actuellement, la détermination des antigènes érythrocytaires déduite de l'analyse des systèmes de groupe sanguin par des techniques de biologie moléculaire (génotypage) est devenue un outil indispensable dans les laboratoires d'immunohématologie spécialisés.

Evaluation de la qualificationImmuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Elle présente une alternative lorsque l'hémagglutination montre ses limites dans le cadre de la médecine transfusionnelle.

Les nouvelles technologies ont surtout concerné le phénotypage et génotypage. Pour ce qui est du génotypage, la réduction de son coût, sa standardisation, sa simplification et l'amélioration de sa cadence sont les derniers obstacles à lever pour permettre son implantation plus large dans les laboratoires d'immunohématologie.



RESUME

RÉSUMÉ

La transfusion sanguine est un acte thérapeutique qui consiste à administrer le sang, ou l'un de ses composants cellulaires ou plasmatiques, d'un ou plusieurs sujets sains appelés "donneurs" vers un sujet malade appelé "receveurs".

La sécurité transfusionnelle est assurée par une maîtrise de toutes les étapes de la chaîne transfusionnelle depuis la collecte de sang, sa préparation et sa qualification biologique jusqu'à la réalisation de l'acte transfusionnel et même le suivi des receveurs.

La base de la sécurité immunohématologique est la compatibilité entre les caractéristiques érythrocytaires du donneur et celles du receveur.

Sur ce, notre travail a porté sur l'évaluation de la qualification immunohématologique des dons de sang au sein de CTS à HMA de Marrakech, englobant l'état des locaux, personnels, techniques, du service de QBD ayant comme but principale :

- Mettre le point sur le niveau de qualification au sein de CTS de HMA
- Mettre en valeur les techniques de qualification immunohématologique du don de sang réalisées au CTS à L'Hôpital militaire Avicenne de Marrakech par rapport à ce qui se fait à l'échelle nationale et internationale
- Dresser le profil phénotypique des groupes sanguins ABO et RHD et Kell au sein d'une population militaire représentative de la ville de Marrakech et régions, recrutée sur une durée de 5 ans

L'étude des prévalences des marqueurs phénotypiques, des dons de sang colligés dans le centre transfusion sanguine de l'HMA à Marrakech entre l'année 2016–2020; a abouti aux résultats suivants :

- Le système ABO, on note que le groupe O est le plus fréquent (50.47%), suivi par le groupe A (30,14%), le groupe B (15.45%) et en dernier lieu le groupe AB (3.93%).
- Le système Rhésus standard (D); le phénotype Rh positif (D+) prédomine largement (89.21%) alors que le Rh négatif (D-) est de l'ordre de 10.79%.

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- Le système Rh étendu, le phénotype Cceest le plus fréquent (41.01%) et le pluscommun chez les Marocains et les européens.
- Le système Kell, la prévalence de l'antigene K est 8.13%.
- Pour la RAI, sur les 7713 dons exploités, aucune RAI n'est positive

Cette étude nous a permis de mettre le point sur plusieurs insuffisancesconcernant

- Insuffisance de personnels formés
- Insuffisance de techniques dans le sens de précision de sensibilité et de spécificité
- Manque d'automates qui présentent un haut niveau de technicité
- Parfois rupture de stock de réactifs soit un retard d'approvisionnement.....

Cependant, le système transfusionnel de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech (HMA)connaît encore un manque en matière de nouvelles techniques ayant fait leurs preuves dans ledéveloppement de ce domaine ; à citer :

- Typage d'histocompatibilité HLA ;
- Recherche d'antigènes plaquettaire : HPA ;
- Biologie moléculaire : par amplification génique (PCR) à partir d'ADN génomique, en particulier lorsque l'hémagglutination montre ses limites dans le cadre de la médecine transfusionnelle.

A la lumière de ce travail, une liste de recommandation a été proposée afin de pallier à ces dysfonctionnements et d'assurer une meilleure sécurité immunohématologique, devantles différentes situations envisagées lors de la pratique quotidienne.

En outre, l'amélioration de l'automatisation et l'informatisation va diminuer le risque d'erreur humaine, par la prise en charge automatique de certaines phases d'un processus dans le but :

- D'éviter les séquences répétitives;
- De réduire, en partie la charge de travail ;
- De laisser aux opérateurs la partie noble du travail : la décision;
- D'apporter des protections automatiques afin de rendre le système intolérant à l'erreur surtout en contexte de pression temporelle comme l'urgence ou en cas de pic d'activité, source de déviation volontaire ou involontaire par rapport à la norme.

Evaluation de la qualificationImmuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Toutefois, quelle que soit le degré de sécurité d'automatisation, sa qualité est strictement liée à la phase pré-analytique de réalisation des prélèvements, d'acceptation des échantillons et de saisie de l'état civil pour lesquelles il convient d'être particulièrement attentif.

ABSTRACT

Blood transfusion is a therapeutic act by administering blood or one of its cellular and plasma components, from one or more healthy subjects called "donors" to an ill person called «recipient.

Blood safety is ensured by controlling all stages of the transfusion chain from the collection of blood, its preparation and biological qualification to the completion of the transfusion act and even the monitoring of recipients.

The base of the immuno-hematology security compatibility between erythrocyte characteristics of the donor and those of the recipient

Biological qualification's laboratories have an obligation to ensure maximum reliability and sensitivity of results. They must therefore put in place the human, technical, material, computer and organizational resources, traceability of operations and risk analysis of all steps of the analysis process, to assure reliable results

The immunohematology laboratory must be structured in procedures and operating modes in order to respect the standards of the referential and to reduce the causes of errors

On this, our work to bear on the evaluation of the immunohematological qualification of blood donations ,in the blood transfusion center (BTC) HMA Marrakech, ,encompassing the state of the premises, staff, techniques, of the service of QBD having as main goal :

- To review the level of qualification within the BTC of HMA
- To highlight the techniques of immunohematological qualification of the blood donation carried out at the BTC at HMA Marrakech compared to what is done nationally and internationally

The study of the frequency of phenotypic markers, blood donationscollected in the blood transfusion center of the HMA in Marrakech between the year2016–2020; leads to the following results:

- The ABO system, we note that the group O is the most frequent (50.47%), followed

Evaluation de la qualification immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

by the group A (30.14%), the group B (15.45%) and finally the group AB (3.93%).

- The standard Rh system (D); the Rh positive phenotype (D +) largely predominates (89.21%) while the negative Rh (D-) is of the order of 10.79%.
- The extended Rh system, the Ccee phenotype is the most common (41.01%) and the most common among Moroccans and Europeans.
- The Kell system, the frequency of antigen K is 8.13%.
- For the RAI, of the 7713 donations exploited, no RAI are positive

This study has allowed us to highlight several shortcomings concerning:

- Insufficient trained personnel
- Insufficient techniques in the sense of precision, sensitivity and specificity
- Lack of automatons with a high level of technicality
- Occasional reagent stock outs or delays in supply...

However, the transfusion system of the HMA still lacks new techniques that have proven their worth in the development of this field:

- HLA histocompatibility typing;
- Research of anti-platelet antibodies: HPA;
- Molecular biology: by gene amplification (PCR) from genomic DNA, especially when hemagglutination shows its limits in the context of transfusion medicine.

In the light of this work, a list of recommendations has been proposed in order to overcome these dysfunctions and to ensure better immuno-hematological safety in the following situations

In addition, the improvement of automation and computerization will reduce the risk of human error, by automatically taking charge of certain phases of a process in order to

- Avoid repetitive sequences;
- To reduce, in part, the workload;
- To leave the noble part of the work to the operators: the decision;

- To provide automatic protections in order to make the system intolerant to errors, especially in a context of time pressure such as an emergency or in the event of a peak in activity, a source of voluntary or involuntary deviation from the norm.

However, whatever the degree of automation security, its quality is strictly linked to the pre-analytical phase of sample taking, sample acceptance and civil status entry, for which particular attention should be paid.

ملخص

تحاقن الدم هو علاج يحت على نقل الدم أو أحد المكونات الخلوية والبلازما من شخص واحد أو عدة أشخاص أصحاء يلقبون ب" المانحين " لشخص مريض يدعى " المتلقي "

تكفل سلامة الدم عن طريق التحكم في جميع مراحل سلسلة نقل من جمع الدم، وإعداد وتأهيل البيولوجي إلى الانتهاء من عمل نقل الدم وحتى رصد المستفيدين.

قاعدة السلامة المناعية الدموية تكمن في مدى التوافق الدموي المناعي بين خصائص كرات الدم الحمراء من الجهات المانحة وتلك للمتلقي، وعلى مختبرات التأهيل البيولوجي للتبرع بالدم واجب والتزام بأقصى قدر من الموثوقية والحساسية للنتائج المحققة. ولذلك يتعين عليها أن تضع الوسائل البشرية والتقنية والأجهزة وتكنولوجيا المعلومات والتنظيمية، والتحقق من صحة الأساليب، وإمكانية تتبع العمليات وتحليل المخاطر لجميع خطوات عملية التحليل، لضمان تحقيق نتائج موثوق بها ومتوافقة في بعض الأوقات مع الاستخدام الأمثل لشرطة القطاع الخاص.

ومن ثم، يجب أن تكون منهجية العمل في مختبر علم المناعة الدموية في شكل إجراءات من أجل الامتثال لمعايير المستودع والتقليل إلى أدنى حد من أسباب الأخطاء.

وفي هذا الصدد، سوف يركز عملنا على تقييم التأهيل المناعي الدموي للتبرعات بالدم داخل مركز نقل الدم في مستشفى العسكري في مراكش، الذي كان هدفه الرئيسي:

- تحديث مستوى التأهيل لمركز نقل الدم
- إبراز تقنيات التأهيل المناعي الدموي للتبرع بالدم التي تتم في مركز نقل الدم بمستشفى العسكري بمراكش مقارنة بما يتم على الصعيدين الوطني والدولي.

وقد أتاحت لنا هذه الدراسة استعراض العديد من أوجه القصور فيما يتعلق ما يلي:

- نقص الموظفين المدربين
- الافتقار إلى التقنيات من حيث الحساسية والخصوصية
- الافتقار إلى آلية التكنولوجيا المتقدمة

➤ أحيانا نقص في الكواشف أو تأخير في العرض

دراسة انتشار وسمة النمط الظاهري والمصولي للدم الممنوح في مراكز تحاقن الدم ابن سينا في مراكش التي تم جمعها بين العامين 2016 و2020، أدت إلى النتائج التالية:
بالنسبة:

- لجهاز OBA: الزمرة O هي الأكثر شيوعاً وتمثل (50.47%)
- RH(D): رزوسيهيمن كثير النمط الظاهري الإيجابي (+RHD%89.21)
- جهاز رزوس الممتد Ccee: هو الأكثر شيوعاً بنسبة (41.01%) والأكثر تشاركاً لدى المغاربة والأوروبيين
- جهاز كيل Kell: تردد المستضد K هو 8.13%
- من 7713 تبرعات التي تم دراستها، بالنسبة ل RAI لاشيء إيجابي،

لكن نظام نقل الدم في مستشفى العسكري في مراكش لا يزال يفتقر إلى التقنيات الجديدة التي أثبتت جدارتها في تطوير هذا المجال:

- كتابة التوافق النسيجي HLA
- البحث عن صفائح الأجسام المضادة HPA
- البيولوجية الجزيئية عن طريق التضخيم الجينات (RCP) عبر الحمض النووي الجيني، وخصوصاً عندما يظهر التراص حدوده في سياق الطب تحاقن الدم

وفي ضوء هذا العمل، اقترحت قائمة من التوصيات للتعويض عن هذه الاختلالات ولضمان سلامة مناعية دموية أفضل.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن تحسين التشغيل الآلي والحوسبة سيقال من خطر وقوع خطأ بشري، عن طريق الدعم التلقائي لمرحلة معينة من العملية بهدف

- تجنب التعاقب المتكرر
- الحد من بعض عبء العمل
- توفير حماية تلقائية لجعل النظام غير متعصب من الخطأ، لا سيما في سياق ضغط الوقت مثل الطوارئ أو في حالة ذروة النشاط

بيد أنه أياً كانت درجة أمن التشغيل الآلي، فإن نوعيته ترتبط ارتباطاً صارماً بمرحلة ما قبل التحليل المتمثلة في أخذ العينات وقبول العينات وتسجيل الحالة المدنية، التي ينبغي اهتمام خاص لها.



Annexe1:Textes réglementaires(7)

M.S – Direction de la réglementation et du contentieux – BASE DE DONNEES

REFERENCE: B.O N° 4336 – 13 rejeb 1416 (6-12-95).

Decret n° 2-94-20 (22 joumada II 1416) 16 Novembre 1995 pris pour l'application de la loi n° 03-94 relative au don, au prélèvement et à l'utilisation du sang humain

Le Premier Ministre,

Vu la loi n° 03-94 relative au don, au prélèvement et à l'utilisation du sang humain, promulguée par le dahir n° 1-95-133 du 19 safar 1416 (18 juin 1995) ;

Sur proposition du ministre de la santé publique ;

Après examen par le conseil des ministre réuni le 29 kaada 1414 (11 mai 1994),

Décrète :

Chapitre Premier : Du Prélèvement du Sang

Article Premier : (modifié par décret n° 2-01-2023 du 4 septembre 2002, art 1er)

En application des dispositions du 1er alinéa de l'article 4 de la loi n° 03-94 susvisée, le sang objet du don doit faire l'objet des analyses biologiques suivantes ;

- ✓ la détermination du groupe sanguin ABO et Rhésus. La détermination du groupe Rhésus doit rechercher les antigènes D-C-E. Ne peut être considéré comme Rhésus négatif que le sang dépourvu de ces trois antigènes ;
- ✓ La détermination de tout groupe sanguin doit être faite dans les conditions ci-après :
 - o sur deux prélèvements faits à 24 heures d'intervalle ;
 - o avec deux lots de réactifs ;
 - o par deux techniciens différents ;
 - o selon deux techniques différentes ;
- ✓ la mesure du taux de l'hémoglobine ou de l'hématocrite ;

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- ✓ le dépistage sérologique de la syphilis ;
- ✓ la détection de l'antigène HBs (marqueur de l'hépatite B) ;
- ✓ la détection des anticorps dirigés contre le virus responsable du syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) ;
- ✓ le dépistage de l'Hépatite C et le dosage des ALAT ;
- ✓ la recherche d'hémolysines Anti A et Anti B dans le sang du groupe O. En cas de positivité une étiquette portant la mention “ A ne transfuser qu'à des sujets de groupe O ” doit être collée sur la poche ;
- ✓ le dépistage systématique des agglutinines irrégulières.

Cette liste peut être complétée ou modifiée par arrêté du ministre de la santé publique en fonction de l'évolution des connaissances médicales.

Article 2 : Conformément aux dispositions du 2e alinéa de l'article 6 de la loi susvisée n° 03-94, chaque prélèvement du sang est précédé d'un examen médical du donneur.

Article 3 : La fréquence des prélèvements de sang ne doit pas être supérieure à cinq fois par an pour les hommes et trois fois par an pour les femmes.

L'intervalle entre deux prélèvements doit être égal à deux mois au moins pour les hommes et trois mois au moins pour les femmes.

Toutefois, la fréquence des prélèvements spécifiques de plaquettes, de globules blancs, de globules rouges ou de plasma ne peut être supérieure à une fois tous les trois mois lorsqu'ils sont effectués à l'aide d'appareils à cytophérèse et à une fois tous les 15 jours lorsqu'il s'agit d'appareils à plasmaphérèse.

Article 4 : La quantité du sang recueilli lors de chaque prélèvement ne doit pas être supérieure à 400 ml non compris les échantillons nécessaires aux analyses.

Cette quantité ne peut être supérieure à 600 ml lorsqu'il s'agit de prélèvements spécifiques.

Article 5 : Ne peuvent faire don de leur sang :

- ✓ Les sujets présentant une des pathologies suivantes :
- ✓ Néphropathies chroniques ;
- ✓ Endocrinopathies chroniques ;

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- ✓ Diabète ;
- ✓ Cirrhose ;
- ✓ Hépatite aiguë ou chronique ;
- ✓ Syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) ;
- ✓ Ulcère ;
- ✓ Asthme ;
- ✓ Hémopathies chroniques ;
- ✓ Cancer ;
- ✓ Angor ;
- ✓ Infarctus.

2) Les sujets ayant séjourné en zone impaludée.

3) Les toxicomanes (par voie intraveineuse).

Cette liste peut être complétée par arrêté du ministre de la santé publique.

Article 6 : Les contre-indications temporaires au don du sang sont :

- ✓ la tension artérielle MINIMA supérieure à 10 cm Hg ;
- ✓ la tension artérielle MAXIMA supérieure à 16 cm Hg ;
- ✓ l'état d'ébriété ;
- ✓ la vaccination datant de moins de 21 jours ;
- ✓ la sérothérapie datant de moins de 15 jours ;
- ✓ un traitement en cours ;
- ✓ la pneumopathie aiguë ;
- ✓ les hémopathies aiguës ;
- ✓ la grossesse ;
- ✓ l'accouchement datant de moins de 6 mois ;
- ✓ l'interruption de grossesse datant de moins de 3 mois ;
- ✓ l'allaitement en cours ;
- ✓ un traitement psychiatrique ;
- ✓ l'intervention chirurgicale datant de moins de 3 mois ;
- ✓ l'âge inférieur à 18 ans.

Cette liste peut être complétée par arrêté du ministre de la santé publique.

Article 7 : Lors de l'examen médical prévu à l'article 2 du présent décret, le médecin peut refuser le prélèvement pour des affections autres que celles définies dans les articles 4 et 5 ci-dessus, lorsque celui-ci présente un danger pour la santé du donneur ou celle du receveur.

Chapitre II : De la Transfusion du Sang

Article 8 : Avant toute transfusion de sang ou de ses dérivés, une prescription écrite, signée par un médecin, doit spécifier l'identité du receveur et son groupe sanguin ainsi que la nature et la quantité du produit à administrer.

Article 9 : (modifié par Décret n° 2-99-1010 du 3 décembre 1999) A l'exception de l'utilisation d'urgence du sang ou des globules rouges du groupe O Rhésus négatif et du cas d'une transfusion autologue, toute transfusion de globules rouges nécessite deux groupages sanguins du receveur à vingt-quatre heures (24 h) d'intervalle, et la recherche d'une compatibilité entre les sang du donneur et du receveur.

Article 10 : Le prélèvement du sang en vue d'une transfusion autologue prévue à l'article 9 de la loi n° 03-94 susvisée, ne peut être effectué que par un docteur en médecine et sur indication médicale de celui-ci.

Article 11 : Le patient, proposé à une transfusion autologue, doit être informé des risques, avantages, contraintes et modalités de cette technique. Le prélèvement en vue d'une transfusion autologue ne peut se faire qu'après consentement écrit de l'intéressé ou celui de son représentant légal et si les examens préliminaires ci-après sont normaux :

- ✓ Examen clinique complet :
- ✓ capital veineux ;
- ✓ état cutané.
- ✓ Examens complémentaires
- ✓ électrocardiogramme ;
- ✓ radiographie pulmonaire ;
- ✓ ionogramme sanguin et urinaire ;
- ✓ hémogramme ;
- ✓ bilan d'hémostase.

Le sang prélevé en vue d'une transfusion autologue est soumis aux mêmes analyses biologiques visées à l'article premier du présent décret.

Evaluation de la qualificationImmuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Article 12 : La poche de sang prélevé en vue de la transfusion autologue est réservée à son donneur. Cette poche doit indiquer le nom, prénom, date de naissance, sexe, le numéro de dossier du patient ainsi que la date de péremption de la poche.

Article 13 : Avant toute transfusion autologue, il est procédé à un contrôle du groupe ABO au lit du malade à l'aide d'une carte de contrôle prétransfusionnel.

Article 14 : Le prélèvement, la préparation, la conservation et la distribution des dérivés sanguins, destinés à une transfusion autologue, sont de la compétence des centres de transfusion sanguine relevant du ministère de la santé publique.

Article 15 : On entend par " milieu de soins ", visé à l'article 10 de la loi n° 03-94 précitée, les centres hospitaliers, les hôpitaux, les maisons d'accouchement médicalisées et les cliniques.

Article 16 : Toute poche de sang total ou culot globulaire est accompagnée d'une carte de contrôle prétransfusionnel pour exécuter les épreuves de compatibilité dans le système ABO au lit du malade. L'épreuve de compatibilité est obligatoirement effectuée avant la transfusion de chaque poche de sang. La carte susvisée doit être conservée dans le dossier du malade.

Chapitre III Réintitulé par Décret n° 2-06-303 du 14/11/2006 B.O N° 5488 DU 4/1/2007

Chapitre III : De la préparation, de la conservation, de l'étiquetage, du dépôt des produits sanguins et des règles d'hémovigilance

Article 17 : Sous réserve des dispositions prévues à l'article 8 de la loi précitée n° 03-94, les produits sanguins d'origine humaine à usage thérapeutique sont préparés à partir de sang prélevé sur des sujets sains dont l'aptitude à subir un prélèvement a été reconnue par un acte médical, conformément à l'article 2 ci-dessus.

Article 18 : (modifié, Décret n° 2-96-421 du 20 novembre 1996) La préparation du sang humain et des dérivés du sang labiles tels que les culots globulaires, le plasma et les culots plaquettaires ne peut être effectuée que par un docteur en médecine ou un pharmacien ou sous leur direction et uniquement dans les services de transfusion du ministère de la santé publique et les services de transfusion relevant de l'inspection de santé militaire.

Article 19 : Le sang humain et les dérivés du sang labiles sont déposés dans les formations sanitaires désignées par le ministre de la santé publique et le cas échéant, dans les services organisés à cet effet, relevant des formations hospitalières de l'administration de la défense nationale ou des cliniques privées.

Evaluation de la qualificationImmuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Article 20 : Aux fins d'identification, une étiquette est collée sur chaque poche de sang ou flacon contenant ses dérivés. Cette étiquette mentionne le numéro de série et la date de péremption du produit.

Article 21 : Le sang total et les culots globulaires sont conservés à la température de 4 à 6°C dans une chambre froide ou un réfrigérateur. Le délai de conservation varie selon le type d'anticoagulant utilisé.

Article 22 : Le plasma congelé peut être conservé durant 12 mois à moins 30 centigrades.

Article 23 : Les culots plaquettaires sont conservés, durant 5 jours, à 18°C sous agitation continue.

Article 24 : Les produits sanguins périmés, contaminés ou ne répondant pas aux normes de qualité définies par les dispositions de la loi précitée n° 03-94 et du présent décret, sont détruits par incinération sous la responsabilité d'un médecin.

Article 25 : Conformément aux dispositions de l'article 12 de la loi n° 03-94 susvisée, le Centre national de transfusion sanguine et d'hématologie relevant du ministère de la santé publique effectue le contrôle préalable de qualité sur le plasma devant servir à la préparation des dérivés stables du sang. Le Centre national de transfusion sanguine et d'hématologie assure l'approvisionnement en plasma des laboratoires qui produisent les médicaments dérivés du sang.

Le ministre de la santé fixe par arrêté les règles de contrôle de qualité des médicaments dérivés du sang prévu au 4e alinéa de l'article 12 de la loi n° 03- 94 précitée.

Article 26 : Modifié par décret n° 2-06-303 du 14/11/2006 B.O n° 5488 du 4/1/2007

La liste des dérivés stables issus du fractionnement physico-chimique du sang est fixée par arrêté du ministre de la santé.

Sont également fixées par arrêté du ministre de la santé les règles d'hémovigilance.

Chapitre IV : Dispositions Diverses

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Article 27 : L'autorisation prévue à l'article 13 de la loi précitée n° 03-94 est délivrée par le ministre de la santé publique.

ART 27-1 , 27-2 , et 27-3 A ajoutés par décret n° 2-06-303 du 14/11/2006 B.O n° 5488 du 4/1/2007

Article 27_1. – Le comité de sécurité transfusionnelle, institué par l'article 13-1 de la loi n° 03-94 susvisée, est placé sous la présidence du ministre de la santé. Il siège au ministère de la santé.

Le comité est composé des membres ci-après:

- ✓ les directeurs des centres hospitaliers, créés en vertu de la loi n° 37- 80 relative aux centres hospitaliers;
- ✓ le directeur des hôpitaux et des soins ambulatoires;
- ✓ le directeur de l'épidémiologie et de la lutte contre les maladies;
- ✓ le directeur du médicament et de la pharmacie;
- ✓ le directeur du Centre national de transfusion sanguine et d'hématologie;
- ✓ les directeurs des centres régionaux de transfusion sanguine ;
- ✓ l'inspecteur du service de santé des Forces Armées Royales ou son représentant.
- ✓ le président du conseil national de l'Ordre national des médecins ou son représentant.

Le comité comprend également:

- ✓ six (06) membres, désignés par le ministre de la santé et choisis pour leur compétence médicale et scientifique notamment en hématologie, en immunologie, en maladies infectieuses ou en santé publique.

Ces membres siègent pour une durée de 3 ans renouvelable une seule fois

Le comité de sécurité transfusionnelle se réunit à l'initiative de son président au moins trois fois par an et chaque fois que la nécessité l'exige.

Article 27_2. – Le comité de sécurité transfusionnelle est chargé de :

- ✓ évaluer les conditions dans lesquelles est assurée la sécurité transfusionnelle ;
- ✓ proposer toute mesure utile destinée à améliorer cette sécurité sur l'ensemble de l'activité transfusionnelle ;

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- ✓ organiser et coordonner les actions d'hémovigilance entreprises à l'échelle nationale et régionale au sein des établissements de soins et des centres de transfusion sanguine;
- ✓ alerter le ministre de la santé sur toute question d'ordre médical ou scientifique qui peut avoir une incidence sur l'activité transfusionnelle ;
- ✓ concevoir toute mesure destinée à remédier au incidents transfusionnels ;
- ✓ présenter au ministre de la santé un programme annuel de formation en sécurité transfusionnelle.

Le comité peut être consulté par le ministre de la santé pour toute autre question relative à la sécurité transfusionnelle.

Pour l'accomplissement de ses missions, le comité est tenu informé des conditions de fonctionnement des centres de transfusion sanguine et des dépôts de sang. IL doit être avisé de tout incident transfusionnel inattendu ou indésirable.

Article 27_3. – Le comité de sécurité transfusionnelle peut se saisir de toute question relative à la sécurité transfusionnelle et adresser des recommandations au ministre de la santé à qui il remet chaque année un rapport sur la sécurité transfusionnelle.

Article 28 : Le ministre de la santé publique est chargé de l'exécution du présent décret qui sera publié au Bulletin officiel.

Fait à Rabat, le 22 jourmada II 1416

(16 novembre 1995).

ABDELLATIF FILALI.

Pour contreseing

Le ministre de la santé publique,

Dr AHMED ALAMI.

Annexe2: Fiche technique de l'automate IH500(16)

L'automate IH–500 associe fonctionnalité et design pour répondre aux besoins des laboratoires d'immunohématologie en constante évolution.

Conçu comme un automate compact de paillasse adaptable à n'importe quel environnement de laboratoire, le système IH–500 requiert un encombrement minimal tout en offrant un flux de travail de très haut niveau.



Figure 1 : Automate IH 500

A. caractéristiques techniques :

☐ Capacité

Échantillons	50
Cartes-ID	170
Flacons de réactifs	34
ID-Diluents	4

B. Les fonctions principales :



Figure 27: Image illustrant le design interne de l'automate IH500

☐ Innovation

- Robot industriel à 6 axes
- Technologie de transport sans maintenance

☐ Meilleure traçabilité

- Stockage interne jusqu'à 170 cartes-ID
- 100 % de traçabilité

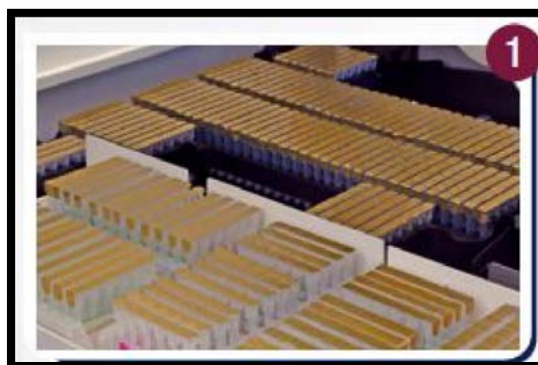


Figure 28: Stockage interne des cartes-ID

Evaluation de la qualificationImmuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

☐ Chargement en continu

- Chargement en continu des échantillons et des flacons de réactifs
- Zones de chargement et de pipetage indépendantes



Figure 29: Tiroir pour un chargement flexible

☐ Flexibilité

☐ Réduction du temps d'intervention

- Processus de travail automatisé
- Système de gestion automatique des déchets



Figure30 : Poubelle interne pour les déchets solides

☐ Sécurité & fiabilité

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- Système d'identification intelligent
- Traitement microtube par microtube réduisant la consommation des cartes-ID

☐ Facilité d'utilisation

- Clavier intégré pour faciliter la saisie des données
- PC intégré et écran tactile 19

☐ Disponibilité 24h/24, 7 jours/7

☐ Optimisation de la cadence

- Résultats plus rapides
- Programmation optimisée des échantillons urgents (STAT)
- Actualisation des priorités dans l'instrument
- Gestion flexible des cartes-ID pour une cadence optimisée

☐ Temps de formation & de maintenance réduit

- Interface utilisateur Bio-Rad standardisée facile à apprendre
- Aucune maintenance quotidienne (uniquement hebdomadaire)
- Gestion du liquide système et des déchets liquides sans interruption
- Possibilité de connexion directe au drainage de laboratoire en option

☐ Walk-away (autonomie complète)

- Capacité de chargement de 50 échantillons
- Stockage interne de 34 flacons de réactifs liquides
- Gestion simultanée de 4 racks ID-Diluent

☐ Stabilité des réactifs embarqués : 7 jours

- Zone de stockage à température régulée
- Technologie de thermostatisation des réactifs



Figure 31 : Zone de stockage et pipetage des réactifs



Figure 32: Incubateur à 37°C

☐ Surveillance active des QC

- Vérification automatique du statut QC des lots de réactifs lors du chargement*
- Gestion automatique des QC de l'instrument avant chaque traitement d'échantillon *

☐ Suivi individuel de chaque Carte-ID

☐ Amélioration du processus de lavage de l'aiguille

- Évite la contamination par des échantillons et des réactifs à concentration élevée (supérieures à 1:32000).

Evaluation de la qualificationImmuno–hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

☐ Prise en charge immédiate des urgences (STAT)

☐ Système d'identification intelligent

- Une technologie intelligente mise en œuvre pour l'identification des échantillons et des réactifs liquides évite les erreurs et les interruptions dues au chargement d'échantillons insuffisants

☐ Traitement microtube par microtube

- IH-500 est capable de prendre en charge chaque microtube individuellement afin de réduire les pertes en cas d'utilisation partielle des cartes-ID

☐ Conformité CE selon la directive IVD 98/79/CE.

C. Les tests réalisés par cet automate :

- Groupage sanguin ABO/D
- Phénotypage Rh/K
- Recherche d'anticorps anti-érythrocytaires (RAI)
- Test direct à l'antiglobuline (TDA)
- Titrage des anticorps
- Épreuve sérique
- Tests de compatibilité
- Identification d'anticorps
- Phénotypage étendu.

ANNEXE 3:TRAITEMENT DES Poches de sang

I. Mise en pot des poches :

On met deux poches du sang total dans chaque nacelle ou pot de la centrifugeuse. La poche doit être mise en sa totalité à l'intérieur du pot ou nacelle : toute partie faisant issu du pot peut être lésée au cours de la centrifugation.

II. Equilibrage des pots :

On équilibre les nacelles deux à deux. Les deux nacelles opposées doivent avoir le même poids (on met les nacelles ayant le même poids l'une en face de l'autre). Le déséquilibre des nacelles aboutit à une mauvaise séparation du contenu des poches.



Figure 33 : Image des poches de sang total équilibrées

III. Centrifugation:

Elle permet de centrifuger en même temps 16 poches avec 4 poches du sang dans chaque godet de la centrifugeuse.

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Elle a deux programmes: 4000 tr/min pendant 10 min à 22°C pour obtenir concentrés de globules rouges (CGR) et plasma riche en plaquettes (PRP) et 3000tr/min pendant 10 min à 22°C pour extraire le plasma pauvre en plaquette et le concentré plaquettaire.



Figure 34: Image de la centrifugeuse pour poches (photo de service)

IV. Séparation :

La séparation met en œuvre des presses manuelles pour extraire le plasma de la poche principale du sang total. Par un mouvement de pression sur la poche, le plasma est expulsé via une tubulure vers la poche satellite vide destinée à le recevoir.

Cette pression est effectuée par une plaque en plexiglas mobile, mise sous tension par un ressort, vers une plaque fixe verticale. La plaque mobile est actionnée manuellement par un levier.



Figure 35 : Image des poches placées dans les presses plasma (photo de service)

V. Soudeuse :

Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

On soude la tubulure perpendiculairement aux mâchoires et on sépare la poche du concentré globulaire (CG) obtenu des deux autres poches en exerçant un étirement sur la soudure du côté du CG.



VI. Centrifugation :

Deuxième tour :

On refait les étapes précédentes de centrifugation, séparation et soudure pour séparer le plasma riche en plaquettes (PRP) en concentré de plaquettes standard (CPS) et plasma pauvre en plaquettes (PPP).

Dans ce cas, le nombre de poches par nacelle dépendra de la capacité de ce dernier ainsi que du volume des poches de PRP.



Figure 37 : Centrifugation du plasma riche en plaquettes



Figure38 : Séparation du plasma riche en plaquettes en CPS et PPP

Après centrifugation et séparation, les plaquettes reposeront une ou deux heures à température ambiante, sans chevauchement, pour éviter la formation d'agrégats. La poche sera entreposée à température contrôlée entre 20°C et 24°C, sous agitation continue et lente.



Figure 39 : appareil d'agitation de plaquette (Helmer)

VII. Etiquetage des produits sanguins labiles

L'étiquetage des produits sanguins labiles doit respecter la législation nationale et les accords internationaux.

Chaque composant sanguin doit être identifié de manière unique et spécifique par un numéro d'identification et la description du composant sanguin, pour assurer une traçabilité complète depuis le donneur jusqu'au receveur.

Chaque poche est identifiée par un étiquetage comportant au minimum:

- Numéro de prélèvement de l'unité
- Nature du produit
- Groupe sanguin ABO – RH D
- Date de prélèvement et Date de péremption
- Établissement producteur
- Résultats des tests sérologiques avec mention « négatifs »



Figure 40: Etiquette pour poche



Figure 41 : pochette de CGR étiquetée

VIII. Conservation des produits sanguins labiles (stockage)

La conservation des PSL dans les services doit être limitée au maximum. La conservation des concentrés de globules rouges se fait pendant 42 jours entre 2°C et 8°C dans un réfrigérateur validé et contrôlé. La conservation du plasma frais congelé se fait pendant 1 an à température <- 30°C dans un congélateur qualifié validé et contrôlé.



Figure 42: réfrigérateur pour CGR à 4 °C **Figure 43: congélateur des poches de plasma**

IX. la distribution des produits sanguins

- La distribution des PSL se fait aux différents services selon la demande.
- Le groupage sanguin ABO/Rh est réalisé, plus au moins le phénotypage.
- L'épreuve de compatibilité se fait systématiquement au laboratoire.
- La livraison des PSL se fait dans un sac réfrigéré dédié à cet effet avec la fiche de distribution nominative
- La vérification des concordances est obligatoire (identité, numéro de poche, renseignements recueillis sur ordonnance du médecin ...)



BIBLIOGRAPHIE



Evaluation de la qualification Immuno-hématologique du don de sang à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

1. **A Kerléguer, M El Ghouzzi, P More**
la qualification biologique des dons de sang et sa contribution à la sécurité transfusionnelle
2. **S SKALLI**
Bilan immuno-hématologique pré-transfusionnel
3. **Lefrère J-J, Berche P.**
Karl Landsteiner découvre les groupes sanguins. Transfusion Clinique et Biologique. févr 2010;17(1):1-8.
4. **Ifleh M, Hajjout K, Dari K, Aassila H, Benajiba M, Khattabi A.**
La transfusion au Maroc : mise au point sur la réglementation. Médecine & Droit. août 2018;2018(151):93-103.
5. **Mhamed Harif, Latifa Loukhamas, Mhamed Harif, Latifa Loukhamas.**
La Transfusion Sanguine A l'usage du praticien.
6. **Reglementation des pratiques médicales 2-94-20.**
Disponible sur: <https://www.sante.gov.ma/Reglementation//2-94-20.pdf>
7. **Muller J-Y, Chiaroni J, Garraud O.**
Sécurité immunologique des transfusions. La Presse Médicale. févr 2015;44(2):200-13.
8. **Assal A, Py J-Y, Corbi C, Barlet V, Roubinet F, De Micco P.**
Les évolutions technologiques dans la qualification biologique des dons de sang. Transfusion Clinique et Biologique. mai 2007;14(1):132-41.
9. **Kerléguer A, El Ghouzzi M-H, Morel P.**
La qualification biologique du don et la sécurité transfusionnelle. Revue Francophone des Laboratoires. févr 2012;2012(439):33-41.
10. **Lefrère J-J, Andreu G, Arnaud F, Barisien C, Bijou F, Boiron J-M, et al.**
Transfusion sanguine (II). Sécurité, pratique clinique et événements indésirables. EMC - Hématologie. août 2012;7(3):1-21.
11. **Kerléguer A, El Ghouzzi M-H, Morel P.**
La qualification biologique du don et la sécurité transfusionnelle. Revue Francophone des Laboratoires. févr 2012;2012(439):33-41.
12. **ID-Incubateur L | Diagnostic clinique | Bio-Rad**
.Disponible sur: <https://www.bio-rad.com/en-ma/product/id-incubator-l?ID=NV5G3E15>
13. **GFL-WB_f.**
Disponible sur: https://www.gfl.de/m129_upload/GFL-WB_f.pdf
14. **BIO84-publireportage-Bio-Rad**
Disponible sur: <https://www.edp-biologie.fr/images/stories/publireportage/2016/BIO84-publireportage-Bio-Rad.pdf>
15. **Immunohématologie. IH-500 Automate complet pour Cartes-ID**
Disponible sur: <https://docplayer.fr/142567558-Immunohematologie-ih-500-automate-complet-pour-cartes-id.html>

16. Reid ME.

Overview of molecular methods in immunohematology. Transfusion. juill 2007;47(s1):10S-16S.

17. Guzman A.

Immunohematology | Lifeline Diagnostics Supplies, Inc.

18. Kerléguer A, El Ghouzzi M-H, Morel P.

La qualification biologique du don et la sécurité transfusionnelle. Revue Francophone des Laboratoires. févr 2012;2012(439):33-41.

19. Strauss RG.

Therapeutic granulocyte transfusions in 1993. Blood. 1 avr 1993;81(7):1675-8.

20. Andreu G, Vasse J, Tardivel R, Semana G.

Transfusion de plaquettes : produits, indications, dose, seuil, efficacité. Transfusion Clinique et Biologique. mai 2009;16(2):118-33.

21. akakibara T, Juji T.

post-transfusion graft-versus-host disease after open heart surgery Lancet 1986. 2:1099.

22. Brooks EG, Macpherson BR, Fung MK

validation of HLAMatchmaker algorithm in identifying acceptable HLA mismatches for thrombocytopenic patients refractory to platelet transfusions. Transfusion 2008;48:2159-66.

23. Étude de la prévalence des groupes ABO et des phénotypes RH-KELL

à propos de 7000 dons de sang au CTS - hôpital militaire Mohammed V, Rabat, Maroc - EM consulte

24. Masson E.

Apport du management qualité au centre de transfusion sanguine de Rabat
EM-Consulte.

25. El Khabous S.

la prévalence des phénotypes des systèmes ABO, RH ET KELL chez 10000 donneurs de sang AU CTS DE L'HMIM-V Rabat- Maroc [Internet] [Thesis]. 2018 [cité 25 mai 2021].

26. Khalloufi A.

Etude de la prévalence des groupes sanguins ABO, Rh et Kell: A propos de 3589 dons de sang dans une région du centre du Maroc. 20 nov 2017 [cité 19 mai 2021];

27. Eddoum K.

La prévalence des phénotypes des systèmes abo, rh- kel1 chez la population marocaine. [Internet] [Thesis]. 2015 [cité 25 mai 2021].

28. Hadeif R, Messaoudi N, Abdelhak E.

Phenotypic and allelic distribution of ABO And Rh-D blood Groups in Blood Transfusion Center of Avicenna Military Hospital. 1 janv 2016;

29. Benahadi A, Alami R, Boulahdid S, Adouani B, Abderrahim L, Mokhtari A, et al.

Distribution Of ABO And Rhesus D Blood Antigens In Morocco. Journal of Biological Anthropology. 1 janv 2013;6.

- 30. Chadli S, Brakez Z, Belhachmi A, Izaabel H.**
Gradient de distribution des allèles du système ABO au Maroc: Polymorphisme du système ABO dans la population du Souss. :5.
- 31. Radia A, Ghita B, Hajar S, Hicham Y, Mustapha AA, Mohamed C.**
Prevalence of Blood Groups at the Blood Transfusion Center at the Military Hospital Avicenna of Marrakech.
American Journal of Laboratory Medicine. 18 nov 2019;4(6):101.
- 32. Zineb TLAMÇANI.**
LES FREQUENCES PHENOTYPIQUES ET GENOTYPIQUES DES SYSTEMES ABO, Rh ET KELL DANS LA POPULATION MAROCAINE ,2012.n°34.p.36-40.
- 33. Said N, Ben Ahmed F, Doghri A, Ghazouani E, Layouni S, Gritli N, et al.**
Polymorphisme ABO dans une population de donneurs de sang tunisiens.
Transfusion Clinique et Biologique. oct 2003;10(5):331-4.
- 34. Nabil B, Bounab S, Benazzi L, Yahiaoui M.**
Genetic polymorphisms of blood donors in Algeria through blood groups ABO, RH, and Kell.
Transfusion Clinique et Biologique. févr 2020;27(1):43-51.
- 35. these64-19.pdf [Internet]. [cité 19 mai 2021].**
Disponible sur:<http://wd.fmpm.uca.ma/biblio/theses/annee-htm/FT/2019/these64-19.pdf>
- 36. Groupes sanguins [Internet]. Hema-Quebec.**
. Disponible sur: <https://www.hema-quebec.qc.ca/sang/savoir-plus/groupes-sanguins.fr.html>
- 37. Agarwal N, Thapliyal RM, Chatterjee K.**
Blood group phenotype frequencies in blood donors from a tertiary care hospital in north India.
Blood Res. mars 2013;48(1):51-4.
- 38. Liu J, Zhang S, Liu M, Wang Q, Shen H, Zhang Y.**
Distribution of ABO/Rh blood groups and their association with hepatitis B virus infection in 3.8 million Chinese adults: A population-based cross-sectional study. J Viral Hepat. avr 2018;25(4):401-11.
- 39. Das PK, Nair SC, Harris VK, Rose D, Mammen JJ, Bose YN, et al.**
Distribution of ABO and Rh-D Blood Groups among Blood Donors in a Tertiary Care Centre in South India. Trop Doct. janv 2001;31(1):47-8.
- 40. T Pramanik**
Distribution of ABO and Rh blood groups in Nepalese medical
- 41. Apecu RO, Mulogo EM, Bagenda F, Byamungu A.**
ABO and Rhesus (D) blood group distribution among blood donors in rural south western Uganda: a retrospective study. BMC Research Notes. 21 déc 2016;9(1):513.

42. Wagner FF, Kasulke D, Kerowgan M, Flegel WA.

Frequencies of the Blood Groups ABO, Rhesus, D Category VI, Kell, and of Clinically Relevant High-Frequency Antigens in South-Western Germany. Transfus Med Hemother. 1995;22(5):285-90.

43. Talukder S.

Distribution of ABO and Rh Blood Groups among Blood Donors of Dinajpur District of Bangladesh. Dinajpur Med Col J. 1 juill 2010;3.

44. Mahdi TAZEROUT –Madame Yolande GALINIER

manuel_aide_formation_transfusion_sanguine.(Art R.1221-16 à 45)

45. Martinerie N, Jacquet M, Roubinet F.

Le risque transfusionnel et la démarche qualité. Revue Française des Laboratoires. sept 2003;2003(355):60-4.

46. Diallo PA, Coulibaly DY, Toukara PA.

Président : Membres : Directeur de thèse : 2002;82.

47. Peynaud-Debayle et Trophilme –

Hémovigilance et sécurité transfusionnelle incid.pdf. Disponible sur:https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Hemovigilance_et_securite_transfusionnelle_incidents_accidents.pdf

48. N ayad

groupage-sanguin-rabat.

49. Pham BN, Peyrard T, Ripaux M, Bourgouin S, Martin-Blanc S, Le Pennec P-Y, et al.

Génotypage des systèmes de groupe sanguin d'intérêt transfusionnel au CNRGS. I : les systèmes FY, JK, MNS. Transfusion Clinique et Biologique. mai 2009;16(2):159-63.

50. ID-DiaCell ABO | Diagnostic clinique | Bio-Rad

Disponible sur: <https://www.bio-rad.com/en-ma/product/id-diacell-abo?ID=LO3F0VID9>

51. Microtecnica_de_Aglutination_en_Gel.pdf.

52. Antiglobuline.

Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Antiglobuline&oldid=182733124>

53. Web S.

La RAI détermine les anticorps dirigés contre les antigènes des globules rouges

Disponible sur: <https://www.toutsurlatransfusion.com/immuno-hematologie/recherche-anticorps/principe.php>

54. E.M.® Technology (Erythrocyte Magnetized Technology)

Disponible sur: <https://www.diagast.com/fr/automates-et-reactifs/techniques-automatisees/qwalys-evo/em-technology/>

55. Liste analyses accréditées

56. Agarwal N, Thapliyal RM, Chatterjee K.

Blood group phenotype frequencies in blood donors from a tertiary care hospital in north India. Blood Res. 2013;48(1):51.

57. Sharma T, Garg N, Singh B.

ABO blood group discrepancies among blood donors in Regional Blood Transfusion Centre GTB Hospital, Delhi, India. Transfusion and Apheresis Science. 1 févr 2014;50(1):75–80

58. Suresh B, Sreedhar Babu K, Mouli Pc, Arun R, Jothibai D.

Distribution of ABO and rhesus (D) blood group antigens among blood donors at a tertiary care teaching hospital blood bank in south India. J Clin Sci Res. 2015;4(2):129.

59. Flegel WA.

Blood group genotyping in Germany. Transfusion. 2007;47(s1):47S–53S.

60. Malomgré W, Neumeister B.

Recent and future trends in blood group typing. Anal Bioanal Chem. mars 2009;393(5):1443–51.

61. Park SH, Kim J, Lim J-H, Jeong J, Lee S-H.

Performance Evaluation of Automated Immunohematology Analyzer IH-500 for Blood Bank Testing. Indian J Hematol Blood Transfus. 1 oct 2019;35(4):731–5.

62. Yoo J, Yu H, Choi H, Lee GW, Song Y-S, Lee S, et al.

Evaluation of the automated immunohematology analyzer DAYMATE M. Laboratory Medicine Online. 2017;7(4):163–9.

63. Evaluation of two automated

instruments for pre-transfusion testing: AutoVue Innova and Techno TwinStatio. Disponible sur: <https://www.wizdom.ai/publication>

64. K Ohkura

Distribution of Blood Groups in Korea on JSTOR Human Heredity
Vol. 39, No. 4 (1989), pp. 223–229 (7 pages)

65. Blanck J.

Parcours et transformation du sang: étude de l'étape de Qualification Biologique des Dons au sein de l'EFS de Metz-Tessy. :133.

66. QWALYS® 3 EVO

– Automate d'Immuno-Hématologie DIAGAST. Disponible sur:
<https://www.diagast.com/fr/automates-et-reactifs/techniques-automatisees/qwalys-evo/qwalys/>

67. PK7400 Automated Microplate System

Disponible sur: <https://www.beckmancoulter.com/products/blood-banking/pk7400>

68. Spectra Optia®

– Appareil d'aphérèse thérapeutique by Terumo BCT | MedicalExpo [Internet]. [cité 11 juin 2021]

69. Masson E.

Groupage sanguin sur Automate Qwalys : un outil de diagnostic de drépanocytose. Disponible sur: [https://www.em-consulte.com/article/1305695/groupage-sanguin-sur-automate-qwalys – un-outil-de-](https://www.em-consulte.com/article/1305695/groupage-sanguin-sur-automate-qwalys-un-outil-de-)

70. Agarwal N, Thapliyal RM, Chatterjee K.

Blood group phenotype frequencies in blood donors from a tertiary care hospital in north India. Blood Res. 2013;48(1):51.

71. Bajpai M, Kaur R, Gupta E.

Automation in Immunohematology. Asian J Transfus Sci. 2012;6(2):140–4.

72. Schoenfeld H, Bulling K, Heymann C von, Neuner B, Kalus U, Kieseewetter H, et al.

Evaluation of immunohematologic routine methods using the new erythrocyte-magnetized technology on the QWALYS 2 system. Transfusion. juill 2009;49(7):1347–52.

73. Olympus PK 7100

Automated Pretransfusion Blood Testing System | Laboratory Medicine | Oxford Academic

74. Schoenfeld H, Bulling K, von Heymann C, Neuner B, Kalus U, Kieseewetter H, et al.

Evaluation of immunohematologic routine methods using the new erythrocyte-magnetized technology on the QWALYS 2 system. Transfusion. 1 avr 2009;49:1347–52.

75. Peynaud-Debayle E, Trophilme C.

Hémovigilance et sécurité transfusionnelle : incidents, accidents. :7.

76. Les incidents et accidents transfusionnels signalés au système d'hémovigilance du Québec 2009;60.

77. Faraj PA, Berbich PA, Lazrak PB, Chkili PT, Alaoui PMT, Belmahi PA.

UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE – RABAT. :140.



أَقْسِمُ بِاللَّهِ الْعَظِيمِ

أَنَا رَاقِبًا لِّلْهَفِي هَهْنَتِي.

وَأَنَا صُورُ حَيَاةِ الْإِنْسَانِ فِيكَافَّةِ أَطْوَارِهَا فِي كِلَالِ الظُّرُوفِ
وَالْأَحْوَالِ هَاذِلَةِ وَسَعِيفِيَا سَتْنَقَاذَهَا مِنْ أَلْهَاقِ الْمَرَضِ
وَالْأَلَمِ وَالْقَلَقِ.

وَأَنَا حَفَظْتُ لِلنَّاسِ كَرَامَتَهُمْ، وَأَسْتَرْتُ عَوْرَتَهُمْ، وَأَكْتَمْتُ سِرَّهُمْ.
وَأَنَا كَوْنُ عَلَا دَوَامِنُ سَائِلِ رَحْمَةِ اللَّهِ، بِإِذْنِهِ
رِغَايَتِي بِالطَّبِيبَةِ لِلْقَرِيبِ وَالْبَعِيدِ، لِلصَّالِحِ وَالطَّالِحِ، وَالصَّدِيقِ وَالْعَدُوِّ.
وَأَنَا ثَابِرٌ عَلَى طَلِبِ الْعِلْمِ، أَسْخَرَهُ لِنَفْعِ الْإِنْسَانِ لَا لِأَذَاهِ.
وَأَنَا وَقَرٌّ مَنْعَلَمَنِي، وَأَعَلَّمَنِي صَغُرَنِي، وَأَكُونَا خِثَالُ كَلْزَمِي لِفِيَا الْمِهْنَةِ
الطَّبَّيَّةِ

مُتَعَاوِنِينَ عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَى.
وَأَنْتَ كَوْنُ حَيَاتِي مِصْدَاقِي أَيْمَانِي فَيَسِّرْ لِي عِلَانِيَّتِي، نَقِيَّةً مِمَّا يُشِينُهَا اتِّجَاهُ
الْهُورِ سَوْلِهِو الْمُؤْمِنِينَ.
وَاللَّهِ عَلَمَا أَقُولُ لِشَهِيدِ



تقييم التأهيل المناعي الدموي للتبرع بالدم بالمستشفى العسكري ابن سينا بمراكش

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2021/07/02

من طرف

الآنسة اميمة الكوي

المزودة في 29 يونيو 1995 بمراكش

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

التأهيل المناعي الدموي - تبرع بالدم - تقييم

اللجنة

الرئيس

المشرف

الحكم

السيد

السيد

السيد

م. شكور

أستاذ في طب أمراض الدم

م. أيت عمرو

أستاذ في أمراض الدم

ح. علوي

أستاذ مبرز في الإنعاش التخدير