

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche
Scientifique.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة مولود معمري

كلية الطب

تيزي وزو

قسم الصيدلة

Université Mouloud MAMMERY
FACULTE DE MEDECINE
TIZI-OUZOU
Département de pharmacie



†.⊙∧∧.∪ξ† ∩∑:∩%∧ † ∑∩.∑∩∩

Mémoire de fin d'études

Présenté sous forme d'article et soutenu publiquement

En vue de l'obtention du diplôme de

DOCTEUR EN PHARMACIE

le 03/07/2023

Thème

Fréquences des difficultés de groupage sanguin au laboratoire d'Hémobiologie du
CHU de Tizi-Ouzou ; entre Mai 2021 et Mars 2023.

Blood grouping discrepancies frequencies at the haemobiology laboratory of
Tizi-Ouzou University Hospital ; between May 2021 and March 2023.

Réalisé par :

ASSAD Yamina

TOUAT Kenza

Encadré par :

Dr BERDOUS Fatiha

MAHU en Hémobiologie et transfusion
sanguine

Faculté de Médecine
UMMTO, Tizi-Ouzou

Co-encadré par :

Dr SAHRAOUI Samia

Assistante en Epidémiologie et
médecine préventive

CHU de Tizi-Ouzou

Composition du jury :

Dr ARBANI Sara

MAHU en Hémobiologie et
transfusion sanguine

Faculté de Médecine
UMMTO, Tizi-Ouzou

Présidente du jury

Dr HADJ ARAB Dehbia

Assistante en Hémobiologie et
transfusion sanguine

CHU de Tizi-Ouzou

Examinatrice

Dr AKLI Mohammed
Ameziane

Assistant en Hémobiologie et
transfusion sanguine

CLCC-DBK

Examineur

Fréquences des difficultés de groupage sanguin au laboratoire d'Hémobiologie du CHU de Tizi-Ouzou ; entre Mai 2021 et Mars 2023.

Blood grouping discrepancies frequencies at the haemobiology laboratory of the Tizi-Ouzou University Hospital ; between May 2021 and March 2023.

Y. ASSAD¹, K. TOUAT², F. BERDOUS³, S. SAHRAOUI⁴

Département de Pharmacie, Faculté de Médecine de Tizi-Ouzou, UMMTO, Tizi-Ouzou
Laboratoire d'Hémobiologie, CHU Nedir Mohamed, Tizi-Ouzou.

¹assadamina1@gmail.com, ²touatkenza99@gmail.com, ³fatihaberdous@outlook.fr,

⁴sahraouisamia18@gmail.com

Année Universitaire : 2022-2023

Résumé :

Introduction : La détermination des groupes sanguins ABO/RH D est obligatoire avant toute transfusion sanguine. Cette pratique bien qu'elle soit des plus fréquentes, connaît parfois des difficultés d'interprétation qui sont classées en cinq catégories par l'association américaine des banques de sang (AABB).

Objectif : Détermination des fréquences des difficultés des groupages sanguins ABO, Rhésus et Kell rencontrées à l'unité d'immunohématologie du laboratoire d'Hémobiologie, CHU Nedir Mohamed de Tizi Ouzou.

Méthodologie : Il s'agit d'une étude observationnelle descriptive réalisée en deux phases : rétrospective et prospective, allant du 24 mai 2021 au 30 mars 2023 sur 12604 prélèvements adressés au laboratoire d'Hémobiologie du CHU Nedir Mohamed de Tizi Ouzou.

La détermination du groupe sanguin s'est effectuée sur microplaque et les difficultés d'interprétation ont été résolues chacune suivant des démarches techniques appropriées.

Résultats : nous avons rapporté une fréquence de 3,47% de difficultés de groupage sanguin à savoir 438 échantillons. Le nombre de difficultés de groupage sanguin ABO était de 287(54,56%) et le défaut réactionnel à l'épreuve globulaire était la plus fréquente difficulté rencontrée de cette catégorie (52,96%) suivi de l'excès réactionnel à l'épreuve sérique (30,66%), le défaut réactionnel à l'épreuve sérique (6,97%), les doubles populations (5,22%) et enfin l'excès réactionnel à l'épreuve globulaire (4,18%). Les difficultés rhésus/Kell (239 difficultés à savoir 45,43%) étaient des doubles populations dans 68,20% des cas, suivi du D faible (28,87%) et du D partiel (2,93%).

Discussion : la fréquence des difficultés de groupage sanguin obtenue dans cette étude rejoint les résultats d'une étude marocaine menée en 2015 (3,14%). Les difficultés du groupage ABO étaient de 1,68%, une fréquence plus élevée que les résultats obtenus dans une étude coréenne en 2021 et à l'EPH Kouba, Algérie en 2022 qui avaient recensé 0,24% et 0,31% respectivement. La principale difficulté de groupage ABO était un défaut réactionnel à l'épreuve globulaire représenté par les sous-groupes A faible et A faible B (52,96%), une fréquence très élevée comparée à l'étude de l'EPH Kouba. Les difficultés du groupage rhésus/Kell (1,89%) sont à une fréquence similaire à celle trouvée dans l'étude marocaine (2,14%). Dans cette catégorie nous avons recensé majoritairement, des doubles populations ; un résultat comparable à l'étude marocaine suivi des rhésus D faibles et partiels

Conclusion : La résolution correcte des difficultés de groupage sanguin est primordiale pour assurer la sécurité transfusionnelle.

Mots clés : Groupage sanguin ABO, phénotypes Rhésus et Kell, Difficultés de groupage, excès réactionnel, Défaut réactionnel, doubles populations.

Summary :

Introduction : ABO/RH D blood typing is obligatory before any blood transfusion. Although this practice is one of the most frequent, it is sometimes difficult to interpret it. The American Association of Blood Banks (AABB) has classified these discrepancies into five categories.

Objective : Determination of ABO, Rhesus and Kell blood grouping discrepancies frequencies encountered in the immunohaematology unit of the Haemobiology Laboratory, Nedir Mohamed University Hospital, Tizi Ouzou.

Methodology: This was a descriptive observational study carried out in two phases: retrospective and prospective, from 24 May 2021 to 30 March 2023 on 12604 samples sent to the Haemobiology Laboratory of the Nedir Mohamed University Hospital in Tizi Ouzou.

Blood group determination was performed on a microplate, and interpretation difficulties were resolved using technical procedures.

Results: We reported a frequency of 3.47% of blood grouping discrepancies, i.e. 438 samples. The number of ABO blood grouping discrepancies was 287 (54.56%) and the weak red cell reactivity was the most frequent discrepancy encountered (52.96%), followed by the extra serum reactivity (30.66%), weak serum reactivity (6.97%), mixed field (5.22%) and finally extra red cell reactivity (4.18%). Rhesus/Kell discrepancies (239 discrepancies, i.e. 45.43%) were mixed field in 68.20% of cases, followed by weak D (28.87%) and partial D (2.93%).

Discussion : The frequency of blood grouping discrepancies obtained in this study is similar to the results of a Moroccan study conducted in 2015 (3.14%). ABO grouping discrepancies were 1.68%, a higher frequency than the result obtained in a Korean study in 2021 and at the EPH Kouba, Algeria in 2022, which recorded 0.24% and 0.31% respectively. The main discrepancy with ABO grouping was the weak red cell reactivity represented by ABO subgroups (52.96%), a very high frequency compared with the EPH Kouba study. Discrepancies in rhesus/Kell grouping (1.89%) were similar in frequency to those found in the Moroccan study (2.14%), with a majority of mixed-field as most prevalent discrepancy, a result comparable to the Moroccan study, followed by weak and partial rhesus D.

Conclusion : Correct resolution of blood grouping discrepancies is essential to ensure transfusion safety.

Key words: ABO blood grouping, Rhesus and Kell phenotype, Grouping discrepancies, extra reactivity, weak reactivity, mixed field.

I. Introduction

Les groupes sanguins érythrocytaires sont définis comme l'ensemble des antigènes allotypiques, génétiquement transmis; détectés par des anticorps spécifiques à la surface de la membrane érythrocytaire(2). La société internationale de la transfusion sanguine « ISBT » décrit 354 antigènes, regroupés en 44 systèmes (ISBT-MARS 2023). Le système ABO, décrit en 1900 par Karl Landsteiner(1) regroupe quatre phénotypes principaux A ,B ,AB ,O. Ils sont caractérisés par la présence ou l'absence d'antigène A et/ou B à la surface du globule rouge ,associé à la présence ou l'absence d'anticorps naturels réguliers dirigés contre l'antigène absent(3).

Dans la pratique transfusionnelle, l'attribution des produits sanguins labiles compatibles nécessite en premier lieu la réalisation du groupage sanguin ABO et du phénotype Rhésus-Kell (4).

Un groupage sanguin standard, consiste à déterminer le groupe sanguin ABO et le phénotype rhésus D (RH1) par deux épreuves complémentaires (5) :

- Epreuve sérique « Simonin » : permet l'identification des anticorps circulants dans le sérum à tester en utilisant des suspensions d'hématies-tests A1, A2, B et O.
- Epreuve globulaire « Beth-Vincent » : permet l'identification des antigènes existants sur la membrane érythrocytaire avec des réactifs monoclonaux anti-A, anti-B, anti-AB et anti-D.
- Réalisation de trois témoins :
 - Un témoin allo : défini par la mise en contact des hématies tests O avec le sérum à tester et sert à valider l'épreuve sérique.
 - Un témoin auto : défini par la mise en contact du sérum avec les hématies du même échantillon à tester et sert à valider les deux épreuves.
 - Un témoin rhésus : défini par la mise en contact des hématies à tester et un réactif dépourvu de toute réactivité anticorps mais dont la capacité d'agglutination d'hématies sensibilisées est strictement identique au réactif anti-RH1.

Ce dernier, est parfois complété par la recherche des antigènes :C, E, c, e et Kell à la surface des globules rouges par des antisérums correspondants, ou inclus dans des cartes de microfiltration sur gel.

Un groupage sanguin est dit valide, s'il obéit à la règle des 3×2 « concordance de deux déterminations réalisées par deux techniciens et avec deux lots de réactifs différents ». Définitif, s'il obéit à la règle des 4×2 qui complète la précédente par un second échantillon (6)

Cette analyse, bien qu'elle soit des plus simples et plus courantes, elle présente toutefois des difficultés d'interprétation ce qui entraîne un retard de sa validation voire une temporisation ou une inefficacité de la pratique transfusionnelle.

Une difficulté de groupage sanguin est définie par des résultats inattendus des deux épreuves : sérique et globulaire avec ou sans positivité des témoins(5). Ce qui nécessite en premier lieu une vérification de la qualité des réactifs, de l'échantillon et de la manipulation, ensuite la mise en place d'examen immunohématologiques plus poussés afin de contourner cette dernière.

L'association Américaine des banques de sang « AABB » classe les difficultés de groupage sanguin ABO en cinq catégories(7) :

- Excès réactionnel à l'épreuve globulaire.
- Excès réactionnel à l'épreuve sérique.
- Défaut réactionnel à l'épreuve globulaire.
- Défaut réactionnel à l'épreuve sérique.
- Doubles populations.

Plusieurs études se sont intéressées au sujet des difficultés de groupage sanguin mettant en évidence des différences potentielles entre les populations. En 2015, une étude marocaine a rapporté une fréquence de 3,14% tandis qu'en Corée, en 2021, ils n'ont recensé que 0,24% de difficultés de groupage sanguin.

Face à ces constatations, au manque d'informations des cliniciens et même de certains biologistes à propos des difficultés de groupage, de leurs impacts sur la transfusion et au vu du nombre important d'erreurs de groupage sanguin, nous avons pensé à réaliser le présent travail dont l'objectif principal était de rapporter les fréquences des difficultés de groupage sanguin ABO/rhésus/Kell reçues à l'unité d'immunohématologie du laboratoire d'Hémobiologie du CHU de Tizi-Ouzou. Mais aussi, la détermination des fréquences des groupes sanguins ABO, des phénotypes rhésus et KELL de notre population.

II. Matériels et méthodes :

1. Méthodologie :

Il s'agit d'une étude observationnelle descriptive réalisée en deux phases :

- **Rétrospective** : allant du 24 mai 2021 au 1^{er} décembre 2022 ; la collecte des données se faisait à partir des registres des résultats des groupages sanguins et celui des difficultés recensées.
- **Prospective** : allant du 4 décembre 2022 au 30 mars 2023 ; la collecte des données s'est faite durant notre stage au laboratoire.

Cette étude regroupe 12604 échantillons adressés à l'unité d'immunohématologie du laboratoire d'Hémiobiologie, CHU Nedir Mohamed de Tizi-Ouzou, afin d'effectuer un groupage sanguin.

Ont été exclus de l'étude les prélèvements non-conformes et les échantillons insuffisants pour la poursuite des investigations permettant la résolution de la difficulté de groupage sanguin en question.

2. Groupage sanguin ABO/Rhésus/KELL :

2-1) Contrôle interne de qualité « CIQ » :

Un CIQ est systématiquement réalisé pour chaque nouveau lot et nouvelle marque de réactifs suite à quoi sont écartés les réactifs non conformes (8).

2-2) Hématies-tests :

La préparation des suspensions d'hématies tests A1, A2, B et O à 05% dans de l'eau physiologique se faisait au laboratoire à partir des échantillons dont les groupes sanguins ont été déterminés au préalable(5).

Les hématies A1 et A2 ont été identifiées comme suit :

Tableau 1: Réactivités des sous-groupes A1, A2 et Aint(1).

Phénotype	Anti-A1	Anti-H
A1	+++	-
A2	-	+++
Aint	++	++

2-3) Réactifs :

Dans cette étude, nous avons utilisé ces différents sérums-tests des marques

Lorne®, Diagus® et Bioscot® :

- Anti-A
- Anti-B
- Anti-AB
- Anti-D
- Contrôle RH
- Anti-A1 lectin
- Anti-H lectin

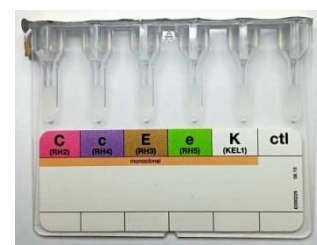


Figure 1: Carte gel phénotype rhésus/Kell

Et les cartes gel phénotype rhésus/KELL « **BIO-RAD®** » (figure 1).

2-2) Groupage sanguin :

Durant cette étude, les groupages sanguins ABO/RH1 ont été réalisés sur microplaque en deux déterminations avec deux lots de réactifs différents et validés par un biologiste médical.

Le phénotypage rhésus et KELL s'est effectué sur carte gel à partir des dilutions à 05% du culot globulaire dans de l'eau physiologique.

3. Difficultés de groupage sanguin :

Avant de confirmer toute difficulté de groupage sanguin, on a d'abord procédé à une vérification du matériel (contamination ...), des réactifs (péremption, conditions de conservation) et de l'échantillon (étiquetage, hémolyse, ...) et à la réalisation d'une deuxième détermination.

Si l'ambiguïté du résultat du groupage sanguin persiste, nous mettons en œuvre une série de conduites spécifiques à chaque type de difficulté.

Le résultat du groupage sanguin n'est rendu qu'une fois la difficulté résolue et un conseil transfusionnel est établi en attendant de remettre une carte provisoire ou définitive.

3-1) Réactifs :

- ✓ Cartes gel ABO/RH1 « **BIO-RAD®** » (figure 2)
- ✓ Anti-D IgG « **BIO-RAD®, DIAGAST®** »
- ✓ Coffret de réactifs du D partiel « **BIO-RAD®** » (figure3)

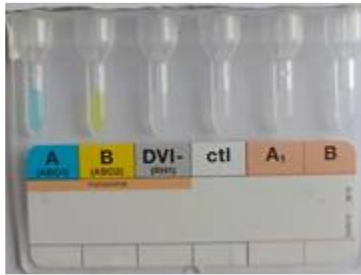


Figure 2 : carte gel ABO/RH1



Figure 3 : coffret de réactifs du D partiel

3-2) Conduites adoptées devant les difficultés de groupage sanguin recensées à l'unité d'immunohématologie : (figure 4-6)

- Les conduites adoptées dans cette étude se résument dans les diagrammes suivants(5, 7) :
- Nous précisons que les sous-groupes faibles ABO ont été confirmés sur carte gel.
- Dans le cas où l'antigène A était non agglutinant avec l'anti-A sur carte gel, nous avons effectué une fixation élution.
- Les rhésus D faibles ont été confirmés sur tube et sur carte gel.

Remarque : le D faible est recherché systématiquement chez les femmes enceintes, nouveau-nés et donneurs de sang de rhésus négatif par un test indirect à l'antiglobuline en utilisant l'anti-D IgG.

- Le titrage des anti-A1 et l'évaluation du pouvoir hémolysant ont été appliqués uniquement au cours de l'étude prospective.

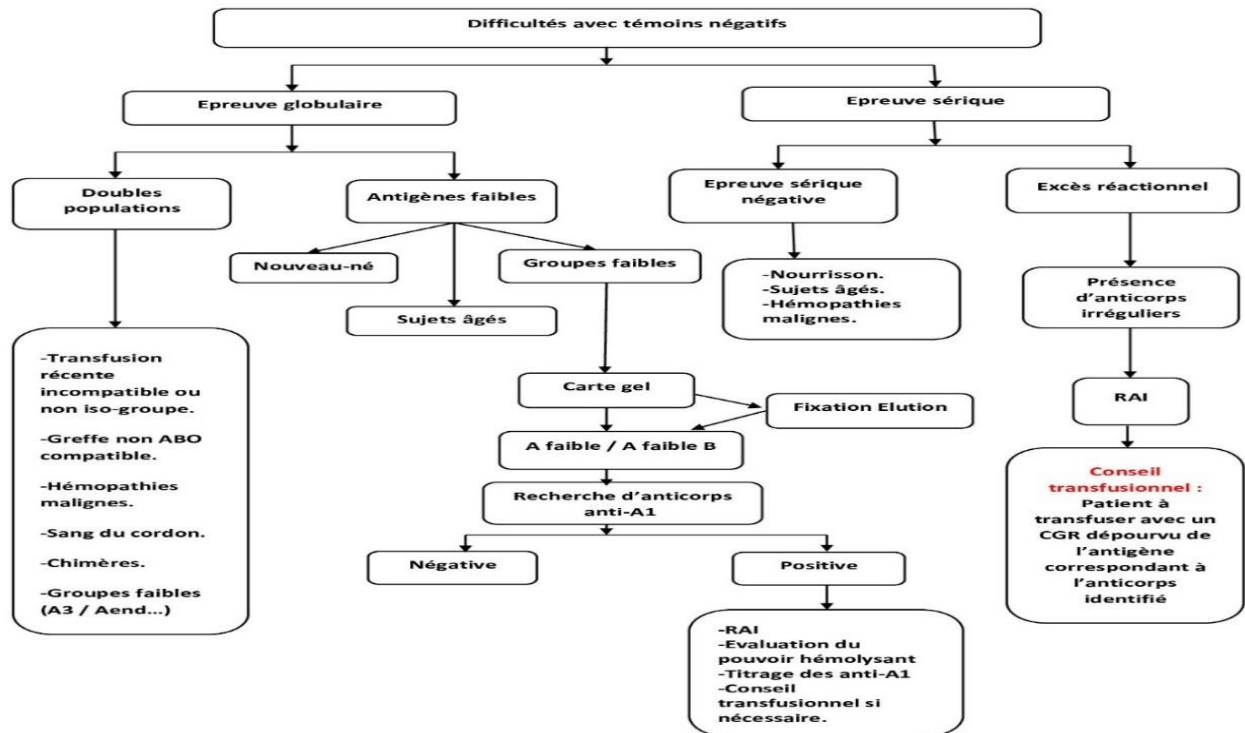


Figure 4 : Démarche suivie pour la résolution des difficultés de groupage sanguin avec témoins négatifs.

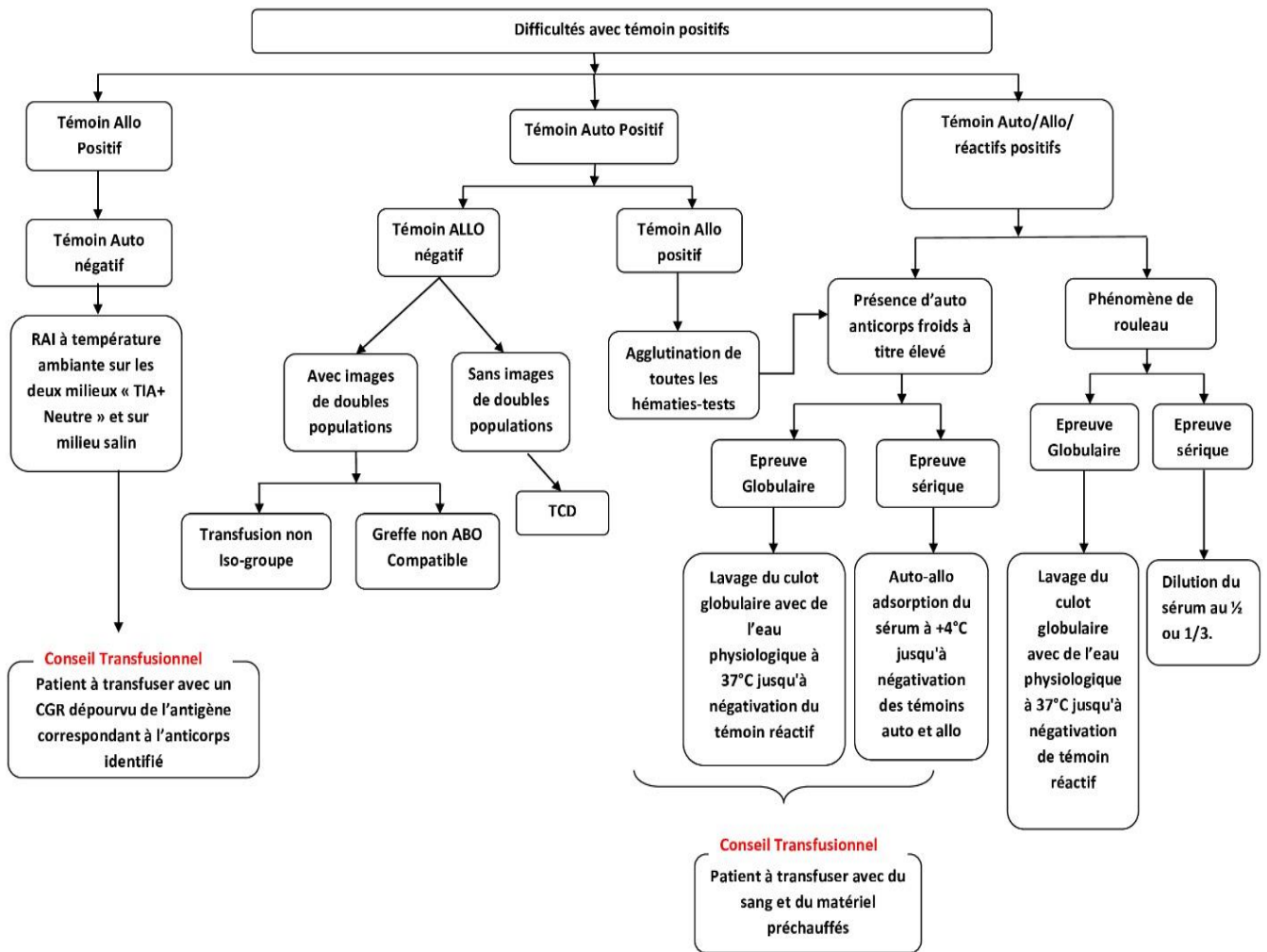


Figure 5 : Démarche suivie pour la résolution des difficultés de groupage sanguin avec témoins positifs.

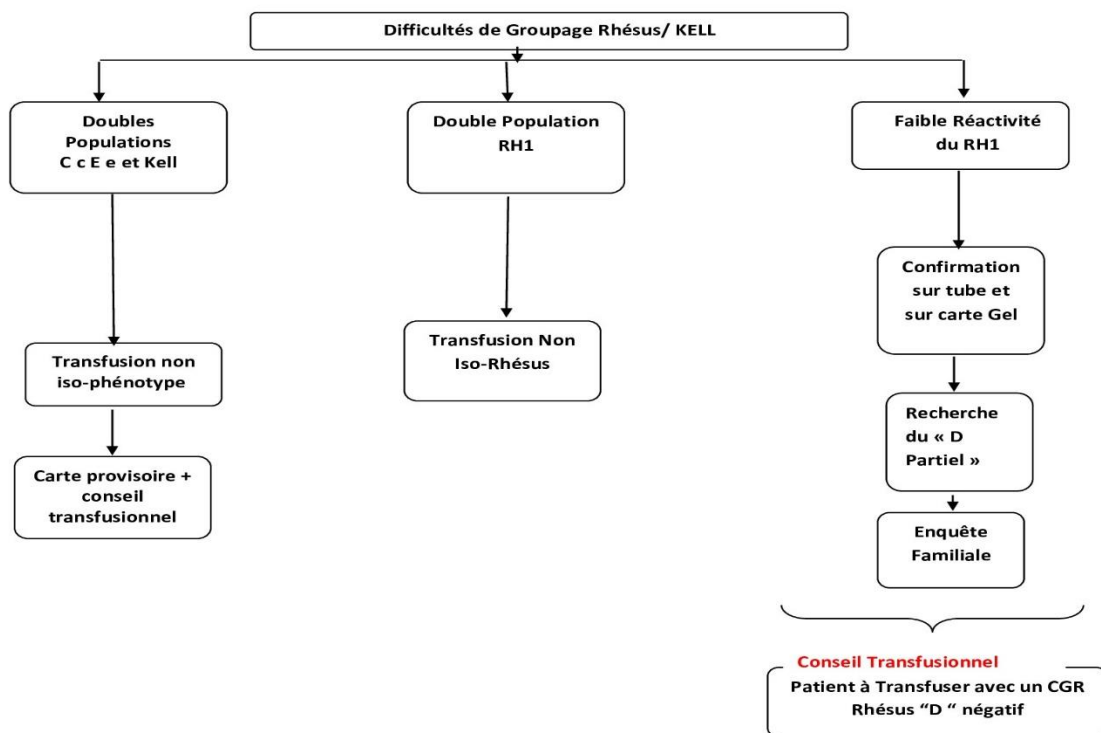


Figure 6 : Démarche suivie pour la résolution des difficultés de groupage rhésus/Kell.

III. Résultats :

1-Description de la population d'étude :

Notre étude a compris 12604 prélèvements sur lesquels ont été effectués des groupages sanguins standards dont 5755 ont été complétés par un phénotype rhésus/KELL. Les groupes sanguins ABO, rhésus et Kell hormis les sous-groupes faibles et les doubles populations sont représentés dans les **tableaux 2,3** et **figure 7**.

Presque la moitié de la population était du groupe O (42,10%), suivi par le groupe A (36,79%) (**tableau2**)

Tableau 2: Répartition des groupes sanguins ABO (laboratoire d'hémodiologie CHU Tizi-Ouzou 2021-2023)

Groupes sanguins	Effectif (ni)	Pourcentage (%)
O	5235	42,10
A	4576	36,79
B	2004	16,11
AB	622	5,00
Total(N)	12437	100,00

Concernant le groupage RH1 : la quasi-totalité (90,93%) était positif.

Le phénotype rhésus le plus fréquent était le DCcee (40,65%), suivi du phénotype DCCee (20,94%) (**tableau3**)

Tableau 3 : Répartition des phénotypes rhésus (laboratoire d'hémodiologie CHU Tizi-Ouzou 2021-2023)

Phénotype rhésus	Effectif (ni)	Pourcentage (%)
DCcee	2260	40,65
DCCee	1164	20,94
Dccee	791	14,23
DCcEe	375	6,75
DccEe	356	6,40
DccEE	48	0,86
DCcEE	1	0,02
dccee	535	9,62
dccEe	13	0,23
dCcee	13	0,23
dCCee	2	0,04
dCcEe	1	0,02
Total (N)	5559	100,00

Le phénotype Kell négatif était le prédominant (87,91%) (**Figure 7**)

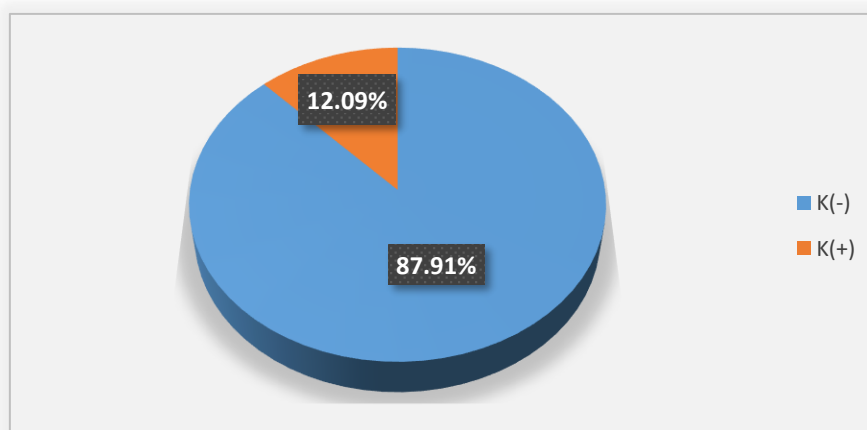


Figure 7 : Répartition selon le phénotype KELL

2-Difficultés de groupage sanguin :

2-1- Etude de la population avec difficultés de groupage sanguin :

Dans notre étude, 438 échantillons (3,47%) ont présenté des difficultés de groupage sanguins ABO et/ou Rhésus-Kell.

Le nombre total des difficultés de groupage était de 526 car 88 échantillons avaient présenté 2 difficultés d'interprétation :

- ✓ 75 échantillons avaient 02 difficultés de groupage sanguin ABO.
- ✓ 13 échantillons avaient une difficulté de groupage ABO associée à une difficulté du groupage rhésus/Kell.

Pour résumer, 1,68% des échantillons ont présenté des difficultés de groupage sanguin ABO et 1,89% ont présenté des difficultés de groupage sanguin rhésus/Kell :

- ✓ 1,58% des échantillons avec une ou deux difficultés de groupage ABO.
- ✓ 1,79% des échantillons avec une difficulté de groupage rhésus/Kell.
- ✓ 0,10% des échantillons avec des difficultés de groupage ABO et rhésus/Kell.

2-2-Répartition selon le sexe :

Plus de la moitié de la population était du sexe féminin (54%), avec un sex-ratio de 0.81 (**Figure 8**)

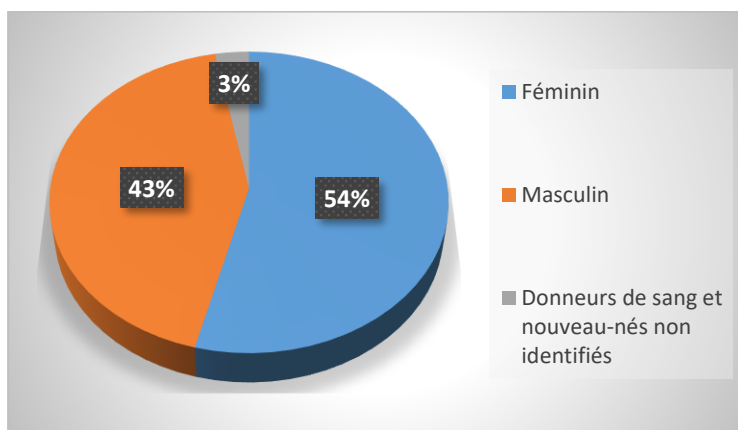


Figure 8 : Répartition des échantillons ayant présenté des difficultés de groupage sanguin selon le sexe.

2-3-Répartition selon le service :

Plus de la moitié des échantillons (57,53%) provenait des différents services médicaux et chirurgicaux du CHU (**figure 9**)

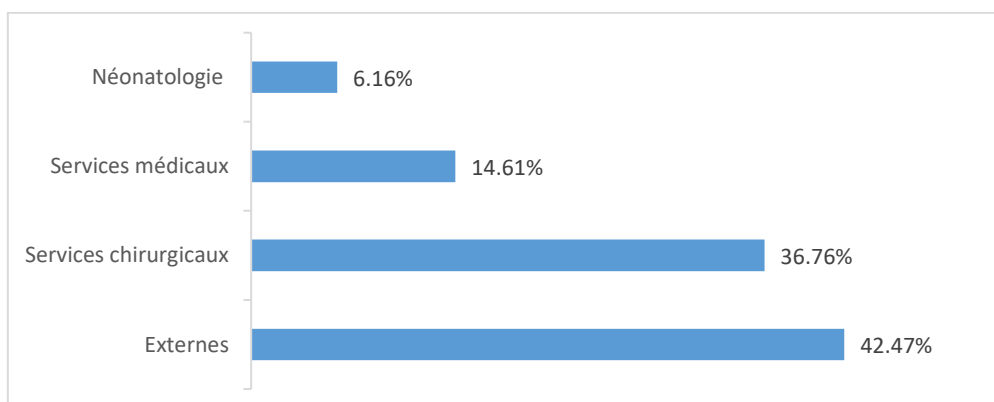


Figure 9 : Répartition des échantillons ayant présenté des difficultés de groupage sanguin selon la provenance.

2.3-Difficultés de groupage ABO :

Parmi les 526 difficultés de groupage sanguin, 287 (54,56%) étaient des difficultés de groupage ABO.

Le défaut réactionnel à l'épreuve globulaire était le plus fréquent (52.96%), suivi de l'excès réactionnel à l'épreuve sérique (30.66%), défaut réactionnel à l'épreuve sérique (6.97%), les doubles populations (5.22%) et enfin l'excès réactionnel à l'épreuve globulaire (4.18%) (**tableau 4**)

Tableau 4: Répartition des difficultés de groupage sanguin ABO (laboratoire d'Hémiobiologie CHU Tizi-Ouzou 2021-2023)

Difficultés de groupage sanguin ABO		Effectif (ni)	Pourcentage (%)	Total (%)
Défaut réactionnel à l'épreuve globulaire	Sous-groupes faibles ABO	152	52,96	52,96
Excès réactionnel à l'épreuve globulaire	Agglutinines froides	12	4,18	4,18
Excès réactionnel à l'épreuve sérique	Anticorps anti-A1	74	25,78	30,66
	Témoin allo positif	10	3,48	
	Témoin auto positif	4	1,39	
Défaut réactionnel à l'épreuve sérique	Immaturité du système immunitaire (nourrisson)	19	6,62	6,97
	Immunodépression	1	0,35	
Doubles populations	Transfusion compatible non iso-groupe ou incompatible	15	5,23	5,23
Total (N)		287	100,00	100,00

Les sous-groupes ABO identifiés dans notre étude étaient les Afaible et Afaible B, 135 cas ont été résolus grâce à la carte gel, tandis que 17 cas ont nécessité une fixation-élution(**tableau5**).

Parmi ces sous-groupes, 92 cas (60%) étaient des externes et 60 cas (40%) provenaient des différents services du CHU.

Durant l'étude prospective : 07 cas du sous-groupe Afaible B et 01 cas du sous-groupe Afaible ont présenté un aspect de double population avec l'anti-A.

Tableau 5 : Fréquence des sous-groupes faible ABO (laboratoire d'hémiobiologie CHU Tizi-Ouzou 2021-2023).

Sous-groupes	Effectif (ni)	Pourcentage (%)	Présence d'Anti-A1	Echantillons ayant nécessité une fixation-Elution
Afaible	70	46	32	16
Afaible B	82	54	42	01
Total (N)	152	100	74	17

Les anti-A1 avaient un titre faible (inférieur à 2) et étaient non hémolysants à l'exception de deux cas : un cas présentant un titre d'anti-A1 égal à 2 et un autre cas avec un pouvoir hémolysant estimé à une croix.



Figure 10 : Aspect des hématices A1 sur carte gel

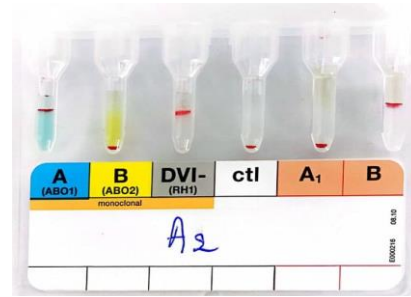


Figure 11 : Aspect des hématices A2 sur carte gel.

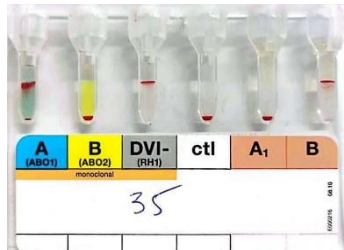


Figure 12 : Aspect d'un A faible agglutinant avec l'anti-A sur carte gel (Aspect de double population)

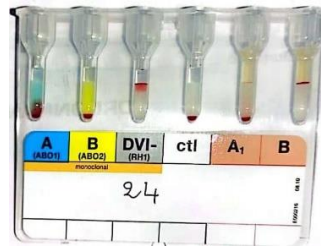


Figure 13 : Aspect d'un A faible agglutinant avec l'anti-A à deux croix (++) sur carte gel

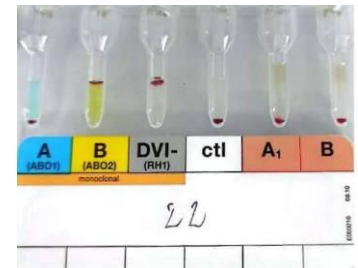


Figure 14 : Aspect d'un AfaibleB non agglutinant avec l'anti-A sur carte gel

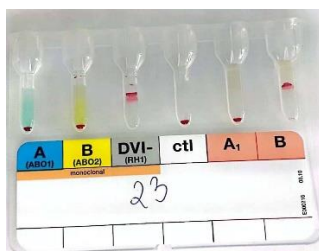


Figure 15 : Aspect d'un A faible non agglutinant avec l'anti-A sur carte gel

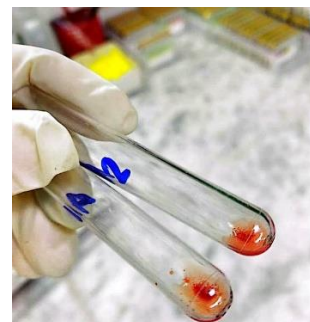


Figure 16 : Résultats d'une fixation élution avec les hématices A1 et A2.

Les anticorps naturels irréguliers identifiés par RAI chez les sujets dont le témoin allo a présenté une positivité sont résumés dans le **tableau 6**.

Tableau 6 : Fréquence des anticorps naturels irréguliers (laboratoire d'hémobiologie CHU Tizi-Ouzou 2021-2023).

Anticorps identifiés	Effectif (ni)	Pourcentage (%)
Anti-Le a	02	20
Anti-Le b	01	10
Anti-M	03	30
Anti-P1	01	10
RAI non concluante	03	30
Total (N)	10	100

2.4-Difficultés rhésus/ Kell :

Parmi les 526 difficultés de groupage sanguin, 239 (45,43%) étaient des difficultés du phénotypage rhésus et/ou Kell.

La majorité des difficultés du phénotypage rhésus/Kell était des doubles populations post-transfusionnelles (68,20%) (**tableau 7**).

76 cas étaient des rhésus D faibles dont 7 rhésus D partiels.

01 « Du » revenu positif chez un donneur de sang dont le rhésus était revenu négatif sur microplaque. Parmi les 07 rhésus partiels ; 05 profils du « D V » ont été retrouvés et 02 profils sont restés non identifiés.

Tableau 7 : répartition des difficultés rhésus/ Kell (*laboratoire d'hémodiagnostic CHU Tizi-Ouzou 2021-2023*).

Difficultés de groupage	Effectif (ni)	Pourcentage (%)
Doubles populations	163	68,20
Rhésus D faible	69	28,87
Rhésus D partiel	7	2,93
Total (N)	239	100,00

Tableau 8 : Tableau d'interprétation du D partiel "BIO-RAD"

Lignée cellulaire	Anti-D	D II	D III	D IVa	D IVb	D V	D VI	D VII	DFR	DBT	DHAR
LHM76/55(IgG)	1	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
LHM77/64(IgG)	2	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-
LHM70/45(IgG)	3	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
LHM59/19(IgG)	4	+	+	+	+	+	-	+/-	-	+	-
LHM169/80(IgG)	5	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
LDM1(IgM)	6	+	+	+	+	+/-	-	+	-	+	+/-



Figure 17 : Aspect d'un D partiel « V »

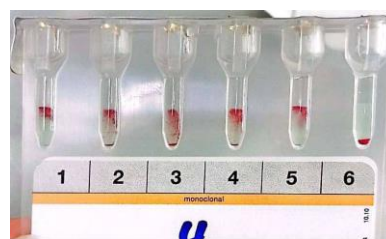


Figure 18 : Aspect d'un D partiel non concluant

Présentation de quelques cas :

Cas N°1 :

Il s'agit d'une patiente âgée de 30 ans admise aux urgences d'Hématologie suite à une anémie sévère. La patiente aux antécédents d'infection au SARS COV-2 avait une numération formule sanguine révélant un taux d'hémoglobine très bas : 3g/dl

Lors du groupage sanguin sur microplaque, une discordance entre l'épreuve sérique et l'épreuve globulaire était observée avec une panagglutination et une positivité des témoins : allo, auto et rhésus.

Le test de coombs direct est revenu positif : IgG (4+) et C3d (2+).

Conduite adoptée pour résoudre la difficulté :

-Après chauffage pendant 30 minutes à 37°C du tube et de la microplaque, le résultat est resté le même (témoins positifs).

- Après 50 lavages du culot globulaire à 37°C et Auto-adsorption du sérum pendant 1h à +4°C puis dilution au 1/2, les témoins se sont négativés et le groupe sanguin de la patiente a été identifié « AB rhésus D positif ».

-Une carte AB Rh+ a été remise avec conseil transfusionnel : patiente à transfuser avec du sang et matériels préchauffés à 37°C.

Les agglutinines froides peuvent être une source de difficulté de groupage et d'interférence avec les résultats de la numération formule sanguine.

Cas N°2 :

Il s'agit d'une famille de 04 membres résidents à Boumerdes adressée par un laboratoire privé au laboratoire d'Hémodiagnostique du CHU de Tizi-Ouzou, avec des résultats de groupages sanguins qui semblent incohérents :

- Père : B Rh positif
- Mère : O Rh positif
- Enfant 1 « Ayoub » : A faible Rh positif
- Enfant 2 « Yakoub » : B Rh positif

Il s'agit donc probablement d'une difficulté de groupage sanguin.

Conduite adoptée pour résoudre la difficulté :

Les groupages sanguins ont été refaits sur microplaque et sur carte gel, donnant les mêmes résultats sauf pour le père qui a présenté une difficulté de groupage : l'épreuve sérique en faveur d'un B et l'épreuve globulaire en faveur d'un AB (**Figure 19**)

La fixation-élution a mis en évidence l'antigène A, ce qui a permis de lever la discordance et d'identifier le groupe du père : A faible B

La recherche des anticorps anti-A1 chez le fils Ayoub et le Père est revenue positive « Présence d'anticorps Anti-A1 de titre faible (<2) et non hémolysants).

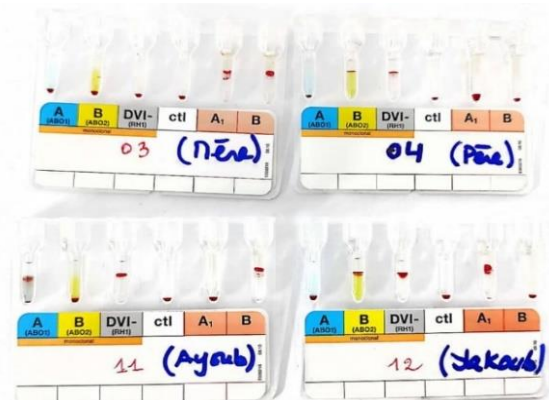


Figure 19 : Résultats des groupages des membres de la famille

Des Cartes définitives ont été remises aux membres de la famille :

- Père : A faible B Rh positif
- Mère : O Rh positif
- Enfant 1 « Ayoub » : A faible Rh positif
- Enfant 2 « Yakoub » : B Rh positif

Cas N°3 :

Il s'agit d'une fille âgée de 8 ans ayant deux cartes de groupage : la première A Rh positif et la deuxième A Rh négatif, pour confirmation elle a été adressée au CHU Tizi Ouzou.

Conduite adoptée pour résoudre la difficulté :

-Un groupage sanguin a été effectué sur microplaque et carte gel, les résultats étaient comme suit : A Rh faible.
- Recherche du D partiel : mise en évidence du D V.

-Une enquête familiale a été réalisée et les deux parents avaient un rhésus positif et une panagglutination lors de la recherche du D partiel.

Le D partiel n'est pas écarté chez les parents, néanmoins il ne s'agit pas d'un D V.

-Une carte de groupage sanguin A Rh partiel D V a été remise avec conseil transfusionnel : patiente à transfuser avec un CGR de groupe A Rh négatif.

Seule l'étude génétique pourrait mettre en évidence la réelle anomalie génétique chez cette fille : s'agit-il d'un D partiel ou encore puisque les parents ne sont pas porteurs du même profil, d'une anomalie de la machinerie enzymatique permettant le transport ou l'ancrage des acides aminés de la protéine RH sur la membrane du globule rouge.

IV. Discussion :

1. Biais et difficultés rencontrées :

- Biais d'information (de mesure) :
 - ✓ Présence ou absence d'anti-A1 non mentionnée sur le registre des difficultés de groupage pour les sous-groupes Afaible et Afaible B et non réalisation du titrage et du pouvoir hémolysant de ces anticorps si présence. (Phase rétrospective)
 - ✓ Incapacité de poursuivre les investigations à défaut d'échantillon (quantité insuffisante).
 - ✓ Un défaut de renseignements cliniques de certains sujets ayant présenté une difficulté de groupage sanguin : ce biais a persisté même durant le travail prospectif.
 - ✓ Un défaut de coopération des sujets ayant des groupes faibles pour des enquêtes familiales.
- Changement de marque de réactifs utilisés durant l'étude selon la disponibilité.
- Les études sur les difficultés de groupage sanguin rapportées dans la littérature ont utilisé pour la plupart des techniques automatisées.

2. Discussion des résultats :

Notre étude a compris 12604 prélèvements sur lesquels ont été effectués des groupages sanguins standards dont 5755 complétés par un phénotype rhésus/KELL.

En premier lieu, nous avons rapporté les fréquences des groupes sanguins ABO hormis les sous-groupes faibles et les doubles populations.

Le groupe sanguin O est le plus répandu avec une fréquence de 42,09% suivi du groupe A à 36,79% puis du groupe B à 16,11% ; enfin du groupe AB à 5% ce qui rejoint parfaitement les études algériennes précédemment publiées(9-11).

Groupe sanguin	Etude de Airech et al (Tizi Ouzou, 1996)	Etude de Metri et al (Ouest algérien, 2009)	Etude de Talbi et al (Boufarik, Algérie 2018)
O	40,84%	41,15%	42,5%
A	36,63%	38,09%	35%
B	16,42%	13,91%	15,66%
AB	6,10%	6,85%	5%

Concernant le groupage rhésus : cette étude a montré des résultats superposables à l'études de Airech et al sur les fréquences géniques dans le système rhésus en Algérie, 1982 (12).

RH1	Notre étude	Airech et al(12)
Positif	90,93%	91,53%
Négatif	9,07%	8,47%

Le phénotype **DCcee** était le plus fréquent à 40,65% chez la population étudiée, idem dans l'étude de Airech et al(12) à 41,37% , un résultat également comparable à d'autres études algériennes : Metri et al(10) et Moussouni et al (Sabra , Tlemcen 2011) (13) ou les fréquences sont légèrement plus basses de 34,78% et 36% respectivement mais dont le phénotype **DCcee** reste le plus répandu. Parmi les phénotypes rhésus rares décrits dans l'étude de Peyrard et al (France,2011) avec une fréquence seuil de 0,04% (14), nous avons identifié le **dCcee**.

Nous notons également la prédominance du Kell négatif avec une fréquence de 87,91% par rapport au Kell positif à savoir 12,09%, des taux légèrement différents comparés à l'étude de Moussouni el al et Airech et al (13, 15)

Kell	Notre étude	Moussouni et al	Airech et al
Négatif	87,91%	91%	90,3%
positif	12,09%	9%	9,7%

Concernant les difficultés de groupage sanguin ;après avoir écarté tout réactif manquant de sensibilité grâce au contrôle interne de qualité des nouveaux lots ou nouvelles marques et après vérification de la manipulation à chaque situation douteuse ,nous avons recensé 438 échantillons avec des difficultés de groupage sanguin soit 3,47%, une fréquence étroitement rapprochée à une étude similaire sur 700 échantillons menée par Bhallil et al en 2015 au CHU Rabat au Maroc (3,14%)(4).

La fréquence des échantillons ayant des difficultés de groupage sanguin ABO était de 1,68% (212 échantillons) ce qui s'avère aussi comparable à l'étude marocaine Bhallil et al(4) qui a suivi la même démarche technique à savoir le groupage sanguin sur microplaque. Mais, beaucoup plus élevée que les résultats obtenus dans d'autres études algériennes et asiatiques.

Etude	Pays	Année	Fréquence (%)
Guechniti et al (16)	Kouba, Algérie	2022	0,28
Bhallil et al (4)	Maroc	2015	1,14
Makroo et al (17)	Inde	2017	0,02
Hayedeh et al (18)	Iran	2020	0,04
Heo et al (19)	Corée	2021	0,24
Notre étude	Tizi-Ouzou, Algérie	2023	1,68

L'écart considérable constaté entre les résultats de notre étude et celle de l'EPH Kouba (16) pourrait être expliqué par l'existence de plusieurs laboratoires d'Hémobiologie de référence dans les différents centres hospitalo-universitaires et EPH de la wilaya d'Alger et que l'étude n'a concerné que les prélèvements adressés à leur EPH (77% de patients hospitalisés) contrairement à notre région qui ne dispose que d'un seul CHU et donc un seul laboratoire disposant des moyens nécessaires pour la résolution des difficultés de groupage sanguin décelées à son niveau mais aussi provenant des diverses structures sanitaires à savoir les autres unités du CHU (unité Belloua , centre de transfusion sanguine « CTS ») , EHS SBIHI, les hôpitaux de la périphérie, les laboratoires privés et autres ; pour atteindre une fréquence d'échantillon externes de 42%.

Quant aux études asiatiques « Corée, Inde et Iran »(18-20) la différence entre les fréquences de difficultés de groupage ABO revient probablement à la variabilité génétique hautement importante entre les deux populations et l'utilisation de techniques automatisées plus sensibles pouvant pallier spontanément à certaines difficultés. Par exemple dans l'étude coréenne, le groupage sanguin s'est fait sur automate NEO IRIS® d'Immucor ou sur QWALYS® 3EVO de Diagast(19) et sur l'analyseur ORTHO VISION Swift® dans l'étude indienne(17).

Suite à la multiplicité de difficultés de groupage ABO dans un même échantillon le nombre total de ces dernières s'élève à 287 difficultés ABO.

Plus de la moitié des difficultés (52.96%) représentait les défauts réactionnels à l'épreuve globulaire et précisément les sous-groupes faibles ABO « A faible et A faible B » ; qui sont des phénotypes définis par une faible réactivité comparée à celle des hématies A2.

L'agglutination des hématies A2 a été testée au laboratoire d'Hémobiologie du CHU de Tizi Ouzou et a donné une intensité de +4 avec l'anti-A sur carte gel ,sur tube et sur microplaque (la même intensité d'agglutination est décrite par la AAB(7))

Un taux très élevé comparé aux résultats des études de l'EPH Kouba en 2022 et Heo et al (Corée en 2021) (16, 19) ayant trouvé respectivement (8%, 18,2%) ; cela pourrait être expliqué par le fait que ce soit la principale discordance rencontrée dans les EPH et laboratoires privés. On précise que 60% ont été identifiés parmi les prélèvements adressés par ces structures.

Parmi les 152 échantillons de sous-groupe A faible et Afaible B, 07 ont présenté un aspect de doubles populations qui pourraient correspondre au profils A3(2).

17 cas étaient non-agglutinants à l'anti-A et ont nécessité une fixation-élution afin de soulever la discordance entre les deux épreuves et mettre en évidence l'antigène A de faible expression, ces derniers pourraient correspondre aux variants Am, Ael ou Ay(2).

Les 128 cas restants avec une faible réactivité à l'anti-A sont détectés sur microplaque et/ou carte gel et pourraient correspondre au profil Ax(2).

Tableau 9 : Caractéristiques sérologiques principales des phénotypes A1 et A2(7).

Phénotype	Réaction des hématies avec les sérum-tests ou les lectines				Réaction du sérum avec les hématies tests			Salive (sécréteurs)
	Anti-A	Anti-B	Anti-AB	Anti-H	Hématie A1	Hématie B	Hématie O	
A1	4+	0	+4	0	0	+4	0	A et H
A2	4+	0	+4	+2	0/2+*	4+	0	A et H
1+ jusqu'à 4+ : intensité de l'agglutination dans l'ordre croissant ; 0 : pas d'agglutination ; * la présence des anti-A1 est variable								

Tableau 10 : Caractéristiques sérologiques principales des phénotypes Afaible(1)

Phénotype	Anti-A	Anti-B	Anti-AB	Anti-A1	Anti-H	Hématie B	Hématie A1	Hématie A2	Substance soluble A	Substance soluble H
A3	++/-	-	++/-	-	+++	+++	+ ou -	-	+	+
Ax	(+)	-	+	-	+++	+++	+	-	-	+
Aend	(+)/-	-	(+)/-	-	+++	+++	+ ou -	(+) ou -	-	+
Am	-	-	-	-	+++	+++	-	-	+	+
Ael	-	-	-	-	+++	+++	+++	++ ou +	-	+
Ay	-	-	-	-	+++	+++	-	-	(+)	+
++/- ou +/- : double population ; (+) : très faible agglutination ; Db : lectine Dolichos biflorus										

En deuxième lieu, nous avons l'excès réactionnel à l'épreuve sérique (30,66%), un taux comparable aux résultats de l'étude de l'EPH Kouba (38,64%)(16) dans laquelle il représentait cause la plus fréquente des difficultés de groupage ABO mais, plus élevé par rapport aux résultats de Heo et al (25,2%)(19).

La présence des anticorps anti-A1 a représenté la majorité des étiologies de l'excès réactionnel à l'épreuve sérique (84%), presque 4 fois le taux rencontré dans l'étude de l'EPH Kouba (16). Les anti-A1 sont généralement des IgM réagissant à température ambiante ou plus basse et sont habituellement sans incidence transfusionnelle. Les anti-A1 actifs à 37°C sont cliniquement significatifs(7) ; pour cela les sujets ayant des sous-groupes Afaible ou Afaible B avec des Anti-A1 actifs à 37°C doivent être transfusés avec un CGR de groupe « O » si Afaible et « O ou B » si Afaible B.

La positivité du témoin allo (11,36%) avec pour allo-anticorps identifiés dans 70% des cas, des IgM dirigées contre les antigènes : M, P1, Lewis a et Lewis b , ce qui rejoint partiellement les résultats de l'étude de l'EPH Kouba et les données de la littérature (21).

Etude	Anticorps irréguliers	Fréquences(%)
EPH Kouba,2022	Anti-Lea	25
	Anti-Leb	37,5
	Anti-E	12,5
	Anti-M	12,5
Notre étude(CHU Tizi Ouzou 2023)	Anti-Lea	20
	Anti-Leb	10
	Anti-M	30
	Anti-P1	10

A la banque de sang du CHU de Tizi-Ouzou, les sujets ayant des allo-anticorps sont transfusés avec des CGR compatibles.

Et enfin les auto-anticorps (4,54%), un taux relativement faible comparé à l'étude menée à l'EPH Kouba (48,27%)(16) ou ils étaient la première étiologie de l'excès réactionnel à l'épreuve sérique.

Vient par la suite, le défaut réactionnel à l'épreuve sérique (6,97%), un taux très faible par rapport à l'étude Coréenne(19) (40,5%) ou elle était la principale difficulté rencontrée. Dans notre étude, cette difficulté de groupage ABO est représentée par les épreuves sériques négatives des âges extrêmes (14% des défauts réactionnels de l'épreuve sérique chez Heo et al (19)) suite à une immaturité du système immunitaire chez les nourrissons (95%) et une immunodépression chez les sujets âgés (5%).

Les doubles populations dans le système ABO (5,23%) étaient dues à des transfusions compatibles non iso groupes ou incompatibles principalement chez les nouveau-nés atteints de MHNN du service de néonatalogie ; un taux 6 fois plus faible comparé à l'étude de l'EPH Kouba (16) et 2 fois plus faible que l'étude coréenne(19). Enfin, nous avons l'excès réactionnel à l'épreuve globulaire (4,18%) représentant les agglutinines froides avec un taux de 1,39% par rapport au total des difficultés, ce qui rejoint les résultats rapportés par l'EPH Kouba (1,33%) (16).

Les échantillons ayant des difficultés de groupage rhésus/Kell étaient de 1,89% (239 échantillons :206 échantillons avec difficultés rhésus associé ou pas au Kell et 33 avec difficultés dans le système Kell), plus basse mais comparable à celle enregistrée dans l'étude Bhallil et al (2,14%) (4)

Nous avons rencontré trois principales catégories de difficultés de groupage rhésus/Kell.

Les images de doubles populations(dp) étaient l'anomalie la plus fréquente à 68,20% (54,39% de dp rhésus, 14,80% de dp Kell uniquement) ; une fréquence potentiellement élevée qui est également décrite dans l'étude marocaine (73,33%)(4).

Ceci pourrait être expliqué par le nombre important de transfusions non iso-phénotypes surtout dans les EPH de la périphérie.

Les rhésus D faibles ont représenté 33,49% des difficultés rhésus et une fréquence de 0,54% de la population étudiée, ce qui s'avère un peu plus élevé que les études algériennes effectuées en 2013(22) et 2021 (23) au CHU Mustapha Pacha . Mais, cette fréquence reste comparable à des études américaines et européennes.(5, 22, 23).

Etude	Fréquence du D faible (%)
CHU Mustapha Pacha ,Algérie (2013)	0,27
CHU Mustapha Pacha, Algérie (2021)	0,30
Européenne (2011)	0,2 à 0,5
Américaine (2011)	0,4 à 3
Notre étude (Tizi-Ouzou ,2023)	0,54

Le D partiel était à une fréquence plus basse de 3,39% des difficultés rhésus et 9,58% des D faibles , il représente 0,05% des difficultés de groupage sanguin dans la population étudiée, une fréquence inférieure à celle retrouvée dans l'étude algérienne de 2021 (0,82%)(23) ,mais similaire aux résultats de l'étude menée en 2013(0,49%)(22) et potentiellement plus importante que la fréquence détectée dans une étude chinoise Ye et al en 2012(24).

Parmi les rhésus D partiels identifiés, nous avons eu 05 échantillons portant le phénotype D V (71,42%) qui définit le phénotype D partiel le plus fréquent dans notre étude et 02 échantillons de profil non concluant probablement dû au panel de 06 anticorps plus restreint que celui des 12 anticorps permettant d'identifier davantage de profils.

Le tableau suivant représente les phénotypes D partiels les plus fréquents dans différentes populations : (22-27)

Pays	Année	Nombre de D partiels recensés.	Profil D partiel le plus fréquent	Fréquence (%)
Algérie (CHU Tizi Ouzou)	2023	07	D V	71,42
Algérie (CHU Mustapha Pacha)	2021	07	D V	57,14
Algérie (EPH Kouba)	2022	03	DFR	33,33%
Algérie(CHU Mustapha Pacha)	2013	06	D VII	83,3
Maroc	2014	13	D VII	46,15
Egypte	2019	33	D V	41,18
Inde	2008	15	DFR	66,66
Chine	2012	40	D VI	90

Les patients de rhésus D faible ou D partiel doivent être transfusés avec un CGR de rhésus négatif afin d'éviter toute allo-immunisation à l'anti-D.

V. Conclusion :

Notre étude a mis en évidence les défis complexes auxquels sont confrontés les laboratoires d'Hémodiagnostique dans le cadre du groupage sanguin qui est souvent considéré comme une pratique simple d'où, la responsabilisation du biologiste avant le clinicien en matière de transfusion, puisqu'une détermination correcte du groupe sanguin est la première règle pour la réussite de cet acte thérapeutique.

Pour cela, il faut savoir reconnaître une difficulté de groupage sanguin et maîtriser parfaitement les conduites à tenir spécifiques à chaque situation, pour enfin transmettre des résultats justes, fiables et maximiser la sécurité transfusionnelle.

1. Bailly P, Chiaroni J, Roubinet F. Les groupes sanguins érythrocytaires: John Libbey Eurotext; 2015.
2. Chiaroni J, Ferrera V, Dettori I, Roubinet F. Groupes sanguins érythrocytaires. EMC - Hématologie. 2006;1(1):1-41.
3. Lapierre V, Kuentz M, Tiberghien P. Pratiques transfusionnelles érythrocytaires après greffe de cellules souches hématopoïétiques allogéniques. Transfusion clinique et biologique. 1999;6(2):148-52.
4. BHALLIL O, Benseffaj N, Ouadghiri S, Drissi Bourhanbour A, Essakalli M. Le groupage sanguin: difficultés d'interprétation. Journal de Biologie Médicale. 2015;3(12):280-5.
5. Jacques C, Francis R, Pascal B. Les analyses immunohématologiques et leurs applications cliniques: John Libbey Eurotext; 2011.
6. Guillosson J. La pratique des groupes et groupages érythrocytaires. Vol. 10. Ph. Rouger et Ch. Salmon éd., 115 pages.(Masson éd., 120 Bld St-Germain, Paris). Elsevier; 1982.
7. Cohn CS DM, Johnson ST, Katz LM. . Technical manual. 20th ed. Bethesda. American Association of Blood Banks. 2020:297-313.
8. Mannessier L. [Critical analysis of the new ministerial order about guidelines in immunohaematology]. Transfusion clinique et biologique : journal de la Societe francaise de transfusion sanguine. 2003;10(3):201-5.
9. Talbi F, Damerdjil D, El Kader Nebbab A, Isyakhem W, Djouadi K. Étude de la prévalence des groupes sanguins ABO, Rh et Kell : à propos de 10 977 dons de sang dans la région de Boufarik. Transfusion Clinique et Biologique. 2018;25(4):332-3.
10. Metri AA, Sidi-Yakhlef A, Youcef MD, Chaïf O, Sour S. Caractérisation anthropogénétique de la population de Oulhaça dans l'Ouest Algérien: Analyse comparative du polymorphisme des dermatoglyphes et des groupes sanguins (ABO, Rhésus, MNSs et Duffy) à l'échelle de la Méditerranée. Antropo. 2009;20:57-70.
11. Aireche H, Benabadji M. Les fréquences géniques dans les systèmes ABO P et Luthéran en Algérie. Transfusion clinique et biologique. 1994;1(4):279-89.
12. Aireche H, Gueguen A, Golmard J, Benabadji M. Détermination des fréquences géniques dans le système rhésus en Algérie. Revue française de transfusion et immuno-hématologie. 1982;25(4):383-7.
13. Moussouni A, Metri AA. Etude du polymorphisme des dermatoglyphes et des groupes sanguins (ABO, Rhésus, MNSs, Duffy et Kell) chez la population de Sabra dans le Nord Ouest Algérien. Antropo. 2011;25:65-80.
14. Peyrard T, Rouger P. La sécurité transfusionnelle et obstétricale des sujets présentant un groupe sanguin érythrocytaire rare. Hématologie. 2010;16(2):143-55.
15. Aireche H. Polymorphisme érythrocytaire dans la population algérienne. 1987.
16. GUICHENITI R, LF. Le groupage ABO RH1: pas si facile que ça ! 2022 EPH Kouba(mémoire).
17. Makroo RN, Kakkar B, Agrawal S, Chowdhry M, Prakash B, Karna P. Retrospective analysis of forward and reverse ABO typing discrepancies among patients and blood donors in a tertiary care hospital. Transfusion medicine (Oxford, England). 2019;29(2):103-9.
18. Shahshahani HJ, AH. Blood Group Discrepancies at a Regional Blood Center International journal of hematology-oncology and stem cell research. 2019.
19. Heo WY, Chung YN, Kim TY, Yu H, Bae JC, Kim H, et al. Analysis of ABO grouping discrepancies among patients from a tertiary hospital in Korea. Transfusion and apheresis science : official journal of the World Apheresis Association : official journal of the European Society for Haemapheresis. 2021;60(6):103230.
20. Tiwari AK, Setya D, Arora D, Mehta SP, Aggarwal G, Mitra S. An algorithmic approach to serological work-up of ABO sub-groups which present as ABO discrepancies in resource constraint settings. Journal of immunological methods. 2020;487:112895.
21. Slama -PH, Saloua -PYJ, Saadia -AHUBH, Houda -AHUK, Najet -PAM, par: Re, et al. Travaux Pratiques d'Immunologie Erythrocytaire et Leuco plaquettaire. Faculté de Pharmacie de Monastir. 2007;91 pages
22. Bennaceur A BS, Ould Yahia L. Dépistage sérologique des variants de l'antigène D , CHU Mustapaha Pacha 2013 (mémoire).
23. Hassiba HAL. Dépistage sérologique de l'antigène D partiel au CHTS Mustafa Pacha. mémoire 2021:54.
24. Ye L, Wang P, Gao H, Zhang J, Wang C, Li Q, et al. Partial D phenotypes and genotypes in the Chinese population. Transfusion. 2012;52(2):241-6.
25. Bakry RM, Nasreldin E, Hassaballa AE, Mansour SM, Aboalia SA. Evaluation of molecular typing and serological methods in solving discrepant results of weak and partial D (Rh) in South Egypt. Asian journal of transfusion science. 2019;13(2):110.

26. Kabiri Z, Benajiba M, Hajjout K, Dakka N, Bellaoui H. Identification des phénotypes rhésus D partiels dans une population de donneurs de sang marocains de phénotype D faible. *Transfusion Clinique et Biologique*. 2014;21(4-5):264.
27. Kulkarni S, Colah R, Gorakshakar A, Gupte S, Vasantha K, Mohanty D, et al. Frequency of partial D in Western India. *Transfusion Medicine*. 2008;18(2):91-6.