



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة سعد دحلب البليدة
UNIVERSITE SAAD DAHLEB-BLIDA 1
FACULTE DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de master académique

Filière : sciences biologiques

Spécialité : Biochimie

THEME

**L'INTERET DE DOSAGE DU L' HEMOGLOBINE
GLYQUEE CHEZ LES PATIENTS DIABETIQUES
ATTEINTS D'UNE INSUFFISANCE RENALE**

Présenté par :

Melle GOURRI Ikram & Melle BOUACHERIA Ech chayma

Soutenue le : **08 /07/2025**

Devant le jury composé de :

Mme TOUAIBIA	MCA	USDB1	Présidente
Mme DROUCHE	MCB	USDB1	Examinatrice
M. BOUDJELLA	Professeur	TOT	Promoteur
Mme BOULESNAM	Docteur	USDB1	Co-promotrice

Année universitaire : 2024-2025

Remerciement

Avant tout, nous remercions **DIEU** le tout puissant de nous avoir accordé la force et le courage pour réaliser ce modeste travail, atteindre notre but et réaliser ainsi un rêve.

Nos sincères remerciements vont à **Dr. BOUDJELLA Lotfi**, notre encadrant, pour nous avoir permis d'effectuer notre stage à l'hôpital, ainsi que pour ses recommandations auprès des médecins, ce qui nous a grandement facilité l'apprentissage et l'intégration dans le milieu hospitalier.

Nos remerciements vont ensuite à Madame **BOULESNAM Saliha Lydia**, vice-encadrante de notre mémoire de fin d'études, pour son soutien inestimable, sa patience, ses conseils précieux et son accompagnement tout au long de notre travail. Son dévouement et sa disponibilité ont été d'une grande aide pour nous.

Nous exprimons également notre profonde gratitude à **Dr. GOURI Ismail** pour sa patience, ses précieux conseils et son soutien constant. Son aide a été essentielle, notamment dans la correction de certaines notions, ce qui nous a permis d'acquérir une meilleure compréhension du sujet.

Nous adressons également nos sincères et profonds remerciements à la présidente du jury de soutenance, **Dr TOUAIBIA M**, ainsi qu'à **Dr DROUCHE I**, examinatrice, pour l'honneur qu'elles nous ont fait en acceptant d'évaluer notre travail, et pour le temps qu'elles y ont consacré malgré leurs engagements professionnels. Leurs remarques et suggestions ont grandement contribué à l'enrichissement de ce mémoire.

Nous tenons également à exprimer notre immense reconnaissance à **Monsieur Djamel**, qui nous a guidés avec bienveillance au laboratoire, nous apportant son aide précieuse et cherchant toujours à résoudre nos problèmes. Son soutien nous a été d'un grand secours.

Enfin, nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.



Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
وَأَعِزُّ وَغَوَا قَدْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Je dédie ce modeste travail à :

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père.

À une personne dont le soutien sincère et constant a compté énormément pour moi durant cette étape importante. À mon frère : Amer, à toutes mes sœurs : Bochra, Marwa, et Safaa, ainsi qu'à tous mes chers amis.

À tous les étudiants de ma promotion.

À ceux qui m'ont soutenue et encouragée durant toute ma période d'étude, et pour les sacrifices qu'ils ont consentis.

Je tiens également à adresser ma profonde gratitude à binôme «Chaima» dans ce mémoire, pour sa collaboration précieuse, son engagement et son esprit d'équipe tout au long de ce travail.

Un grand merci aussi à tous les "soldats de l'ombre", ceux qui œuvrent discrètement mais efficacement, et parmi eux, une pensée toute particulière pour ma tante Karima, pour sa générosité et sa présence bienveillante.



Ikram



Dédicace



À mes parents, Abdelaziz Bouachria et Zahra Faïza, les deux piliers de ma vie... Merci pour tout : votre amour silencieux, vos prières discrètes, votre patience infinie. Sans vous, je ne serais jamais arrivée jusque-là.

À mes frères et sœurs, merci pour votre présence, vos sourires, vos encouragements... même quand vous ne disiez rien, je sentais votre soutien.

Un immense merci à Amira Shams Serradj, mon étoile sûre, ma plus belle amie. Merci pour ta présence, ton soutien constant, tes messages qui tombaient toujours au bon moment, et ta manière unique de me motiver même quand j'étais à bout. Cette aventure aurait été bien plus lourde sans toi à mes côtés. Tu as été là, tout simplement... et ça veut tout dire.

Un grand merci aussi à Marwa Lekhdari — ton écoute, ton soutien, ta manière d'être là sans jamais que j'aie besoin de demander... tu comptes beaucoup.

À mes amies chères Soulef, Lamia Yahouia, et Ikram Triki, merci pour votre amitié, vos sourires, vos mots d'encouragement, et pour chaque moment partagé qui m'a donné de la force.

Et puis... merci à lui (B) , celui que personne ne connaît, mais qui a su être là quand il le fallait, en silence, mais avec un cœur grand.

Merci à tous mes enseignants, de la primaire jusqu'à l'université. Chacun de vous m'a appris quelque chose, et chaque mot que vous avez dit a construit une partie de ce que je suis aujourd'hui.

Et enfin, à ma binôme ikram Gourri : merci pour la compréhension, les discussions, les rires, les moments de stress... et surtout, d'avoir été là. On a tenu bon, ensemble.

À tous ceux qui ont croisé ma route pendant ce voyage : merci de m'avoir laissée un peu de vous.

Et à moi-même... à celle qui a supporté une spécialité qui n'était ni son rêve ni son choix. Et qui, malgré tout, a réussi. Merci de ne pas avoir abandonné

Chayma

Résumé – Français

Le diabète représente une pathologie chronique majeure, souvent associée à des complications sévères telles que l'insuffisance rénale chronique (IRC). Le dosage de l'hémoglobine glyquée (HbA1c) constitue un outil de référence dans l'évaluation du contrôle glycémique à long terme. Toutefois, chez les patients atteints d'IRC, sa fiabilité peut être remise en question en raison de multiples facteurs confondants comme l'anémie, l'urémie, les transfusions sanguines ou encore l'administration d'érythropoïétine.

Dans ce contexte, une étude rétrospective et descriptive a été menée sur 80 patients diabétiques suivis au service de Transplantation d'Organes et de Tissus de la wilaya de Blida. Les données cliniques et biologiques analysées comprenaient les taux de HbA1c, la glycémie, l'urée, la créatinine, les électrolytes, l'albuminurie et les stades d'évolution de l'IRC. Les analyses statistiques ont permis d'évaluer les corrélations entre ces paramètres.

Les résultats ont montré une prédominance du diabète de type 2 chez la population étudiée, avec un taux moyen d'HbA1c de 9,52 %, témoignant d'un mauvais équilibre glycémique. Une augmentation progressive des valeurs d'HbA1c a été observée des stades 3 à 5 de l'IRC. Cependant, les corrélations entre l'HbA1c et d'autres marqueurs comme l'urée ou la créatinine sont restées faibles à modérées.

Ces résultats suggèrent que, bien que l'HbA1c demeure un indicateur utile, son interprétation chez les patients IRC doit être prudente. Il est recommandé de compléter ce dosage avec d'autres marqueurs comme la fructosamine ou la surveillance continue du glucose (CGM) pour une évaluation plus fiable du contrôle glycémique.

Mots-clés : Hémoglobine glyquée, diabète, insuffisance rénale chronique, glycémie, fructosamine, surveillance continue du glucose.

الملخص – العربية

يمثل داء السكري مرضًا مزمنًا رئيسيًا، غالبًا ما يرتبط بمضاعفات خطيرة مثل القصور الكلوي المزمن (IRC) يُعد قياس الهيموغلوبين الغليكوزيلاتي (HbA1c) أداة مرجعية في تقييم التحكم في نسبة السكر على المدى الطويل. ومع ذلك، فإن موثوقيته لدى مرضى القصور الكلوي المزمن قد تكون موضع شك بسبب عوامل مربكة متعددة مثل فقر الدم، واليوريميا، وعمليات نقل الدم، أو إعطاء الإريثروبويتين.

في هذا السياق، تم إجراء دراسة استعادية وصفية على 80 مريضًا مصابًا بالسكري ويتابعون في مصلحة زراعة الأعضاء والأنسجة بولاية البليدة. شملت البيانات السريرية والبيولوجية التي تم تحليلها نسب HbA1c، نسبة السكر في الدم، اليوريا، الكرياتينين، الكهارل، الألبومين في البول، ومراحل تطور القصور الكلوي المزمن. سمحت التحاليل الإحصائية بتقييم العلاقات بين هذه المعايير.

أظهرت النتائج هيمنة داء السكري من النوع الثاني على العينة المدروسة، مع معدل متوسط لـ HbA1c بلغ 9.52%، مما يدل على توازن سيء لمستوى السكر. وتمت ملاحظة زيادة تدريجية في قيم HbA1c من المرحلة الثالثة إلى الخامسة من القصور الكلوي المزمن. ومع ذلك، بقيت الروابط بين HbA1c ومؤشرات أخرى مثل اليوريا أو الكرياتينين ضعيفة إلى متوسطة.

تشير هذه النتائج إلى أنه، رغم أن HbA1c يبقى مؤشرًا مفيدًا، فإن تفسيره لدى مرضى القصور الكلوي المزمن يجب أن يتم بحذر. ويوصى بمرافقة هذا الفحص بمؤشرات أخرى مثل الفركتوزامين أو المراقبة المستمرة للغلوكوز (CGM) للحصول على تقييم أكثر موثوقية لمستوى التحكم في السكر.

الكلمات المفتاحية: الهيموغلوبين الغليكوزيلاتي، السكري، القصور الكلوي المزمن، نسبة السكر في الدم، الفركتوزامين، المراقبة المستمرة للغلوكوز.

Abstract – English

Diabetes mellitus is a widespread chronic disease often leads to severe complications such as chronic kidney disease (CKD). Glycated hemoglobin (HbA1c) is a key biomarker for monitoring long-term glycemic control. However, its reliability in CKD patients may be affected by multiple factors including anemia, uremia, blood transfusions, and erythropoietin therapy.

This study is a retrospective, descriptive analysis of 80 diabetic patients with CKD, conducted at the Organ and Tissue Transplantation Department in Blida. Clinical and biochemical parameters were collected, including HbA1c, glucose, creatinine, urea, albuminuria, electrolytes, and CKD stage. Statistical analysis evaluated correlations between these variables.

The majority of patients had type 2 diabetes, with a mean HbA1c level of 9.52%, which indicates poor glycemic control. Hemoglobin A1c values increased progressively with advancing CKD stages (from stage 3 to stage 5). However, the correlations between HbA1c and renal markers such as creatinine and urea were weak to moderate.

These findings suggest that although HbA1c remains a valuable indicator, its interpretation in CKD patients requires caution. The use of complementary markers like fructosamine and continuous glucose monitoring (CGM) is recommended for a more accurate assessment of glycemic control.

Keywords: Glycated hemoglobin, diabetes, chronic kidney disease, glucose, fructosamine, continuous glucose monitoring.

Liste des abréviations

ACR : Rapport albumine/créatinine

ADA American Diabetes Association

ADO : Antidiabétique oraux

AER : Taux d'excrétion d'albumine dans l'urine

BMI Body Mass Index (Indice de Masse Corporelle - IMC)

CAPD : Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis

CGM : Continuous Glucose Monitoring

CGMS : Continuous Glucose Monitoring System

CKD : Chronic Kidney Disease (Maladie Rénale Chronique - MRC)

CLBP : Chromatographie Liquide Basse Pression

CLHP : Chromatographie Liquide Haute Performance

DCCT : Diabetes Control and Complications Trial

DFG : Débit de Filtration Glomérulaire

DID : Diabète Insulino-Dépendant

ECA : Enzyme de Conversion de l'Angiotensine

ESA : Erythropoiesis-Stimulating Agents

ESKD : End-Stage Kidney Disease (Insuffisance rénale terminale)

GDM : Gestational Diabetes Mellitus (Diabète gestationnel)

GLP-1 : Glucagon-Like Peptide-1

HbA1c : Hémoglobine Glyquée de type A1c

HGPO :Hyperglycémie Provoquée par Voie Orale

HLA : Human Leukocyte Antigen

ION ou **ISE** : Ion Selective Electrode (Électrode sélective d'ions)

IRC :Insuffisance Rénale Chronique

IRT : Insuffisance Rénale Terminale

LED : Light Emitting Diode: Diode Électroluminescente

MDRD : Modification of Diet in Renal Disease

ND : Néphropathie Diabétique

NKF : National Kidney Foundation

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

SGLT : Sodium-Glucose Co-transporter

TFG :Taux de Filtration Glomérulaire

TOT : Transplantation d'Organes et de Tissus

UACR : Rapport albumine/créatinine urinaire

UAE : Urinary Albumin Excretion (Excrétion d'albumine urinaire)

Liste des figures

Figure 1 : Mécanismes physiopathologiques menant à la néphropathie diabétique.....	4
Figure 2 : Population étudiée.....	23
Figure 3 : Distribution des types de diabètes dans la population étudiier.....	23
Figure 4 : Matrice de corrélation complète (graphique en <i>heatmap</i>)	27

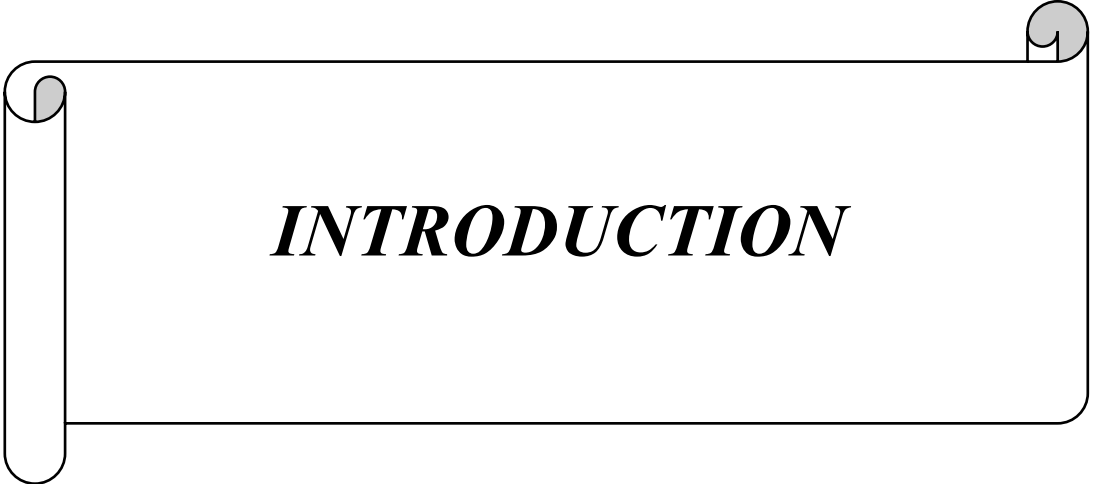
Liste des tableaux

Tableau I :	Classification de l'insuffisance rénale chronique.....	5
Tableau II :	Facteurs de risque de l'insuffisance rénale chronique.....	6
Tableau III :	Critères d'inclusion des patients.....	13
Tableau IV :	Les critères d'exclusion des patients.....	14
Tableau V :	Caractéristiques générales des patients.....	14
Tableau VI :	Autres analyses biologiques associées pour évaluer la fonction rénale.....	16
Tableau VII :	Répartition des patients selon les stades d'IRC.....	24
Tableau VIII :	Analyse statistique des principales variables cliniques.....	24
Tableau IX :	Les valeurs de l'HbA1c selon les stades d'IRC.....	25
Tableau X :	Corrélations entre l'HbA1c et d'autres paramètres biologiques.....	26

Table des matières

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
1.1. Diabète et l'insuffisance rénale :.....	2
1.1.1. Définition de diabète et mécanisme physiopathologique :.....	2
1.1.2. Critère diagnostique du diabète :.....	2
1.1.3. Les complications du diabète liées à l'hyperglycémie chronique.....	3
1.1.4. Physiopathologie de la néphropathie diabétique (ND)	3
1.1.5. Définition et classification des stades d'IRC	5
1.1.6. Principales causes et facteurs de risque de l'IRC.....	6
1.1.7. Les mécanismes physiopathologiques de l'IRC.....	6
1.1.8. Impact du diabète sur la fonction rénale et sa relation avec la progression vers l'IRC	7
1.2. Hémoglobine glyquée et son rôle dans le suivi du diabète chez les patients insuffisants rénaux.....	8
1.2.1. L'hémoglobine glyquée (HbA1c) et son intérêt clinique.....	8
1.2.1.1. Définition et processus de glycation de l'HbA1c.....	8
1.2.1.2. L'HbA1c dans le diagnostic et le suivi du diabète : rôle, valeurs de référence et limites.....	8
1.2.2. Impact de l'insuffisance rénale sur la fiabilité du dosage de l'HbA1c	9
1.2.2.1. Facteurs influençant le dosage de l'HbA1c en cas d'IRC	9
1.2.2.2. Comparaison avec d'autre marqueurs glycémique (Fructosamine , CGM)....	10
1.2.2.3. Recommandations pour une meilleure évaluation du contrôle glycémique ...	11
CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES	
2.1 Sélection et caractéristiques de la population étudiée	13
A. Critères de sélection et d'exclusion des patients	13
B. Caractéristiques générales de la population	14
2.2 Techniques et outils d'analyse :	15
2.2.1. Méthodes de dosage de l'HbA1c et autres paramètres biologiques.....	15
a) Les principales méthodes de dosage de l'HbA1c	15
b) Autres analyses biologique associées	16
2.2.2 Méthodes de dosage de différents paramètres	17
a. Dosage de l'HbA1	17

b. Dosage de la créatinine	18
c. Dosage de glycémie.....	19
d. Dosage de l'urée	19
e. Dosage de l'ionogramme.....	20
f. Dosage de l'albuminurie	21
2.2.3. Analyse statistique :	21
CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION	
3.1. Résultats.....	23
3.1.1. Profil des patients étudiés	23
3.1.2. Analyse des valeurs de l'HbA1c selon les stades d'IRC	25
3.1.3. Comparaison des valeurs de l'HbA1c avec d'autres marqueurs glycémiques	25
3.2. Discussion.....	28
3.2. 1. Validité et limites du dosage de l'HbA1c chez les insuffisants rénaux	28
3.2.2. Corrélation entre le contrôle glycémique et la progression de l'IRC	28
3.2.3. Comparaison avec les études antérieures.....	30
3.2.4. Influence des traitements et des pathologies associées	30
3.2.5. Recommandations pour l'optimisation du suivi glycémique des patients diabétiques IRC	31
CONCLUSION et PERSPECTIVE	33
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	



INTRODUCTION

Introduction

Le diabète constitue aujourd'hui un problème de santé publique majeur à l'échelle mondiale. Sa prévalence est en constante augmentation, en particulier dans les pays en développement, et ses complications chroniques en font une pathologie coûteuse et invalidante. Selon une analyse récente du Global Burden of Disease Study 2021, le diabète de type 2 est responsable de plus de 2 millions de décès dans le monde en 2021, et de plus de 11 millions d'années de vie ajustées sur l'incapacité (DALYs) dues à l'insuffisance rénale chronique (IRC) qui en découle (**Hu et al., 2025**). Ce fardeau est en constante progression, notamment dans les régions à indice sociodémographique moyen et faible. Parmi les complications les plus redoutables, l'IRC se distingue, représentant l'une des principales causes d'entrée en dialyse. Le contrôle glycémique est donc crucial pour retarder ou prévenir l'évolution de l'atteinte rénale. (**Hu et al., 2025**)

Dans ce cadre, l'hémoglobine glyquée (HbA1c) est largement utilisée pour évaluer le contrôle glycémique à long terme. Elle reflète la moyenne des taux de glucose sanguin sur environ 3 mois, et a été intégrée comme critère diagnostique officiel du diabète depuis 2009 (**Collin de l'Hortet, 2018**). Cependant, sa pertinence chez les patients atteints d'IRC demeure controversée. En effet, plusieurs facteurs liés à l'IRC, tels que l'anémie, l'urémie ou le traitement par érythropoïétine, susceptible d'altérer sa valeur mesurée, rendant son interprétation plus complexe. Cela soulève des interrogations sur la fiabilité de l'HbA1c comme seul indicateur du contrôle glycémique dans ce contexte.

La problématique centrale de notre étude est donc la suivante : dans quelle mesure l'HbA1c constitue-t-elle un indicateur fiable du contrôle glycémique chez les patients diabétiques atteints d'IRC, et comment son interprétation peut-elle être optimisée ?

Cette étude vise à évaluer la validité de l'HbA1c dans cette population en analysant ses variations selon le stade de l'IRC, en la comparant à d'autres marqueurs biologiques, et en identifiant les facteurs pouvant fausser sa valeur. L'objectif est également de proposer des pistes d'amélioration pour le suivi glycémique des patients atteints d'IRC.

L'étude est de type descriptif, rétrospectif, et a été menée au niveau du service de Transplantation d'Organes et de Tissus (TOT) de la wilaya de Blida. Elle a porté sur un échantillon de 80 patients diabétiques atteints d'IRC. Les données recueillies comprenaient des paramètres cliniques et biologiques tels que l'HbA1c, la glycémie, l'urée, la créatinine, l'albumine ainsi que des informations démographiques. Les résultats ont été analysés en fonction des stades de l'IRC afin de mettre en évidence les éventuelles corrélations et les limites d'utilisation de l'HbA1c dans ce contexte pathologique complexe.

***Chapitre I : synthèse
bibliographique***

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

1.1. Diabète et l'insuffisance rénale :

1.1.1. Définition de diabète et mécanisme physiopathologique :

Le diabète est une maladie métabolique caractérisée par une **hyperglycémie chronique**, due à une **déficience de la sécrétion ou de l'action de l'insuline**, ou les deux (Fagot-Campagna et al., 2010). Il peut engendrer des complications cardiovasculaires, rénales, oculaires et neurologiques, mais un **bon contrôle glycémique** réduit ces risques. Le dépistage repose sur une glycémie à jeun ≥ 7 mmol/l (1,26 g/l), à confirmer en cas de valeur anormale.

Sur le plan physiopathologique, le diabète implique une **altération de la production et de l'action de l'insuline**, menant à des complications métaboliques multiples (Banday et al., 2020). Les **principaux types de diabète** sont :

2. **Diabète de type 1 (T1DM)** : maladie auto-immune, destruction des cellules β par les lymphocytes T, absence totale d'insuline. Survient surtout chez l'enfant. Facteurs impliqués : allèles HLA-DR3/DR4, infections virales (Coxsackie B4), microbiote (*Akkermansia muciniphila*) (Ouedraogo et al., 2000 ; Banday et al., 2020).
3. **Diabète de type 2 (T2DM)** : résistance à l'insuline + déficit progressif de sécrétion. Lié à l'obésité, la sédentarité, l'âge et les antécédents familiaux. Il est **le plus fréquent** et souvent associé au syndrome métabolique (Éry & Aquot, 2005).
4. **Diabète gestationnel** : trouble glycémique apparaissant pendant la grossesse. Peut être transitoire ou révéler un diabète latent. Il augmente le risque de diabète de type 2 après l'accouchement (France, 2019).
5. **Formes secondaires** : causées par d'autres pathologies (pancréatite, cancer), déséquilibres hormonaux (Cushing, acromégalie) ou traitements (glucocorticoïdes, antipsychotiques, immunothérapies) (Banday et al., 2020).

5.1.1. Critère diagnostique du diabète :

Le diagnostic du diabète peut être établi de trois façons différentes. En l'absence d'une hyperglycémie évidente, une deuxième mesure est nécessaire pour confirmation : **(Sucre et al., 1999)**

1. Présence de signes cliniques évocateurs du diabète (polyurie, polydipsie, amaigrissement inexpliqué, somnolence ou coma) associée à une glycémie capillaire aléatoire $\geq 2,00$ g/L (11,1 mmol/L).

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

2. Glycémie à jeun $\geq 1,26$ g/L (7,0 mmol/L) après un jeûne d'au moins 8 heures.
3. Glycémie mesurée 2 heures après une charge orale de 75 g de glucose (HGPO) $\geq 2,00$ g/L (11,1 mmol/L).

5.1.2. Les complications du diabète liées à l'hyperglycémie chronique

L'hyperglycémie prolongée chez les patients diabétiques entraîne une glycosylation excessive des protéines, ce qui favorise l'apparition de complications vasculaires, à la fois microvasculaires et macrovasculaires. (Banday et al., 2020) Ces complications incluent :

- ✓ **Complications cardiovasculaires** Environ 60 à 70 % des patients diabétiques décèdent à la suite d'un événement cardiovasculaire. (Émile, 2019)
- **Macroangiopathies** : elles touchent les gros vaisseaux sanguins, et peuvent conduire à des pathologies telles que l'athérosclérose, l'infarctus du myocarde et l'accident vasculaire cérébral. (Émile, 2019)
- **Microangiopathies** : elles affectent les petits vaisseaux, aggravant ainsi le risque de rétinopathie, néphropathie et neuropathie. (Émile, 2019)
- ✓ **Complications rénales** : Un tiers des patients sous dialyse est atteint de diabète (Émile, 2019). La néphropathie diabétique est une cause fréquente de progression vers l'insuffisance rénale chronique terminale.
- ✓ **Complications neurologiques** : Les neuropathies diabétiques, affectant le système nerveux périphérique, sont fréquentes chez les patients diabétiques. (Émile, 2019)

Ces complications peuvent se manifester par des douleurs, des troubles de la sensibilité ou des dysfonctions autonomes.

5.1.3. Physiopathologie de la néphropathie diabétique (ND)

La néphropathie diabétique (ND) est une complication rénale chronique et progressive du diabète, résultant de mécanismes physiopathologiques complexes qui altèrent la structure et la fonction des reins (Gariani et al., 2012). Elle constitue l'une des principales causes d'insuffisance rénale terminale (IRT). (Gueutin et al., 2014)

La ND se caractérise par des altérations complexes affectant les glomérules, les vaisseaux sanguins et les tubules rénaux. Ces modifications incluent : (Weekers et al., 2003)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

- A. Déséquilibres hémodynamiques :** Une hyperglycémie chronique entraîne une augmentation du débit sanguin intra-glomérulaire (hyperfiltration glomérulaire), ce qui induit une élévation de la pression à l'intérieur des glomérules et des dommages aux membranes basales.(Weekers et al., 2003)
- B. Modifications structurales :** On observe un épaissement progressif de la membrane basale glomérulaire, une dilatation des pores de la paroi vasculaire et une prolifération des cellules mésangiales, conduisant à une glomérulosclérose.(Weekers et al., 2003)
- C. Réaction inflammatoire :** L'hyperglycémie favorise le stress oxydatif et stimule la production de cytokines et de médiateurs inflammatoires, notamment le facteur de croissance transformant bêta (TGF- β), ce qui accélère la fibrose rénale.(Weekers et al., 2003)
- D. Troubles métaboliques :** L'excès de glucose active des voies métaboliques délétères, telles que la voie des polyols, et augmente l'accumulation des produits de glycation avancée (AGEs), contribuant ainsi à la glomérulosclérose et à la perte progressive de la fonction rénale.(Weekers et al., 2003)
- E. Impact sur les tubules rénaux :** On observe une augmentation de la réabsorption du sodium et du glucose, ce qui exacerbe les lésions rénales en favorisant le stress oxydatif et l'inflammation.(Weekers et al., 2003)

L'évolution continue de ces altérations entraîne une diminution progressive du taux de filtration glomérulaire (TFG), conduisant à une insuffisance rénale chronique aux stades avancés.(Weekers et al., 2003)

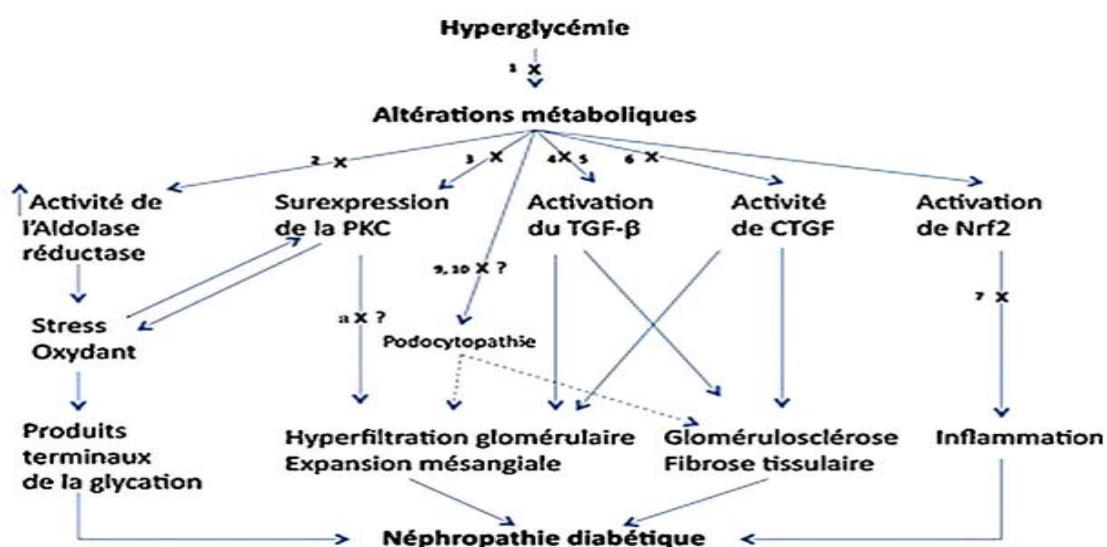


Figure 1 : Mécanismes physiopathologiques menant à la néphropathie diabétique. (Gueutin et al., 2014)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

5.1.4. Définition et classification des stades d'IRC

Insuffisance rénale chronique est une détérioration progressive et irréversible de la fonction rénale. Elle se définit par **une réduction du taux de filtration glomérulaire (TFG) en dessous de 60 ml/min/1,73 m² pendant au moins trois mois**, ou par **la présence d'une atteinte rénale structurelle**, mise en évidence par des anomalies histologiques, des altérations du sédiment urinaire ou des anomalies détectées à l'imagerie, même si le TFG reste dans les valeurs normales. (Martin et al., 2010)

L'IRC est classée en **cinq stades** selon le TFG estimé (TFGe). L'estimation du taux de filtration glomérulaire (TFG) repose sur plusieurs formules : (Bourquin & Martin, 2006)

- L'équation **MDRD** est l'une des plus couramment utilisées et prend en compte des facteurs tels que : **le sexe, l'âge et l'ethnie** pour estimer la fonction rénale.
- Une autre formule, **CKD-EPI** : est plus précise, notamment pour les patients ayant un TFG supérieur à **60 ml/min/1,73 m²**.

Tableau I : Classification des stades de l'IRC

STADE	Années d'évolution	Lésion histologique	Filtration glomérulaire	Protéinurie
1. Débutant	0 à 2 ans	Hypertrophie glomérulaire	↑	0
2. silencieux	2 à 5 ans	Epaississement des MB	↑ ou normale	Microalbuminurie intermittente
3. Incipiens	5 à 15 ans	Expansion mésangiale, hyalinose artériolaire, épaississement des MB	Normale ou ↓	Microalbuminurie permanente
4. Patent	15 à 25 ans	Nodules mésangiaux, fibrose tubulointerstitielle	↓	Macroalbuminurie
5. Terminal	>25 ans	Glomérulosclérose	<15 ml/min pour 1,73 m ²	Macroalbuminurie

(Montpellier, 2024)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

Par ailleurs, il est important de noter qu'avec l'âge, le TFG diminue naturellement. En effet, à partir de **40 ans**, une baisse annuelle d'environ **1 ml/min/1,73 m²** est généralement observée, même en l'absence de maladies sous-jacentes. (Martin et al., 2010)

5.1.5. Principales causes et facteurs de risque de l'IRC

Tableau II : Facteurs de risque de l'insuffisance rénale chronique

Facteurs cliniques comorbidités	Facteurs sociodémographiques
• Hypertension, diabète, dyslipidémie • Obésité • Syndrome métabolique • Maladies cardiovasculaires • Maladies auto-immunes • Médicaments (AINS, lithium, aminoglycosides, etc.) • Maladies urologiques • Anamnèse familiale positive • Insuffisance rénale aiguë • Infections systémiques chroniques • Petit poids de naissance	• Tabac • Age >60 ans • Environnement (métaux lourds) • Ethnies (Afro-américains, Hispaniques...) • Niveau éducationnel et revenu bas

(Martin et al., 2010)

5.1.6. Les mécanismes physiopathologiques de l'IRC

L'insuffisance rénale chronique (IRC) est une pathologie progressive caractérisée par une dégradation lente et irréversible de la fonction rénale. Cette détérioration résulte de plusieurs mécanismes interconnectés qui affectent la structure et le fonctionnement des néphrons. Les principaux processus impliqués :

- Fibrose rénale :** La fibrose correspond à une cicatrisation anormale du tissu rénal, provoquée par des lésions chroniques. Elle entraîne une sclérose progressive du parenchyme rénal. (Webster et al., 2016)
- Glomérulosclérose :** Elle résulte de la destruction des podocytes et de la prolifération des cellules mésangiales, aboutissant à une sclérose glomérulaire qui compromet la fonction de filtration. (Webster et al., 2016)
- Inflammation rénale :** Une altération de la perméabilité capillaire favorise la fuite des protéines plasmatiques et induit une réponse inflammatoire locale, contribuant à la progression de la maladie. (Webster et al., 2016)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

- d) **Accumulation de matrice extracellulaire** : La prolifération mésangiale favorise le dépôt de matrice extracellulaire dans les glomérules, accentuant les lésions structurales.
- e) **Atrophie tubulaire et fibrose interstitielle** : Ces altérations du tissu rénal entraînent une diminution du débit de filtration glomérulaire (DFG) et l'apparition d'une protéinurie.
- f) **Hypoxie rénale** : La réduction de la surface des capillaires interstitiels provoque une hypoxie locale, ce qui aggrave les lésions tissulaires. **(Webster et al., 2016)**
- g) **Toxines urémiques** : Leur accumulation altère le métabolisme, stimule l'inflammation et contribue aux complications cardiovasculaires. **(Webster et al., 2016)**

Ces mécanismes interagissent et s'auto-entretiennent, accélérant la progression de l'IRC vers l'insuffisance rénale terminale. **(Webster et al., 2016)**

5.1.7. Impact du diabète sur la fonction rénale et sa relation avec la progression vers l'IRC :

Le rein joue un rôle essentiel dans la régulation du glucose en conditions normales, en assurant la réabsorption du glucose, son utilisation et la gluconéogenèse. Toutefois, ces fonctions sont perturbées en cas d'insuffisance rénale chronique **(Rhee et al., 2024)**. Impacte du diabète sur la fonction rénale sont illustrent dans les points suivants :

- ✓ **Néphropathie diabétique** : L'hyperglycémie chronique entraîne une détérioration progressive des reins. **(Zanchi et al., 2002)**
- ✓ **Apparition de l'albuminurie** : Indicateur précoce d'une altération de la fonction rénale.
- ✓ **Réduction du taux de filtration glomérulaire (TFG)** : Diminution progressive de la capacité des reins à filtrer le sang. **(Zanchi et al., 2002)**
- ✓ **Augmentation du risque d'hypoglycémie** : Due à l'accumulation des métabolites des antidiabétiques, à une clairance réduite de l'insuline et à une baisse de la néoglucogenèse rénale. **(Zanchi et al., 2002)**
- ✓ **Nécessité d'adapter le traitement antidiabétique** : Essentielle lorsque le TFG < 60 ml/min pour limiter les complications. **(Zanchi et al., 2002)**
- ✓ **Impact des inhibiteurs de SGLT-2** : Efficacité réduite en cas d'insuffisance rénale, avec un risque accru d'infections urinaires et de déshydratation. **(Zanchi et al., 2002)**

L'hyperglycémie prolongée altère progressivement les reins, favorisant la néphropathie diabétique, une diminution du TFG et une augmentation de l'albuminurie. Sans un contrôle efficace de la glycémie, le risque de progression vers l'insuffisance rénale chronique (IRC)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

augmente, rendant l'ajustement du traitement indispensable lorsque le TFG passe sous 60 ml/min. (Zanchi et al., 2002)

5.2. Hémoglobine glyquée et son rôle dans le suivi du diabète chez les patients insuffisants rénaux

1.1.1. L'hémoglobine glyquée (HbA1c) et son intérêt clinique

1.2.1.1. Définition et processus de glycation de l'HbA1c

L'hémoglobine glyquée (HbA1c) est une forme modifiée de l'hémoglobine résultant de la fixation non enzymatique du glucose sur la chaîne bêta de l'hémoglobine. Ce processus reflète le niveau moyen de glucose sanguin sur environ trois mois, durée de vie des globules rouges (Sherwani et al., 2016). La glycation passe par une base de Schiff instable, qui se transforme en un produit d'Amadori stable et irréversible, l'HbA1c (Grantham et al., 2013).

Depuis 2010, l'HbA1c est reconnue comme critère diagnostique du diabète par l'ADA, avec un seuil de $\geq 6,5 \%$, en raison de sa corrélation avec les complications microvasculaires (Sherwani et al., 2016).

Cependant, divers facteurs peuvent influencer la mesure de l'HbA1c :

- La durée de vie des érythrocytes, modifiée en cas d'anémie, peut fausser les résultats (Grantham et al., 2013).
- Les hémoglobinopathies (thalassémie, HbS, HbC) perturbent certaines méthodes de dosage (Sherwani et al., 2016).
- L'insuffisance rénale chronique, via les toxines urémiques et les traitements par érythropoïétine, peut sous-estimer l'HbA1c (Grantham et al., 2013).

1.2.1.2. L'HbA1c dans le diagnostic et le suivi du diabète : rôle, valeurs de référence et limites

L'HbA1c est un biomarqueur fondamental pour le **diagnostic et le suivi du diabète**, reflétant l'équilibre glycémique sur 2 à 3 mois (Ha et al., 2024). Grâce à sa stabilité et sa corrélation avec les complications diabétiques, elle a été adoptée comme **critère diagnostique** par l'ADA (2010) et l'OMS (2011), avec un **seuil de $\geq 6,5 \%$** (Ha et al., 2024). Selon ce seuil :

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

- **< 5,7 %** : glycémie normale
- **5,7 – 6,4 %** : prédiabète
- **≥ 6,5 %** : diabète déclaré (Ha et al., 2024)

En suivi thérapeutique, l'HbA1c permet **d'adapter les objectifs glycémiques** selon le profil du patient (LE et al., 2024) :

- **HbA1c < 7 %** : cible recommandée pour la plupart des patients diabétiques afin de minimiser le risque de complications.
- **HbA1c < 6,5 %** : peut être envisagée chez les patients jeunes ou récemment diagnostiqués.
- **HbA1c entre 7,5 % et 8 %** : tolérée chez les patients âgés ou présentant un risque élevé d'hypoglycémie (LE et al., 2024)

Cependant, **plusieurs facteurs limitent la fiabilité de l'HbA1c** :

- **Anémie et troubles hématologiques** : fausse les résultats selon la durée de vie des globules rouges (LE et al., 2024)
- **Transfusions, hémoglobinopathies, maladies chroniques** : altèrent la structure de l'hémoglobine (Ha et al., 2024)
- **Insuffisance rénale chronique (IRC)** : influence négative via l'anémie et les traitements par érythropoïétine (LE et al., 2024)

Ainsi, dans ces cas, l'utilisation de **marqueurs alternatifs** comme la **fructosamine** ou la **surveillance continue du glucose (CGM)** est recommandée (Ha et al., 2024).

1.2.2. Impact de l'insuffisance rénale sur la fiabilité du dosage de l'HbA1c

1.2.2.1. Facteurs influençant le dosage de l'HbA1c en cas d'IRC

L'HbA1c est un marqueur clé du contrôle glycémique chez les diabétiques, mais son interprétation chez les patients atteints d'insuffisance rénale chronique (IRC) peut être biaisée par plusieurs facteurs (Faghir-Ganji et al., 2024)

- **L'anémie**, fréquente chez ces patients, influence significativement l'HbA1c. Une réduction de la durée de vie des globules rouges, due à une diminution de l'érythropoïèse, entraîne

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

une sous-estimation de l'HbA1c, tandis qu'une anémie ferriprive peut prolonger leur durée de vie, provoquant une surestimation (**LE et al., 2024**). Une méta-analyse a révélé que 35,45 % des diabétiques atteints d'IRC souffrent d'anémie, avec un risque accru chez ceux ayant un mauvais contrôle glycémique (**Faghir-Ganji et al., 2024**).

- **Les transfusions sanguines**, utilisées pour corriger l'anémie sévère, peuvent fausser les résultats de l'HbA1c. L'introduction de globules rouges jeunes non glyqués diminue artificiellement son taux, rendant son interprétation plus complexe, notamment chez les patients recevant des transfusions fréquentes. L'utilisation de marqueurs alternatifs comme la fructosamine ou la surveillance continue du glucose (CGM) est donc recommandée (**Zanfardino et al., 2025**).
- **Les troubles érythrocytaires**, comme l'hémoglobinopathie C ou la thalassémie, influencent également l'HbA1c en modifiant la durée de vie ou la structure des globules rouges, entraînant des valeurs faussées. Une variabilité excessive de l'HbA1c est associée à une progression accélérée des complications rénales et cardiovasculaires (**Wright et al., 2019**).

Face à ces limitations, une approche combinée intégrant d'autres marqueurs glycémiques (fructosamine, CGM) est recommandée pour une évaluation plus précise du contrôle glycémique chez les patients atteints d'IRC (**Wright et al., 2019**).

1.2.2.2. Comparaison avec d'autres marqueurs glycémiques (Fructosamine, CGM)

L'HbA1c est le marqueur de référence pour l'évaluation du contrôle glycémique à long terme chez les patients diabétiques. Cependant, sa fiabilité peut être compromise chez certains patients, notamment ceux souffrant d'insuffisance rénale chronique (IRC), en raison de l'anémie, des transfusions sanguines et des troubles érythrocytaires (**Mohammed Iqbal et al., 2023**). Dans ces situations, d'autres marqueurs, comme la fructosamine et la surveillance continue du glucose (CGM), peuvent être utilisés pour obtenir une évaluation plus précise du contrôle glycémique.

La fructosamine reflète la glycémie sur une courte période (2 à 3 semaines) en mesurant la glycation des protéines plasmatiques, surtout l'albumine. Elle est utile lorsque l'HbA1c est faussée, notamment en cas de troubles des globules rouges ou de transfusions. Toutefois, son interprétation peut être limitée en cas d'hypoalbuminémie ou de malnutrition. (**Mohammed Iqbal et al., 2023**)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

La surveillance continue du glucose (CGM) permet de suivre en temps réel les variations du glucose interstitiel, détectant les fluctuations journalières, les hyperglycémies postprandiales et les hypoglycémies nocturnes. Elle est particulièrement utile chez les patients dialysés, chez qui l'HbA1c peut être sous-estimée. (Ling et al., 2022)

Des études montrent que combiner **HbA1c**, **fructosamine** et **CGM** améliore le suivi glycémique chez les patients atteints d'IRC. Chez les diabétiques atteints de cancer, la **fructosamine** est souvent privilégiée en raison des effets des traitements sur l'HbA1c, bien que les variations d'albumine puissent en limiter la fiabilité. Une interprétation adaptée au contexte clinique est donc essentielle. (Toyoshima et al., 2023)

1.2.2.3. Recommandations pour une meilleure évaluation du contrôle glycémique

L'HbA1c est un marqueur clé du suivi glycémique, mais sa fiabilité peut être altérée par des facteurs comme l'anémie et l'IRC, nécessitant une approche complémentaire (Lee et al., 2023).

Une grande variabilité de l'HbA1c augmente le risque de complications rénales et cardiovasculaires. Chez les patients atteints d'IRC, cette variabilité est influencée par l'anémie, les transfusions et les agents stimulant l'érythropoïèse. Il est donc préférable d'évaluer l'HbA1c sur plusieurs mois plutôt que de se baser sur une seule mesure. (Lee et al., 2023)

L'utilisation de marqueurs alternatifs comme la fructosamine et le CGM permet une évaluation plus précise de l'équilibre glycémique. La fructosamine est utile pour un suivi à court terme (2 à 3 semaines), notamment en cas d'anomalies des globules rouges, tandis que le **CGM** offre une surveillance en temps réel des fluctuations glycémiques que l'HbA1c peut manquer. (Marshall et al., 2003).

Chez les patients sous dialyse péritonéale ou hémodialyse, l'absorption de glucose des solutions de dialyse peut fausser l'HbA1c. Une évaluation complémentaire par CGM ou fructosamine est donc recommandée pour un suivi plus précis (Marshall et al., 2003)

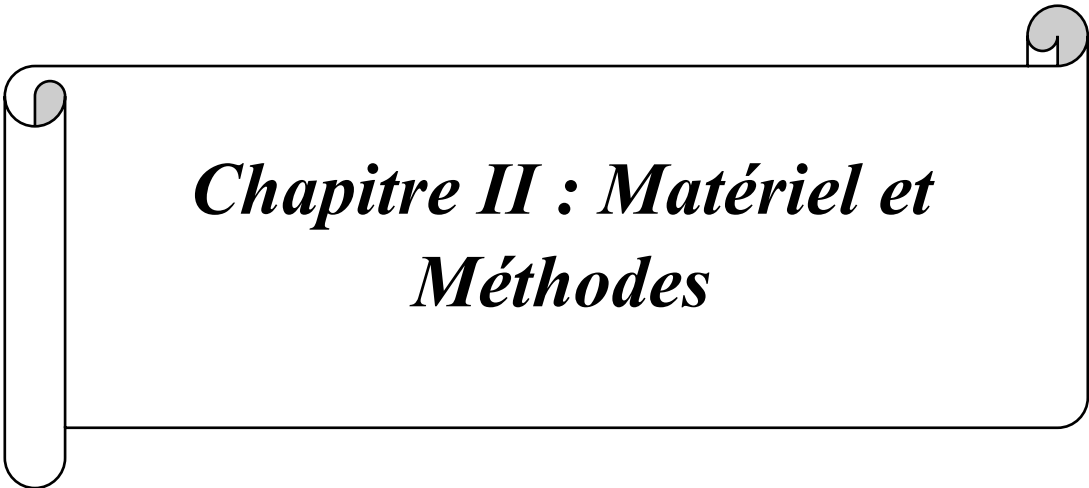
De plus, la fructosamine doit être interprétée avec prudence en cas de fluctuations importantes de l'albumine sérique, ce qui est fréquent chez les patients dialysés (Marshall et al., 2003)

Les recommandations cliniques pour optimiser l'évaluation du contrôle glycémique chez les patients atteints d'IRC incluent :

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

- **Suivre la tendance de l'HbA1c sur plusieurs mois** pour détecter les variations glycémiques importantes (**Lee et *al.*, 2023**)
- **Compléter l'HbA1c par la fructosamine et/ou le CGM** en cas d'anomalies hématologiques pouvant altérer sa fiabilité (**Marshall et *al.*, 2003**)

Prendre en compte l'état nutritionnel et les paramètres biochimiques (albumine, hémoglobine, transfusions) pour ajuster l'interprétation des résultats (**Marshall et *al.*, 2003**)



Chapitre II : Matériel et Méthodes

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Cadre de l'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective et descriptive basée sur l'analyse des dossiers médicaux des patients suivis au service de Transplantation d'Organes et de Tissus (TOT) situé dans la wilaya de Blida durant trois mois. Les données utilisées pour cette étude ont été collectées sur une période d'un an, du 1^{er} janvier au 30 décembre 2024. Cette approche permet d'examiner les tendances cliniques et biologiques des patients atteints de diabète et d'IRC, en comparant les résultats des dosages de l'HbA1c avec d'autres marqueurs biochimiques afin d'évaluer leur pertinence diagnostique et pronostique.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la fiabilité du dosage de l'HbA1c chez les patients atteints de diabète et d'insuffisance rénale chronique (IRC). Cette analyse vise à déterminer si l'HbA1c constitue un marqueur précis du contrôle glycémique dans cette population spécifique, en tenant compte des altérations physiopathologiques liées à l'insuffisance rénale.

2.1 Sélection et caractéristiques de la population étudiée

A. Critères de sélection et d'exclusion des patients

Les patients inclus dans cette étude devaient répondre à certains critères spécifiques. Le tableau ci-dessous résume les critères d'inclusion :

Tableau III : Critères d'inclusion des patients

Critères d'inclusion	Description
Âge	Patients âgés de plus de 16 ans (les enfants plus jeunes sont pris en charge dans une unité pédiatrique spécifique).
Type de diabète	Patients atteints de diabète de type 1 ou type 2.
Stade de l'IRC	Patients en insuffisance rénale chronique avancée (TFG < 60 ml/min)
Durée du diabète et de l'IRC	Aucune durée minimale requise pour l'inclusion.
Traitement	Patients sous insulinothérapie et/ou traitement antidiabétique oraux ADO.
Prise en charge	Patients suivis dans le service depuis le stade 3 de l'insuffisance rénale jusqu'à l'initiation de la dialyse.

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Les patients suivants ont été exclus de l'étude :

Tableau IV : les critères d'exclusion des patients

Critères d'exclusion	Description
État de santé	Patients présentant un état pathologique grave le jour de la dialyse.
Greffe rénale	Patients ayant bénéficié d'une greffe rénale avec récupération complète de la fonction rénale.
Impact des traitements	Les traitements reçus ne constituent pas un critère d'exclusion sauf en cas d'altération majeure de l'état clinique.
Refus de prise en charge	Aucun patient n'a été exclu pour refus de prise en charge.

B. Caractéristiques générales de la population

L'échantillon étudié se compose de 80 patients présentant différentes caractéristiques démographiques et cliniques, détaillées dans le tableau suivant :

Tableau V : Caractéristiques générales des patients

Paramètre	Valeurs observées
Âge moyen	57 ans
Sexe	Hommes 38 (47.5%) Femmes 42 (52.5%)
Type de diabète	Type 1: 5 patients (6.25%) Type 2: 75 patients (93.75%)
Types de l'albumine	Microalbuminurie: 27 patients (33.75%) Macro-albuminurie: 53 patients (66.25%)
Moyenne HbA1c	9.52%
DFG moyen	27.5 ml/min/1.73m²

○ Méthode de calcul du DFG (Débit de Filtration Glomérulaire)

Le Débit de Filtration Glomérulaire (DFG) a été estimé en utilisant la formule MDRD, qui est une méthode standardisée basée sur la créatinine sérique.

Chapitre II : Matériel et Méthodes

- La formule MDRD est la suivante (Levey et *al.*, 2014)

$$DFG = 175 \times (\text{créatinine sérique})^{-1.154} \times (\text{âge})^{-0.203} \times k$$

K = 0,742 pour les femmes et **1** pour les hommes

- **DFG moyen** = $\sum DFG / N$

Remarque : Concernant les traitements et la prise en charge, les patients étaient sous :

- ✓ **Traitements** : hypoglycémiants Insuline seule, ADO seul, ou combinaison des deux.
- ✓ **Dialyse** : Hémodialyse ou dialyse péritonéale avec une fréquence moyenne de 3 séances par semaine.
- ✓ **Complications courantes** : Anémie, troubles phosphocalciques, maladies cardiovasculaires.

2.2 Techniques et outils d'analyse :

2.2.1. Méthodes de dosage de l'HbA1c et autres paramètres biologiques

- a) Les principales méthodes de dosage de l'HbA1c sont :

a.1 Chromatographie d'échange ionique

- Chromatographie liquide haute performance (CLHP)
- Chromatographie liquide basse pression (CLBP)
- Chromatographie d'échange ionique en mini-colonnes, bien que moins performante pour détecter les variants. (P. Gillery et *al.*, 2000)

a.2 Méthodes électrophorétiques

- Permettent d'identifier les variants d'hémoglobine avec une précision variable.(P. Gillery et *al.*, 2000)

a.3 Méthodes immunologiques

- Leur sensibilité dépend de la reconnaissance de l'épitope modifié par la mutation.
- Si l'anticorps ne cible pas la mutation, les résultats obtenus peuvent être similaires à ceux d'une HbA1c normale.(P. Gillery et *al.*, 2000)

Chapitre II : Matériel et Méthodes

a.4 Méthodes par affinité

- Permettent de doser l'ensemble des formes d'hémoglobine glyquée.
- Leur précision n'est pas affectée par la présence d'un variant. (P. Gillery et *al.*, 2000)

a.5 Iso-électrofocalisation et électrophorèse en agarose à pH acide

- Utilisées pour analyser en détail les anomalies de l'hémoglobine.

Ces différentes techniques permettent soit une mesure précise de l'HbA1c, soit la détection d'éventuelles interférences dues aux variants d'hémoglobine. (P. Gillery et *al.*, 2000)

b) Autres analyses biologiques associées

Les analyses biologiques associées, telles que la glycémie, l'urée, la créatinine, l'ionogramme et protéinurie (albuminurie), sont essentielles pour évaluer la fonction rénale, le métabolisme glucidique et l'équilibre électrolytique. Ces paramètres sont utilisés en clinique pour surveiller l'évolution des patients diabétiques et insuffisants rénaux. (Report & Consultation, 2011)

Tableau VI : Autres analyses biologiques associées pour évaluer la fonction rénale.

Paramètre	Principe	Méthode de dosage
Glycémie	Mesure du glucose dans le sang, indicateur clé pour le diabète (Dildar et <i>al.</i> , 2021; Karami & Baradaran, 2014)	• Méthode enzymatique: utilise des enzymes (glucose oxydase, hexokinase) pour produire un signal mesurable (Karami & Baradaran, 2014) • Méthode électrochimique: mesure le courant généré par l'oxydation du glucose dans les glucomètres (Dildar et <i>al.</i>, 2021)
Urée sanguine	Produit final du métabolisme des protéines, indicateur de la fonction rénale (Chaila et <i>al.</i> , 2022)	• Méthode colorimétrique au diacétyl: réaction de l'urée avec le diacétyl produisant une couleur mesurable (Chaila et <i>al.</i>, 2022) • Méthode enzymatique: l'uréase hydrolyse l'urée en ammoniac et CO₂, mesurés spectrophotométriquement

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Créatinine sanguine	Résultat du métabolisme musculaire, utilisé pour évaluer la fonction rénale (Dildar et al., 2021)	• Méthode de Jaffé: réaction de la créatinine avec l'acide picrique en milieu alcalin formant un complexe coloré (Dildar et al., 2021)
Ionogramme	Evaluation de l'équilibre électrolytique et acido-basique (Dildar et al., 2021)	• Electrodes spécifiques aux ions (ISE): Mesure rapide et directe des électrolytes par des électrodes spécifiques.(Chaila et al., 2022) • Spectrophotométrie: Dosage par absorption lumineuse, moins courant que l'ISE.(Chaila et al., 2022)
Protéinurie « Albuminurie »	est un marqueur précoce et linéaire du risque rénal et cardiovasculaire, même à des niveaux normaux. Un dépistage annuel est recommandé chez les patients diabétiques, hypertendus ou insuffisants rénaux. (Kuritzky et al., 2011)	• Bandelettes urinaires spécifiques à la microalbuminurie :Méthode rapide et simple utilisée en soins primaires pour détecter la présence d'albumine dans l'urine.(Kuritzky et al., 2011) • Rapport albumine/créatinine (ACR) :Mesure quantitative sur un échantillon d'urine aléatoire, permettant une estimation précise de l'excrétion d'albumine sans collecte sur 24h.(Kuritzky et al., 2011)

2.2.2 Méthodes de dosage de différents paramètres

a) Dosage de HbA1c

Nous avons utilisé l'appareil HumaMeter A1c (voire l'annexe) pour mesurer le taux d'hémoglobine glyquée (HbA1c). Cet appareil fonctionne selon la méthode de l'immunoturbidimétrie, qui repose sur la formation d'un complexe immunitaire entre l'HbA1c et des anticorps spécifiques, suivie d'une mesure optique de la turbidité.

Chapitre II : Matériel et Méthodes

○ Procédure détaillée de l'analyse HbA1c avec HumaMeter A1c

1. **Scan du réactif** : Nous avons d'abord scanné le code-barres du kit de réactifs afin d'enregistrer les informations du lot et d'assurer l'étalonnage correct de l'appareil.
2. **Préparation et insertion de l'échantillon** : Un volume de 5 µL de sang total (capillaire ou veineux) a été déposé sur une cartouche de test, puis inséré dans l'appareil.
3. **Réaction chimique** : Le sang a été mélangé avec un réactif contenant des anticorps monoclonaux anti-HbA1c, formant un complexe immunitaire qui a modifié la turbidité de la solution.
4. **Mesure optique** : L'appareil a utilisé un faisceau LED pour mesurer l'absorbance optique de la solution, proportionnelle à la concentration d'HbA1c.
5. **Affichage du résultat** : Après analyse, le pourcentage d'HbA1c a été calculé et affiché sur l'écran sous forme de % HbA1c par rapport à l'hémoglobine totale.

L'ensemble du processus a duré environ 6 à 8 minutes.

b) Dosage de la Créatinine (Méthode manuelle - Jaffé)

Principe : Le dosage repose sur la réaction de Jaffé modifiée, où la créatinine réagit avec l'acide picrique dans un milieu alcalin pour former un complexe coloré. L'intensité de la couleur est mesurée par spectrophotométrie, et elle est proportionnelle à la concentration de créatinine. La précision du dosage est assurée par un faible coefficient de variation, entre (0,2% à 1,4%). Toutefois, certains médicaments peuvent interférer et fausser les résultats. (Niskar et al., 2003)

Pour réaliser la mesure, trois tubes sont préparés : un tube blanc, un tube standard et un tube d'échantillon. Dans le tube blanc, on ajoute **1 ml d'eau distillée** et **1 ml** de réactif d'acide picrique. Le tube standard reçoit **1 ml** de solution standard de créatinine et **1 ml** du même réactif. Enfin, le tube d'échantillon est préparé en mélangeant 1 ml de plasma avec 1 ml de réactif d'acide picrique.

L'absorbance est mesurée avec le **spectrophotomètre** (a une longueur d'onde de 510 à 520 nm) Calculer la concentration avec la formule :

$$[\text{Créatinine}] = (\text{Abs échantillon} / \text{Abs standard}) \times [\text{Standard}]$$

Les valeurs moyennes de la créatinine sérique chez les adultes, selon les données de NHANES III, varient entre **0,96 mg/dl** chez les femmes et **1,16 mg/dl** chez les hommes, avec une augmentation progressive des niveaux avec l'âge (Niskar et al., 2003). Il a également été observé que les niveaux sont plus élevés chez les personnes de peau noire et plus faibles chez

Chapitre II : Matériel et Méthodes

d'autres groupes ethniques. Ainsi, en raison de ces variations, un seuil unique pour définir une créatinine élevée peut ne pas être fiable.(Niskar et *al.*, 2003)

c) Dosage de la Glycémie (Automate - Diasystem CDT240)

• Principe

Utilisation d'une réaction enzymatique (Glucose Oxydase - GOD/POD) pour transformer le glucose en un composé coloré mesuré par spectrophotométrie.

Tout d'abord on prélève **10 µL de plasma**, puis mélanger avec 1 ml de réactif enzymatique, en suite incubé à 37°C pendant 10 minutes. L'absorbance est lue à 510nm.L'appareil calcule automatiquement la concentration en glucose.

Concernant les niveaux de glucose sanguin, les valeurs normales pour les hommes et les femmes non enceintes sont généralement comprises entre **0,7 et 1,0 g/L (3,9 à 5,5 mmol/L)** à jeun, et inférieures à 1,4 g/L (7,8 mmol/L) deux heures après un repas.(Goldberg et *al.*, 2013)

Pendant la grossesse, un diabète gestationnel (GDM) est diagnostiqué si les valeurs suivantes sont atteintes (**Goldberg et *al.*, 2013**) :

- Glucose à jeun $\geq 5,8$ mmol/L (1,04 g/L).
- Glucose après 1 heure $\geq 10,6$ mmol/L (1,9 g/L).
- Glucose après 2 heures $\geq 9,2$ mmol/L (1,66 g/L).
- Glucose après 3 heures $\geq 8,0$ mmol/L (1,44 g/L).

Pour les personnes atteintes de diabète, le diagnostic est posé si les valeurs sont(**Goldberg et *al.*, 2013**) :

- Glucose à jeun $\geq 1,26$ g/L (7,0 mmol/L).
- Glucose après 2 heures $\geq 1,4$ g/L (7,8 mmol/L)

a) Dosage de l'Urée

Principe: Hydrolyse enzymatique de l'urée par l'enzyme uréase. Cette enzyme catalyse la dégradation de l'urée en ammoniac (NH₃) et dioxyde de carbone (CO₂) selon la réaction suivante : $(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NH}_3 + \text{CO}_2$ (Hojjat et Abrams, 2015)

L'ammoniac libéré est ensuite dosé par titrage acido-basique à l'aide d'un acide fort (généralement HCl ou H₂SO₄), ce qui permet de déterminer la quantité d'urée présente initialement dans l'échantillon.(Hojjat et Abrams, 2015)

Chapitre II : Matériel et Méthodes

- **Protocole**

Prélever 10 μL de plasma.



Mélanger avec 1 ml de réactif enzymatique.



Incuber à 37°C pendant 10 minutes.



Lire l'absorbance à 340 nm.



Calculer la concentration en fonction du standard utilisé

La concentration de l'urée dans le sang se situe généralement entre **0,20** et **0,50 g/L**, tandis que dans l'urine, elle est d'environ **2,5 g/L**. Ces valeurs sont des indicateurs importants de l'état de santé du corps, servant à évaluer la fonction rénale et le métabolisme. **(Hierso et al., 2002)**

d) Dosage de l'Ionogramme

Principe : Le dosage des électrolytes (comme Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , etc.) par les électrodes sélectives d'ions (ISE) repose sur l'utilisation de membranes spécifiques contenant des ionophores qui réagissent sélectivement avec un ion donné. Cette interaction produit un potentiel électrique proportionnel à la concentration de l'ion cible dans la solution. Ce potentiel est ensuite mesuré et converti en une concentration à l'aide d'une courbe d'étalonnage. **(Dimeski et al., 2010)**

Protocole: Déposer **100 μL** d'échantillon de plasma dans l'appareil puis chaque ion interagit avec son électrode spécifique, le potentiel électrique généré est converti en concentration ionique. L'appareil affiche directement les valeurs de Na^+ , K^+ et Cl^- en mmol/L

Les valeurs normales des électrolytes varient selon l'ion mesuré. Le **potassium (K^+)** se situe généralement entre **3,5** et **5,0 mmol/L**, voire **5,4 mmol/L** selon les laboratoires. Le **sodium (Na^+)**, quant à lui, varie entre **135** et **145 mmol/L** **(Dimeski et al., 2010)**. Des écarts à ces plages peuvent révéler des déséquilibres comme l'hyperkaliémie ou l'hyponatrémie. Cependant, certains facteurs pré-analytiques, tels que l'hémolyse, la thrombocytose, la concentration d'héparine, ou encore la méthode de dosage utilisée (ISE directe ou indirecte), peuvent provoquer des résultats erronés. **(Dimeski et al., 2010)**

Chapitre II : Matériel et Méthodes

e) Dosage de l'albuminurie

Principe : Le dosage de l'albuminurie par le rapport albumine/créatinine urinaire (UACR) est une méthode recommandée pour évaluer l'excrétion d'albumine, car elle corrige les variations de concentration urinaire liées à l'hydratation. Contrairement à la mesure directe sur 24 heures (UAE). (**Kuritzky et al., 2011**)

Protocole : Dans ce travail, l'albuminurie est dosée selon la méthode immunoturbidimétrique. L'échantillon d'urine est collecté sur 24 heures selon une procédure bien définie : le premier échantillon du matin est jeté, puis la collecte commence immédiatement après cette miction et se poursuit pendant 24 heures. Le dernier échantillon est prélevé le matin du jour suivant.

Avant de prélever l'échantillon pour l'analyse, le contenu du récipient de collecte (seau) est mélangé soigneusement pour homogénéiser l'urine. Ensuite, un volume de **20 µL** d'urine homogénéisée est prélevé et mélangé avec **1 ml** de réactif contenant des anticorps spécifiques à l'albumine. L'interaction **albumine-anticorps** génère une turbidité mesurée par **spectrophotométrie** à une longueur d'onde comprise entre **340 et 600 nm**. La concentration d'albumine est déterminée par comparaison avec une courbe d'étalonnage. Si la créatinine est également mesurée, le rapport albumine/créatinine (ACR) peut être calculé.

En **1983**, l'étude DCCT (Diabetes Control and Complications Trial) a utilisé le taux d'excrétion d'albumine dans l'urine (**AER**) comme un indicateur pour détecter les lésions rénales chez les patients diabétiques. Les résultats ont été extrapolés pour obtenir un taux d'excrétion sur 24 heures. À partir de ces mesures, les valeurs de référence utilisées pour classer les niveaux d'albumine dans l'urine ont été définies comme suit :(**Younes et al., 2010**)

- ✓ **Valeurs normales** de l'excrétion d'albumine (Normal **AER**) : Moins de **30 mg/24 h**.
- ✓ **Microalbuminurie** : Entre **30 et 300 mg/24 h**.
- ✓ **Macroalbuminurie** : Définie lorsque l'**AER** est **supérieur ou égal à 300 mg/24 h**

2.2.3. Analyse statistique :

L'analyse statistique descriptive a été effectuée à l'aide du logiciel de **Microsoft Excel**

L'analyse de corrélation a été réalisée par le logiciel **OriginePro V.24** afin d'examiner les relations linéaires entre les principaux paramètres biologiques des patients, notamment l'HbA1c, l'albuminurie, l'ionogramme, la glycémie, la créatinine, l'urée et le stade de l'insuffisance rénale chronique (IRC).

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Dont :

- **0.00–0.25** : corrélation faible
- **0.26–0.50** : modérée
- **0.51–0.75** : forte
- **>0.75**: très forte

A decorative scroll frame with a light gray background and a dark gray border. The frame has a vertical strip on the left side and a small circular element at the top right corner.

Chapitre III: Résultats et Discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

3.1. Résultats

L'étude a porté sur un total de 80 patients atteints de diabète et d'insuffisance rénale chronique (IRC), suivis au service de Transplantation d'Organes et de Tissus (TOT) de la wilaya de Blida. L'objectif de cette section est de dresser un portrait démographique et clinique de cette population.

3.1.1. Profil des patients étudiés

La population étudiée se compose de **38 hommes (47,5 %)** et de **42 femmes (52,5 %)**, indiquant une légère prédominance féminine. (figure 2)

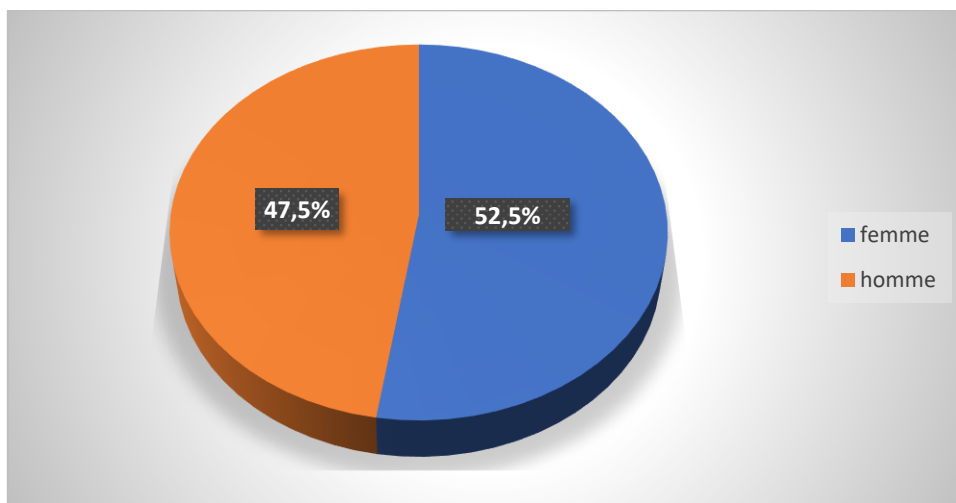


Figure 2 : Population étudiée

La majorité des patients étaient atteints de diabète de **type 2 (75 patients) 93,75 % (figure3)**, contre seulement **6,25 % de diabète de type 1 (5 patients)**, ce qui reflète la prévalence élevée du diabète de **type 2** dans les cas d'IRC.

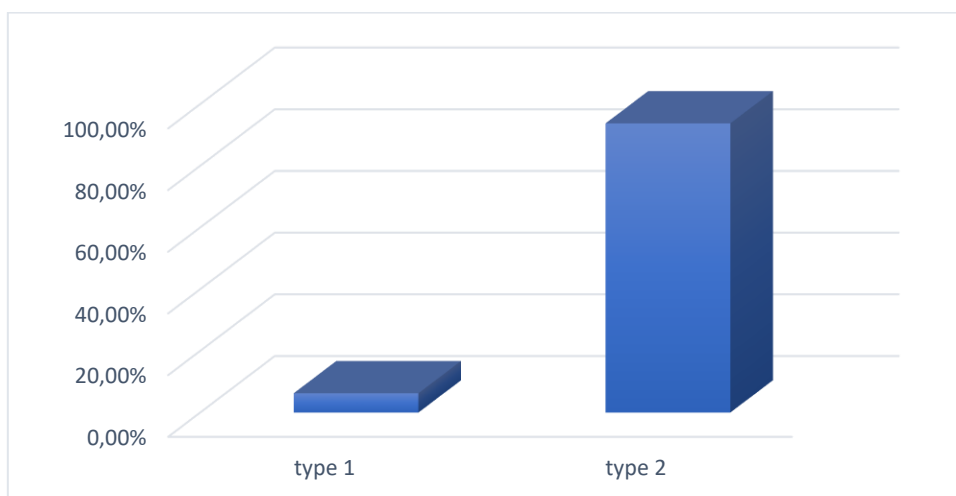


Figure 3 : distribution des types de diabètes dans la population étudiée

Chapitre III : Résultats et discussion

Les patients ont été répartis selon les stades d'IRC comme indiqué dans le **tableau VII**, avec une prédominance des stades 4 et 5, traduisant une altération significative de la fonction rénale chez la majorité de la population étudiée.

Tableau VII : Répartition des patients selon les stades d'IRC

Stade IRC	Nombre de patients	Pourcentage (%)
Stade 3	23	28.75
Stade 4	27	33.75
Stade 5	30	37.5

La moyenne de l'HbA1c chez l'ensemble de la population étudiée est de **9,52 %**, ce qui indique un déséquilibre glycémique important, nécessitant une prise en charge adaptée.

Les variables biologiques principales à l'entrée dans l'étude sont résumées dans le **tableau VIII** suivant:

Tableau VIII : Analyse statistique des principales variables cliniques

Variable	Moyenne	Écart-Type	Min	Médiane	Max
Urée (mmol/L)	25.59	10.42	9.99	27.31	41.63
Créatinine (μmol/L)	28.26	15.97	9.84	25.44	90.05
Glycémie (g/L)	2.46	0.67	1.21	2.30	3.48
Sodium (Na, mmol/L)	133.92	5.59	125.3	134.5	144.5
Potassium (K, mmol/L)	5.23	0.86	3.50	5.54	6.50
HbA1c (%)	9.69	1.50	6.90	10.20	12.50
Albumine (mg/24h)	529.53	364.14	48.10	476.50	1509.0
Âge (ans)	54.19	14.66	30	56	80

Chapitre III : Résultats et discussion

3.1.2. Analyse des valeurs de l'HbA1c selon les stades d'IRC

L'objectif est de déterminer s'il existe une relation significative entre l'aggravation du stade de l'IRC et les niveaux moyens d'HbA1c chez les patients diabétiques.

Dans notre étude, les patients ont été répartis selon les stades 3, 4 et 5 de l'IRC. Une tendance à la baisse des valeurs moyennes d'HbA1c a été observée avec l'avancée du stade de l'IRC.

Tableau IX : Les valeurs de l'HbA1c selon les stades d'IRC

Stade IRC	Moyenne HbA1c (%)
Stade 3	8.52
Stade 4	9.43
Stade 5	10.45

On observe une augmentation progressive des taux d'HbA1c avec l'avancement du stade de l'IRC, ce qui suggère une perte de contrôle glycémique chez les patients en insuffisance rénale avancée.

Il est également possible que des altérations métaboliques spécifiques aux stades avancés de l'IRC, telles que l'urémie, influencent la glycation de l'hémoglobine. Ainsi, bien que l'HbA1c reste un indicateur clé du contrôle glycémique, son interprétation doit être nuancée chez les patients présentant une fonction rénale altérée.

Selon les recommandations de la NKF (National Kidney Foundation) publiées en 2006, l'HbA1c peut être affectée par l'anémie et la durée de vie des globules rouges chez les patients atteints d'IRC, ce qui rend son interprétation plus complexe. (Li et al., 2019)

3.1.3. Comparaison des valeurs de l'HbA1c avec d'autres marqueurs glycémiques

Afin d'examiner la relation entre les taux d'HbA1c et plusieurs paramètres biologiques pertinents chez les patients diabétiques atteints d'insuffisance rénale chronique (IRC). L'analyse repose sur des matrices de corrélation calculées à partir des données recueillies. Les résultats étant synthétisés dans le **tableau X**

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau X : Corrélations entre l'HbA1c et d'autres paramètres biologiques

Paramètre	Corrélation avec HbA1c
HbA1c (%)	1
Glycémie (g/L)	-0,0731
Créatinine (mg/L)	0,1853
Urée (mmol/L)	0,1759
Albumine	0,1699
Na⁺	0,0204
K⁺	0,1987
Âge	-0,0946

L'analyse des corrélations met en évidence la force et la direction des relations linéaires entre l'HbA1c (%) et différents paramètres biologiques. Comme attendu, la corrélation de l'HbA1c avec elle-même est égale à 1, ce qui est une constante dans toute matrice de corrélation. La glycémie montre une très faible corrélation négative avec l'HbA1c (-0,073), suggérant qu'il n'existe pratiquement pas de relation linéaire entre ces deux variables dans cet échantillon.

En revanche, la créatinine (0,185) et l'urée (0,176) présentent des corrélations légèrement positives, indiquant une tendance modérée selon laquelle une augmentation de ces paramètres pourrait s'accompagner d'une hausse de l'HbA1c. L'albumine montre également une faible corrélation positive (0,170), suggérant une association modeste entre les taux d'HbA1c et le niveau d'albumine.

Concernant les électrolytes, le sodium (Na⁺) affiche une corrélation très faible mais positive avec l'HbA1c (0,020), tandis que le potassium (K⁺) présente une corrélation légèrement plus marquée (0,198), indiquant une possible association entre l'élévation du potassium et celle de l'HbA1c. Enfin, l'âge est faiblement corrélé de manière négative avec l'HbA1c (-0,095), ce qui pourrait indiquer une tendance à la baisse de l'HbA1c avec l'âge dans cette population. Comme illustré dans la figure 4.

Chapitre III : Résultats et discussion

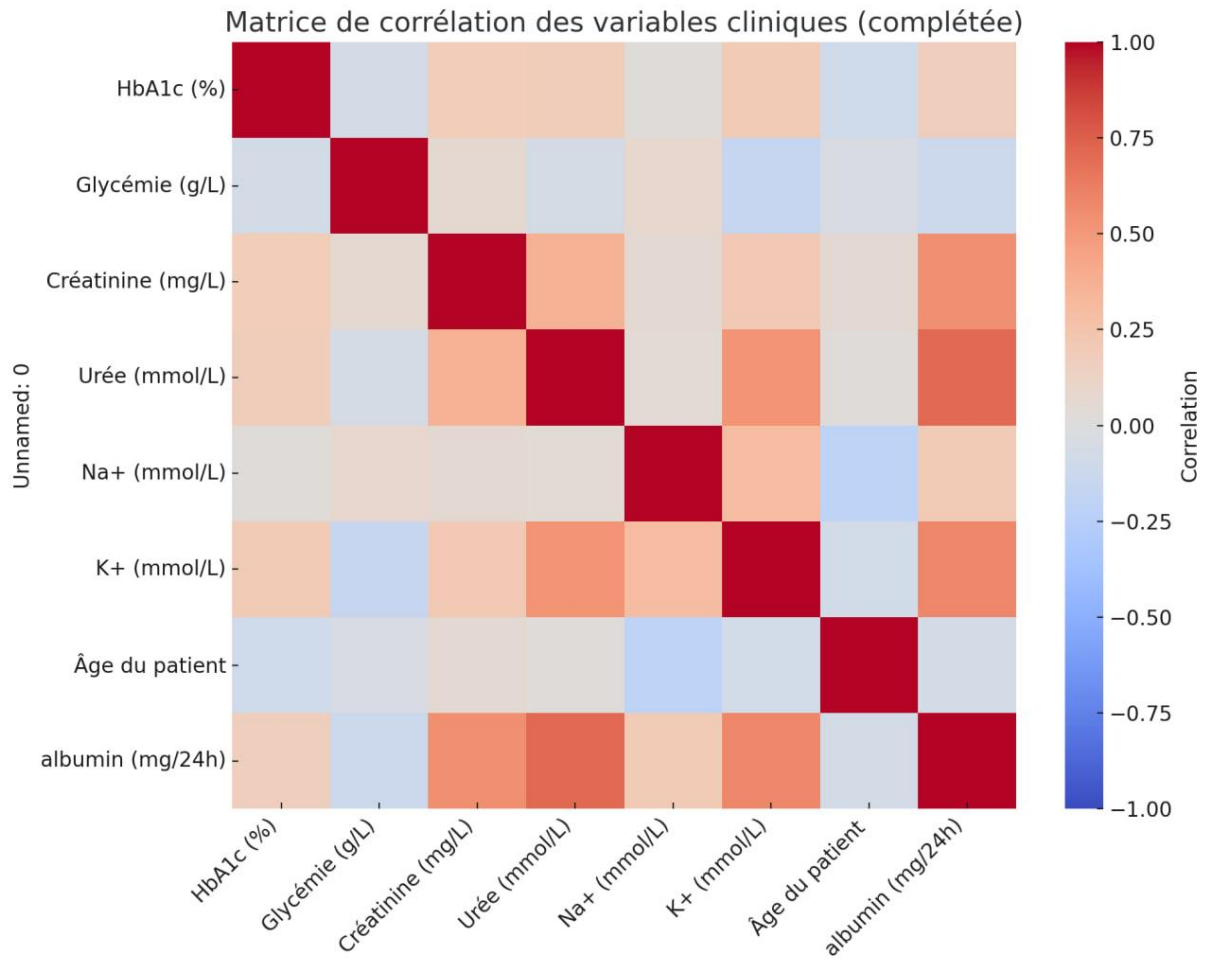


Figure 4 : Matrice de corrélation complète (graphique en *heatmap*)

Chapitre III : Résultats et discussion

3.2. Discussion

3.2.1. Validité et limites du dosage de l'HbA1c chez les insuffisants rénaux

Chez les patients atteints d'insuffisance rénale chronique (IRC), la mesure de l'HbA1c est fréquemment utilisée pour évaluer le contrôle glycémique à long terme. Toutefois, sa validité devient de plus en plus discutée, notamment aux stades avancés de la maladie. Plusieurs facteurs propres à l'IRC influencent négativement la précision de cet indicateur. En premier lieu, la diminution de la durée de vie des globules rouges due à l'urémie ou aux traitements par érythropoïétine (ESA) entraîne une sous-estimation des taux réels d'HbA1c. Cette influence a été clairement démontrée par **Freedman et al. (2010)** qui ont observé une corrélation affaiblie entre l'HbA1c et la glycémie moyenne chez les patients avec un taux de filtration glomérulaire (GFR) réduit.

Selon **Limkunakul et al.(2019)**, des taux très bas d'HbA1c (<6.5%) ont parfois été associés à une augmentation de la mortalité chez les patients IRC avancés, probablement en lien avec des épisodes d'hypoglycémie non détectés par l'HbA1c, ou une altération du métabolisme glucidique liée à l'état inflammatoire chronique (**Limkunakul et al., 2019**).

En outre, **Zubair et al.(2019)** soulignent que l'HbA1c pourrait être sous-estimée en présence d'urémie élevée et d'un stress oxydatif important, ce qui est fréquent chez les patients dialysés. Cela remet en question son utilisation comme unique outil de suivi glycémique chez cette population (**Zubair et al., 2019**).

Ainsi, bien que l'HbA1c demeure un indicateur central dans la gestion du diabète, son interprétation chez les insuffisants rénaux doit être prudente. L'intégration d'autres marqueurs comme la glycémie capillaire, la fructosamine, ou même des marqueurs rénaux comme l'albuminurie et la créatinine pourrait améliorer la fiabilité de l'évaluation glycémique.

3.2.2.Corrélation entre le contrôle glycémique et la progression de l'IRC

Dans cette étude, une faible corrélation positive a été observée entre les valeurs de l'HbA1c et certains paramètres rénaux, notamment la créatinine ($r = 0,1853$) et l'urée ($r = 0,1759$), suggérant qu'une élévation du taux de glucose à long terme pourrait être associée à une dégradation progressive de la fonction rénale. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par **Sahu et al. (2018)**, qui ont démontré une corrélation statistiquement significative entre

Chapitre III : Résultats et discussion

l'HbA1c et des marqueurs rénaux comme l'urée, la créatinine et l'acide urique chez les patients atteints de néphropathie diabétique.

Par ailleurs, **Selvin et al. (2011)** ont montré que des taux élevés d'HbA1c étaient fortement associés au développement de la maladie rénale chronique (CKD) et à la progression vers des stades avancés, même chez des individus non diabétiques, avec un hazard ratio de 1,39 pour un $\text{HbA1c} \geq 6,5 \%$.

Cependant, la relation entre l'HbA1c et la progression de l'IRC n'est pas linéaire. Certaines études, comme celle de **Limkunakul et al. (2019)**, suggèrent que des taux très faibles d'HbA1c ($<6,5 \%$) pourraient également être associés à un risque accru de mortalité ou de progression rapide, en raison d'épisodes d'hypoglycémie fréquents ou d'un mauvais état nutritionnel chez les patients IRC avancés.

De plus, une étude observationnelle menée par **Anandh et al. (2019)** a révélé une corrélation positive significative entre l'HbA1c et le ratio albumine/créatinine urinaire (UACR) ($R^2 = 0.16$, $p = 0.0001$). Cela signifie que plus le contrôle glycémique est mauvais, plus l'albuminurie augmente, ce qui constitue un indicateur précoce de l'atteinte rénale chez les patients diabétiques. À l'inverse, une diminution de l'HbA1c pourrait potentiellement contribuer à ralentir l'évolution vers la néphropathie diabétique.

Par ailleurs, bien que peu d'études aient directement exploré la corrélation entre l'HbA1c et le ratio sodium/potassium urinaire (Na/K), les travaux de **Koo et al. (2018)** ont mis en évidence une association forte entre un Na/K élevé (≥ 2.96) et un risque accru de progression de l'IRC, avec un hazard ratio ajusté de 2.95 (IC 95 % : 1.56–5.81 ; $p < 0.001$). Ces résultats suggèrent qu'un déséquilibre électrolytique, souvent lié à des apports alimentaires inadaptés et un contrôle glycémique insuffisant, pourrait jouer un rôle indirect dans la dégradation de la fonction rénale chez les patients diabétiques.

Ces résultats soulignent l'importance de ne pas interpréter l'HbA1c de façon isolée, mais plutôt de l'intégrer dans un contexte clinique global, en tenant compte de la fonction rénale, des comorbidités, et des autres marqueurs biologiques.

Chapitre III : Résultats et discussion

3.2.3. Comparaison avec les études antérieures

Les résultats de notre étude montrent une faible mais significative corrélation entre l'HbA1c et certains marqueurs de la fonction rénale, tels que la créatinine et l'urée. Cette observation rejoint les données rapportées par **Sahu. (2018)**, qui ont mis en évidence une corrélation linéaire positive entre l'HbA1c et des biomarqueurs rénaux (créatinine, urée, acide urique) chez les patients présentant une néphropathie diabétique.

En revanche, d'autres études ont montré des résultats plus nuancés. Par exemple, **Limkunakul et al. (2019)** ont constaté qu'il n'existait pas de lien significatif entre l'HbA1c et le risque de progression vers l'insuffisance rénale terminale (ESKD) ou la mortalité, chez des patients IRC avancés. Ils suggèrent que l'HbA1c pourrait ne pas refléter fidèlement l'état glycémique dans ce contexte spécifique.

De plus, notre observation d'une très faible corrélation négative entre l'HbA1c et la glycémie ponctuelle corrobore les limites de l'HbA1c en tant que reflet du contrôle glycémique immédiat, comme le soulignent également **Selvin et al. (2011)**. Ces auteurs insistent sur l'importance de considérer l'HbA1c comme un indicateur de tendance à long terme, tout en prenant en compte les fluctuations de la glycémie à jeun ou postprandiale.

Ainsi, bien que nos résultats soient globalement cohérents avec la littérature, ils confirment également la nécessité d'adapter l'interprétation de l'HbA1c selon le profil rénal du patient, et de recourir à une évaluation multidimensionnelle dans le suivi glycémique.

3.2.4. Influence des traitements et des pathologies associées

La prise en charge du diabète de type 2 chez les patients atteints d'insuffisance rénale chronique (IRC) repose sur une approche individualisée qui tient compte des spécificités physiopathologiques de cette population (**Triozi et al., 2021**). Les antidiabétiques oraux tels que la metformine et les inhibiteurs du SGLT2 représentent des agents de première ligne, sous réserve d'une fonction rénale conservée ($\text{eGFR} > 30 \text{ mL/min/1,73 m}^2$), tandis que les agonistes des récepteurs GLP-1 sont recommandés en seconde intention pour leur impact favorable sur l'albuminurie et le risque cardiovasculaire. L'insulinothérapie reste essentielle dans les formes avancées ou mal contrôlées, bien que le risque d'hypoglycémie augmente à mesure que la fonction rénale se détériore, en raison de la clairance réduite de l'insuline. (**Triozi et al., 2021**)

Par ailleurs, les comorbidités fréquemment associées à l'IRC, notamment l'hypertension artérielle, imposent l'usage d'inhibiteurs du système rénine-angiotensine-aldostérone (RAAS),

Chapitre III : Résultats et discussion

qui ont démontré un effet protecteur rénal et cardiovasculaire (**Triozi et al., 2021**). Ces traitements, en modulant l'hémodynamique glomérulaire et les processus inflammatoires, peuvent indirectement influencer l'équilibre glycémique. Bien que la dyslipidémie soit également courante, son lien direct avec les variations de l'HbA1c reste peu documenté.

Enfin, bien que l'HbA1c demeure un marqueur central du contrôle glycémique, sa fiabilité peut être altérée chez les patients IRC avancés, du fait des modifications du renouvellement des globules rouges. Ainsi, l'interprétation des valeurs de l'HbA1c dans ce contexte requiert prudence, et pourrait être optimisée à l'avenir par des approches complémentaires telles que la surveillance continue de la glycémie ou l'usage de biomarqueurs alternatifs. (**Triozi et al., 2021**)

3.2.5. Recommandations pour l'optimisation du suivi glycémique des patients diabétiques IRC

À la lumière des résultats obtenus et des données issues de la littérature, il apparaît clairement que l'HbA1c, bien qu'étant un marqueur central du contrôle glycémique, présente des limites importantes chez les patients atteints d'insuffisance rénale chronique (IRC). Ces limites sont principalement dues à l'anémie, aux transfusions fréquentes, à l'utilisation d'érythropoïétine, ainsi qu'à une réduction de la durée de vie des globules rouges.

Limkunakul et al. (2019) recommandent une approche prudente dans l'interprétation des valeurs d'HbA1c chez les patients IRC avancés, et soulignent que des taux trop bas (<6,5%) peuvent être associés à une morbi-mortalité accrue, probablement en lien avec une hypoglycémie non détectée. De même, **Selvin et al. (2011)** insistent sur la nécessité d'interpréter l'HbA1c en tenant compte du contexte clinique, notamment chez les sujets non diabétiques mais à haut risque rénal.

Ainsi, plusieurs pistes peuvent être envisagées pour améliorer le suivi glycémique chez les patients diabétiques IRC :

- Associer le dosage de l'HbA1c à des mesures plus dynamiques comme la glycémie capillaire journalière ou postprandiale.
- Recourir à d'autres marqueurs comme la fructosamine, la glycémie moyenne estimée (eAG) ou la glycémie continue (CGM), surtout en cas d'IRC avancée.
- Évaluer simultanément les marqueurs rénaux (créatinine, urée, albuminurie) pour contextualiser les variations de l'HbA1c

Chapitre III : Résultats et discussion

- Adopter une approche individualisée du traitement, en évitant le contrôle glycémique intensif systématique chez les patients IRC âgés ou fragiles.

En somme, l'HbA1c reste un outil précieux, mais son utilisation optimale dans le cadre de l'IRC nécessite une interprétation prudente, contextualisée, et idéalement couplée à d'autres indicateurs de surveillance métabolique.



Conclusion et perspective

Conclusion et perspective

Cette étude met en évidence l'importance de l'évaluation de l'HbA1c chez les patients atteints de diabète et d'insuffisance rénale chronique (IRC). Les résultats, obtenus à partir de l'analyse de 80 patients suivis au service de transplantation d'organes et de tissus de Blida, ont révélé des variations significatives de l'HbA1c selon le stade de l'IRC, ainsi qu'une discordance avec d'autres marqueurs biologiques tels que la créatinine, l'urée, la glycémie à jeun et l'albuminurie. Ces constats suggèrent que l'HbA1c pourrait ne pas refléter fidèlement le contrôle glycémique réel chez les patients IRC, notamment aux stades avancés.

Sur le plan clinique, cela souligne la nécessité d'une approche plus globale du suivi glycémique. Se fonder uniquement sur l'HbA1c peut mener à des décisions thérapeutiques inappropriées. L'association avec d'autres indicateurs, comme la fructosamine ou la glycémie capillaire, devient essentielle pour adapter les traitements et prévenir les complications.

Malgré la pertinence de ces résultats, certaines limites doivent être mentionnées : taille d'échantillon réduite, étude rétrospective, absence de données détaillées sur les traitements. Ces éléments appellent à des recherches complémentaires, multicentriques et prospectives, pour confirmer et approfondir les observations.

Dans une perspective d'avenir, le recours à des outils innovants tels que la surveillance continue de la glycémie (CGM) ou les algorithmes prédictifs personnalisés pourrait améliorer significativement la prise en charge de ces patients. À ce titre, il est intéressant de noter que les valeurs de référence de l'HbA1c ont également évolué avec le temps, passant d'un seuil de 7,5 % dans les anciennes recommandations à la valeur actuelle de 6,5 %, adoptée aujourd'hui pour le diagnostic du diabète. Cette évolution témoigne des avancées dans la compréhension du lien entre contrôle glycémique et complications, notamment rénales.

Face à la complexité croissante des profils cliniques, en particulier chez les patients IRC, l'émergence future de marqueurs plus fiables, mieux adaptés aux altérations physiopathologiques, semble inévitable.

Les chercheurs de demain sauront-ils développer des outils capables de révolutionner le suivi du diabète dans ce contexte si particulier ?

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Reference bibliographique

- Anandh, U., Vaishnav, M., Thimmaiah, J., Muniraj, K., Harsha, R., Chikkamoga, M. K., Thyagaraj, B. D., Nath, V., Siddalingappa, C., & Sathyanarayana, S. (2019). MON-287 CORRELATION OF HBA1c AND URINE ALBUMIN CREATININE RATIO (UACR) WITH RENAL AND CARDIOVASCULAR HEALTH RISK FACTORS IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS. *Kidney International Reports*, 4(7), S416–S417. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2019.05.1095>
- Banday, M. Z., Sameer, A. S., & Nissar, S. (2020). Pathophysiology of diabetes: An overview. *Avicenna Journal of Medicine*, 10(04), 174–188. https://doi.org/10.4103/ajm.ajm_53_20
- Bourquin, V., & Martin, P. (2006). *Insuffisance rénale chronique : prise en charge*. 794–803.
- Chaila, M. Z., Viniegra, M., Gagliardino, J. J., Martínez, A., Simesen de Bielke, M. G., Frusti, M., Monaco, L., Salgado, P., Buso, C., Gonzalez, C. D., & Commendatore, V. F. (2022). Glycated Hemoglobin Measurement: Comparison of Three Methods Versus High Performance Liquid Chromatography. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 16(3), 724–731. <https://doi.org/10.1177/1932296821997179>
- Collin de l'Hortet, G. (2018). Physiopathologie du diabète. *Soins; La Revue de Reference Infirmiere*, 24(4), 7–10. [https://doi.org/10.1016/s1773-035x\(18\)30145-x](https://doi.org/10.1016/s1773-035x(18)30145-x)
- Dildar, S., Imran, S., & Naz, F. (2021). Method comparison of Particle Enhanced Immunoturbidimetry (PEIT) with High Performance Liquid Chromatography (HPLC) for glycated hemoglobin (HbA1c) analysis. *Clinical Diabetes and Endocrinology*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/s40842-021-00123-w>
- Dimeski, G., Badrick, T., & John, A. S. (2010). Ion Selective Electrodes (ISEs) and interferences-A review. *Clinica Chimica Acta*, 411(5–6), 309–317. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2009.12.005>
- Émile, C. (2019). Dépistage des complications du diabète. *Option/Bio*, 29(597–598), 27–29. [https://doi.org/10.1016/S0992-5945\(19\)30118-7](https://doi.org/10.1016/S0992-5945(19)30118-7)
- Éry, F. F., & Aquot, N. P. (2005). *ETIOPATHOGÉNIE ET PHYSIOPATHOLOGIE DU DIABÈTE DE TYPE 2. I*, 361–368.
- Faghir-Ganji, M., Abdolmohammadi, N., Nikbina, M., Amanollahi, A., Ansari-Moghaddam, A., Khezri, R., & Baradaran, H. (2024). Prevalence of Anemia in Patients with Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biomedical and Environmental Sciences*, 37(1), 96–107. <https://doi.org/10.3967/bes2024.008>

Reference bibliographique

- Fagot-Campagna, A., Romon, I., Fosse, S., & Roudier, C. (2010). Prévalence et incidence du diabète, et mortalité liée au diabète en France. *Synthèse Épidémiologique. Institut de Veille Sanitaire*.
- France, E. (2019). *Le diabète gestationnel*. 57–59.
- Freedman, B. I., Shihabi, Z. K., Andries, L., Cardona, C. Y., Peacock, T. P., Byers, J. R., Russell, G. B., Stratta, R. J., & Bleyer, A. J. (2010). Relationship between assays of glycemia in diabetic subjects with advanced chronic kidney disease. *American Journal of Nephrology*, 31(5), 375–379. <https://doi.org/10.1159/000287561>
- Gariani, K., De Seigneux, S., Pechère-Bertschi, A., Philippe, J., & Martin, P. Y. (2012). Néphropathie diabétique. *Revue Médicale Suisse*, 8(330), 473–479. <https://doi.org/10.53738/revmed.2012.8.330.0473>
- Goldberg, R. J., Ye, C., Sermer, M., Connelly, P. W., Hanley, A. J., Zinman, B., & Retnakaran, R. (2013). Predictors and Clinical Implications of a False Negative Glucose Challenge Test in Pregnancy. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 35(10), 889–898. [https://doi.org/10.1016/S1701-2163\(15\)30810-0](https://doi.org/10.1016/S1701-2163(15)30810-0)
- Grantham, N. M., Magliano, D. J., Tanamas, S. K., Söderberg, S., Schlaich, M. P., & Shaw, J. E. (2013). Higher heart rate increases risk of diabetes among men: The Australian Diabetes Obesity and Lifestyle (AusDiab) Study. *Diabetic Medicine*, 30(4), 421–427.
- Gueutin, V., Gauthier, M., Cazenave, M., & Izzedine, H. (2014). Diabetic nephropathy: Emerging treatments. *Nephrologie et Thérapeutique*, 10(4), 210–215. <https://doi.org/10.1016/j.nephro.2014.02.004>
- Ha, M. T., Dao, T. T., & Nguyen, T. A. (2024). Assessing fructosamine and fructosamine-albumin ratio in type 2 diabetic outpatients with chronic kidney disease. *Endocrine and Metabolic Science*, 15(December 2023), 100175. <https://doi.org/10.1016/j.endmts.2024.100175>
- Hierso, J. C., Collange, E., & Lucas, D. (2002). Le dosage de l'urée: Méthode enzymatique. *Actualité Chimique*, 7, 24–27.
- Hojjat, M. M., & Abrams, D. (2015). Evaluation of the determination of free urea in water-soluble liquid fertilizers containing urea and ureaforms by urease and HPLC methods. *Journal of AOAC International*, 98(6), 1475–1482. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.15-150>
- Hu, R., Zhao, Z., Xie, L., Ma, Z., Wu, W., & Li, S. (2025). *Global , regional , and national burden of chronic kidney disease due to diabetes mellitus type 2 from 1990 to 2021 , with projections to 2036 : a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021*. February, 1–13.

Reference bibliographique

<https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1531811>

- Karami, A., & Baradaran, A. (2014). Comparative evaluation of three different methods for HbA 1c measurement with High-performance liquid chromatography in diabetic patients . *Advanced Biomedical Research*, 3(1), 94. <https://doi.org/10.4103/2277-9175.129364>
- Koo, H., Hwang, S., Kim, T. H., Kang, S. W., Oh, K. H., Ahn, C., & Kim, Y. H. (2018). The ratio of urinary sodium and potassium and chronic kidney disease progression Results from the Korean Cohort Study for Outcomes in Patients with Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD). *Medicine (United States)*, 97(44). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000012820>
- Kuritzky, L., Toto, R., & Buren, P. Van. (2011). *Identification and Management of Albuminuria in the Primary Care Setting*. 13(6). <https://doi.org/10.1111/j.1751-7176.2010.00424.x>
- LE, V., Misquith, A., Rangareddy, H., Maria, L., Stankovic, J., & Srinivasaiah, A. (2024). Effect of Total Hemoglobin on Glycated Hemoglobin (HbA1c) in Type 2 Diabetes Mellitus. *National Board of Examinations Journal of Medical Sciences*, 2(5), 448–457. <https://doi.org/10.61770/nbejms.2024.v02.i05.005>
- Lee, H., Park, G., & Khang, A. R. (2023). Factors Associated with Diabetic Complication Index among Type 2 Diabetes Patients: Focusing on Regular Outpatient Follow-up and HbA1c Variability. *Asian Nursing Research*, 17(5), 259–268. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2023.11.004>
- Levey, A. S., Inker, L. A., & Coresh, J. (2014). GFR estimation: From physiology to public health. *American Journal of Kidney Diseases*, 63(5), 820–834. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2013.12.006>
- Li, J. H., Luo, J. F., Jiang, Y., Ma, Y. J., Ji, Y. Q., Zhu, G. L., Zhou, C., Chu, H. W., & Zhang, H. De. (2019). Red Blood Cell Lifespan Shortening in Patients with Early-Stage Chronic Kidney Disease. *Kidney and Blood Pressure Research*, 44(5), 1158–1165. <https://doi.org/10.1159/000502525>
- Limkunakul, C., de Boer, I. H., Kestenbaum, B. R., Himmelfarb, J., Ikizler, T. A., & Robinson-Cohen, C. (2019). The association of glycated hemoglobin with mortality and ESKD among persons with diabetes and chronic kidney disease. *Journal of Diabetes and Its Complications*, 33(4), 296–301. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2018.12.010>
- Ling, J., Ng, J. K. C. C., Lau, E. S. H., Ma, R. C. W., Kong, A. P. S., Luk, A. O. Y., Kwok, J. S. S., Szeto, C. C., Chan, J. C. N., & Chow, E. (2022). Continuous Glucose Monitoring Metrics in the Assessment of Glycemia in Moderate-to-Advanced CKD in Diabetes. *Kidney International Reports*, 7(6), 1354–1363. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2022.03.029>

Reference bibliographique

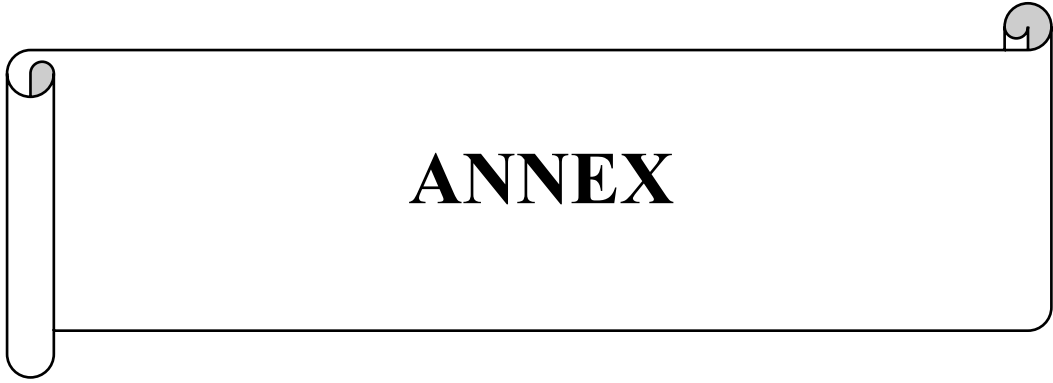
- Marshall, J., Jennings, P., Scott, A., Fluck, R. J., & McIntyre, C. W. (2003). Glycemic control in diabetic CAPD patients assessed by continuous glucose monitoring system (CGMS). *Kidney International*, 64(4), 1480–1486. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2003.00209.x>
- Martin, P., Pechère, A., Burnier, M., & Guessous, I. (2010). *Insuffisance rénale chronique : attitudes et pratiques de dépistages en l'absence d'études randomisées*. 1400–1404.
- Mohammed Iqbal, C., Ashraf, T., & Buckley, A. J. (2023). Fructosamine as a predictor of incident diabetic microvascular disease in a population with high prevalence of red cell disorders: A cohort study. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 203(July), 110873. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2023.110873>
- Montpellier, U. De. (2024). *Version of Record*: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1773224724000935>.
- Niskar, A. S., Paschal, D. C., Kieszak, S. M., Flegal, K. M., Bowman, B., Gunter, E. W., Pirkle, J. L., Rubin, C., Sampson, E. J., & McGeehin, M. (2003). Serum selenium levels in the US population: Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Biological Trace Element Research*, 91(1), 1–10. <https://doi.org/10.1385/BTER:91:1:1>
- Ouedraogo, M., Ouedraogo, S. M., Birba, E., & Drabo, Y. J. (2000). *COMPLICATIONS AIGUËS DU DIABETE SUCRE AU CENTRE HOSPITALIER NATIONAL YALGADO OUEDRAOGO*. 47(12).
- P. Gillery, G. Hue, M. Bordas-Fonfrède, J.-P. Chapelle, P. Drouin, C. Lévy-Marchal, C. Périer, J.-L. Sélam, G. Slama, C. Thivolet, B. Vialettes, L. central de, biochimie, Hôpital Robert-Debré, C., & Reims. (2000). Dosage de l'hémoglobine A1C et hémoglobinopathies : problèmes posés et conduite à tenir Problèmes physiopathologiques liés à une hémoglobinopathie. *Annales de Biologie Clinique*, 58(4), 425–429.
- Report, A., & Consultation, W. H. O. (2011). Use of glycated haemoglobin (HbA1c) in the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 93(3), 299–309. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2011.03.012>
- Rhee, C. M., Gianchandani, R. Y., Kerr, D., Philis-Tsimikas, A., Kovesdy, C. P., Stanton, R. C., Drincic, A. T., Galindo, R. J., Kalantar-Zadeh, K., Neumiller, J. J., de Boer, I. H., Lind, M., Kim, S. H., Ayers, A. T., Ho, C. N., Aaron, R. E., Tian, T., & Klonoff, D. C. (2024). Consensus Report on the Use of Continuous Glucose Monitoring in Chronic Kidney Disease and Diabetes. *Journal of Diabetes Science and Technology*. <https://doi.org/10.1177/19322968241292041>

Reference bibliographique

- Sahu, J. K. (2018). *Correlation of Renal Profile with HbA1c in Chronic Diabetes Patients . Section : Biochemistry. 4*, 16–18.
- Selvin, E., Ning, Y., Steffes, M. W., Bash, L. D., Klein, R., Wong, T. Y., Astor, B. C., Sharrett, A. R., Brancati, F. L., & Coresh, J. (2011). Glycated hemoglobin and the risk of kidney disease and retinopathy in adults with and without diabetes. *Diabetes*, 60(1), 298–305. <https://doi.org/10.2337/db10-1198>
- Sherwani, S. I., Khan, H. A., Ekhzaimy, A., Masood, A., & Sakharkar, M. K. (2016). Significance of HbA1c test in diagnosis and prognosis of diabetic patients. *Biomarker Insights*, 11, BMI-S38440.
- Sucre, T. E., Ada, P. A. R. L., & Oms, E. T. L. (1999). Diagnostic Et Classification Les Nouveaux Crite` Res Du Diabe` Te Sucre` P. In *Diabetes & Metabolism*. <https://www.sfdiabet.org/sites/www.sfdiabet.org/files/files/ressources/diabetesucre.pdf>
- Toyoshima, M. T. K., Cukier, P., Damascena, A. S., Batista, R. L., Correa, F. de A., Kawahara, E. Z., Minanni, C. A., Hoff, A. O., & Nery, M. (2023). Fructosamine and glycated hemoglobin as biomarkers of glycemic control in people with type 2 diabetes mellitus and cancer (GlicoOnco study). *Clinics*, 78(June). <https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2023.100240>
- Triozzi, J. L., Gregg, L. P., Virani, S. S., Navaneethan, S. D., L, P. G., & Ss, V. (2021). *Management of type 2 diabetes in chronic kidney disease*. 1–11. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2021-002300>
- Webster, A. C., Nagler, E. V, Morton, R. L., & Masson, P. (2016). *Maladie rénale chronique S é minaire*. 1–15.
- Weekers, L., Scheen, A. J., & Rorive, G. (2003). Prévention de la néphropathie diabétique: De la microalbuminurie à l'insuffisance rénale terminale. *Revue Medicale de Liege*, 58(5), 297–306.
- Wright, J. J., Hu, J. R., Shajani-Yi, Z., & Bao, S. (2019). Use of Continuous Glucose Monitoring Leads to Diagnosis of Hemoglobin C Trait In a Patient with Discrepant Hemoglobin A1C and Self-Monitored Blood Glucose. *AACE Clinical Case Reports*, 5(1), e31–e34. <https://doi.org/10.4158/ACCR-2018-0149>
- Younes, N., Cleary, P. A., Steffes, M. W., De Boer, I. H., Molitch, M. E., Rutledge, B. N., Lachin, J. M., & Dahms, W. (2010). Comparison of urinary albumin-creatinine ratio and albumin excretion rate in the diabetes control and complications trial/epidemiology of diabetes interventions and complications study. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 5(7), 1235–1242. <https://doi.org/10.2215/CJN.07901109>

Reference bibliographique

- Zanchi, A., Cherpillod, A., Pitteloud, N., Burnier, M., & Pruijm, M. (2002). *Insuffisance rénale et diabète : les précautions à prendre*. 100–104.
- Zanfardino, A., Ozen, G., Ippolito, G., Roberti, D., Perrotta, S., Iafusco, D., Miraglia, E., Zanfardino, A., Ozen, G., Ippolito, G., Roberti, D., & Perrotta, S. (2025). Characterisation of transfusion-dependent prediabetes using continuous glucose monitoring : the Haemoglycare study. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 112076. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2025.112076>
- Zubair, M., Malik, A., & Ahmad, J. (2019). Correlation of HbA1c and S. creatinine along with microbiological profiling of infected ulcers; cases of diabetic patients. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 13(1), 30–34. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2018.08.011>



Annex

▪ Lieu de stage



Figure : service de Transplantation d'Organes et de Tissus (TOT) à Blida (origine 2025)

▪ Prélèvement

1. Le jeûne préalable :

Les prélèvements sanguins sont réalisés à jeun entre 8 h et 12 h.

2. Mode de prélèvement :

Ils sont effectués par une ponction veineuse, en général au pli du coude, et parfois à partir du circuit d'hémodialyse



Figure : mode de prélèvement (Origine 2025)

3. Types de tubes utilisés :

- **Tubes héparinés** : utilisés pour la créatinine, l'urée et la glycémie.



Figure : tube héparinés (origine 2025)

- **Tubes secs** : utilisés pour l'ionogramme.



Figure: tube sec (origine 2025)

Remarque importante : il faut retirer le garrot avant le prélèvement pour éviter une élévation artificielle du potassium.



Annex

- **Tubes avec EDTA** : utilisés pour l'HbA1c.



Figure : tube EDTA (origine 2025)

4. Traitement pré-analytique des échantillons :

- Les tubes héparinés sont soumis à une centrifugation.



Figure : centrifugation (origine 2025)

- Les tubes secs subissent une légère agitation avant les analyses hématologiques.

a. Dosage de HbA1c

L'appareil utiliser : HumaMeter A1c



Figure : l'appareil de l'HbA1c (origine 2025)

Réactif utiliser :

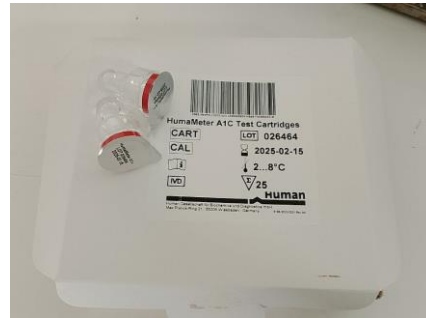


Figure : réactif HumaMeter A1c (origine 2025)

b. Dosage de la Créatinine

• Matériel et Réactifs

- ✓ **Échantillon** : Plasma (tube hépariné)
- ✓ **Réactif 1** : Acide picrique (solution saturée)
- ✓ **Réactif 2** : Hydroxyde de sodium (NaOH)
- ✓ **Appareil** : Spectrophotomètre (Landwind)



Figure : Spectrophotomètre (origine 2025)

Dosage de glycémie

• Matériel et Réactifs

- ✓ **Échantillon** : Plasma hépariné
- ✓ **Réactif enzymatique** : Glucose Oxydase - Peroxydase (GOD-POD)

Annex

- ✓ **Appareil** : Automate Dia-system CDT240

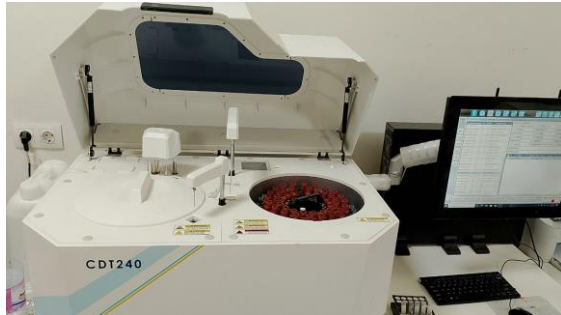


Figure: Automate Dia-system CDT240 (origine 2025)

- **Dosage de l'Urée**
 - **Matériel et Réactifs**
 - ✓ **Échantillon** : Plasma hépariné
 - ✓ **Réactif enzymatique** : Uréase
 - ✓ **Appareil** : Automate biochimique (Diasystem CDT240)



Figure : automate Biochimique (origine 2025)

- **Dosage de l'ionogramme**
 - **Matériel et Réactifs**
 - ✓ **Échantillon** : Plasma hépariné
 - ✓ **Appareil** : Humalyte Plus 3



Figure : Humalyte Plus 3 (origine 2025)

- **Dosage de l'albuminurie**
- **Matériel nécessaire** :
 - ✓ **Échantillon d'urine collecté sur 24 heures, homogénéisé avant prélèvement (20 µL).**
 - ✓ **Réactif avec anticorps spécifiques à l'albumine.**
 - ✓ **Solution étalon (Standard).**
 - ✓ **Solution vide (Blank).**
 - ✓ **Spectrophotomètre.**
- **Partie resultats**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	HbA1c (%)	Glycémie (g)	Créatinine (r)	Urée (mmol/L)	Na+ (mmol/L)	K+ (mmol/L)	Âge du patie	albumin (mg/24h)	
HbA1c (%)		1	-0,0731092	0,18525706	0,17591828	0,02041969	0,19873045	-0,09461998	0,16993066
Glycémie (g)	-0,0731092		1	0,06974032	-0,05593347	0,08436264	-0,15682429	-0,03248724	-0,12369686
Créatinine (r)	0,18525706	0,06974032		1	0,37478515	0,05647935	0,21327433	0,05839707	0,55370771
Urée (mmol)	0,17591828	-0,05593347	0,37478515		1	0,03979416	0,52765342	0,01592351	0,71781034
Na+ (mmol/L)	0,02041969	0,08436264	0,05647935	0,03979416		1	0,30408737	-0,21062626	0,19932502
K+ (mmol/L)	0,19873045	-0,15682429	0,21327433	0,52765342	0,30408737		1	-0,08113215	0,58398482
Âge du patie	-0,09461998	-0,03248724	0,05839707	0,01592351	-0,21062626	-0,08113215		1	-0,07173784
albumin (mg)	0,16993066	-0,12369686	0,55370771	0,71781034	0,19932502	0,58398482	-0,07173784		1

Figure : tableau de corrélations



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة سعد داهلب بلدة 1
UNIVERSITE SAAD DAHLEB-BLIDA 1
FACULTE DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT BIOLOGIE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de master académique
Filière : sciences biologiques
Spécialité : Biochimie
THEME

**L'INTERET DE DOSAGE DU L' HEMOGLOBINE
GLYQUEE CHEZ LES PATIENTS DIABETIQUES
ATTEINTS D'UNE INSUFFISANCE RENALE**

Présenté par :

Melle GOURRI Ikram & Melle BOUACHERIA Ech chayma

Soutenance le : 08 /07/2025

Devant le jury composé de :

Mme TOUAIBIA	MCA	USDB1	Présidente
Mme DROUCHE	MCB	USDB1	Examinatrice
M. BOUDJELLA	Professeur	TOT	Promoteur
Mme BOULESNAM	Docteur	USDB1	Co-promotrice

Dr. Draouha
Imane

Année universitaire : 2024-2025