

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis  
Mostaganem  
Faculté des sciences De la nature et  
de la vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم  
كلية علوم الطبيعة والحياة

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

M<sup>lle</sup> BENMEHAL Nassima

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN BIOLOGIE**

**Spécialité : Biochimie Appliquée**

**THEME**

*Les désordres minéraux et osseux chez les hémodialysés*

Soutenue publiquement le 03 /07/2022

DEVANT LE JURY

Présidente :	Mme. HANNIA A	MCA	U.Mostaganem
Examineur :	M. BENABDELMOUMENE Dj	MCA	U.Mostaganem
Encadreur :	M. DAHMOUNI S	MAA	U.Mostaganem
Co-Encadreur :	Mme. BENGHARBI Z	MCB	U.Mostaganem

Année universitaire : 2021-2022

## **Remerciements**

*Je remercie tout d'abord, le Dieu, le tout puissant qui m'a donné la force, la volonté pour accomplir ses 5 années d'étude, d'entamer et de terminer ce mémoire*

*Ma plus grande gratitude s'adresse à mon encadreur Monsieur DAHMOUNI S qui n'a pas cessé de m'orienter au long de ce travail, je vous remercie pour votre disponibilité, vos orientations et vos qualité de l'encadrement.*

*Je tiens à remercier tous les membres du Jury. Mme HANNIA qui a acceptée de juger ce travail comme présidente du jury. Monsieur BENABDELMOUMENE Dj qui n'a pas cessé de m'orienter au long de ce travail et m'avoir honoré en acceptant d'être examinateur du jury. Mme BENGHARBI Z de m'avoir honoré en acceptant d'en être Co-Encadrante.*

*Je tiens à remercier également tous les membres de l'équipe pédagogique et aux professeurs de la faculté de biologie qui ont contribué à nos formations et l'ensemble du personnel du service d'hémodialyse à l'EPH de Mostaganem qui ont accompagnés durant mon stage*

*À tous les hémodialysés, Puisse Dieu le tout puissant vous garder très longtemps en bonne santé.*

## Dédicace

*Je dédie ce travail*

*A l'être le plus cher dans ma vie ma mère, pour son soutien et ses conseils précieux tout au long de mes études. A Qui je souhaite une bonne santé.*

*A mon père, qui était toujours à mon côté pour me soutenir et m'encourager Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes chers frères Fouad, Mohamed amine, Nouredine*

*A tous les membres de ma merveilleuse famille.*

*Et sans oublier mes proches et mes amis qui m'ont toujours soutenu*

*et encouragé : Hadjira, Abderrahmane Hassen, Sara, Aicha*

*A tous ceux qui de près ou de loin qui m'aidé à mener ce travail.*

*Merci*

## Liste des abréviations

IRC : insuffisance rénale chronique

ODR : ostéodystrophie rénale

CHU : centre hospitalier universitaire

PA : pression artérielle

p H : potentiel hydrogène

EPO : érythropoïétine

DFG : débit de filtration glomérulaire

SRAA : système rénine -angiotensine -aldostérone

PTH : la parathormone

FAV: fistule artérioveineuse

KDIGO : Kidney Disease Improving Global.

HTA : Hypertension artérielle

SLED : sustained low efficiency dialysis.

IMC : Indice de masse corporelle

1,25(OH)<sub>2</sub> D : 1,25dihydroxyvitamine D

HPT : hyperparathyroïdie secondaire

PTX : parathyroïdectomie

FGF23 : facteur 23 de croissance du fibroblaste.

HMD : service d'hémodialyse

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : les six stades évolutifs de L'IRC.....	10
<b>Tableau 2</b> : diagnostic et traitements des principales anomalies biologiques .....	15
<b>Anomalie biologiques</b> .....	15
<b>Tableau 3</b> : Composition dialysat .....	21
<b>Tableau 4</b> : Composants du réactif des dosages .....	23
<b>Tableau 5</b> : les normes des taux plasmatiques des différents paramètres biochimiques étudiés. ....	25

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Appareil urinaire .....	2
<b>Figure 2</b> : Anatomie du rein .....	3
<b>Figure 3</b> : Structure du néphron .....	4
<b>Figure 4</b> : représentation schématique de néphron .....	4
<b>Figure 5</b> : les trois fonctions principales de chaque néphron .....	5
<b>Figure 6</b> : réabsorption par les cellules du tubule contourné proximale .....	6
<b>Figure 7</b> : régulation de la synthèse d'érythropoïétine.....	7
<b>Figure 8</b> : Biosynthèse de la vitamine D .....	8
<b>Figure 9</b> : La fonction des reins dans le maintien de l'homéostasie .....	9
<b>Figure 10</b> : L'interrelations du rein dans l'hyperparathyroïdie urémique.....	12
<b>Figure 11</b> : Fistule De BRESCIA ET CIMINO.....	16
<b>Figure 12</b> : la voie veineuse centrale de longue durée type PICC .....	16
<b>Figure 13</b> : Technique d'hémodialyse.....	17
<b>Figure14</b> : technique de la dialyse péritonéale .....	18
<b>Figure 15</b> : Fresenius 4008H Hemodialysis Machine.....	20
<b>Figure 16</b> : Une héparine à bas poids moléculaire .....	21
<b>Figure 17</b> : Le circuit extracorporel ; les aiguilles ; l'hémodialyseur.....	22
<b>Figure 18</b> : Répartition de la population des hémodialysés selon le sexe et tranche d'âge.....	26
<b>Figure 19</b> : Répartition de la population des hémodialysés selon l'IMC .....	27
<b>Figure 20</b> : Répartition des hémodialysés selon la date de début d'hémodialyse .....	28
<b>Figure 21</b> : Répartition des hémodialysés selon la néphropathie en cause .....	29
<b>Figure 23</b> : dosage de la phosphorémie selon les tranches d'âges chez les femmes et les hommes hémodialysés. ....	31
<b>Figure 24</b> : le taux de la vitamine D selon les tranches d'âges chez les femmes et les hommes hémodialysés .....	32
<b>Figure 25</b> : le taux de la Parathormone selon les tranches d'âges en hyperparathyroïdie secondaire chez les femmes et les hommes hémodialysés.....	33
<b>Figure 26</b> : Valeurs moyennes de la Kaliémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommes hémodialysés .....	34
<b>Figure 27</b> : Valeurs moyennes de la Naterémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommeshémodialysés.....	35

## **Résumé**

Au stade ultime de l'évolution de l'insuffisance rénale chronique (IRC), le rein n'est plus capable d'éliminer les toxines, un traitement de suppléance est nécessaire pour palier au dysfonctionnement des reins : la dialyse.

Le désordre minéral-osseux associé à l'IRC est très fréquente chez les hémodialysés. La présente étude vise à évaluer l'état phosphocalcique des patients insuffisant rénaux chronique et sous dialyse dans le but de contribuer à une meilleure prise en charge de cette affection à partir des dosages de la calcémie, la phosphémie, la 25-OH vit D, la parathormone (PTH), l'ionogramme sanguin chez 30 patients hémodialysée âgés de 20 à 85 ans. Les résultats de cette étude étaient caractérisés par la prédominance féminine (56%) que les hommes (43%), les perturbations du métabolisme phosphocalcique étaient marquées par une hyperparathyroïdie secondaire (HPT) a été observée chez tous nos patients hémodialysés en raison de facteurs présents l'hyperphosphatémie observée en moyenne (57.30 mg/l), l'hypocalcémie (75.16 mg/l), une insuffisance ou déficit en vitamine D en moyenne (25.76 ng/ml), l'altération intrinsèque des glandes parathyroïdes, ce qui augmente la sécrétion de PTH . Malgré la qualité d'épuration et l'efficacité du traitement, il entraîne aussi, des altérations hydro électrolytiques les plus fréquentes chez les patients hémodialysés sont l'hyperkaliémie et l'hyponatrémie.

**Mots clés :** IRC ; Hémodialyse ; Bilan phosphocalcique ; Le désordre minéral-osseux ; Hyperparathyroïdie secondaire.

## **Abstract**

At the final stage of the evolution of chronic renal insufficiency , the kidney is no longer able to eliminate toxins, a replacement treatment is necessary to overcome the dysfunction of the kidneys :dialysis.

The mineral-bone disorders associated with CRI is very common in hemodialysis patients. The present study aims to evaluate the phosphocalcium status of patients with chronic renal insufficiency and on dialysis in order to contribute to better management of this condition from the assays of serum calcium , phosphormia , 25-OH vit D , parathyroid hormone (PTH) , blood ionogram in 30 hemodialysis patients aged 20 to 85 years . The results of this study were characterized by the female predominance (56.6 %) than men (43 %), disruptions of phosphocalcium metabolism were marked by secondary hyperparathyroidism was observed in all our hemodialysis patients due to factors present hyperphosphatemia observed on average (57.30 mg/l) , hypocalcemia (75.16 mg/l) , vitamin D insufficiency or deficiency on average (25.76 ng/ml) , intrinsic alteration of the Parathyroid glands, which increases the secretion of PTH . Despite the quality of purification and the effectiveness of the treatment , It also leads to the most frequent Hydroelectrolytic alterations in hemodialysis patients are hyperkalemia and hyponatremia.

**Keywords** :CRI ;Hemodialysis ;phosphocalcium balance ; secondary hyperparathyroidism ; Mineral-bone disorder .

## Table des matières

Liste des abréviations.....	c
Liste des tableaux.....	d
Liste des figures.....	e
Introduction générale .....	1

### Partie théorique

#### Chapitre 1: anatomie et physiologie rénale

1.1 L'appareil urinaire .....	2
1.2 Anatomie externe du rein .....	2
1.3 Anatomie interne du rein.....	3
1.4 Le néphron.....	4
1.5 Fonctions des néphrons .....	5
1.5.1 La filtration glomérulaire .....	5
1.5.2 La réabsorption tubulaire .....	5
1.5.3 La sécrétion tubulaire.....	6
1.6 Les fonctions des reins .....	6
1.6.1 Sécrétion de l'érythropoïétine (EPO).....	6
1.6.2 Régulation de pression artérielle (PA).....	7
1.6.3 Transformation de la vitamine D dans sa forme active : .....	7
1.6.4 Maintien de la constante du milieu intérieur .....	8
1.6.5 Fonction métabolique.....	9
1.6.6 Elimination des déchets .....	9

#### Chapitre 2 : L'insuffisance rénale chronique et l'hémodialyse

2.1 Classification de L'IRC .....	10
2.2 Mécanismes de la progression.....	11
2.3 Etiologie .....	11
2.4 Les Manifestation biologiques et complications de L'IRC. ....	11

2.4.1	Les troubles phosphocalciques .....	11
2.4.2	Les troubles hydro-électrolytiques .....	13
2.4.3	Manifestations osseuses .....	14
2.4.4	Manifestations hématologiques .....	14
2.4.5	Manifestations cardiovasculaires.....	14
2.5	Les traitements de suppléance : .....	16
2.5.1	L'Hémodialyse .....	16
2.5.2	La fistule artério-veineuse.....	16
2.5.3	Technique d'hémodialyse .....	17
2.5.4	La Dialyse Péritonéale .....	18

### **Chapitre 3 : Matériels et méthodes**

3.1	Problématique.....	19
3.2	Objectifs .....	19
3.3	Population Etudiée.....	19
3.4	Le matériel.....	20
3.5	Méthodes de dosages .....	23
3.5.1	Dosage de la phosphatémie .....	23
3.5.2	Dosage de la calcémie.....	24
3.5.3	Dosage la parathormone (PTH 1-84).....	24
3.5.4	Dosage de la 25-(OH) D .....	24
3.6	Analyse statistique .....	25

### **Chapitre 4 : Résultats et discussions**

4.1	Répartition de la population des hémodialysés selon le sexe et tranche d'âge. ....	26
4.2	La relation entre l'indice de masse corporelle (IMC) et la population des hémodialysés étudiée.....	27
4.3	Répartition des hémodialysés en fonction de la durée en hémodialyse .....	28
4.4	Répartition des hémodialysés selon la néphropathie en cause .....	29

4.5	Dosage de la calcémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommes hémodialysés.....	30
4.6	Dosage de la phosphorémie selon les tranches d'âges chez les femmes et les hommes hémodialysés.....	31
4.7	Le taux de la vitamine D selon les tranches d'âges chez les femmes et les hommes hémodialysés.....	32
4.8	Le taux de la Parathormone selon les tranches d'âges en hyperparathyroïdie secondaire chez les femmes et les hommes hémodialysés.....	33
4.9	Valeurs moyennes de la Kaliémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommes hémodialysés.....	34
4.10	Valeurs moyennes de la Natrémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommes hémodialysés. ....	35
	<b>Discussion générale .....</b>	<b>37</b>
	<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>

## **Introduction générale**

L'insuffisance rénale chronique est un problème majeur de santé publique si l'on considère ses retombées négatives sur la morbidité et la mortalité. La prévalence de l'IRC augmente sans cesse, principalement en raison des maladies associées au vieillissement de la population, de l'hypertension et des pathologies métaboliques qui endommagent les reins mondialement, environ 1,8 million de personnes souffrant d'IRC sont actuellement suivies en dialyse ou ont eu une transplantation rénale. Au Algérie, il est estimé qu'environ 3500 nouveaux cas d'insuffisance rénale sont enregistrés chaque année dont 10000 patients sont traités par hémodialyse dans 230 centres.

Les troubles phosphocalciques sont fréquents en hémodialyse chronique. Ils commencent à s'installer dès que le débit de filtration glomérulaire devient inférieur à 60 ml/min/1,73m<sup>2</sup> et sont regroupés sous le nom d'hyperparathyroïdie secondaire et d'ostéodystrophie rénale (ODR). Ils se caractérisent par des altérations structurelles de l'os et les calcifications extra-squelettiques. peu de travaux en Algérie sont intéressés à l'état du métabolisme phosphocalcique chez l'hémodialysés, ce qui a motivé la présente étude qui a pour objectif d'étudier les variations du calcium, du phosphore ,du sodium, du potassium, la vitamine D, et de la paratormone (PTH) dans le sang au cours de l'IRC afin de contribuer à une meilleure prise en charge de cette affection.

Ce travail s'articule autour de deux grandes parties :

La première partie, théorique, est composée de deux chapitres. Le premier s'intéresse à l'anatomie et physiologie rénale afin de bien comprendre le fonctionnement de cet organe, Le deuxième est consacré à l'insuffisance rénale comme maladie chronique chez les hémodialysés puis traitement de suppléance les différents types de dialyse.

La deuxième partie, pratique, possédant : matériels et méthodes, résultats obtenus et leurs discussions suivies d'une discussion générale.

Enfin dans la conclusion en exergue les données essentielles de ce travail.

# *Chapitre 1 : Anatomie Et Physiologie Rénale*

## Chapitre 1 : Anatomie et physiologie rénale

### 1.1 L'appareil urinaire

Le système urinaire joue un rôle central dans la régulation de la composition des liquides corporels (balance hydrique, électrolytique et acido-basique). Il assure également l'élimination des déchets métaboliques et des substances étrangères (composés chimiques toxiques, médicaments). Se compose :

- des reins qui assurent notamment la filtration du sang et la production de l'urine filtrés naturels du corps humain ;
- des uretères qui transportent les urines des reins jusqu'à la vessie ;
- de la vessie qui emmagasine les urines ;
- d'un urètre qui évacue les urines du corps.

L'ensemble est situé à l'extérieur de la cavité péritonéale, L'appareil urinaire se forme et commence à fonctionner avant la naissance (Tortora et Derrickson, 2010).

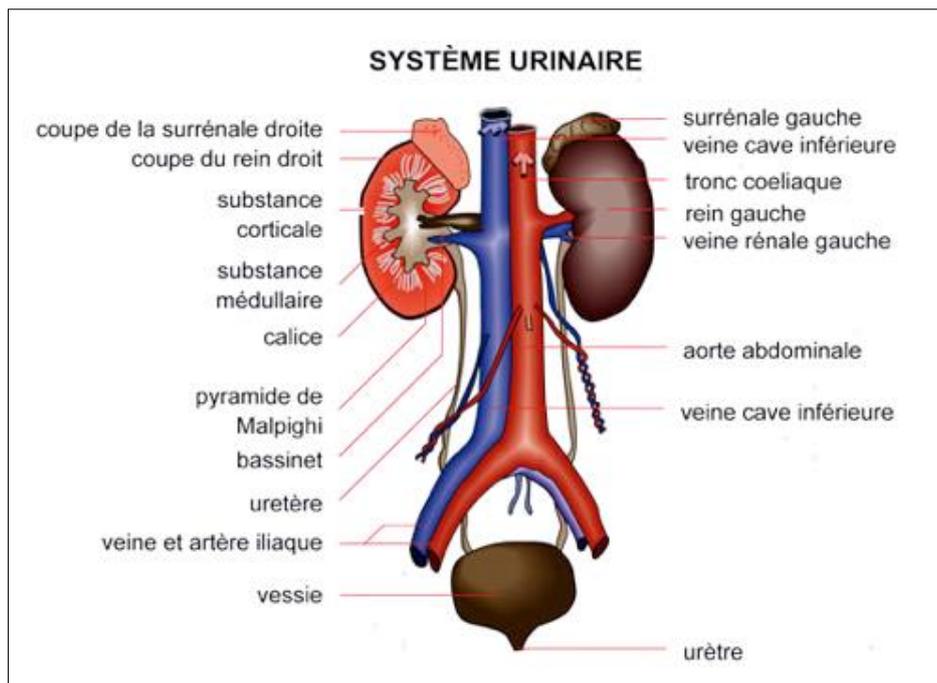


Figure 1 : Appareil urinaire (Tortora et Derrickson, 2010).

### 1.2 Anatomie externe du rein

Les reins humains sont deux organes rétro péritonéaux et para vertébraux pesant chacun environ 150 g. Leurs dimensions sont environ 11 à 12 cm de longueur (La hauteur de trois vertèbres sur les clichés radiologiques), 6 cm de largeur et 3 cm d'épaisseur .une capsule

## *Chapitre 1 : Anatomie et physiologie rénale*

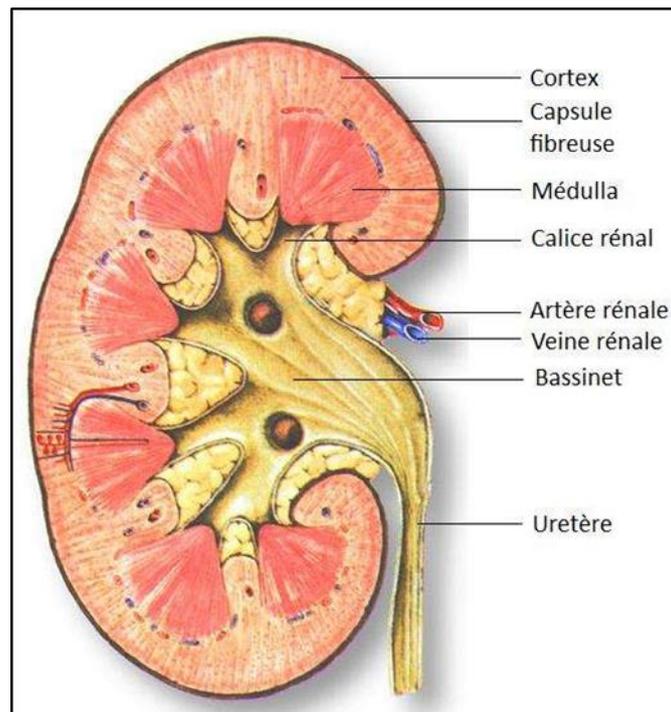
fibreuse et résistante entoure chaque rein. Le hile est situé à l'intérieur du rein et contient l'artère rénale, la veine rénale et le bassinet (**Gougoux, 2005**).

### **1.3 Anatomie interne du rein**

On peut distinguer trois régions : le cortex, la médullaire et le bassinet

Une coupe sagittale des reins montre une région externe d'environ 1 cm d'épaisseur, le cortex, entourant une région interne, la médullaire. Elle se divise en une médullaire externe et une médullaire interne, et la médullaire externe, en bandes externe et interne. Environ 12 pyramides composent la médullaire de chaque rein humain.

Une médullaire interne (médulla). Cette partie renferme des tubules microscopiques appelés néphrons. la base de ces structures coniques est située à la jonction corticomédullaire et le sommet forme une papille se projetant dans le bassinet (**Gougoux, 2005**).



**Figure 2:** Anatomie du rein (**Lahmile, 2015**).

### 1.4 Le néphron

Le néphron est l'unité structurelle et fonctionnelle du rein, Chaque rein humain compte environ un million de néphrons. Le nombre de néphrons est d'une grande variabilité, est fixé à la naissance. Il n'y a pas de néphrogenèse à l'âge adulte, Chaque néphron est composé d'un glomérule et d'un tubule (JULIE, 2009).

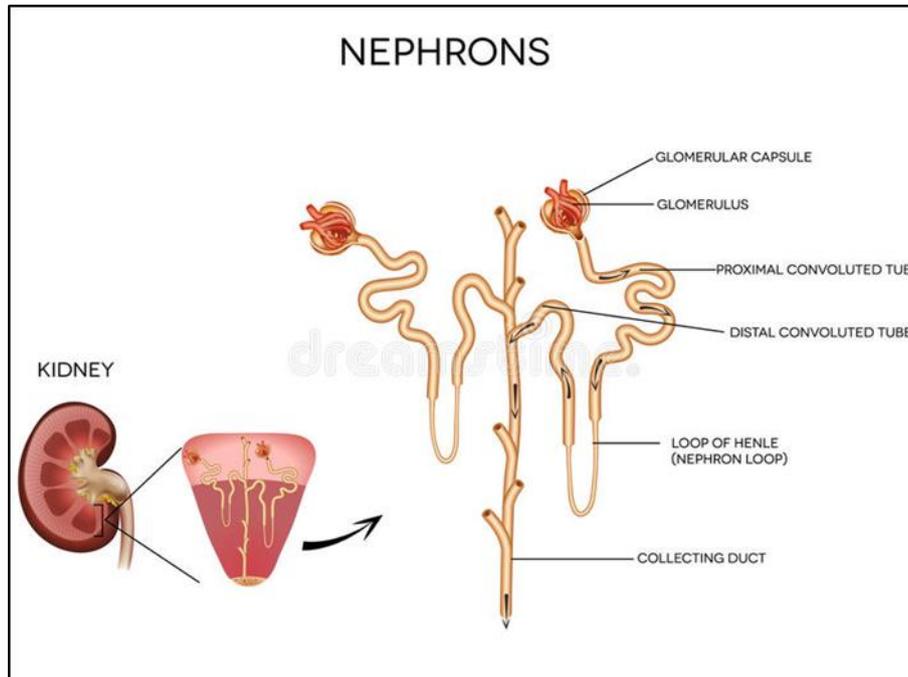


Figure 3 : Structure du néphron (Godin, 2012).

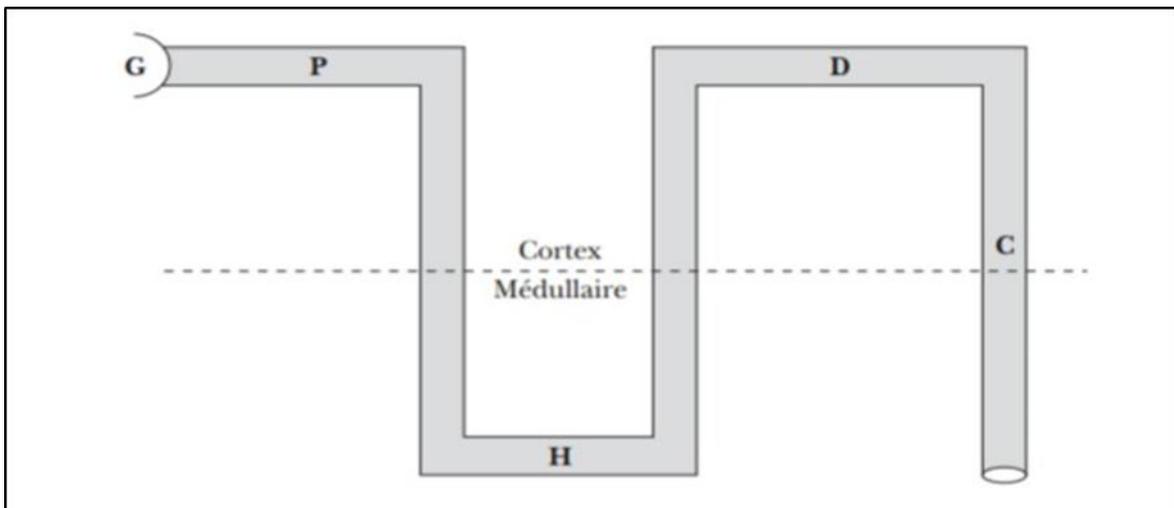
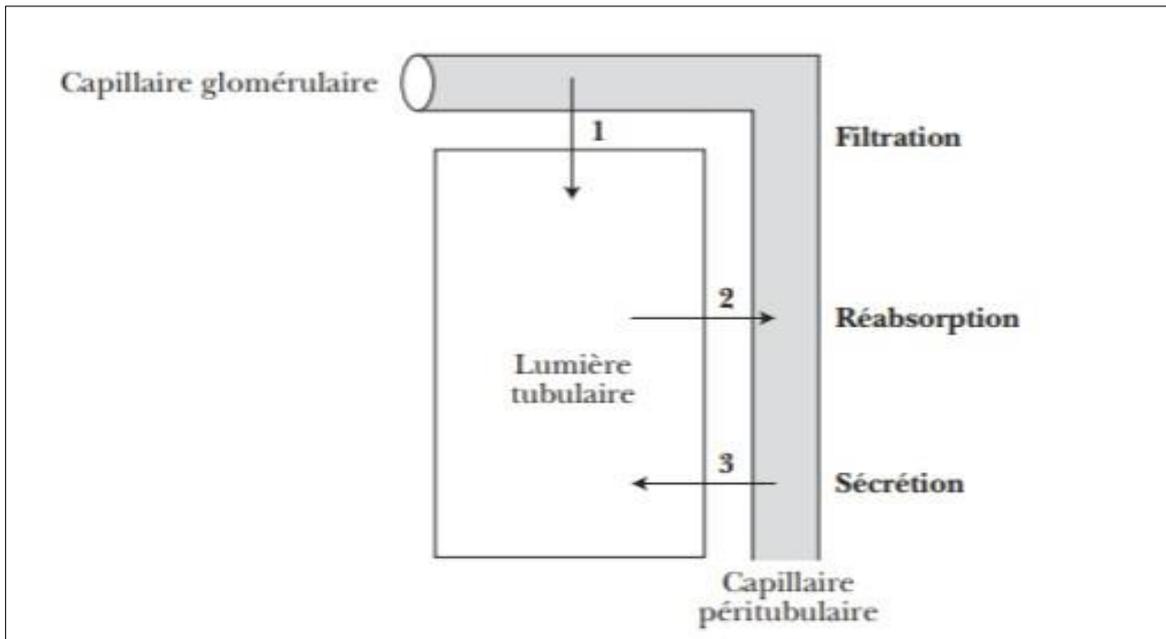


Figure 4 : représentation schématisée de néphron : G, glomérule ; P, tubule proximal ; H, anse de Henle ; D, tubule distal ; C, tubule collecteur (Gougoux, 2005).

## 1.5 Fonctions des néphrons

Les trois fonctions principales de chaque néphron, lesquelles participent à la formation de l'urine par les reins: la filtration glomérulaire du plasma des capillaires glomérulaires vers la lumière tubulaire; la réabsorption tubulaire du liquide tubulaire vers la lumière des capillaires péri tubulaires; la sécrétion tubulaire du plasma des capillaires péri tubulaires vers la lumière tubulaire (Fig. 5) (Gougoux, 2005).



**Figure 5** : les trois fonctions principales de chaque néphron :1) la filtration glomérulaire 2) la réabsorption tubulaire et 3) la sécrétion tubulaire (Gougoux, 2005).

### 1.5.1 La filtration glomérulaire

Les liquides et les solutés du plasma sanguin glomérulaire passent dans la capsule glomérulaire. Le filtrat glomérulaire a la même composition que le plasma sanguin, sans les protéines. Le débit de filtration (DFG) est le volume de filtrat formé par tous les néphrons en une minute (Marieb et Hoehn, 2010).

### 1.5.2 La réabsorption tubulaire

Environ 99% du filtrat qui transite dans le tubule est transformé activement ou passivement vers le liquide interstitiel, puis pénètre dans les capillaires péri tubulaires ; 1% du filtrat est excrété sous forme d'urine. La plupart des solutés sont réabsorbés : 100% du glucose, 99,5% du sodium et 50% de l'urée (Marieb et Hoehn, 2010).

### 1.5.3 La sécrétion tubulaire

Des substances qui peuvent être toxiques comme l'hydrogène, le potassium, des médicaments et les toxines métaboliques passent dans les capillaires vers le liquide interstitiel puis sont excrétés dans la lumière des tubules (Marieb et Hoehn, 2010).

La réabsorption et la sécrétion tubulaire nécessitent plusieurs mécanismes de transport des molécules entre la lumière du tubule et les capillaires péri-tubulaires.

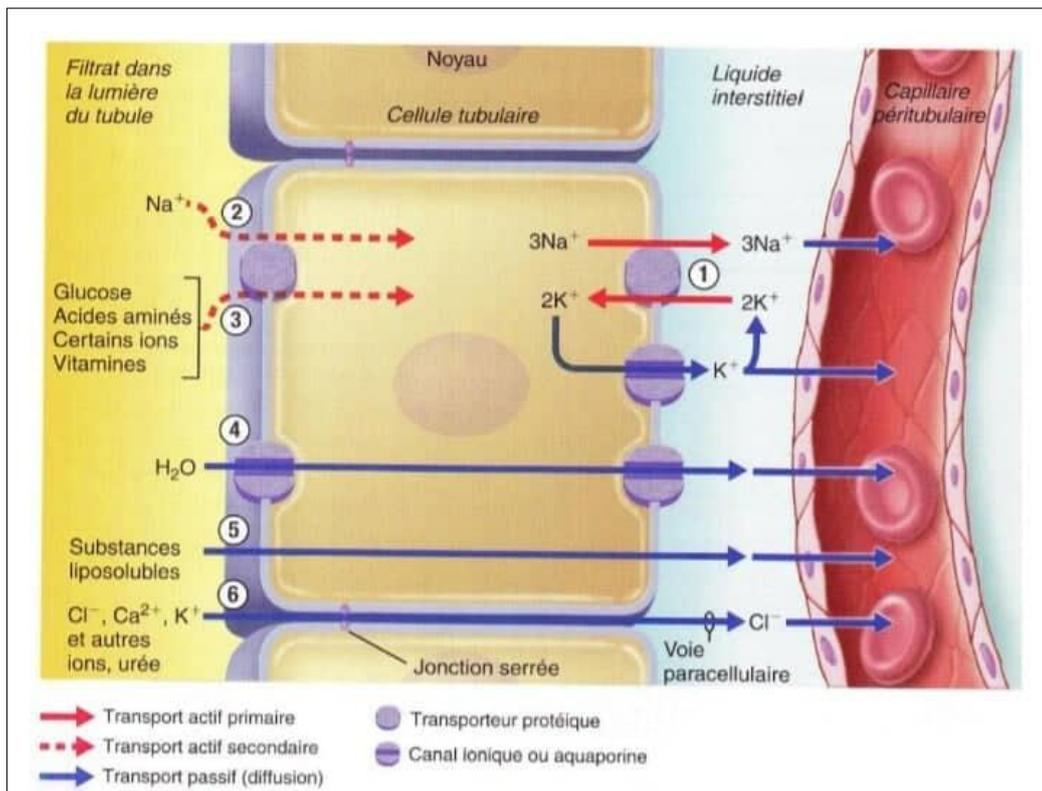


Figure 6 : réabsorption par les cellules du tubule contourné proximale (Marieb et Hoehn, 2010).

### 1.6 Les fonctions des reins

Les reins jouent un rôle physiologique fondamental, ils sont des organes vitaux dont les fonctions principales :

#### 1.6.1 Sécrétion de l'érythropoïétine (EPO)

L'érythropoïétine est une hormone absolument essentielle à l'érythropoïèse. Elle stimule cette production en accélérant surtout les dernières étapes de la différenciation et de la maturation des globules rouges. L'érythropoïétine peut provoquer ou aggraver l'hypertension artérielle par l'augmentation de la résistance vasculaire périphérique résultant de la viscosité sanguine accrue et de la perte de la vasodilatation hypoxique.

## Chapitre 1 : Anatomie et physiologie rénale

La production de cette glycoprotéine par les fibroblastes péri-tubulaires dans le cortex rénal est stimulée par l'hypoxie tissulaire lorsque la disponibilité de l'oxygène diminue au niveau du tissu péri-tubulaire (Klein et al., 2009).

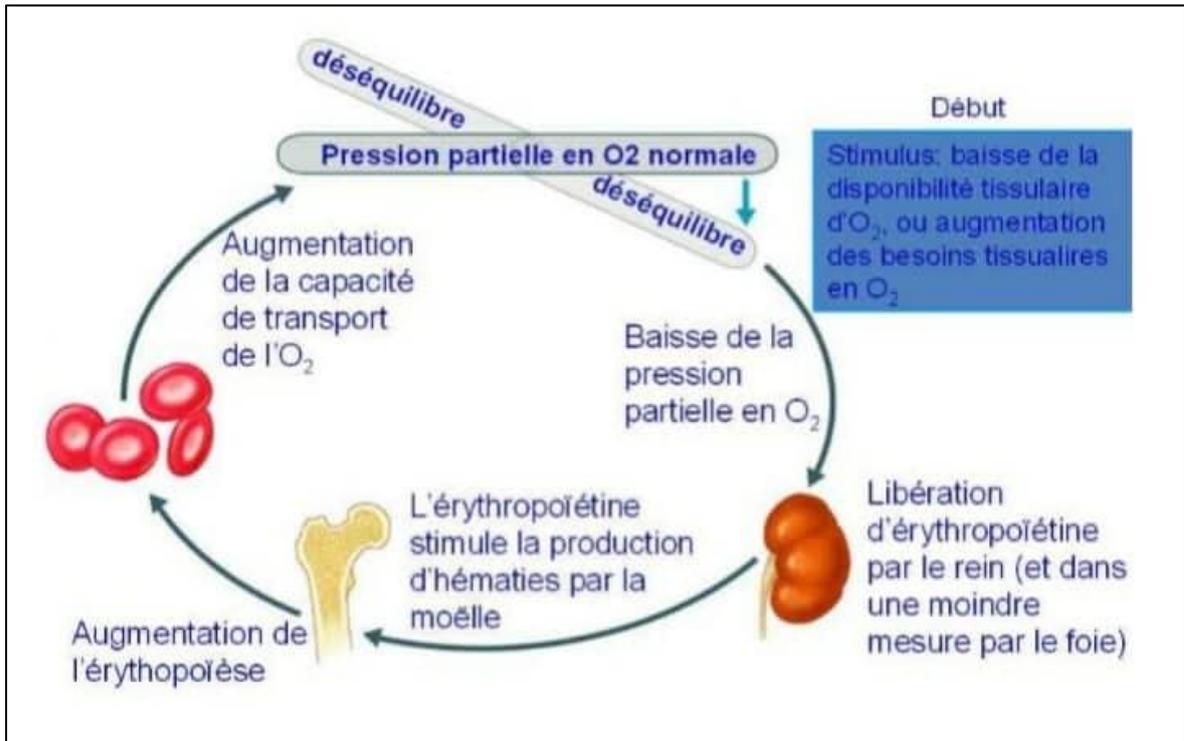


Figure 7 : régulation de la synthèse d'érythropoïétine (Marieb et Hoehn ,2010).

### 1.6.2 Régulation de pression artérielle (PA)

Les reins régulent le volume extracellulaire et la pression artérielle (PA) en sécrétant La rénine, une enzyme qui active le système rénine -angiotensine -aldostérone (SRAA). En réponse à une hypo volémie, la rénine est synthétisée par les cellules de l'appareil juxta glomérulaire. Cette sécrétion est également sous le contrôle nerveux autonome sympathique. Une augmentation de la sécrétion de rénine a pour effet d'élever la PA (Preminger, 2019).

### 1.6.3 Transformation de la vitamine D dans sa forme active :

La transformation de la vitamine D<sub>3</sub> inerte en son métabolite actif, le 1,25-dihydroxycholécalférol, ou calcitriol, nécessite toutefois deux hydroxylations. La première, faite surtout par le foie au niveau du carbone 25, transforme la vitamine D<sub>3</sub> en 25-hydroxycholécalférol. La seconde hydroxylation en position 1, survenant surtout dans les mitochondries des cellules tubulaires proximales, produit le 1,25-dihydroxycholécalférol ou la 1,25-dihydroxyvitamine D<sub>3</sub>. qui permet l'absorption du

## Chapitre 1 : Anatomie et physiologie rénale

calcium par l'intestin et sa fixation dans les os, afin de garantir leur bon état et leur robustesse (Mondé et al., 2013).

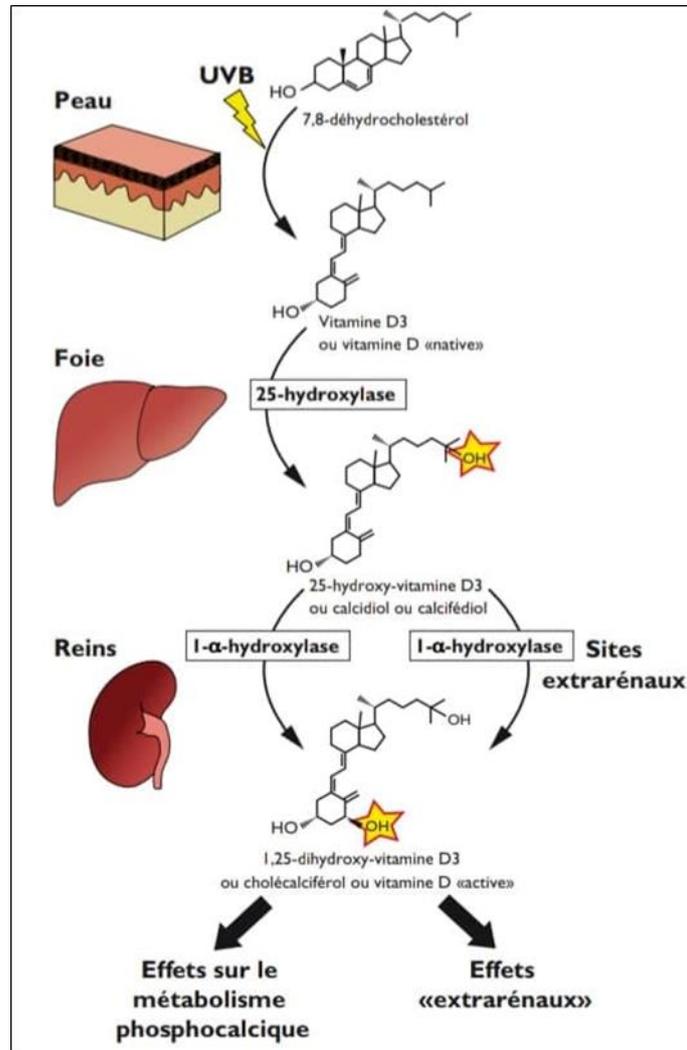


Figure 8 : Biosynthèse de la vitamine D (Ernandez, 2012).

### 1.6.4 Maintien de la constante du milieu intérieur

La fonction la plus importante des reins est de maintenir constants le volume, la tonicité et la composition des liquides corporels, Cette fonction essentielle des reins requiert la filtration continue, au niveau du glomérule, de grandes quantités de liquide plasmatique qui est ensuite presque complètement réabsorbé par le tubule malgré les variations importantes de l'ingestion quotidienne d'eau et d'électrolytes, les reins doivent conserver à l'intérieur de limites physiologiques étroites le bilan externe d'eau et de divers électrolytes, comme le sodium, le potassium, les ions hydrogène et les ions divalents calcium, phosphate et magnésium (Gougoux, 2005).

### 1.6.5 Fonction métabolique

Avec le foie, les reins sont les seuls organes capables de néoglucogénèse. En cas de jeûne prolongé, le rein peut assurer jusqu'à 50 % de la néoglucogénèse (Girard, 2013).

### 1.6.6 Élimination des déchets

L'excrétion des déchets métaboliques terminaux (urée, créatinine, acide urique oxalates) produits par le fonctionnement normal de l'organisme et transportés par le sang. Ces substances sont inutiles à l'organisme et sont toxiques si elles ne sont pas éliminées (Tortora et Derrickson, 2010).

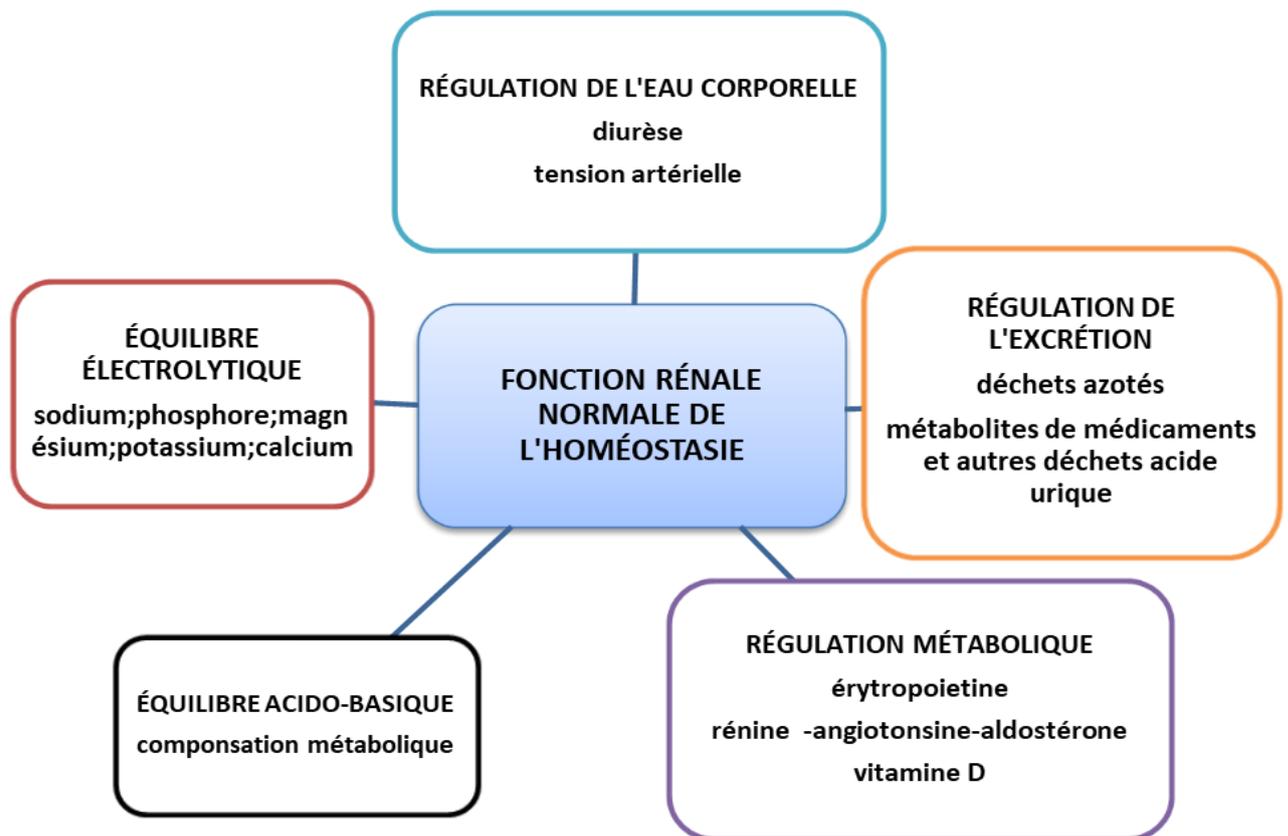


Figure 9 : La fonction des reins dans le maintien de l'homéostasie (Broscious SK, 2006).

*Chapitre 2 : l'insuffisance rénale chronique et  
l'hémodialyse*

## **2 L'insuffisance rénale chronique et l'hémodialyse**

L'insuffisance rénale chronique (IRC) est une altération de la fonction rénale définie par une diminution progressive, irréversible et permanente du débit de filtration glomérulaire (DFG) en dessous de  $60\text{ml}/\text{min}/1,73\text{m}^2$  elle est en rapport avec une réduction permanente et définitive du nombre de néphrons fonctionnels.

L'insuffisance rénale chronique terminale (IRCT) est définie par un DFG strictement inférieur à  $15\text{ml}/\text{min}/1,73\text{m}^2$ , Elle constitue le stade ultime nécessitant, pour assurer la survie du patient, la mise en œuvre de techniques de suppléance de la fonction d'épuration. La suppléance peut se faire:

- Soit par le remplacement par un organe sain, c'est la transplantation ou greffe rénale.
- Soit en assurant les fonctions excrétrices artificiellement, c'est l'épuration extra rénale dont les principales techniques sont l'hémodialyse et la dialyse péritonéale (**Frimat et al., 2005**).

### **2.1 Classification de L'IRC**

La classification des IRC selon les recommandations internationales est définie en 6 stades sur la base de la filtration glomérulaire estimée à partir de la clearance de la créatinine plasmatique calculée Selon la classification internationale KDIGO (Kidney Disease Improving Global) (**Inker et al., 2012**).

**Tableau 1:** les six stades évolutifs de L'IRC (**Inker et al., 2012**).

Stades	Définition	DFG( $\text{ml}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ )
<b>Stade 1</b>	Atteinte rénal sans IRC	$\geq 90$ +souffrance rénale
<b>Stade 2</b>	Insuffisance rénal légère	60-89+souffrances rénales
<b>Stade 3a</b>	IR légère à modéré	45-59
<b>Stade 3b</b>	IR modéré à sévère	30-44
<b>Stade 4</b>	Insuffisance rénale sévère	15-30
<b>Stade 5</b>	Insuffisance rénale terminal	15

## **2.2 Mécanismes de la progression**

L'aggravation de l'insuffisance rénale reflète, en premier lieu, l'évolution propre de la maladie causale: ce mécanisme est en cause au cours des maladies systémiques, des glomérulonéphrites à fort potentiel évolutif, des néphropathies interstitielles d'origine infectieuse, obstructive, métabolique ou toxique, de la maladie polykystique des reins et des autres maladies héréditaires (**Jungers et al., 2011**).

## **2.3 Etiologie**

L'IRC est la conséquence, dans 80 % des cas :

- Glomérulaires (glomérulonéphrites primitives) ;
- Interstitielles (néphrites interstitielles) ;
- Vasculaires (néphropathies vasculaires) ;
- Les néphropathies héréditaires (la polykystose rénale, les séquelles).

Toutefois, elle est aussi induite par d'autres facteurs comme le diabète et l'HTA (**Rabiller et al., 2019**).

## **2.4 Les Manifestation biologiques et complications de L'IRC.**

L'IRC peut perturber l'ensemble des tissus et organes. L'urée sanguine ayant été le premier marqueur facilement identifié, le nom de "syndrome urémique" a été utilisé pour représenter l'ensemble des manifestations cliniques et biologiques associées à l'IRC.

### **2.4.1 Les troubles phosphocalciques**

Biologiquement, elle se traduit par une hypocalcémie, une hyperphosphatémie, une élévation de la PTH et souvent, une diminution de la 25-OH-vitamine D3 associée à celle du calcitriol (**Iacour et al., 2013**).

#### **2.4.1.1 Hyperphosphatémie et hypocalcémie**

La rétention du phosphate commence dès le début de l'IRC; plus l'DFG diminue, moins le phosphate est filtré et éliminé. Cependant, aux stades précoces de l'IRC, par compensation, la réabsorption tubulaire rénale des phosphates est diminuée ce qui fait que la phosphatémie reste normale, voire basse. Lorsque le débit de filtration glomérulaire devient inférieur à 30 ml/min/1,73m<sup>2</sup>, le rein ne peut plus excréter adéquatement le

## Chapitre 2 : L'insuffisance rénale chronique et l'hémodialyse

phosphore et il ya alors hyperphosphatémie significative non compensée. L'hyperphosphatémie, en augmentant la production du facteur 23 de croissance du fibroblaste (FGF23), inhibe l'hydroxylation rénale de la 25-hydroxy-vitamine D en calcitriol. C'est pourquoi les concentrations sériques de calcitriol sont faibles. L'hyperphosphatémie va aussi augmenter la sécrétion de parathormone.

L'hypocalcémie découle principalement d'une absorption intestinale diminuée du calcium en raison des concentrations sériques faibles du calcitriol. La diminution de la calcémie entraîne une augmentation de la sécrétion de la PTH (Valérie, 2004).

### 2.4.1.2 Hyperparathyroïdie secondaire HPT: sécrétion augmentée de l'hormone parathyroïdienne

La parathyroïde, se dit de glandes endocrines. Elles jouent un rôle fondamental dans l'homéostasie phosphocalcique et sécrètent une hormone : la parathormone

Une hyperparathyroïdie secondaire se développe en raison de facteurs présents tels que l'hyperphosphatémie, l'hypocalcémie, une synthèse diminuée du 1,25-dihydroxycholecalciferol (calcitriol), l'altération intrinsèque des glandes parathyroïdes, ce qui augmente la sécrétion de PTH et la croissance de la glande parathyroïde et la résistance de l'os à l'action remodelante de la PTH (Fig 10) (Massart et Gauchez, 2011).

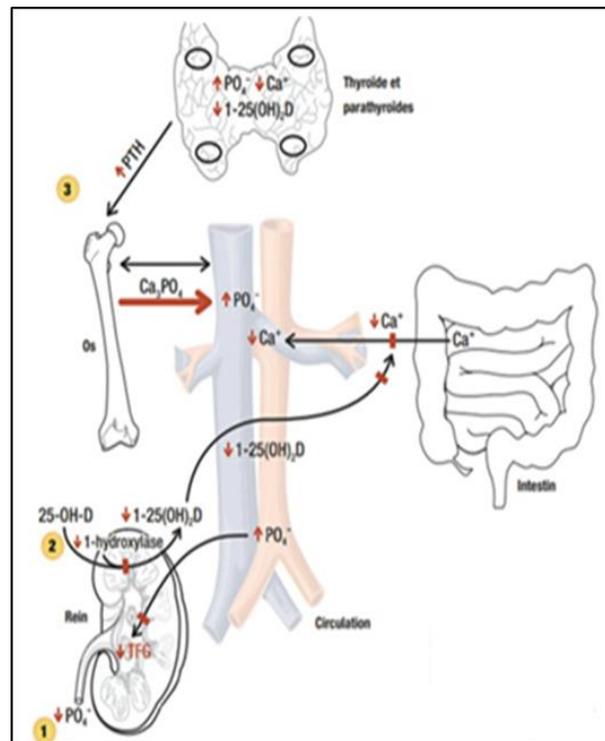


Figure 10: L'interrelations du rein dans l'hyperparathyroïdie urémique (Granger, 2002).

### **2.4.1.3 Un déficit en vitamine D active**

Le rein joue un rôle important dans la production et le métabolisme de diverses hormones. Parmi ces hormones, se situe la vitamine D qui concourt à la régulation du métabolisme phosphocalcique avec la (PTH) et la calcitonine. Cette vitamine D est hydroxylée d'abord par le foie puis par le rein, respectivement, par la 25 alphahydroxylase et la 1 alphahydroxylase. Au cours de l'IRC, la deuxième hydroxylation n'a pas lieu, créant un déficit en vitamine D active non pas en raison de la baisse de l'activité de la 1- $\alpha$ -hydroxylase, mais simplement par une diminution du substrat de cet enzyme (**Mondé et al., 2013**).

### **2.4.2 Les troubles hydro-électrolytiques**

L'ionogramme est le dosage des principaux constituants ioniques du sang, telle que : le sodium ( $\text{Na}^+$ ), potassium ( $\text{K}^+$ ), chlore ( $\text{Cl}^-$ ), calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) et le magnésium ( $\text{Mg}$ ).son rôle est l'exploration des troubles de l'hydratation permettant de surveiller l'équilibre hydro-électrolytique qui est assuré en premier lieu par les reins (**Giorgetta, 2019**).

#### **2.4.2.1 Homéostasie du potassium**

L'hyperkaliémie est définie comme une concentration du potassium supérieure à 5 mmol/L. La capacité de maintenir l'excrétion du potassium dans les concentrations normales est généralement préservée en IRC tant que la sécrétion de l'aldostérone et le débit urinaire sont suffisants. L'aldostérone contrôle aussi l'excrétion du potassium dans le tractus gastro intestinal, ce qui permet une élimination suffisante de potassium pour compenser les apports potassiques (**Einhorn et al., 2009**).

L'hyperkaliémie se développe lorsque l'DFG se situe à moins de 20-25 ml/min/1,73m<sup>2</sup> et que les reins ont perdu la capacité d'éliminer le potassium (**Nyirenda et al., 2009**).

#### **2.4.2.2 Homéostasie du sodium**

La natrémie normale est comprise entre 135 et 145 mmol/L. L'excrétion fractionnelle du sodium augmente au fur et à mesure que le DFG diminue. en raison de la diminution des mécanismes compensatoires d'élimination.l'augmentation de la rétention sodée et l'expansion volémique mènent communément à de l'hypertension (**Guenard ,2009**).

### **2.4.3 Manifestations osseuses**

Les concentrations sériques de PTH demeurent continuellement élevées, une accélération du remodelage osseux se développe menant à l'ostéite fibreuse; celle-ci est l'atteinte osseuse la plus courante.

L'ostéite fibreuse ne donne des manifestations cliniques (douleurs osseuses, fractures pathologiques, déformations osseuses) qu'à un stade avancé. Les radiographies osseuses et le dosage de la PTH permettent de la dépister (**Ernandez et al., 2012**).

### **2.4.4 Manifestations hématologiques**

Une anémie généralement normochrome normocytaire se développe principalement à la suite d'une diminution de la synthèse rénale d'érythropoïétine responsable de la stimulation de la production des globules rouges dans la moelle osseuse). Le taux d'hémoglobine commence à diminuer à un taux de filtration glomérulaire de 50 mL/min, et l'anémie devient plus sévère au fur et à mesure que l'DFG diminue (**Braunstein,2020**).

### **2.4.5 Manifestations cardiovasculaires**

L'HTA est un facteur de risque cardiovasculaire très important. elle est due à l'augmentation de la volémie qui est une résultante de la rétention hydro sodée D'ailleurs, le risque d'accident vasculaire cérébral et de cardiopathie ischémique est dix fois supérieur chez 61 l'insuffisant rénal. De plus, c'est un facteur auto-aggravant à la fois la cause et la conséquence de l'insuffisance rénale. Elle se doit donc d'être correctement prise en charge (**Jungers P, 2011**).

## Chapitre 2 : l'insuffisance rénale chronique et l'hémodialyse

**Tableau 2:** diagnostic et traitements des principales anomalies biologiques (Jean, 2011).

Anomalie biologiques	Causes	diagnostique	Traitement
<b>Hypercalcémie</b>	Excès d'apport de calcium et de vitamine D active	PTH basse, contexte	↓des apports de calcium et vitamine D Active
	Cause osseuse : métastases, myélome, immobilisation..	PTH basse, contexte	Traitement de la cause, Bisphosphonates
	HPT tertiaire	PTH haute	Calcimimétiques, PTX
<b>Hypocalcémie</b>	Carence en calcium et vitamines D	PTH haute	↑Apports de calcium et vitamine D
	Excès de calcimimétiques	Contexte	Ajustement des calcimimétiques
	Bisphosphonates	Contexte, PTH haute	Vérifier les apports en calcium et Vitamine
<b>Hyperphosphatémie</b>	Excès d'apports alimentaires	Enquête diététique	Modification diététique
	Dialyse insuffisante	Critères d'épuration	↑la performance, le temps ou la fréquence des dialyses
	Excès de vitamine D active	PTH basse	↓vitamine D active
	HPT	PTH haute	↑Calcium, calcimimétiques
<b>Hypophosphatémie</b>	Carence d'apport	Enquête diététique	↑des apports protéiques
	Excès de chélateurs	Contexte	Ajuster les chélateurs
	Excès de dialyse	Critères d'épuration	Réduction de la dialyse ?
<b>PTH &gt; cible</b>	HPT secondaire	secondaire Calcémie normale ou basse	↑Calcium, vitamines D, chélateurs
	HPT tertiaire	Calcémie élevée	Calcimimétiques, PTX
<b>PTH &lt; cible</b>	Excès de calcium ou de vitamine D Active	Contexte, hypercalcémie	↓calcium et vitamine D active
	Excès de calcimimétiques	Contexte	↓calcimimétiques

HPT : hyperparathyroïdie ; PTX : parathyroïdectomie

## 2.5 Les traitements de suppléance :

### 2.5.1 L'Hémodialyse

L'hémodialyse est une méthode de suppléance rénale et une technique d'épuration extrarénale basée sur les échanges qui s'effectuent entre le sang du patient et un liquide de dialyse à travers une membrane semi-perméable. Il s'agit d'un transfert par diffusion en fonction d'un gradient de concentration de part et d'autre de la membrane pour les substances et d'un transfert par ultrafiltration pour les liquides (**Hachanova, 2020**).

### 2.5.2 La fistule artério-veineuse

C'est l'abord vasculaire de première intention. Cela consiste à artérialiser une veine superficielle en l'anastomosant à une artère. Pour l'hémodialyse, cette fistule est dans la plupart des cas réalisée entre l'artère radiale et la veine radiale superficielle, au niveau le plus distal possible du membre non dominant le plus souvent (**Bourquelot, 2004**).

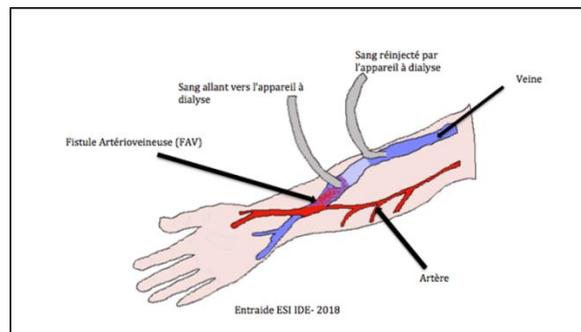
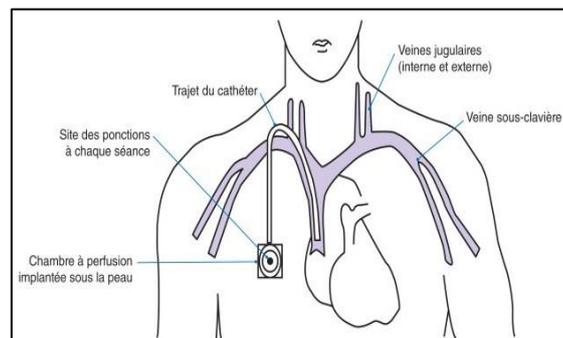


Figure 11 : Fistule De BRESCIA ET CIMINO (entraide ESI IDE-2018).

Deuxième intention, la pose d'un cathéter central au niveau de la veine jugulaire interne ou de la veine fémorale, utilisée plus couramment, la fistule artério-veineuse (**Jungers P, 2007**).



**Figure 12** : la voie veineuse centrale de longue durée type PICC (cathéter central à insertion périphérique) (**Pharm ,2013**).

### 2.5.3 Technique d'hémodialyse

La technique procède à épurer le sang du malade avec le dialysat par l'intermédiaire du rein artificiel (dialyseurs). Un générateur fait circuler les deux liquides à contre-courant dans le rein artificiel. Le sang parvient au générateur par un circuit extracorporel connecté aux vaisseaux du patient à chaque dialyse.

L'élimination des déchets telle que l'urée, la créatinine, l'acide urique et des électrolytes comme le phosphore, le potassium et le chlore se font principalement par diffusion, l'élimination de l'eau et du sodium, accumulés entre deux dialyses est assuré par l'ultrafiltration du moment que la concentration du calcium est infinitésimale sa vitesse de diffusion est vertigineuse d'où son itinéraire sera rediffusé vers le plasma ou le bilan calcique sera positif (CASQUET, 2010).

L'hémodialyse peut être quotidienne qui dure au minimum 1h et peut aller jusqu'à 4h. Le choix de la modalité d'épuration extrarénale en cas d'insuffisance rénale est débattu après la description de l'hémofiltration artério-veineuse. Il existe actuellement trois grandes modalités disponibles :

1. les techniques continues : l'hémofiltration continue et l'hémodiafiltration continue;
2. les techniques intermittentes : l'hémodialyse intermittente ;
3. la SLED (Sustained Low Efficiency Dialysis) qui est une variante de l'hémodialyse intermittente réalisée de façon prolongée et avec de faibles débits.

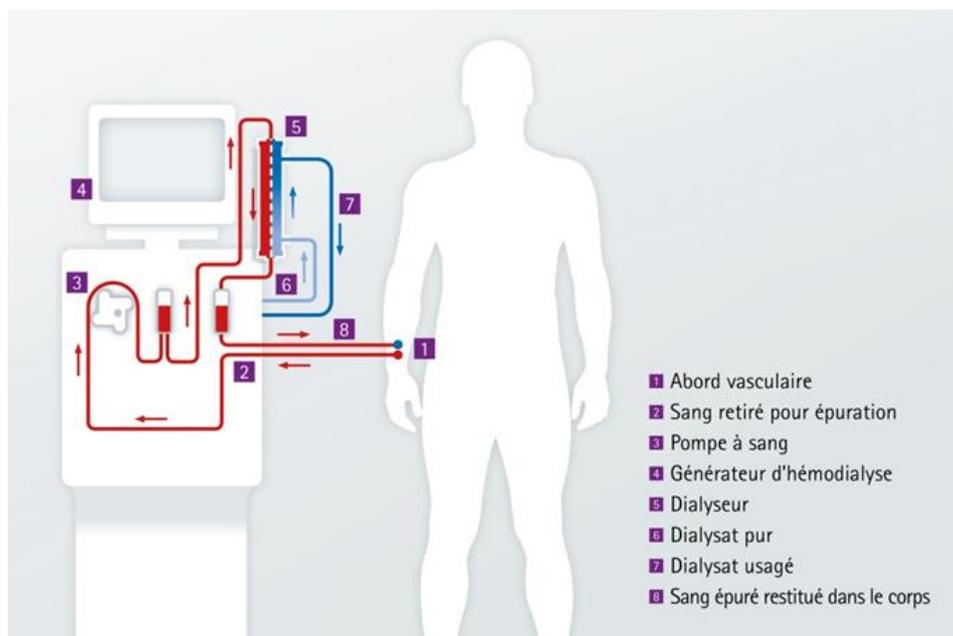
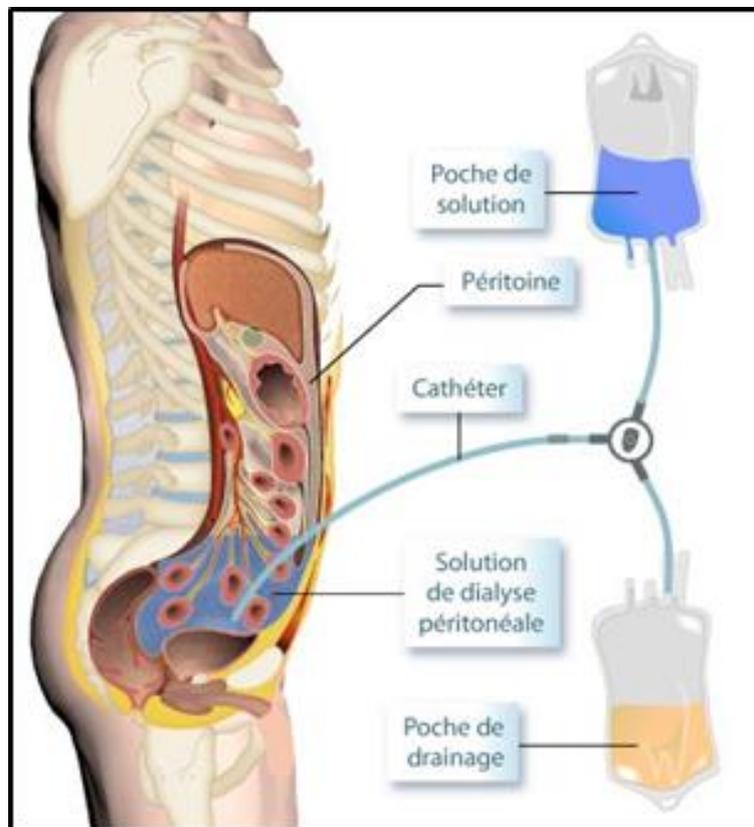


Figure 13: Technique d'hémodialyse (Boucher et al ., 2019) .

#### **2.5.4 La Dialyse Péritonéale**

Est une technique d'épuration extrarénale réalisée par la personne elle-même ou par un tiers. Elle utilise le péritoine comme filtre, et nécessite la création d'un abord péritonéal par l'introduction d'un cathéter dans la cavité du péritoine. Une fois en place, ce cathéter sert à introduire le dialysat, contenu dans des poches plastiques stériles adaptées à la tubulure de perfusion. Les échanges entre le dialysat et le sang permettent d'éliminer les déchets et l'eau en excès.

Elle est quotidienne et peut être manuelle, avec plusieurs échanges de poche dans la journée, ou automatisée avec un cycleur pendant la nuit, et plus douce que l'hémodialyse (Saling, 2019).



**Figure 14:** technique de la dialyse péritonéale (Saling, 2019).

## *Matériels et méthodes*

### **3 Matériels et méthodes**

#### **3.1 Problématique**

L'insuffisance rénale chronique (IRC) est une maladie fréquente ayant de nombreuses conséquences biologiques, s'accompagne de perturbations bien connues du métabolisme phosphocalcique et hydro-électrolytiques. Parmi lesquelles les variations du calcium (Ca<sup>++</sup>), du sodium (Na<sup>+</sup>), du potassium (K<sup>+</sup>), du phosphore(P), la vitamine D et de la parathormone (PTH) au cours de l'IRC.

#### **3.2 Objectifs**

Les objectifs assignés pour la réalisation de cette recherche :

- a) Etudier l'état phosphocalcique (les variations du calcium, du phosphore, du vitamine D, la natrémie, la kaliémie et de PTH dans le sang des patients hémodialysés chroniques au niveau du service de hémodialyse (HMD) afin de contribuer à une meilleure prise en charge de cette affection).
- b) Sensibiliser et attirer l'attention des insuffisants rénaux chroniques sur les troubles phosphocalciques très fréquents chez les patients hémodialysés.

#### **3.3 Population Etudiée**

Notre étude a été portée sur 30 patients (13 hommes et 17 femmes) insuffisants rénaux chroniques (IRC) âgés entre 20 et 85 ans, suivent un traitement de suppléance (Hémodialyse), 3 fois par semaine à raison de 4h par séance de dialyse. Et ayant bénéficié d'un bilan phosphocalcique.

Pendant la séance d'hémodialyse, la pression artérielle est régulièrement prise lors du branchement et du débranchement de l'appareil chez tous les patients.

L'étude a été effectuée au niveau du service d'Hémodialyse de CHU MODJAHED DOCTER BENSMAIN BOUMEDIENE durant la période du 13-Mars 2022 au 13-avril 2022.

### **Recueil des données**

Chez tous les sujets, nous recueillions certaines informations :

Age ; sexe ; la taille ; la masse corporelle ; antécédents personnels ; néphropathie en cause: Vasculaire, glomérulaire, interstitielle, indéterminée ; Date de début de dialyse.

La récolte des données a été faite d'une manière :

- Passive : à partir des dossiers des malades ;
- Active : avec les malades eux même et avec leurs médecins traitants.

### **3.4 Le matériel**

#### **Générateur d'hémodialyse**

Cet appareil est la clé principale de l'épuration extrarénale (Fig.15). Il assure la production continue et extemporanée du dialysat, le contrôle du bon déroulement de la séance d'hémodialyse avec son moniteur et l'évaluation de l'épuration ainsi qu'un contrôle de l'état hémodynamique (AGDUC, 2015).



**Figure 15:** Fresenius 4008H Hemodialysis Machine

Durant la séance de dialyse, la pression artérielle est régulièrement surveillée et des traitements sont administrés (de type EPO, fer, etc.)

### Les anticoagulants

Durant la séance d'hémodialyse, le sang du patient exposé à la thrombogénicité du circuit extracorporel. Les anticoagulants pour empêcher la thrombose du circuit, du filtre et la perte de sang qui en résulte ex : *Enoxaparine (Lovenox®)*, *Daltéparine (Fragmine®)*.



**Figure 16** : Une héparine à bas poids moléculaire (HBPM)

### L'hémodialyseur

Qui assure les échanges des solutés entre le sang et le dialysat. il est fixé pour interface entre le patient et le générateur, l'épuration des déchets contenus dans le sang se fait de façon automatique pendant une durée de 4 heures en moyenne (AGDUC, 2015).

### Le dialysat ou bain de dialyse

C'est une solution liquidienne, préparée par le générateur d'hémodialyse, à partir d'une eau purifiée, dont la composition en sels minéraux se rapproche de celle du plasma humain qui circule sur le versant externe de la membrane semi-perméable de dialyse (AGDUC, 2015).

**Tableau 3:**Composition dialysat.

Paramètre	Solution acide (mmol/l)	Solution bicarbonate (mmol/l)	Solution finale (mmol/l)
Sodium	108	35	143
Potassium	2,5		2,5
Calcium	1,5		1,5
Magnésium	0,5		0,5
Chlore	111,5		111,5
Bicarbonate		35	35
Acide acétique	3		3
Glucose	1g/l		1g/l

### **Les aiguilles**

Deux aiguilles stériles à usage unique sont piquées dans la voie d'abord vasculaire afin d'avoir accès au sang. Elles sont raccordées aux tuyaux qui constituent le circuit extracorporel.

### **Le circuit extracorporel**

Il permet, grâce à la ponction de la fistule artériovineuse, de prélever le sang par l'aiguille dite artérielle .



**Figure17** : Le circuit extracorporel ; les aiguilles ; l'hémodialyseur.

- Les dosages quantitatifs de calcémie, la phosphorémie, ont été réalisés directement depuis le plasma sur un Automate BIO SYSTEMS BA200 (ESPAGNE) analyseur de biochimie entièrement automatique relié directement à un système informatique situé à proximité de l'appareil.
- La PTH et la 25-(OH) D sur un Automate MINDRAY CL-900I(France) d'hormonologie entièrement automatisée.
- Le dosage de la kaliémie et natrémie s'ont fait à partir du plasma sur analyseur d'électrolytes automatique EX-d jokoh .

**Tableau 4** : Composants du réactif des dosages.

Les dosages	Composants du réactif	
<b>25-(OH) vit D</b>	Ra	Microparticules paramagnétique recouvertes de streptavidine dans un tampon TRIS avec conservateur.
	Rb	Conjugué anticorps anti-25-OH vitamine-phosphatase alcaline dans un tampon PBS avec conservateur.
	Rc	Rc 25-OH-D biotinylée dans un tampon TRIS avec conservateur.
	PT1	Réactif de prétraitement1, tampon TRIS avec conservateur.
	PT2	Réactif de prétraitement2, solution d'hydroxyde de sodium
<b>PTH</b>	Ra	Microparticules paramagnétiques recouvertes d'anticorps polyclonaux anti-PTH (chèvre) dans le tampon TRIS avec conservateur
	Rb	Conjugué anticorps anti-PTH (souris)-phosphatase alcaline dans le tampon MES avec conservateur.
<b>phosphore</b>	Ra	acide sulfurique 0.36mol/L, chlorure de sodium 154mmol/L.
	Rb	Acide sulfurique 0.36mol/L, chlorure de sodium 154mmol/L, molybdate d'ammonium3.5mmol/L.
<b>Calcium</b>	Ra	Un seul réactif : ARSENAZO III 0.2mmol/L, IMIDAZOLE75mmol/L.

### 3.5 Méthodes de dosages

#### 3.5.1 Dosage de la phosphatémie

Selon une technique cinétique (phosphore UV) utilisant le molybdate d'ammonium puis lecture à une longueur d'onde de 340 nm.

#### Le principe de la méthode

Le phosphore inorganique réagit à l'acide molybdique en formant un complexe phosphomolybdique la réduction consécutive du complexe en milieu alcalin provoque une coloration en bleu de molybdène.

## *Matériels et méthodes*

L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de phosphore inorganique présent dans l'essai testé.

### **3.5.2 Dosage de la calcémie**

Dosée par colorimétrie, sans déprotéinisation, avec le calcium PCC (O-Crésol Phthaléine Complexon).

#### **Le principe de la méthode**

En milieu alcalin, le CPC réagit avec le calcium pour former un complexe coloré rouge foncé dont l'absorbance mesurée à 570nm, est proportionnelle à la concentration en calcium dans le spécimen.

### **3.5.3 Dosage la parathormone (PTH 1-84)**

Dosée par une méthode radio-immunologique dont le principe est basé sur la technique « SANDWICH » sur une phase solide, pour la détermination quantitative de la PTH dans le sérum ou le plasma humain.

#### **Principes du dosage**

L'utilisation deux anticorps polyclonaux reconnaissant spécifiquement d'une part les premiers acides aminés de l'extrémité N-terminal et d'autre part la région C-terminale de la molécule de PTH afin de ne détecter que la PTH 1-84 entière. Les particules ainsi complexées sont quantifiées après lavage par la mesure du signal lumineux produit par la réaction de chimiluminescence.

### **3.5.4 Dosage de la 25-(OH) D**

La méthode adoptée est un dosage immuno-enzymatique de liaison compétitive par CLIA (chimiluminescence immunoassay).

#### **Le principe de la méthode**

La méthode utilisé consiste en un système de dosage dans lequel la 25(OH) D et un traceur marqué entrent en compétition pour la reconnaissance par un anti-corps anti 25(OH)D, les marqueurs peuvent être des enzymes (méthodes enzymoimmunologique) ou des molécules phosphorescentes.

**Tableau 5:** les normes des taux plasmatiques des différents paramètres biochimiques étudiés.

Paramètres biochimiques étudiés	Normes du laboratoire
<b>Calcémie totale</b>	90-105mg/l
<b>Phosphatémie</b>	25-45mg/l
<b>PTH</b>	9.2-44.6pg/ml
<b>25(OH) vitamine D2 ou D3</b>	30–80 ng/l
<b>Kaliémie</b>	3.5-4.9 mmol/l
<b>Natrémie</b>	135-145 mmol/l

### **3.6 Analyse statistique**

Le test utilisé dans cette étude est NEWMAN et KELILS à un intervalle de confiance ( $p < 0.05$ ). Les données ont été analysées à l'aide de SAS 9. Les résultats ont été présentés sous forme de (moyenne  $\pm$ écart type) pour les variables quantitatives et pourcentage pour les variantes.

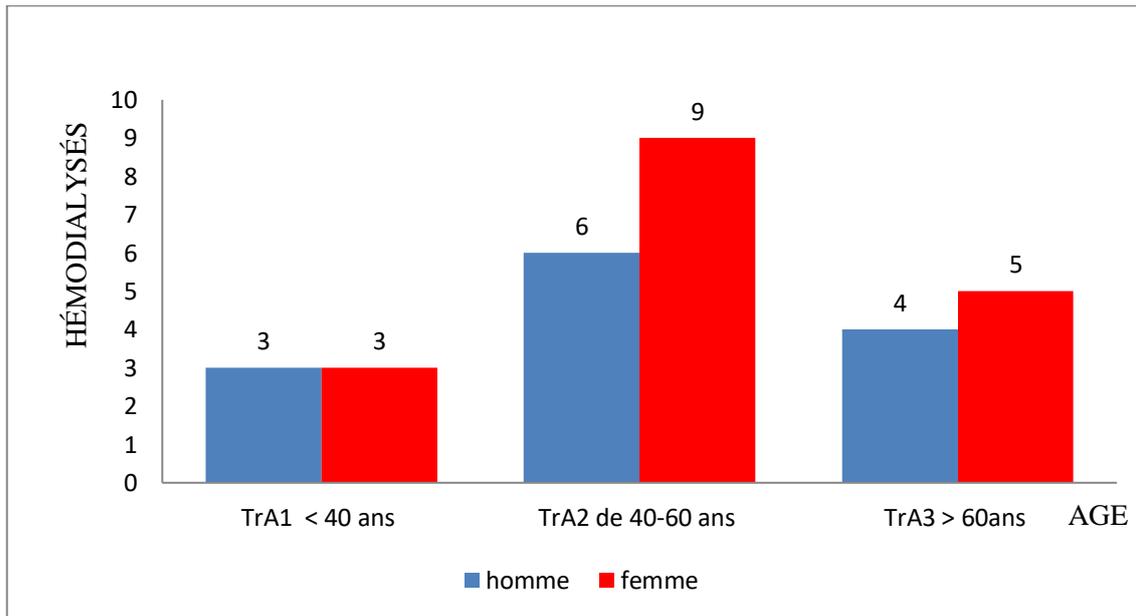
Quant aux graphes, ils ont été confectionnés avec le logiciel Excel version 2010.

## *Résultats et discussions*

## 4 Résultats et discussions

### 4.1 Répartition de la population des hémodialysés selon le sexe et tranche d'âge.

La population regroupe 30 hémodialysés dont 17 des patients étaient de sexe féminin (57%) et 13 (43%) étaient de sexe masculin, âgés entre 20 et 85 ans répartis en trois tranches : < 40 ans (Tr1H et Tr1F) ; de 40 à 60 ans (Tr2H et Tr2F) ; > 60 ans (Tr3H et Tr3F) (Fig.18).



**Figure 18** : Répartition de la population des hémodialysés selon le sexe et tranche d'âge.

Nos résultats montrent les femmes étaient plus touchées par l'IRC que les hommes. Beaucoup plus les patients de TrA2 avec un pourcentage de 26.6% chez TrA2F et 20 % chez TrA2H. Elle est moins importante chez TrA1 et TrA3 de deux sexes.

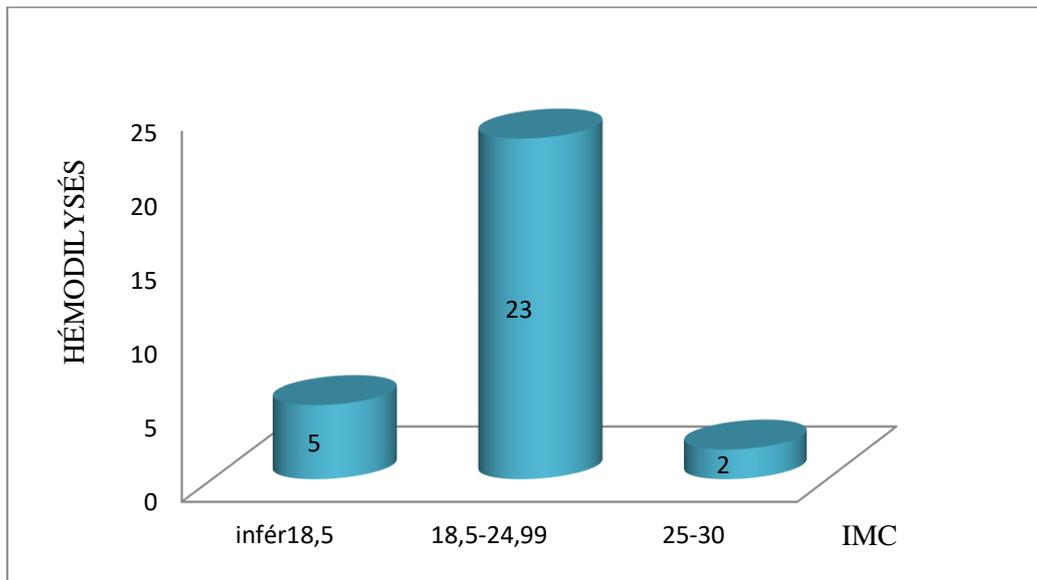
Au contraire, l'étude de Cheurfa et Kaïd (2012) montrent que le pourcentage des patients ceux qui sont sous traitement d'hémodialyse est de l'ordre de 52,94% pour les hommes et 47,06% pour les femmes.

En effet, la découverte de la maladie à un âge avancé chez nous patients était due à une évolution particulièrement lente et progressive de la maladie qui ne devient symptomatique qu'à un âge avancé.

#### 4.2 La relation entre l'indice de masse corporelle (IMC) et la population des hémodialysés étudiée.

Trois niveaux d'IMC sont distingués (Fig.19).

IMC <18,5 kg/m<sup>2</sup> : maigre ; 18,5 < IMC < 24,9 kg/m<sup>2</sup> : poids idéal ; 25 < IMC < 29,9 kg/m<sup>2</sup> : surcharge pondérale.



**Figure 19** : Répartition de la population des hémodialysés selon l'indice de masse corporelle.

L'indice de masse corporelle moyen de nos patients est de 22.82 Kg/m<sup>2</sup> .76.66% sont normopondéraux, 16.66% sont maigres et 6.66% sont surcharge pondérale.

Les valeurs obtenues dans notre étude sont très proche à ceux cités par l'étude réalisées par Leila et ces collaborateurs (2020) dont le taux moyen de L'IMC est de 21,98kg/m<sup>2</sup> ; il diminue avec la dégradation de la fonction rénale.

### 4.3 Répartition des hémodialysés en fonction de la durée en hémodialyse

Dans notre étude la majeure partie de nos patients était hémodialysée pendant une durée plus de 10 ans avec un pourcentage de 43.33 % ; 33.33 % pour une période allant de 5 à 10 ans et 23.33 % pendant une période inférieure à 5 ans (Fig.20).

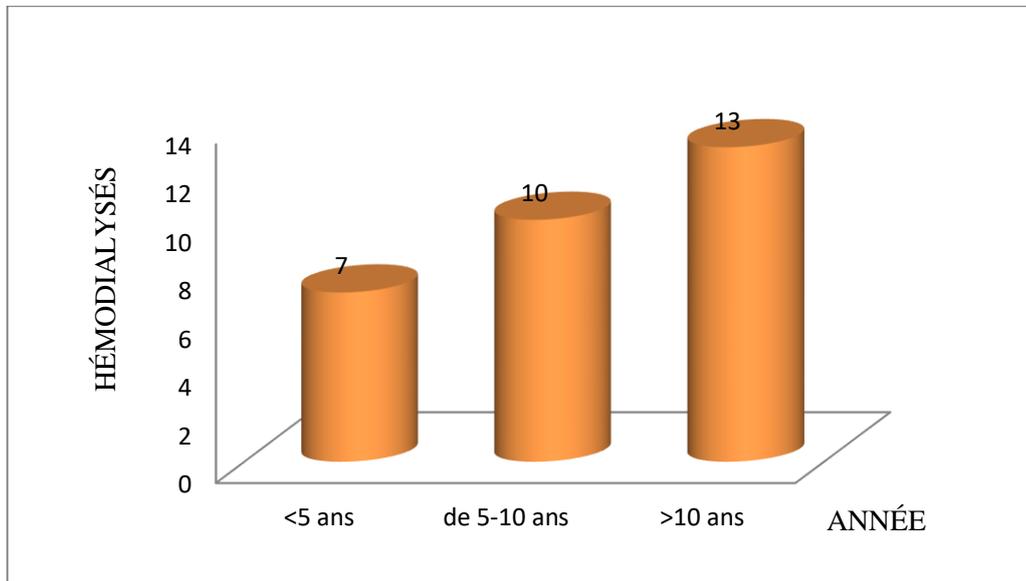
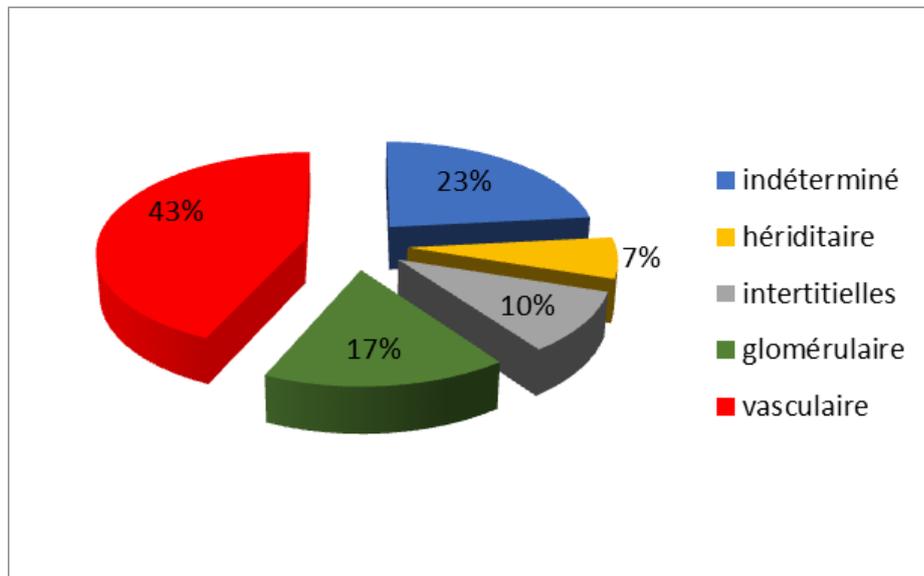


Figure 20 : Répartition des hémodialysés selon la durée en hémodialyse.

L'IRC est une maladie évolutive qui entraîne une réduction de la masse fonctionnelle rénale qui traduit par une diminution progressive du DFG. Lorsque la fonction rénale est altérée de façon profonde et définitive « insuffisance rénale chronique terminale » ou DFG strictement inférieur à  $15\text{ml/min}/1,73\text{m}^2$ , la vie n'est plus possible sans une épuration extra rénale périodique ( BAUBEAU et TRIGANO,2004).

#### 4.4 Répartition des hémodialysés selon la néphropathie en cause

Dans notre étude, les néphropathies en cause étaient principalement hypertensives et vasculaire chez 43% des cas, suivi par d'origine indéterminée (23 %), par ailleurs la néphropathie d'origine glomérulaire dans 17%, interstitielles dans 10% et d'origine héréditaire dans 7% des cas (Fig.21).



**Figure 21** : Répartition des hémodialysés selon la néphropathie en cause.

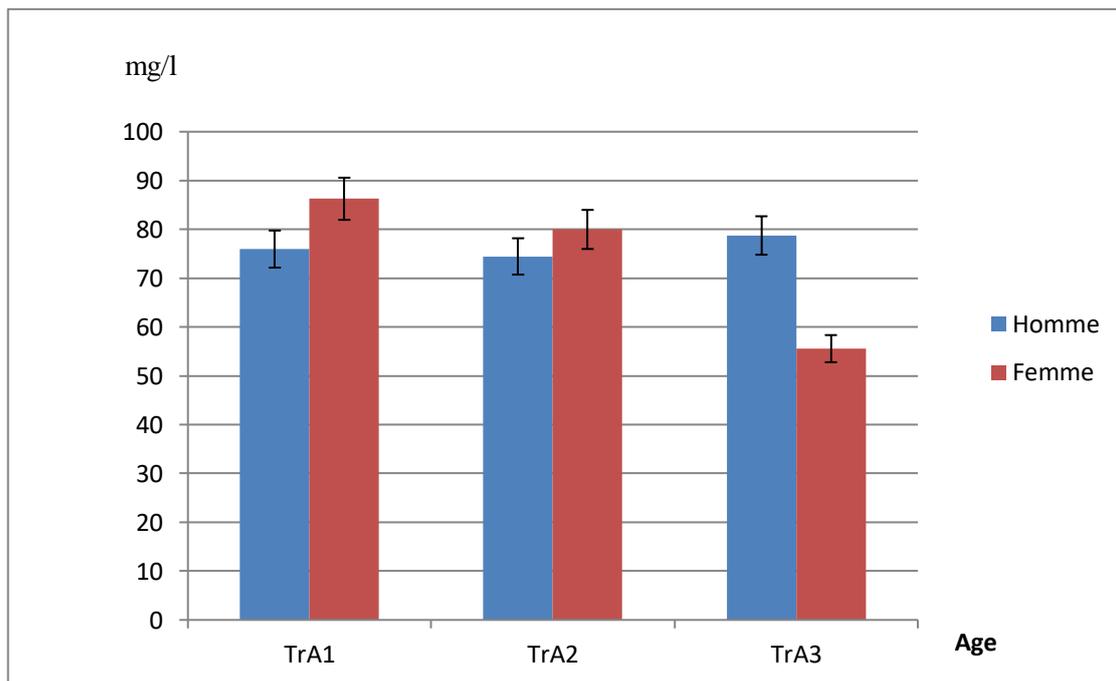
Ces résultats sont similaires à ceux menés à l'étude de Taleb et al, (2015) qui rapportent la cause principale responsable de l'insuffisance rénale chronique est l'hypertension artérielle HTA chez 50% des cas, suivi par le diabète dans 23% des cas et autres causes avec 19 % des patients.

23 % des cas n'a pas pu être déterminée pouvant être expliqué par le faible niveau du plateau sanitaire, les conditions économiques et la consultation le plus souvent tardive.

Ainsi, l'étude de Simon, (2007) montre que dix ans après le début d'un diabète, un tiers des patients développe une insuffisance rénale chronique dont 6 % à un stade avancé.

#### 4.5 Dosage de la calcémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommes hémodialysés.

Comparés aux normes (90-105mg/l) et selon les résultats de la calcémie présentés dans la (Fig.22), qui ont révélés une hypocalcémie dans les trois tranches d'âge sur deux sexes. En moyenne (75,95±20,13), (79,98±14,37) chez les hommes et les femmes respectivement. Tandis que le plus attirés par, la TrA3F la moyenne de la calcémie a révélé la plus bas estimée par (55,56±8,83) chez les femmes.



**Figure 22:** dosage de la calcémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommes hémodialysés.

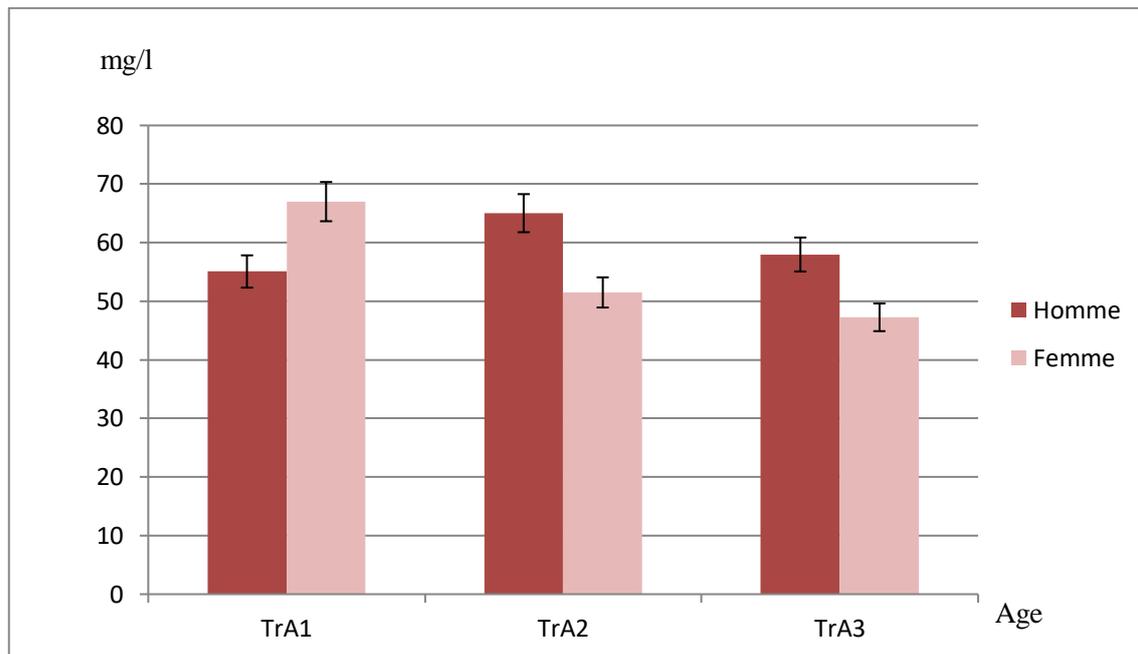
Ce qui ressemble aux résultats de l'étude marocaine était présente la calcémie moyenne 77, 67 mg/l (Asserraji et al., 2015).

La problématique de ce patient hémodialysé est donc une calcémie basse. La baisse de la 1-25(OH)<sub>2</sub> D entraînera la diminution de l'absorption du calcium de l'intestin vers la circulation. Il en résultera une hypocalcémie qui stimulera la formation de parathormone supplémentaire et croissance de la parathyroïde pour tenter de mobiliser le calcium et le phosphore des os afin de corriger l'hypocalcémie (Grangers, 2002).

#### 4.6 Dosage de la phosphorémie selon les tranches d'âges chez les femmes et les hommes hémodialysés.

D'après nos résultats de la phosphorémie selon les deux facteurs (Age et sexe) illustrés dans la(Fig.23) et par comparaison aux normes (25-45mg/l).

L'hyperphosphatémie était plus importante dans les trois tranches d'âges des patients hémodialysés TrA1, TrA2, TrA3 avec des taux moyens de phosphore à (57,97±5,95mg/l) pour les hommes et (51,5±8,34) pour les femmes.



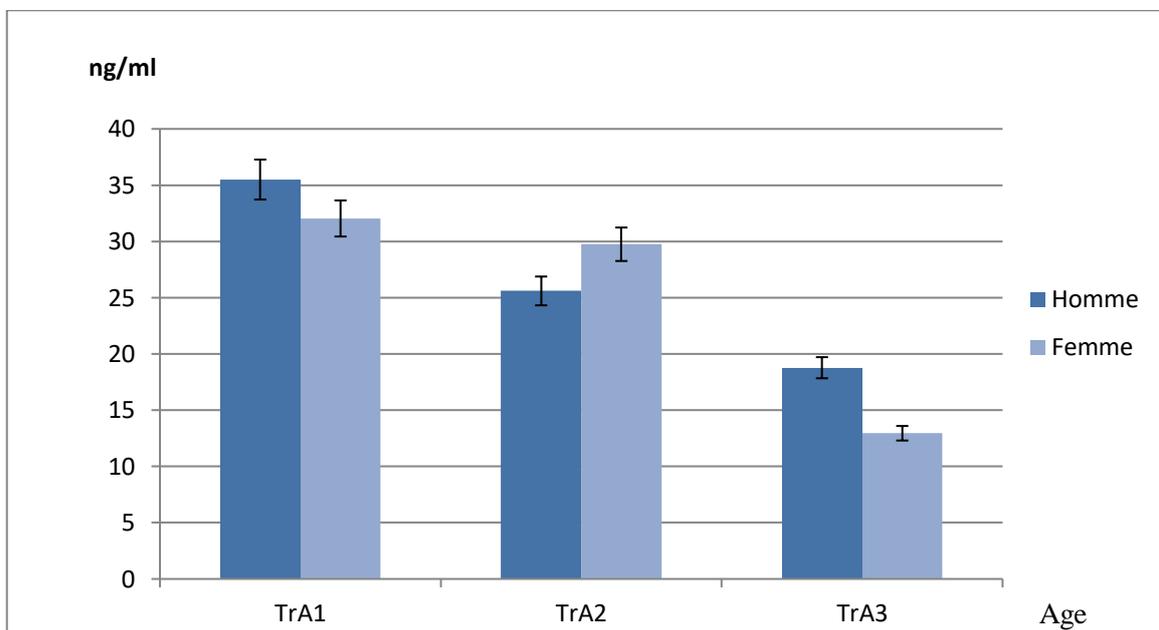
**Figure 23** : dosage de la phosphorémie selon les tranches d'âges chez les femmes et les hommes hémodialysés.

Ce qui est comparable aux résultats de l'étude marocaine où La phosphorémie moyenne était de 52,43mg/l (Asserraji et al., 2015).

Nos patients présentent une hyperphosphatémie en raison de l'accumulation du phosphore dans le sang, car les reins n'ont plus la capacité d'éliminer l'excédent. Dans certains cas, une PTH trop basse ou trop élevée, peut être en rapport avec un défaut ou un excès de calcium et de vitamine D, peut s'accompagner d'une augmentation du phosphore sanguin (Grangers, 2002).

#### 4.7 Le taux de la vitamine D selon les tranches d'âges chez les femmes et les hommes hémodialysés

Comparés aux normes : Déficient <20ng/ml, Insuffisant : 20-29ng/ml, Suffisant : 30-100ng/ml et selon les résultats de la vitamine D présentés dans la (Fig.24), Les taux moyenne de la vitamine D pour la TrA1H a été estimée (35,5±43,15) et (32,04±16,21) chez laTrA1F qui sont dans les normes, pour la TrA2 il a été (25,6±13,75), (29,75±15,82) homme femme respectivement qui représente un taux vitaminique insuffisant, alors que un déficit en valeurs moyennes de vitamine D a été observée de (18,77±7,5), (12,95±1,10) chez TrA3HetF.



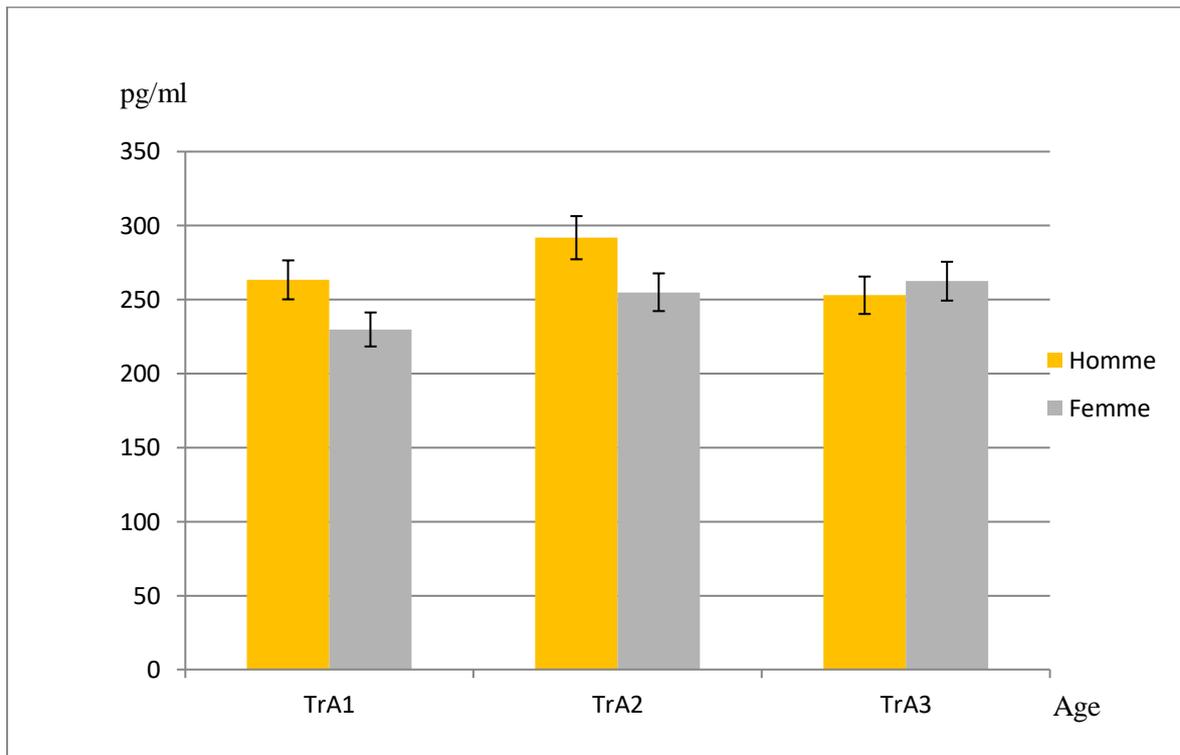
**Figure 24** : le taux de la vitamine D selon les tranches d'âges chez les femmes et les hommes hémodialysés

Les trois différentes catégories tranches d'âge, il reflète une nette diminution des valeurs moyennes de la vitamine D chez le deux sexe.

Le calcitriol, métabolite actif de la vitamine D synthétisé par les reins joue un rôle majeur dans le métabolisme calcique. L'IRC entraîne une déficience de l'enzyme 1 alpha hydroxylase synthétisant le calcitriol. D'autre part, elle est à l'origine de la rétention du phosphore par diminution de la filtration glomérulaire. Il en résulte une diminution de la sécrétion de calcitriol et une baisse de la calcémie. La concordance de l'hypocalcémie, de l'hypocalcitriolémie et de l'hyperphosphorémie provoque, par la suite, une HPT.

#### 4.8 Le taux de la Parathormone selon les tranches d'âges en hyperparathyroïdie secondaire chez les femmes et les hommes hémodialysés

Suivants nos résultats et aux normes (3.5-4.9mmol/l), une augmentation de PTH a été enregistrée dans les trois tranches d'âge des patients pour les deux sexes, en moyenne (281,82±181,65) chez le homme,(254,975±54,7) pour les femmes (Fig.25).

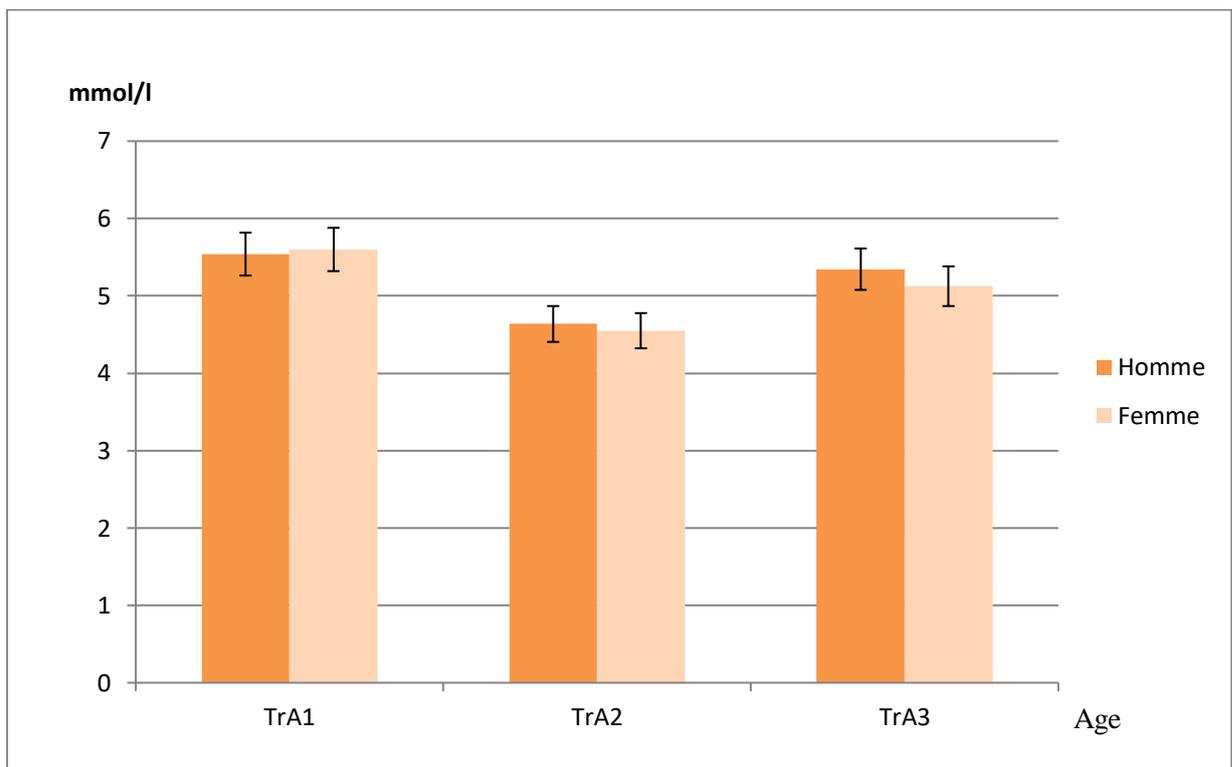


**Figure 25** : le taux de la Parathormone selon les tranches d'âges en hyperparathyroïdie secondaire chez les femmes et les hommes hémodialysés.

Alors que, dans l'insuffisance rénale chronique, dès que la filtration glomérulaire est inférieure à 60–80 ml/min, on observe une hypocalcémie, une hyperphosphatémie, un déficit en 1,25(OH)<sub>2</sub> vit D. Ces facteurs, et principalement l'hyperphosphatémie, sont responsables d'une hyperparathyroïdie secondaire par hyperplasie des glandes parathyroïdes. En outre, il existe une diminution de la dégradation rénale de la PTH et une résistance progressive du squelette à l'action de la PTH, ce qui contribue à la pérennisation de l'hyperparathyroïdie.

#### 4.9 Valeurs moyennes de la Kaliémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommes hémodialysés

Dans notre travail, la tranche d'âge TrA2 des patients hémodialysés avaient une kaliémie normale en moyenne ( $4.63 \pm 0.82 / 4.55 \pm 0.87$ ) chez les deux sexes, par rapport les deux autres tranche d'âge TrA1H et TrA3 avaient une hyperkaliémie en moyenne ( $5.54 \pm 0.34 / 5.6 \pm 0.69$ ), ( $5.34 \pm 1.79 / 5.34 \pm 0.79$ ) respectivement. Ce qui est comparable aux résultats de l'étude marocaine où La kaliémie moyenne était de  $5,03 \text{ mmol/l}$  (Fig.26). Valeurs de référence =  $3.5\text{-}4.9 \text{ mmol/l}$ .

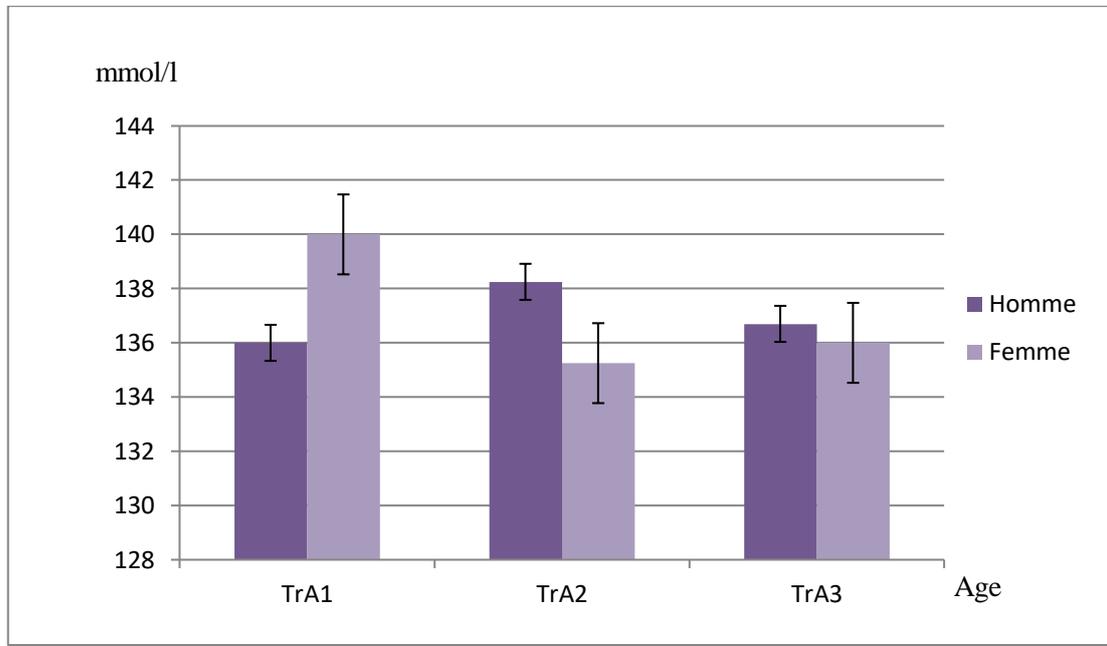


**Figure 26:** Valeurs moyennes de la Kaliémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommes hémodialysés.

La capacité de maintenir l'excrétion du potassium dans les concentrations normales est généralement préservée chez les malades atteints d'IRC jusqu'à un stade avancé d'urémie. L'hyperkaliémie est donc rare avant le stade préterminal (**lacour et al., 2013**).

#### 4.10 Valeurs moyennes de la Natrémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommes hémodialysés.

D'après nos résultats, les trois tranches d'âge des patients hémodialysés avaient une natrémie normale chez les deux sexes (Fig.27). Valeurs de référence = 135-145 mmol/l.



**Figure 27** : Valeurs moyennes de la natrémie selon les tranches d'âge chez les femmes et les hommes hémodialysés.

L'un des objectifs immédiats de l'hémodialyse est de Corriger les déséquilibres hydro électrolytiques.

De nombreuses études ont été réalisées portant sur les principaux résultats qu'une faible teneur en sodium dans le liquide de dialyse améliore la tension artérielle et réduit le gain de sel et d'eau entre les traitements de dialyse. Ce qui est probablement une bonne chose (Dunlop et al., 2019).

## Discussion générale

La calcitriol, métabolite actif de la vitamine D synthétisé par les reins, a un rôle majeur dans le métabolisme calcique. Il stimule l'absorption intestinale et la réabsorption tubulaire du calcium ; de plus, il améliore la fixation calcique au niveau osseux. D'une part, l'insuffisance rénale chronique entraîne une déficience de l'enzyme synthétisant le calcitriol.

La baisse de la 1-25(OH)<sub>2</sub> D entraînera la diminution de l'absorption du calcium de l'intestin vers la circulation. Il en résultera une hypocalcémie qui stimulera la formation de parathormone supplémentaire pour tenter de mobiliser le calcium et le phosphore des os afin de corriger l'hypocalcémie. La mobilisation du phosphore contribuera donc aussi à l'hyperphosphatémie. L'hypocalcémie, peu importe sa cause, entraîne une augmentation de la sécrétion de parathormone et stimule la croissance de la parathyroïde. Habituellement, la correction de l'hypocalcémie peut renverser la situation. Chez le patient souffrant d'IRC, l'hyperparathyroïdie résultant de l'hyperphosphatémie et de l'hypocalcémie est plus grave et plus résistante. Le traitement de l'hyperparathyroïdie doit être le plus précoce possible.

Au niveau rénal la PTH exerce trois actions majeures :

- Elle augmente la phosphaturie en diminuant la réabsorption tubulaire proximale des phosphates ;
- Elle augmente la réabsorption tubulaire distale du calcium ;
- Elle stimule l'activité de la 1 alpha-hydroxylase permettant la transformation de la 25- OH vitamine D en 1,25-di hydroxyvitamine D qui agira dans un second temps sur la cellule intestinale pour augmenter l'absorption du calcium.

Dans l'ensemble, la PTH est une hormone hypercalcémiant et hypophosphatémiant.

Le patient atteint d'insuffisance rénale chronique est vulnérable sur le plan de l'équilibre électrolytique. Ces déséquilibres peuvent être :

L'hyperkaliémie et l'hyponatrémie sont les plus fréquentes chez les patients atteints d'insuffisance rénale chronique hémodialysés ils résultent de l'importante réduction de la filtration glomérulaire lorsque l'DFG est inférieur à 10-15 mL/min/1,73m<sup>2</sup>.

*Conclusion*

## **Conclusion**

L'insuffisance rénale chronique (IRC) représente un problème majeur de santé publique, Le seul traitement de suppléance est l'hémodialyse.

Le patient atteint d'insuffisance rénale chronique expose à de nombreuses complications métaboliques qui peuvent elles-mêmes induire des problèmes de santé. L'IRC affecte les sujets adultes surtout de sexe féminin. L'HTA était le principal facteur de risque spécifique et antécédent médical. Les manifestations biologiques ont été une anémie normochrome normocytaire. L'ostéite fibreuse comme manifestation osseux ; Les troubles phosphocalcique sont dominé par l'hypocalcémie et l'hyperphosphatémie, hypersécrétion de parathormone (PTH), déficit en vitamine D vu son implication majeure dans le métabolisme phosphocalcique ; sur le plan de l'équilibre électrolytique : les déséquilibres peuvent être :L'hyperkaliémie et l'hyponatrémie sont les plus fréquentes chez les patients atteints d'insuffisance rénale chronique hémodialysés.

La correction des anomalies du bilan phosphocalcique constitue un défi plus complexe et à plus long terme, car ces anomalies sont la conséquence d'un dérèglement hormonal qui pourra compromettre la qualité de vie et la survie du patient atteint d'insuffisance rénale chronique.

A travers cette étude, Il est indispensable de proposer les dosages de bilan phosphocalciques, et le bilan rénal de tout sujet atteint d'une IRC à un stade précoce afin de prévenir les complications de cette maladie et le respect de certain régime pour le bilan phosphocalcique, des alimentation bien équilibrée en calcium, en phosphore.

## Liste des références

- Aimee Hechanova** ,(2020). MD, Texas Tech University Health Sciences Center, El Paso Dernière révision totale déc. 2020| Dernière modification du contenu déc. 2020
- André Domart Jacques Bourneuf**,( 1976). *Dictionnaire médical*, Tome 2. France loisirs. 123, Boulevard de Grenelle,
- BAUBEAU D. et TRIGANO L**(2004). La prise en charge de l'insuffisance rénale chronique, Etudes et résultats N° 327.
- Berthélémy, S** (2015). *Le bilan rénal. Actualités Pharmaceutiques*, 54(549), 55-58
- Bourquelot , P** (2004). *L'abord vasculaire pour hémodialyse* Issy-les-Moulineaux, Elsevier Masson.
- Brenner RM**, (2005). Adaptation to renal injury. In: Kasper DL BE, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, editor. *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 16th ed. New York .
- Brosious SK, Castagnola J** (2006) .*Chronic kidney disease: acute manifestations and role of critical care nurses*. Crit Care Nurse. 26(4):17-27.
- Dernière révision totale sept. 2021| Dernière modification du contenu sept. 2021
- Docteur Valérie De PRÉCIGOUT – Bordeaux, Le Métabolisme phospho-calcique.
- Emandez, T., & Stoermann-Chopard, C.** (2012). *Vitamine D et insuffisance rénale chronique: regain d'intérêt pour une vitamine oubliée*. Rev Med Suisse, 8(2), 2140-2145.
- Evan M. Braunstein** ,(2021) MD, PhD, Johns Hopkins University School of Medicine, Revue générale de la diminution de l'érythropoïèse
- Frimat, L ,C. Loos-Ayav, S. Briançon, M. Kessler** (2005). :Epidémiologie des maladies rénales chroniques. Emc-Néphrologie; 2 : 139-157
- GIORGETTA, J** (2019). *Ionogramme sanguin : savoir interpréter ses résultats*. [En ligne],. (10/07/2020). <https://www.journaldesfemmes.fr/account/juliegiorgetta-11560933>
- GIRARD, J** (2013) .Le rôle du rein dans l'homéostasie du glucose, Elsevier Masson SAS ; Vol 7 (1), 41-48 p.

**Glenn M. Preminger** ,( 2019) MD, Duke Comprehensive Kidney Stone Center Dernière révision totale juin 2019Manuel CUEN 2018 INSUFFISANCE RÉNALE CHRONIQUEET MALADIES RÉNALES CHRONIQUES

**Godin, R.D (2012)** : La filtration glomérulaire et sa régulation, Physiologie rénale. Université Joseph Fourier .Grenoble France. [www.medatice-grenoble.fr](http://www.medatice-grenoble.fr).

**Gougoux, A (2004)**.Physiologie des reins et des liquides corporels. Éditions MultiMondes , rue Pouliot Sainte-Foy (Québec), CANADA.930.

**Granger, P (2002)**. Les hauts et les bas de l'insuffisance rénale chronique. Le Médecin du Québec, 37(6), 33-42.

**Guenard H, (2009)**.physiologie humaine,ed pradel,paris ,pp253-281.R

H. DOSSOU-YOVO and E. Prof. ETI, "PANORAMA DES AFFECTIONS RHUMATOLOGIQUES CHEZ LES PATIENTS HEMODIALYSES CHRONIQUES DU CNHU/HKM DE COTONOU."

<https://www.caducee.net/DossierSpecialises/urologie/insuffisance-renale-chronique.asp#>

<https://www.francerein.org/vivre-avec-la-maladie/maladies-et-traitements/les-fonctions-du-rein/#top>

**Inker LA1 , Astor BC2 , Fox CH3, Isakova T4 , Lash JP5, Peralta CA6 et al.,( 2012 )** KDOQI , US Commentary on the 2012 KDIGO clinical practice , guideline for the evaluation and UN.

**JULIE, K (2009)**. le récepteur b1 des kinines dans la fibrose rénale : des mécanismes au potentiel thérapeutique, thèse de doctorat, l'université Toulouse iii - Paul Sabatier, Toulouse ; 146p.

**Jungers P, Joly D, Man NK, Legendre C(2011)**. L'insuffisance rénale chronique, prévention et traitement. Paris: Lavoisier.

K/DOQI clinical practice guidelines for bone metabolism and disease in chronic kidney disease. Am J Kidney Dis. 2003;42(4 Suppl 3):S1-201.

K/DOQI clinical practice guidelines for bone metabolism and disease in chronic kidney disease. Am J Kidney Dis. 2003;42(4 Suppl 3):S1-201.

**Klein E, Georges A, Brossaud J, de Bosredon K, Bordenave L, Corcuff J-B. ,(2009)**.Erythropoïétine: Quand la prescrire ?, Pourquoi et comment la doser ? Ann Biol Clin;67:505-515

**Lacour, B. (2013)**. Physiologie du rein et bases physiopathologiques des maladies rénales. Revue Francophone des Laboratoires,(451), 25-37

- LAHMILE ,F Z(2015).** Paramètres biochimiques du bilan rénal et détection d'une insuffisance rénale, projet de fin d'études, université sidi Mohamed ben Abdellah, faculté des sciences et techniques, Fes, 2015.
- Marieb E., Hoehn K.(2010)** Anatomie et physiologie humaines Paris, Paerson, 2010.
- Massart ,C and A. S. Gauchez(2011).** "Caractéristiques immuno-analytiques de la parathormone (PTH)," *Immuno-Analyse Biol. Spec.*, vol. 27, no. 2, pp. 79–82, 2012, doi: 10.1016/j.immbio.2011.09.005.
- Mondé, A ; Koutouan, K ; Lagou ,A ;Camara-Cissé ,M ;Achy ,L;Tchimou,L ; Djessou,P ; Sess,E.D (2013).**Variations du calcium, du phosphore et de la parathormone au cours de l'insuffisance rénale chronique (IRC) en Côte d'Ivoire, *Médecine Nucléaire* 37, 451–454 L. Tchimou , P. Djessou , E.D. Sess
- Nyirenda MJ, Tang JI, Padfield PL, Seckl JR. Hyperkalaemia. BMJ(2009).**339:b4114.
- ortora J, Derrickson B,(2010) .** Principe d'Anatomie et de Physiologie 4<sup>o</sup> édition juillet 2007 | 1376 pages. 9782804153793
- Ouledali A.(2017).** Prévalence de maladie rénale et insuffisance rénale chronique dans la région El-Meniaa et mise en évidence la prise en charge et suivie, Mémoire de master, université Abd el hamid ibn badis, Mostaganem; 60p.
- Patricia, G (2017).** Évaluation de la sévérité des problèmes liés à la pharmacothérapie chez les patients souffrant d'insuffisance rénale chronique La perspective de la pharmacie communautaire. Thèse, Université de Montréal.
- Pharmacie., D. E. N ; Adolphe, K. N. G., and E. N. C. D (2018).** Ivoire, "ENSEIGNANT DE L 'UFR DES SCIENCES,"
- Rabiller, J., & Faure, S. (2019).** De la maladie rénale chronique à la transplantation rénale. *Actualités Pharmaceutiques*, 58(584), 20-25.
- Samaké, M ; Kodio ,A ;Yattara,H ;Coulibaly,M ; Fofana,A ; Diallo,D ;Coulibaly, B ;Tangara,M ; Djiguiba,k ; Maiga,D ; Dolo,M ; Fongoro,S (2015).** Profil Phosphocalcique des Patients Hémodialysés Chroniques dans le Service de Néphrologie et d'Hémodialyse du CHU du Point G.Fait