



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques
Sciences Biologiques Appliquées et Santé
(LST - SBAS)

La Vitesse de Sédimentation:
Comparaison entre deux Machines
BD SEDI 15 et HumaSrate 24pt

Présenté par : Habiba Bouluiz.

Encadré par : Pr. Chendid Tlemçani Rachida (FST Fès).

Dr. Kettani Tayeb (Laboratoire Saada).

Soutenu le : Mardi 5 juillet 2022

1 Devant le jury composé de :

- **Pr. Chendid Tlemçani Rachida.**
- **Dr. Kettani Tayeb.**
- **Pr. EL Abida Kaouakib.**

Stage effectué à : Laboratoire SAADA des analyses médicales

Année universitaire 2021-2022

REMERCIEMENTS

Avant d'entamer ce rapport, je tiens à exprimer mes remerciements au Dr **KETTANI TAYEB**, directeur du Laboratoire SAADA de Fès, de m'avoir accordé la possibilité d'effectuer ce stage au sein de son laboratoire, de m'avoir encadrée et de m'avoir apportée une aide si précieuse notamment au niveau de la démarche à suivre pendant ce stage .

Mes chaleureux remerciements et ma profonde gratitude à mon encadrante, **Pr Chendid Tlemçani Rachida** pour son encadrement, son aide, ses conseils précieux, ses recommandations. J'adresse pareillement mes remerciements aussi au **Pr. El Abida Kaouakib**, qui a accepté d'évaluer et de jurer ce projet de fin d'études.

J'aimerais remercier **Sarioui Aicha**, **Abbassi Souhayla** et **El Khachani Ibtissam**, et toutes les personnes du laboratoire SAADA , pour l'accueil, l'aide et la disponibilité dont ils ont fait preuve toute au long de mon stage.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, **Zahrae EL-AYACHI** et **Ahmed BOULOUIZ**, Aucune dédicace ne pourra faire témoin de mon profond amour, mon immense gratitude et mon plus grand respect à votre égard. On n'oubliera jamais la tendresse et l'amour dont vous m'avez entouré depuis mon enfance.

A toute ma famille, **Frères et Sœur**, pour leur soutien moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A tout(e)s mes ami(e)s, et à tous ceux que j'aime et à toutes les personnes qui m'ont encouragées et se sont données la peine de me soutenir durant cette formation. A mes chers enseignants sans exception. A tous les membres de la direction de la FST de Fès.

A tous les étudiants de la FST.

A ceux et à celles qui me sont cher(e)s.





TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....
LISTE DES FIGURES
LISTE DES TABLEAUX.....
LISTE DES ABREVIATIONS
PRESENTATION GENERALE DU LABORATOIRE SAADA
Introduction générale	1
Chapitre 1 : Revue Bibliographique	2
1.1 Rappels sur le sang.....	3
1.1.1 Le plasma.....	3
1.1.2 Les éléments figurés du sang.....	4
1.1.3 Les hématies	5
1.2 La vitesse de sédimentation	6
1.2.1 Définition	6
1.2.2 Valeurs de référence de VS et variations physiologiques.....	7
1.2.3 Les Facteurs influençant la VS	8
Chapitre 2 : Matériel et Méthodes	9
2-1 Lieu, durée et population étudiée	10
2-2 Matériel	10
2-2-1 Description des tubes utilisés	10
2-2-2 Description des appareils utilisés.....	11
2-3 Etude statistique	14
2-3-1 Test de Bland-Altman.....	14

2-3-1 Droite de régression	14
Chapitre 3 : Résultats et Discussion	15
3-1 présentation et analyse des résultats de la Méthode 1 (BD SEDI 15 et HumaSrate 24pt)	16
3-1-1 La vitesse de sédimentation de la 1 ^{ère} Heure	16
3-1-2 La vitesse de sédimentation de la 2 ^{ème} Heure.....	19
3-2 présentation et analyse des résultats de la Méthode 2 (tube EDTA et tube Citraté)..	23
3-2-1 La vitesse de sédimentation de la 1 ^{ère} Heure	23
3-2-2 La vitesse de sédimentation de la 2 ^{ème} Heure	26
DISCUSSION	30
Conclusion générale	32
Références bibliographiques	33
Références webographiques	34

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Photo du Laboratoire Saada-Fès.....	
Figure 2 : Les éléments du sang.....	3
Figure 3 : Les globules rouges.....	4
Figure 4 : La structure des hématies.....	6
Figure 5 : Tube EDTA.....	11
Figure 6 : Tube Noir.....	11
Figure 7 : Appareil BD SEDI 15.....	12
Figure 8 : Appareil HumaSrate 24pt.....	13
Figure 9 : Test de Bland-Altman 1 ^{ère} Heure (BD SEDI15 et HumaSrate 24pt).....	17
Figure 10 : La droite de régression 1 ^{ère} Heure (BD SEDI15 et HumaSrate 24pt)...	18
Figure 11 : Test de Bland-Altman 2 ^{ème} Heure (BD SEDI15 et HumaSrate 24pt)....	20
Figure 12 : La droite de régression 2 ^{ème} Heure (BD SEDI15 et HumaSrate 24pt)....	21
Figure 13 : Test de Bland-Altman 1 ^{ère} Heure (Tube EDTA et Tube Citraté).....	24
Figure 14 : La droite de régression 1 ^{ère} Heure (Tube EDTA et Tube Citraté).....	25
Figure 15 : Test de Bland-Altman 2 ^{ème} Heure (Tube EDTA et Tube Citraté).....	27
Figure 16 : La droite de régression 2 ^{ème} Heure (Tube EDTA et Tube Citraté).....	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Variations de la VS liée à l'âge et au sexe.....	7
Tableau 2 : Facteurs influençant la VS.....	8
Tableau 3 : Etude de la VS de 1 ^{ère} Heure (BD SEDI15 et HumaSrate 24pt).....	16
Tableau 4 : Etude de la VS de 2 ^{ème} Heure (BD SEDI15 et HumaSrate 24pt).....	19
Tableau 5 : Etude de la VS de 1 ^{ère} Heure (Tube EDTA et Tube Citraté).....	23
Tableau 6 : Etude de la VS de 2 ^{ème} Heure (Tube EDTA et Tube Citraté).....	26

LISTE DES ABREVIATIONS

VS : Vitesse de sédimentation.

Hb : Hémoglobine.

EDTA : Acide éthylène Diamine Tétra-Acétique.

ESR : Erythrocyte Sédimentation Rate.

PRESENTATION GENERALE DU LABORATOIRE SAADA



Figure 1 : Laboratoire Saada-Fès.

Le laboratoire Saada d'analyses médicales est mis en service depuis le mois Aout 2010 par son dirigeant Docteur Kettani Tayeb (Figure 1).

Ce laboratoire est localisé au quartier Zaza, avenue Saint Louis, rue Sindiane, N°82, Saada, Fès.

Ce laboratoire est composé d'un rez-de-chaussée dans lequel vous trouverez une salle d'accueil des patients et 3 salles de prélèvement du sang, une salle de prélèvement vaginale et trois salles de bains. Dans le premier étage qui englobe le bureau du médecin, une salle d'Hématologie-biochimie, une salle de Bactériologie et une laverie et une salle de bain. Un deuxième étage qui contient une salle de réunions, un vestiaire, une salle de chimie, une salle pour stockage des réactifs et une salle de bain.

Ce laboratoire réalise des analyses de biologie médicale : -Hématologie. -Biochimie. – Bactériologie. -Biologie de la reproduction. –Parasitologie. –Mycologie. –Toxicologie. -Auto-immunité (IFI). -Test d'allergie.

Introduction générale

Les bilans biologiques préventifs qui interrogent le terrain du patient, via des analyses de sang, d'urines, de salive ou de selles, permettent de détecter des déséquilibres de l'organisme pouvant être à terme à l'origine de pathologies. Ils permettent de corriger, avant l'apparition de la maladie, les paramètres qui s'expriment trop ou pas assez dans le corps du patient.

La vitesse de sédimentation (VS) constitue l'un des examens hématologiques simples. Elle est souvent prescrite en même temps que l'hémogramme ou la Numérotation de la Formule Sanguine (NFS). La mesure de la vitesse de sédimentation est un test dit « non spécifique », car il ne permet pas d'indiquer la présence d'une maladie bien particulière. Ce test permet de déceler des infections, des inflammations (par exp : un rhumatisme), un cancer et d'autres affections entraînant des changements au niveau de la concentration en protéines dans le sang.

Une vitesse de sédimentation élevée indique la présence d'une maladie, mais des examens complémentaires sont nécessaires pour savoir la nature de la pathologie.

Le stage, que j'ai effectué au sein du laboratoire Saada, est porté sur une étude comparative de la mesure de la VS, effectué sur deux appareils, le BD SEDI 15 qui est une méthode de référence qui donne des résultats satisfaisants et le HumaSrate 24pt à tubes EDTA.

Mon travail sera présenté sous forme de chapitres :

- Le premier chapitre, sera consacré à une synthèse bibliographique concernant le sang et la vitesse de sédimentation.
- Le second chapitre, sera consacré au matériel et aux méthodes.
- Le dernier chapitre est réservé aux résultats et à la discussion.

Notre étude consiste alors à vérifier s'il est possible de mesurer la vitesse de sédimentation sur un tube EDTA par la machine HumaSrate 24pt.

Chapitre 1 : Revue Bibliographique

1.1 Rappels sur le sang

Le sang est un tissu conjonctif composé de **cellules sanguines** en suspension dans le **plasma** (Figure 2). L'ensemble est contenu dans les vaisseaux sanguins. Le volume total du sang d'un adulte humain est de 5 litres. Les cellules en suspension représentent 45% du volume total, ce qui correspond à l'hématocrite. Leur morphologie peut être étudiée sur un frottis coloré au May Grünwald Giemsa (MGG) [1].

Le sang, en circulant dans l'organisme, assure plusieurs fonctions essentielles. Il apporte l'oxygène et les substances nutritives essentielles (comme les graisses, le glucose, les sels minéraux et les vitamines) aux tissus de l'organisme. Il transporte le dioxyde de carbone vers les poumons ainsi que divers autres déchets vers les reins afin qu'ils soient éliminés de l'organisme. Il véhicule les hormones (messagers chimiques) pour que les différentes parties de l'organisme puissent communiquer entre elles. Enfin, il transporte des constituants qui combattent les infections et arrêtent les saignements [2].

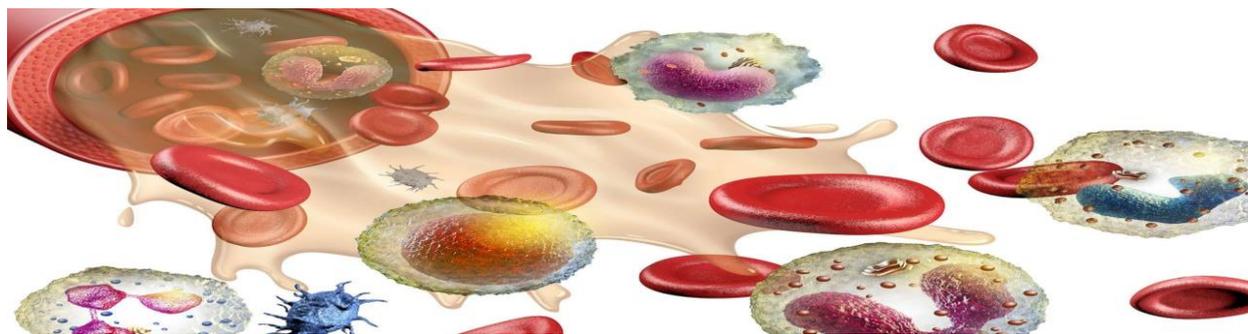


Figure 2 : Les éléments du Sang.

1.1.1 Le plasma

C'est la partie liquide du sang sur lequel baignent les cellules sanguines. Le plasma est différent du sérum ce dernier est obtenu après polymérisation du fibrinogène en fibrine, à l'absence de l'anticoagulant. Le plasma est très hétérogène. Il est constitué de :

- ✓ L'eau : c'est le solvant plasmatique
- ✓ Éléments minéraux : sodium, potassium, calcium etc.

- ✓ Constituants Massiques : protéines, lipides, glucides, acide aminés, etc....
- ✓ Composant fibrillaire : Fibrinogène [3].

1.1.2 Les éléments figurés du sang

Ils sont présentés par trois types de cellules : les globules rouges, les globules blancs et les plaquettes.

- Les globules rouges sont **des cellules du sang** chargées de transporter l'oxygène depuis les poumons jusqu'aux tissus de l'organisme. Ils sont souvent connus sous le nom des hématies ou l'**érythrocyte**. Les globules rouges sont fabriqués au niveau de **la moelle osseuse** et ils dérivent des **cellules-souches** (Figure 3).

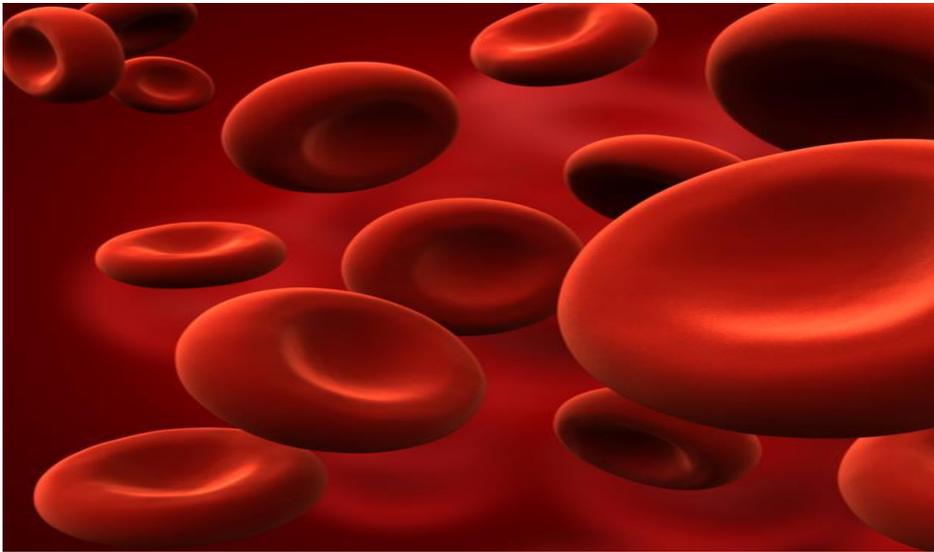


Figure 3 : Les globules rouges.

- **Les plaquettes** ou **thrombocytes** sont des cellules annuclées (Figure 2). Elles se présentent au repos sous une forme discoïde avec un diamètre de 2 à 4 μm et un volume de 6 à 8 μm^3 . L'observation en microscopie électronique à transmission permet de distinguer 3 parties : la membrane plasmique, le cytosquelette et les différents organites intracellulaires [4].

- **Les Globules blancs** ou **Les leucocytes**, sont des cellules intervenant dans le système immunitaire. Ils jouent un rôle important dans la défense de l'organisme contre les micro-organismes infectieux et les substances étrangères. Pour qu'ils soient efficaces, il faut qu'un nombre adéquat de globules blancs soient informés de la présence du micro-organisme infectieux ou de la substance étrangère. Ils se dirigent alors où ils doivent aller, puis détruisent et digèrent le micro-organisme ou la substance néfaste [5].

1.1.3 Les hématies

L'**hématies** ou **les globules rouges** ressemble à un disque biconcave, déposé sur une lame, il a une forme sphérique et un diamètre de 7 à 8 μ . Après analyse morphologique sur frottis sanguin, cette forme particulière le fait apparaître, à l'état normal, plus pâle au centre qu'en périphérie. Il vit 120 jours. La globule rouge vieilli, est détruit par les macrophages de la moelle osseuse, du foie et de la rate [6].

1.1.3.1 Erythropoïèse

L'érythropoïèse est un ensemble de mécanisme assurant la formation des globules rouges. Leur durée de vie est de 120 jours donc chaque jour $1/120^{\text{ème}}$ des hématies sont détruites [7].

Dans la moelle osseuse, il existe différentes catégories d'érythroblastes selon leur maturation. Plus les cellules sont mûres, plus leur taille diminue, plus le cytoplasme basophile devient acidophile et riche en hémoglobine. Le noyau se condense jusqu'à l'expulsion.

La régulation de l'érythropoïèse se fait grâce à une hormone d'origine rénale, l'érythropoïétine. Son rôle est de déclencher la différenciation des cellules souches en permettant l'induction de la synthèse de l'hémoglobine (Hb), de plus, elle augmente la vitesse de synthèse de l'hémoglobine [7] [8].

1.1.3.2 Structure de l'hématie

C'est une cellule anucléée composée de :

- D'une membrane (double couche de phospholipides stabilisée par du cholestérol et des protéines intercalées). A l'intérieur se trouve une couche supplémentaire riche en mucopolysaccharides.
- D'un cytoplasme qui contient de l'eau, des ions, des enzymes, du glucose et de l'hémoglobine, constituant essentiel du cytoplasme.

L'hémoglobine est constituée de quatre chaînes polypeptidiques de globine, chacune lie une molécule d'hème [8].

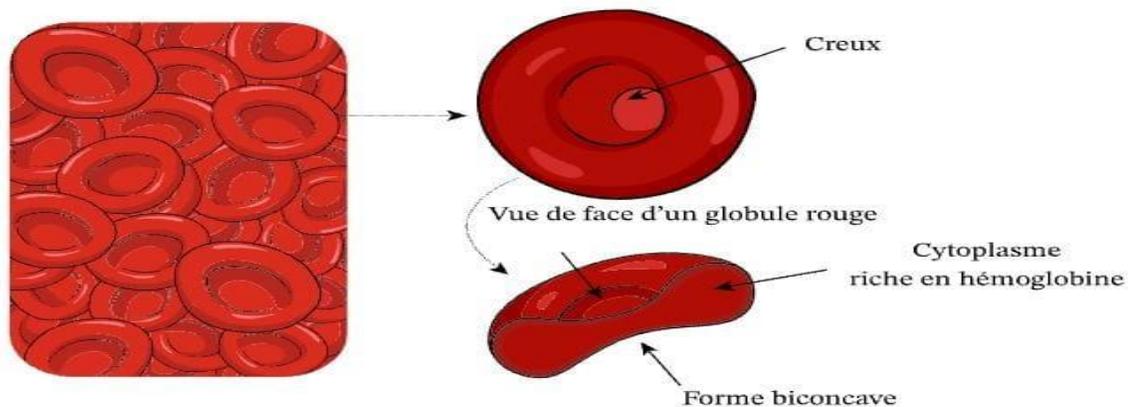


Figure 4 : La structure des hématies.

1.2 La vitesse de sédimentation

1.2.1 Définition

La vitesse de sédimentation (VS) ou sédimentation globulaire, encore appelée vitesse de sédimentation globulaire (Erythrocyte Sédimentation Rate ESR, en anglais) entre dans le cadre de la cytologie hématologique intéressant particulièrement les hématies. Grâce à ce test, on peut mettre en évidence une inflammation ou une infection.

La vitesse de sédimentation calcule la hauteur que mettent les hématies pour chuter au fond d'un tube de sang au bout d'une heure et de deux heures exprimée en « mm ». Ces valeurs renseignent sur le nombre de globules rouges, leur volume, le taux de certaines protéines et la viscosité du sang [9].

1.2.2 Valeurs de référence de VS et variations physiologiques

➤ Valeurs de référence

Les valeurs de référence d'un test biologique sont généralement déterminées au sein d'une population de référence parfaitement caractérisée d'un point de vue démographique et clinique. Les valeurs de référence habituellement utilisées pour la VS sont, à la 1^{ère} heure, de 3 à 6 mm chez l'homme et de 4 à 8 mm chez la femme, et, à la 2^{ème} heure, de moins de 15 mm chez l'homme et de moins de 20 mm chez la femme.

Cependant, pour des raisons non complètement élucidées, la VS augmente physiologiquement avec l'âge et devient plus importante chez la femme que chez l'homme (*tableau I*). Les valeurs de référence sont ainsi imprécises et des formules sont proposées pour une VS maximale en fonction de l'âge et du sexe [10] [11].

Tableau 1 : Variation de la VS liée à l'âge et au sexe.

Tranche d'âge (ans)	Hommes (mm à 1 heure)	Femmes (mm à 1 heure)
0-50	< 15	< 20
51-85	< 20	< 30
> 85	< 30	< 42

➤ Variations physiologiques

La vitesse de sédimentation peut varier en fonction de certains facteurs :

- L'âge : elle augmente avec l'âge, après 45 ans ;

- La grossesse : l'augmentation de la VS est liée à l'hémodilution (dilution du sang liée à l'afflux de liquides des tissus vers le sang) ;
- Les médicaments : les anti-inflammatoires (AINS, corticoïdes) diminuent la VS, or que la prise d'Œstrogènes peut augmenter [12].

1.2.3 Les Facteurs influençant la VS

La VS dépend de la capacité d'agrégation des hématies, laquelle est liée aux caractéristiques des globules rouges, à la viscosité du plasma. Son élévation est, en particulier, liée à l'augmentation du taux des protéines de l'inflammation ou des immunoglobulines dans le plasma. Le fibrinogène (protéine précurseur de la fibrine qui forme le caillot sanguin) influence, également fortement la VS. On voit, tout de suite, qu'une élévation de la VS peut traduire la présence d'une inflammation dans l'organisme.

Toutefois, il faut savoir que les conditions de réalisation de la manipulation influent très largement sur les résultats. La température de la pièce, le diamètre du tube, la qualité de l'anticoagulation, la présence de vibrations, la verticalité du tube sont donc des sources d'erreurs nombreuses. C'est pour ces raisons, que les conditions de réalisation de l'examen sont très codifiées [13].

Tableau 2 : Les Facteurs influençant la VS [14].

Augmentation	Diminution
Température de la pièce > 23° C.	Tube de mesure trop froid, ou trop court.
Tube incliné.	
Vibrations, chocs.	
Quantité d'anticoagulant non respectée.	

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

2-1 Lieu, durée et population étudiée

- Lieu et durée de l'étude

Cette étude a été effectuée au sein du Laboratoire d' Analyses Médicales Saada- Fès, pendant 7 semaines.

- Population étudiée

L'étude a porté sur des patients dont :

1- 30 Patients ont été sélectionnés pour réaliser une étude comparative de la VS avec 2 appareils à savoir

En mesurant la VS sur HumaSrate 24pt avec un tube EDTA (Mauve) et la VS pour l'appareil BD SEDI 15 avec un tube Citraté (Noir).

2- 30 patients ont été sélectionnés pour la mesure de VS uniquement avec l'appareil BD SEDI 15.

On prélevant deux types d'échantillons :

- Un échantillon prélevé dans un tube citraté directe.
- Un échantillon prélevé dans un tube EDTA transféré sur un tube citraté.

2-2 Matériel

2-2-1 Description des tubes utilisés

➤ Tube EDTA

L'EDTA (acide éthylènediaminetétracétique) est l'anticoagulant utilisé pour les analyses courantes d'hématologie, parce qu'il assure la conservation des éléments figurés du sang [15]. L'EDTA prévient la coagulation du sang par son action de chélation sur le calcium. Dans les tubes de prélèvement sous vide, l'EDTA se retrouve sous deux formes principales : EDTA K2 (dipotassium EDTA dihydrate ou sels dipotassiques) et EDTA K3 (tripotassium EDTA anhydre ou sels tripotassiques).

L'instrument BD Sedi-15 est un système entièrement automatisé et fermé consacré à la détermination de la vitesse de sédimentation des érythrocytes (ESR).

Le BD Sedi-15 donne les lectures manuelles de Westergren d'une heure et de deux heures de sédimentation en 27 minutes. L'instrument est équipé d'un portoir contenant 15 tubes BD Seditainer™ de 1,8 ml sous vide stérile, d'une imprimante intégrée pour des résultats imprimés immédiats, et un câble réseau permettant de le relier à d'autres BD Vacutainer.



Figure 7 : Appareil BD SEDI 15.

Techniques de Manipulation

La démarche consiste à :

- 1-Démarrer l'appareil.
- 2-Commencer par le contrôle.
- 3-Entrer le « Rack » et scanner le code-barres de l'échantillon.
- 4-Placer tous les échantillons dans le portoir à tubes et l'insérer dans l'appareil, puis fermer le couvercle de l'instrument.
- 5- Cliquer sur « Quit » puis sur « entrer » et sur "Go" pour démarrer le test.
- 6-Les résultats seront enregistrés et imprimés automatiquement.

b- HumaSrate 24pt

- Principe

Le HumaSRate 24PT est un instrument consacré à déterminer la valeur de sédimentation d'un échantillon de sang humain. Utilisés avec des tubes EDTA jetables, 8 échantillons peuvent être mesurés au même temps. Les tubes seront placés dans le portoir à tubes à l'intérieur de l'instrument.

En mode BATCH, les échantillons seront automatiquement mélangés par inversion du porte-tubes. En mode STAT, les échantillons doivent être mélangés manuellement avant de les placer dans l'instrument. L'instrument est utilisé dans un environnement fermé [17].



Figure 8 : Appareil HumaSRate 24pt.

Techniques de Manipulation

La démarche consiste à :

- 1- Cliquer sur "BATCH" pour entrer dans l'interface (Il faut vérifier le niveau de remplissage du tube avant), et cliquez sur "Scan ID".
- 2- Sélectionner la position et cliquer sur "Modifier", utiliser le lecteur de code-barres intégré pour scanner le code-barres de l'échantillon.
- 3- Sélectionner la référence et cliquer sur Enregistrer, cliquer sur "Suivant", effectuer la même opération pour les prochains échantillons.
- 4- Placer tous les échantillons dans le portoir à tubes, cliquer sur "Retour" et fermer le couvercle de l'instrument.
- 5- Cliquer sur "Lancer" pour démarrer le test.
- 6- Il faudra 20 minutes pour que chaque échantillon termine le collecteur de données : Les résultats seront enregistrés et imprimés automatiquement.

2-3 Etude statistique

Pour comparer ces deux machines (BD SEDI 15 et HumaSrate 24pt), on a besoin de faire une étude statistique. Ainsi, on a utilisé le Test de Bland-Altman et la droite de régression.

2-3-1 Test de Bland-Altman

La méthode de Bland-Altman calcule la différence moyenne entre deux méthodes de mesure (le «biais») et les limites d'accord à 95% comme la différence moyenne (2 SD) [ou plus précisément (1,96 SD)]. On s'attend à ce que les limites de 95 % incluent 95 % des différences entre les deux méthodes de mesure. Le tracé est communément appelé un tracé de Bland-Altman et la méthode associée est généralement appelée la méthode de Bland-Altman. La méthode de Bland-Altman peut même inclure une estimation des intervalles de confiance pour le biais et les limites d'accord, mais ceux-ci sont souvent omis dans les articles de recherche. [18].

2-3-1 Droite de régression

Une régression linéaire sert à prévoir la valeur d'une variable en fonction de la valeur d'une autre variable. Ce type d'analyse estime les coefficients de l'équation linéaire, impliquant une ou plusieurs variables indépendantes, qui estiment le mieux la valeur de la variable dépendante. La régression linéaire consiste en la détermination d'une droite ou d'une surface qui réduit les écarts entre les valeurs de sortie prévues et réelles. Il existe des calculatrices de régression linéaire simple qui utilisent une méthode des moindres carrés pour découvrir la ligne la mieux adaptée pour un ensemble de données appariées. La valeur de X (variable dépendante) est ensuite estimée à partir de Y (variable indépendante) [19].

Chapitre 3 : Résultats et Discussion

3-1 présentation et analyse des résultats de la Méthode 1 (BD SEDI 15 et HumaSrate 24pt)

La comparaison de la VS dans les deux machines :

-Tube EDTA pour HumaSrate 24pt.

-Tube Citrate pour BD SEDI 15.

3-1-1 La vitesse de sédimentation de la 1^{ère} Heure

Les résultats obtenus sont donnés par le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Etude de la VS de la 1^{ère} Heure (BD SEDI 15 et HumaSrate 24pt).

Patients	BD Sedi 15	HumaSrate 24pt	Moyennes	Differences
1	11	18	14.5	-7
2	13	27	20	-14
3	9	7	8	2
4	48	50	49	-2
5	11	9	10	2
6	11	19	15	-8
7	13	16	14.5	-3
8	11	17	14	-6
9	21	29	25	-8
10	13	17	15	-4
11	103	102	102.5	1
12	19	30	24.5	-11
13	26	27	26.5	-1
14	16	24	20	-8
15	12	18	15	-6
16	11	23	17	-12
17	8	10	9	-2
18	13	13	13	0
19	38	36	37	2
20	12	11	11.5	1
21	8	13	10.5	-5
22	13	15	14	-2
23	10	10	10	0
24	52	60	56	-8
25	7	12	9.5	-5
26	18	21	19.5	-3
27	4	8	6	-4
28	2	5	3.5	-3
29	11	15	13	-4
30	11	12	11.5	-1

		d= moy des différences	-3.96666667
		sdd=écart type des différences	4.23029577
		Limite Inférieure: d-1.96*sdd	-12.2580464
		Limite supérieure: d+1.96*sdd	4.32471304

Test de Bland-Altman :

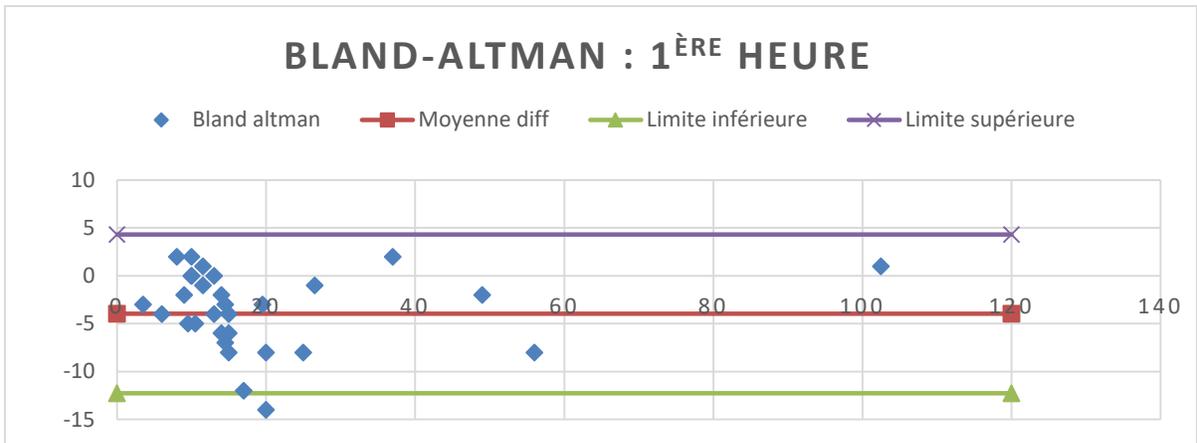


Figure 9 : Test de Bland-Altman 1^{ère} Heure (BD SEDI 15 et HumaSrate 24pt).

Analyse des données

L'analyse des données de Bland-Altman a montré un biais de -3,96.

La moyenne des différences « d » indique si un des deux appareils tend à produire des valeurs systématiquement plus basses ou plus élevées que l'autre. Dans cet exemple : $d = -3,96$. Il semble donc que l'appareil (BD SEDI 15) fournit des valeurs plus faibles que l'appareil HumaSrate 24pt.

- On remarque 1 point (3%) ne se situent pas dans l'intervalle entre les limites d'agrément $d \pm 2 sdd$.

- On remarque 29 points (96%) se situent dans l'intervalle $\{- 12,25 \text{ mm} ; 4,32 \text{ mm}\}$.

Dans cette étude comparative deux cas sont possible :

↳ Si on considère que la différence acceptable entre deux mesures obtenues par deux appareils est de $\pm 7\text{mm}$, alors les mesures obtenues sont considérées comme similaires ou interchangeables puisque la majorité des écarts de mesures appartient à la zone des limites d'agrément, on conclut donc que les 2 appareils sont concordants.

↳ Si la différence acceptable avait été de $\pm 3\text{mm}$ on aurait conclu qu'il n'y a pas de

concordance (ou faible concordance) entre les 2 appareils car on aura plusieurs point qui dépasseront les limites d'agrément.

D'après cette étude seulement 7 différences (23%) parmi 30 dépassent 7mm qui est la valeur acceptable sur le plan clinique, ce qui n'est pas significative. Cette valeur est considérée comme acceptable et on peut l'admettre, chose qui n'influence pas sur notre comparaison. Puisque la majorité des différences varient de ± 7 mm et appartiennent à la zone des limites d'agrément cela signifie que les mesures obtenues sont considérées comme similaires.

On conclut donc que les résultats donnés par les deux machines sont concordants.

Droite de régression :



Figure 10 : La droite de régression 1^{ère} Heure (BD SEDI 15 et HumaSrate 24pt).

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Statistiques de la régression</i>	
Coefficient de détermination multiple	0.97845846
Coefficient de détermination R ²	0.95738096
Coefficient de détermination R ²	0.95585885
Erreur-type	4.08193799
Observations	30

	<i>Coefficients</i>	<i>Erreur-type</i>	<i>Statistique t</i>
HumaSrate 24 pt (Constante b)	3.25610881	2.052152987	4.16396088
BD Sedi 15 (pente a)	0.96395007	0.03843571	25.0795409

Equation de la droite des moindres carrés :

$$Y=0,964X+3,256$$

Si les 2 méthodes fournissent dans la population et aux variations aléatoires près, les mêmes résultats, alors il existe une droite de régression théorique : $Y = 1x + 0$, c'est-à-dire de pente $a=1$ et d'ordonnée à l'origine $b = 0$.

Hypothèse a = 1.

Les étapes de ce test sont les suivantes :

- $H0 : a = 1$ et $H1 : a \neq 1$
- le paramètre $a - 1/sa$ suit sous $H0$ une loi du test t de Student avec (n-1) ddl
- pour un risque de 0,05 et (n-1) ddl = 29, $t = 1,699$
- $t \text{ calculé} = a - 1/sa = (0.963 - 1)/0.038 = -0,973.$

✓ $t \text{ calculé} < t \text{ théorique} : \text{hypothèse acceptée, la pente n'est pas différente de 1.}$

Hypothèse b = 0.

Les étapes de ce test sont les suivantes :

- $H0 : b = 0$ et $H1 : b \neq 0$
- le paramètre b/sb suit sous $H0$ une loi du test t de Student avec (n-2) ddl
- pour un risque de 0,05 et (n-2) ddl = 28, $t = 1,701$
- $t \text{ calculé} = b/sb = 3,256/2,052 = 1,586.$

✓ $t \text{ calculé} < t \text{ théorique} : \text{hypothèse } H0 \text{ acceptée, la coordonnée à l'origine n'est pas différente de 0.}$

- On peut donc conclure que les deux machines donnent des résultats équivalents.

3-1-2 La vitesse de sédimentation de la 2^{ème} Heure

Les résultats obtenus sont donnés par le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Etude de la VS de la 2^{ème} Heure (BD SEDI 15 et HumaSrate 24pt).

Patients	BD SEDI 15	HumaSrate 24pt	MOYENNES	DIFFERENCES
1	32	35	33.5	-3
2	36	49	42.5	-13
3	25	14	19.5	11
4	89	78	83.5	11
5	30	17	23.5	13

6	29	37	33	-8
7	32	32	32	0
8	35	30	32.5	5
9	44	50	47	-6
10	37	29	33	8
11	133	119	126	14
12	32	65	48.5	-33
13	42	48	45	-6
14	45	45	45	0
15	37	35	36	2
16	29	42	35.5	-13
17	22	20	21	2
18	34	29	31.5	5
19	63	58	60.5	5
20	31	25	28	6
21	23	30	26.5	-7
22	34	34	34	0
23	27	20	23.5	7
24	94	88	91	6
25	22	27	24.5	-5
26	36	41	38.5	-5
27	15	16	15.5	-1
28	5	8	6.5	-3
29	29	35	32	-6
30	29	28	28.5	1
			d= moy des differences	-0.433333333
			sdd=écart type des differences	9.445609574
			Limite Inférieure: d-1.96*sdd	-18.9467281
			Limite supérieure: d+1.96*sdd	18.08006143

Test de Bland-Altman :

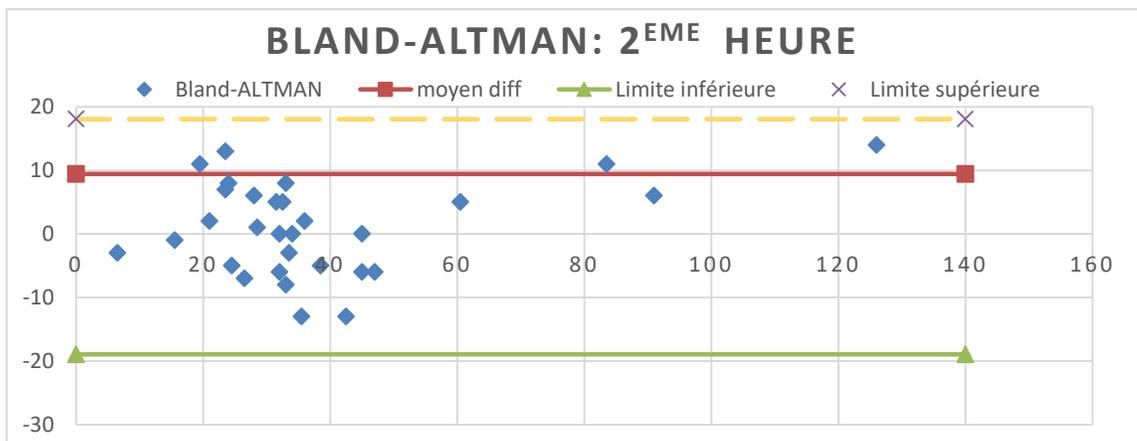


Figure 11 : Test de Bland-Altman 2^{eme} Heure (BD SEDI 15 et HumaSrate 24pt).

Analyse des données

L'analyse des données de Bland-Altman a montré un biais de 9,44.

La moyenne des différences « d » indique si un des deux appareils tend à produire des valeurs systématiquement plus basses ou plus élevées que l'autre. Dans cet exemple : $d = 9,44$. Il semble donc que l'appareil (BD SEDI 15) fournit des valeurs plus faibles que l'appareil HumaSrate 24pt.

- On remarque qu'il n'y a pas un point qui ne se situe pas dans l'intervalle entre les limites d'agrément $d \pm 2\text{ sdd}$.

- On remarque 30 points (100%) se situent dans l'intervalle $\{-18,94\text{ mm} ; 18,08\text{ mm}\}$.

Dans cette étude comparative deux cas sont possibles :

↪ Si on considère que la différence acceptable entre deux mesures obtenues par deux appareils est de $\pm 13\text{mm}$, alors les mesures obtenues sont considérées comme similaires ou interchangeables puisque la majorité des écarts de mesures appartient à la zone des limites d'agrément, on conclut donc que les 2 appareils sont concordants.

↪ Si la différence acceptable avait été de $\pm 3\text{mm}$ on aurait conclu qu'il n'y a pas de concordance (ou faible concordance) entre les 2 appareils car on aura plusieurs points qui dépasseront les limites d'agrément.

D'après cette étude seulement 2 différences (6%) parmi 30 dépassent 13mm qui est la valeur acceptable sur le plan clinique, ce qui n'est pas significative. Cette valeur est considérée comme acceptable et on peut l'admettre chose qui n'influence pas sur notre comparaison. Puisque la majorité des différences varient de $\pm 13\text{mm}$ et appartiennent à la zone des limites d'agrément cela signifie que les mesures obtenues sont considérées comme similaires.

On conclut donc que les résultats donnés par les deux machines sont concordants.

Droite de régression

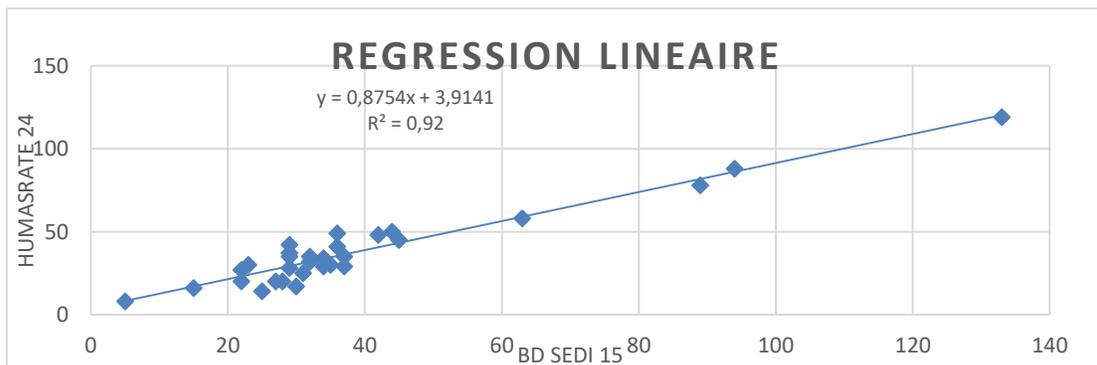


Figure 12 : La droite de régression 2^{ème} Heure (BD SEDI 15 et HumaSrate 24pt).

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Statistiques de la régression</i>	
Coefficient de détermination multiple	0.95917339
Coefficient de détermination R ²	0.9200136
Coefficient de détermination R ²	0.91715694
Erreur-type	6.68266621
Observations	30

	<i>Coefficients</i>	<i>Erreur-type</i>	<i>Statistique t</i>
Constante	3.9140626	2.36590676	1.73502854
BD SEDI 15	0.87538828	0.04877898	17.9460162

Equation de la droite des moindres carrés :

$$Y=0,875X+3,914$$

Si les 2 méthodes fournissent dans la population et aux variations aléatoires près, les mêmes résultats, alors il existe une droite de régression théorique : $Y = 1x + 0$, c'est-à-dire de pente $a = 1$ et d'ordonnée à l'origine $b = 0$.

Hypothèse a = 1.

Les étapes de ce test sont les suivantes :

- $H_0 : a = 1$ et $H_1 : a \neq 1$
- le paramètre $a - 1/s_a$ suit sous H_0 une loi du test t de Student avec (n-1) ddl
- pour un risque de 0,05 et (n-1) ddl = 29, $t = 1,699$
- t calculé = $a - 1/s_a = (0,875 - 1)/0,04 = -3,125$.

✓ t calculé < t théorique : hypothèse acceptée, la pente n'est pas différente de 1.

Hypothèse b = 0.

Les étapes de ce test sont les suivantes :

- $H_0 : b = 0$ et $H_1 : b \neq 0$
- le paramètre b/s_b suit sous H_0 une loi du test t de Student avec (n-2) ddl
- pour un risque de 0,05 et (n-2) ddl = 28, $t = 1,701$
- t calculé = $b/s_b = 3,914/2,365 = 1,654$.

✓ $t_{calculé} < t_{théorique}$: hypothèse H_0 acceptée, la coordonnée à l'origine n'est pas différente de 0.

- On peut donc conclure que les deux machines donnent des résultats équivalents.

3-2 présentation et analyse des résultats de la Méthode 2 (tube EDTA et tube Citraté)

- Calcule de VS pour un échantillon qui est prélevé directement sur un tube citraté.

- Calcule de VS sur un échantillon prélevé dans un tube EDTA et transférer dans un tube citraté.

3-2-1 La vitesse de sédimentation de la 1^{ère} Heure

Les résultats obtenus sont donnés par le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Etude de la VS de la 1^{ère} Heure (tube EDTA et tube Citraté).

Patients	VS tube citraté	VS tube EDTA	MOYENNES	DIFFERENCES
1	11	6	8.5	5
2	8	9	8.5	-1
3	38	37	37.5	1
4	2	3	2.5	-1
5	10	14	12	-4
6	14	14	14	0
7	10	7	8.5	3
8	11	11	11	0
9	93	104	98.5	-11
10	20	15	17.5	5
11	16	12	14	4
12	3	3	3	0
13	13	15	14	-2
14	15	17	16	-2
15	9	9	9	0
16	7	5	6	2
17	16	17	16.5	-1
18	50	36	43	14
19	10	16	13	-6
20	14	13	13.5	1
21	17	14	15.5	3
22	6	10	8	-4
23	14	17	15.5	-3
24	19	24	21.5	-5
25	64	65	64.5	-1

26	3	5	4	-2
27	13	23	18	-10
28	10	10	10	0
29	31	26	28.5	5
30	28	28	28	0
			d= moy des différences	-0.333333333
			sdd=écart type des différences	4.722165878
			Limite Inférieure: d-1.96*sdd	-9.588778453
			Limite supérieure: d+1.96*sdd	8.922111787

Test de Bland-Altman

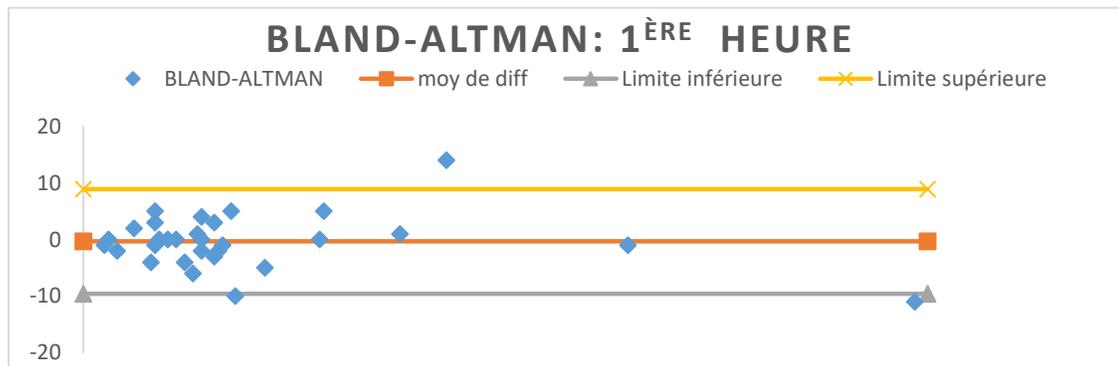


Figure 13 : Test de Bland-Altman 1^{ère} Heure (tube EDTA et tube Citraté).

Analyse des données

L'analyse des données de Bland-Altman a montré un biais de -0,33.

La moyenne des différences « d » indique si un des deux instruments tend à produire des valeurs systématiquement plus basses ou plus élevées que l'autre. Dans cet exemple : $d = -0,33$. Il semble donc que l'instrument (Tube citraté) fournit des valeurs plus faibles que l'instrument (Tube EDTA).

- On remarque 3 points (10%) ne se situent pas dans l'intervalle entre les limites d'agrément $d \pm 2 \text{ sdd}$.

- On remarque 27 points (90%) se situent dans l'intervalle $\{- 9,58 \text{ mm} ; 8,92 \text{ mm}\}$.

Dans cette étude comparative deux cas sont possible :

↳ Si on considère que la différence acceptable entre deux mesures obtenues par deux instruments est de $\pm 7\text{mm}$, alors les mesures obtenues sont considérées comme similaires ou interchangeables puisque la majorité des écarts de mesures appartient à la zone des limites d'agrément, on conclut donc que les 2 appareils sont concordants.

↳ Si la différence acceptable avait été de $\pm 3\text{mm}$ on aurait conclu qu'il n'y a pas de concordance (ou faible concordance) entre les 2 instruments car on aura plusieurs point qui dépasseront les limites d'agrément.

D'après cette étude seulement 3 différences (10%) parmi 30 dépassent 7mm qui est la valeur acceptable sur le plan clinique, ce qui n'est pas significative. Cette valeur est considérée comme acceptable et on peut l'admettre chose qui n'influence pas sur notre comparaison. Puisque la majorité des différences varient de ± 7 mm et appartiennent à la zone des limites d'agrément cela signifie que les mesures obtenues sont considérées comme similaires.

On conclut donc que les résultats donnés par les deux instruments sont concordants.

Droite de régression

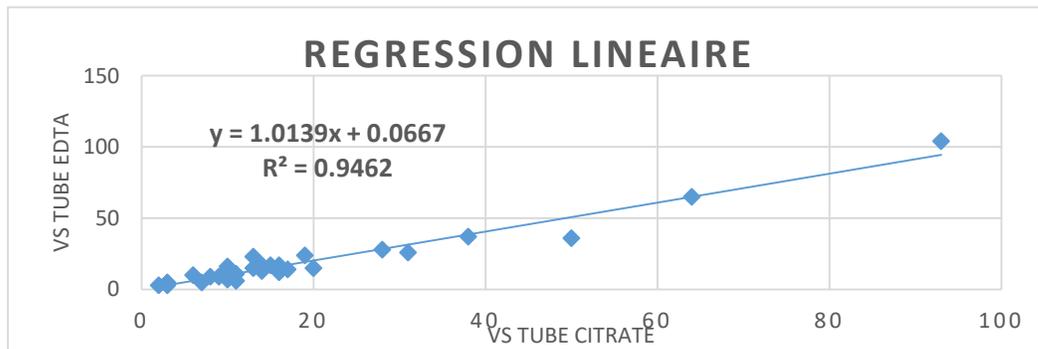


Figure 14 : La droite de régression 1^{ère} Heure (tube EDTA et tube Citraté).

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Statistiques de la régression</i>	
Coefficient de détermination multiple	0.972712715
Coefficient de détermination R ²	0.946170025
Coefficient de détermination R ²	0.944247526
Erreur-type	4.797816484
Observations	30

	<i>Coefficients</i>	<i>Erreur-type</i>	<i>Statistique t</i>
VS tube EDTA (Constante b)	0.066650535	1.238809624	0.05380208
VS tube noir (pente a)	1.013913885	0.04570351	22.18459577

Equation de la droite des moindres carrés :

$$Y=1,013X+0,066$$

Si les 2 méthodes fournissent dans la population et aux variations aléatoires près, les mêmes résultats, alors il existe une droite de régression théorique : $Y = Ix + 0$, c'est-à-dire de pente

$a = 1$ et d'ordonnée à l'origine $b = 0$.

Hypothèse a = 1.

Les étapes de ce test sont les suivantes :

- $H_0 : a = 1$ et $H_1 : a \neq 1$

- le paramètre $a - 1/sa$ suit sous H_0 une loi du test t de Student avec (n-1) ddl

- pour un risque de 0,05 et (n-1) ddl = 29, $t = 1,699$

- $t \text{ calculé} = a - 1/sa = (1.0139 - 1)/0.045 = \mathbf{0.308}$

✓ $t \text{ calculé} < t \text{ théorique} : \text{hypothèse } H_0 \text{ acceptée, la pente n'est pas différente de 1.}$

Hypothèse b = 0.

Les étapes de ce test sont les suivantes :

- $H_0 : b = 0$ et $H_1 : b \neq 0$

- le paramètre b/sb suit sous H_0 une loi du test t de Student avec (n-2) ddl

- pour un risque de 0,05 et (n-2) ddl = 28, $t = 1,701$

- $t \text{ calculé} = b/sb = 0.066/1.2388 = \mathbf{0.053}$

✓ $t \text{ calculé} < t \text{ théorique} : \text{hypothèse } H_0 \text{ acceptée, la coordonnée à l'origine n'est pas différente de 0.}$

- On peut donc conclure que les deux instruments donnent des résultats équivalents.

3-2-2 La vitesse de sédimentation de la 2^{ème} Heure

Les résultats obtenus sont donnés par le tableau ci-dessous :

Tableau 6 : Etude de la VS de la 2^{ème} Heure (tube EDTA et tube Citraté).

Patients	VS tube citraté	VS tube EDTA	MOYENNES	DIFFERENCES
1	36	20	28	16
2	23	25	24	-2
3	26	25	25.5	1
4	6	11	8.5	-5
5	27	40	33.5	-13
6	33	34	33.5	-1
7	27	21	24	6
8	32	28	30	4
9	129	134	131.5	-5
10	48	44	46	4
11	42	36	39	6

12	10	10	10	0
13	43	38	40.5	5
14	43	42	42.5	1
15	24	24	24	0
16	20	17	18.5	3
17	41	42	41.5	-1
18	91	79	85	12
19	27	36	31.5	-9
20	34	36	35	-2
21	39	43	41	-4
22	19	23	21	-4
23	44	39	41.5	5
24	45	51	48	-6
25	105	110	107.5	-5
26	9	17	13	-8
27	38	40	39	-2
28	27	28	27.5	-1
29	55	54	54.5	1
30	60	60	60	0
			d= moy des différences	-0.133333333
			sdd=écart type des différences	5.98119659
			Limite Inférieure: d-1.96*sdd	-11.85647865
			Limite supérieure: d+1.96*sdd	11.58981198

Test de Bland-Altman

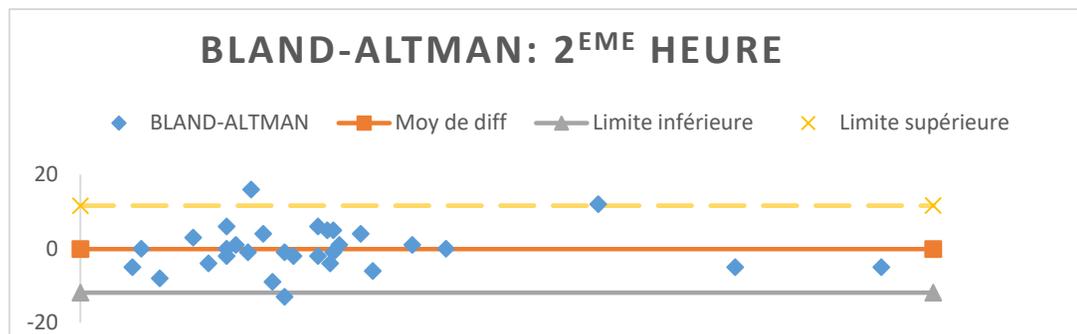


Figure 15 : Test de Bland-Altman 2^{eme} Heure (tube EDTA et tube Citraté).

Analyse des données

L'analyse des données de Bland-Altman a montré un biais de -0,13.

La moyenne des différences « d » indique si un des deux instruments tend à produire des valeurs systématiquement plus basses ou plus élevées que l'autre. Dans cet exemple : $d = -0,13$. Il semble donc que l'instrument (Tube citraté) fournit des valeurs plus faibles que l'instrument (Tube EDTA).

- On remarque 2 points (6%) ne se situent pas dans l'intervalle entre les limites d'agrément $d \pm 2\text{ sdd}$.

- On remarque 28 points (93%) se situent dans l'intervalle $\{- 11,85\text{mm} ; 11,58\text{mm}\}$.

Dans cette étude comparative deux cas sont possible :

↳ Si on considère que la différence acceptable entre deux mesures obtenues par deux instruments est de $\pm 13\text{mm}$, alors les mesures obtenues sont considérées comme similaires ou interchangeables puisque la majorité des écarts de mesures appartient à la zone des limites d'agrément, on conclut donc que les 2 instruments sont concordants.

↳ Si la différence acceptable avait été de $\pm 3\text{mm}$ on aurait conclu qu'il n'y a pas de concordance (ou faible concordance) entre les 2 instruments car on aura plusieurs point qui dépasseront les limites d'agrément.

D'après cette étude seulement 1 différence (3%) parmi 30 dépasse 13mm qui est la valeur acceptable sur le plan clinique, ce qui n'est pas significative. Cette valeur est considérée comme acceptable et on peut l'admettre chose qui n'influence pas sur notre comparaison. Puisque la majorité des différences varient de $\pm 13\text{mm}$ et appartiennent à la zone des limites d'agrément cela signifie que les mesures obtenues sont considérées comme similaires.

On conclut donc que les résultats donnés par les deux instruments sont concordants.

Droite de régression

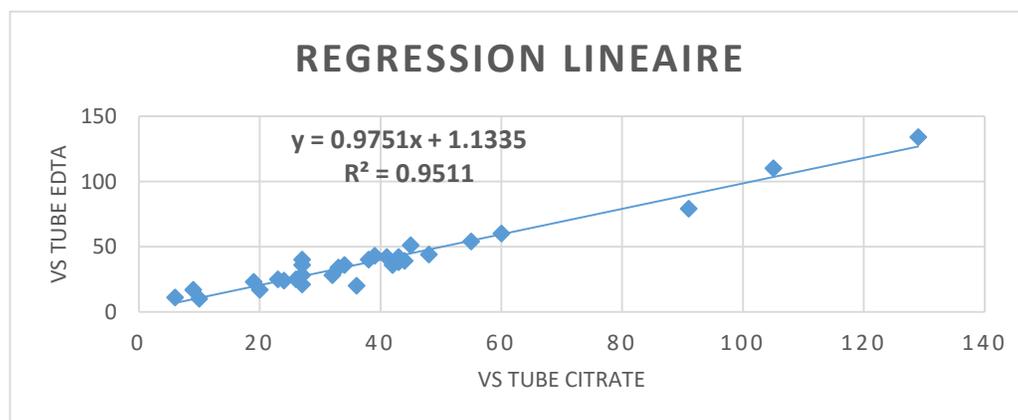


Figure 16 : La droite de régression 2^{ème} Heure (tube EDTA et tube Citraté).

RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Statistiques de la régression</i>	
Coefficient de détermination multiple	0.975228872
Coefficient de détermination R ²	0.951071352
Coefficient de détermination R ²	0.949323901
Erreur-type	6.048721923
Observations	30

	<i>Coefficients</i>	<i>Erreur-type</i>	<i>Statistique t</i>
VS tube EDTA (Constante b)	1.13350235	2.007113317	0.564742578
VS tube noir (Pente a)	0.975058129	0.041795213	23.32942099

Equation de la droite des moindres carrés :

$$Y=0,975X+1,13$$

Si les 2 méthodes fournissent dans la population et aux variations aléatoires près, les mêmes résultats, alors il existe une droite de régression théorique : $Y = Ix + 0$, c'est-à-dire de pente $a = 1$ et d'ordonnée à l'origine $b = 0$.

Hypothèse a = 1.

Les étapes de ce test sont les suivantes :

- $H_0 : a = 1$ et $H_1 : a \neq 1$

- le paramètre $a - 1/s_a$ suit sous H_0 une loi du test t de Student avec (n-1) ddl

- pour un risque de 0,05 et (n-1) ddl = 29, $t = 1,699$

- $t \text{ calculé} = a - 1/s_a = (0.975 - 1)/0.041 = -0.609$

✓ $t \text{ calculé} < t \text{ théorique} : \text{hypothèse acceptée, la pente n'est pas différente de 1.}$

Hypothèse b = 0.

Les étapes de ce test sont les suivantes :

- $H_0 : b = 0$ et $H_1 : b \neq 0$

- le paramètre b/s_b suit sous H_0 une loi du test t de Student avec (n-2) ddl

- pour un risque de 0,05 et (n-2) ddl = 28, $t = 1,701$

- $t \text{ calculé} = b/s_b = 1.133/2.007 = 0.564$

✓ $t \text{ calculé} < t \text{ théorique} : \text{hypothèse } H_0 \text{ acceptée, la coordonnée à l'origine n'est pas différente de 0.}$

- ***On peut donc conclure que les deux instruments donnent des résultats Equivalents.***

DISCUSSION

Ce travail consiste à faire une étude comparative de la mesure de la VS obtenus par l'appareil HumaSrate 24pt et BD SEDI 15 chez les patients à Laboratoire Saada.

Cette étude à montré que :

Méthode 1 :

-Le test de Bland-Altman qu'on a utilisé pour une étude comparative entre BD SEDI 15 avec un tube Citraté (Noir) et HumaSrate 24pt avec un tube EDTA (Mauve), pendant la 1^{ère} heure et 2^{ème} heure, à montré que la majorité des points sont inférieurs à 7 mm qui est une valeur acceptable sur le plan clinique, donc ce qui confirme que les deux instruments sont équivalents.

-La droite de régression qu'on a mesuré, à montré que dans l'hypothèse $a=1$ et l'hypothèse $b=0$, on a les t calculés sont inférieurs aux t théoriques ce qui implique que la pente « a » n'est pas différente de 1 et la coordonnée à l'origine n'est pas différente de 0.

On peut conclure que, les deux appareils utilisés donnent des résultats concordants, donc HumaSrate 24pt et une bonne machine qui pourra être utilisée dans la routine pour la détermination de la VS.

Méthode 2 :

-Le test de Bland-Altman qu'on a utilisé pour une étude comparative entre un tube Citraté (Noir) et un tube EDTA (Mauve) transféré dans un tube citraté, les deux mesures dans la machine BD SEDI 15. Ce test a montré que pendant la 1^{ère} heure et 2^{ème} heure, la majorité des points sont inférieurs à 7 mm qui est une valeur acceptable sur le plan clinique, donc ce qui confirme que les résultats sont équivalents.

-La droite de régression qu'on a mesuré, à montré que dans l'hypothèse $a=1$ et l'hypothèse $b=0$, on a les t calculés sont inférieurs aux t théoriques ce qui implique que la pente a n'est pas différente de 1 et la coordonnée à l'origine n'est pas différente de 0.

En dépit du fait que les résultats de la deuxième comparaison semblent satisfaire les critères, nous considérons qu'il n'est pas recommandé de l'utiliser dans la routine pour les raisons suivantes :

- Manque de données de littérature concernant le transfert d'un tube EDTA vers un tube citraté.

- Pour des raisons pratiques, on est fait, l'utilisation d'un tube secondaire dans un laboratoire de biologie médicale pourrait être une source d'erreur.

Conclusion générale

La vitesse de sédimentation, reconnue par sa grande accessibilité et reproductibilité, est un examen de laboratoire qui garde toute son utilité, sous réserve d'une indication rigoureusement justifiée et une interprétation ne souffrant d'aucune errance, à plus forte raison dans un pays à faible revenu. Malgré ses limites, la VS pourrait toujours être utile à un clinicien averti et qui sait ce qu'il recherche. L'essentiel serait alors d'interpréter les résultats de la VS en fonction du contexte clinique dans lequel elle a été prescrite et en maîtrisant les facteurs pouvant éventuellement influencer ses variations.

Ce stage de fin d'étude m'a permis d'apprendre des nouvelles techniques médicales, d'enrichir mes connaissances dans le domaine médicale, d'apprendre l'utilisation des différents appareils du Laboratoire, ainsi que leur principe et les techniques utilisées dans les différents examens Hématologique et biochimique.

Références bibliographiques

- [2] Ravindra , MD, *The University of Texas Southwestern Medical Center*.
- [3] Domart, Bourneuf. *Petit Larousse de la Médecine*, 1992 ; 1-2.
- [4] George, « Platelets », *The Lancet*, vol. 355, no 9214, p. 1531-1539, avr. 2000.
- [5] Mary Territo, MD, *David Geffen School of Medicine at UCLA*
- [6] ZITTOUN R, SAMAMA M et MARIE JP. *Manuel d'hématologie*. Paris : Doin, 1993.
- [7] SEBAHOUN G. *Hématologie Marseille* : Medsi/McGraw-Hill, 1990.
- [8] BERNARD J, LEVY JP et VARET B. *Abrégés Hématologie*. 7^{ème} ed. Paris : Flammarion, 1990.
- [9] *Association Française des Polyarthritiques & des Rhumatismes Inflammatoires Chroniques*.
- [10] *Alende-Castro V et al. Factors influencing erythrocyte sedimentation rate in adults: new evidence for an old test. Medicine;98(34):e16816.*
- [11] *Miller A et al. Simple rule for calculating normal erythrocyte sedimentation rate. Br Med J (Clin Res Ed) ;286(6361):266.*
- [12] *Guide pratique des analyses médicales de Pascal Dieusaert – 6^e édition - Editions Maloine – avril 2015.*
- [14] *Françoise Balédent Biologiste, Centre Hospitalier de Saint-Denis (93), France. 17 MARS 2008.*
- [15] *National Committee for clinical LABORATORY STANDARDS. Evacuated Tubes and Additives for Blood Specimen Collection, Fourth Edition, Approved Standard, Pennsylvania, NCCLS, H1-A4, 1996, 34 p.*
- [16] *Clinical Hematology, Principles, Procedures, Correlations, Second Edition, Philadelphia, J.B.Lippincott Co., 1998, 817 p.*
- [17] *HUMAIN, gesellschaft fur biochemical und diagnostica mbh.*
- [18] *Paul S Myles, James Cui Journal britannique d'anesthésie 99 (3), 309-311.*

Références webographiques :

[1] <http://campus.cerimes.fr/histologie-et-embryologie-medicales/enseignement/histologie15/site/html/cours.pdf>

[13] <https://optipharm.eu/votre-pharmacien-vous-conseille/109/vitesse-de-sedimentation-3.html>.

[19] <https://www.ibm.com/fr-fr/analytics/learn/linear-regression>

