



**HAL**  
open science

## Activité physique et insuffisance rénale terminale

Manon Treguier

► **To cite this version:**

Manon Treguier. Activité physique et insuffisance rénale terminale. Sciences pharmaceutiques. 2019. dumas-02338651

**HAL Id: dumas-02338651**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02338651>**

Submitted on 30 Oct 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## THESE

PRESENTEE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA  
FACULTE DE PHARMACIE DE MARSEILLE

LE 25 OCTOBRE 2019

PAR

TREGUIER MANON

Née le 05/07/1994 à Gassin

EN VUE D'OBTENIR

LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

**TITRE : ACTIVITE PHYSIQUE ET INSUFFISANCE RENALE  
TERMINALE**

JURY :

Président : Mme ESTEVE Marie-Anne

Membres : Mme CERINI Claire

Mme TELLIER Edwige

M PESCE Eric

## LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE

### **ADMINISTRATION :**

<i>Doyen :</i>	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
<i>Vice-Doyens :</i>	M. Jean-Paul BORG, M. François DEVRED, M. Pascal RATHELOT
<i>Chargés de Mission :</i>	Mme Pascale BARBIER, M. David BERGE-LEFRANC, Mme Manon CARRE, Mme Caroline DUCROS, Mme Frédérique GRIMALDI
<i>Conseiller du Doyen :</i>	M. Patrice VANELLE
<i>Doyens honoraires :</i>	M. Jacques REYNAUD, M. Pierre TIMON-DAVID, M. Patrice VANELLE
<i>Professeurs émérites :</i>	M. José SAMPOL, M. Athanassios ILIADIS, M. Jean-Pierre REYNIER, M. Henri PORTUGAL
<i>Professeurs honoraires :</i>	M. Guy BALANSARD, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Aimé CREVAT, M. Bernard CRISTAU, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. José MALDONADO, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI
<i>Chef des Services Administratifs :</i>	Mme Florence GAUREL
<i>Chef de Cabinet :</i>	Mme Aurélie BELENGUER
<i>Responsable de la Scolarité :</i>	Mme Nathalie BESNARD

### **DEPARTEMENT BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE**

Responsable : Professeur Philippe PICCERELLE

### **PROFESSEURS**

BIOPHYSIQUE	M. Vincent PEYROT M. Hervé KOVACIC
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETIQUE	M. Philippe PICCERELLE

## MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE

M. Robert GILLI  
Mme Odile RIMET-GASPARINI  
Mme Pascale BARBIER  
M. François DEVRED  
Mme Manon CARRE  
M. Gilles BREUZARD  
Mme Alessandra PAGANO

GENIE GENETIQUE ET BIOTECHNOLOGIE

M. Eric SEREE-PACHA  
Mme Véronique REY-BOURGAREL

PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE,  
BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE

M. Pascal PRINDERRE  
M. Emmanuel CAUTURE  
Mme Véronique ANDRIEU  
Mme Marie-Pierre SAVELLI

NUTRITION ET DIETETIQUE

M. Léopold TCHIAKPE

## A.H.U.

THERAPIE CELLULAIRE

M. Jérémy MAGALON

## ENSEIGNANTS CONTRACTUELS

ANGLAIS

Mme Angélique GOODWIN

## DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Philippe CHARPIOT

## PROFESSEURS

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

M. Philippe CHARPIOT

BIOLOGIE CELLULAIRE

M. Jean-Paul BORG

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Françoise DIGNAT-GEORGE  
Mme Laurence CAMOIN-JAU  
Mme Florence SABATIER-MALATERRE  
Mme Nathalie BARDIN

MICROBIOLOGIE

M. Jean-Marc ROLAIN  
M. Philippe COLSON

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET  
ZOOLOGIE

Mme Nadine AZAS-KREDER

## MAITRES DE CONFERENCES

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE	Mme Dominique JOURDHEUIL-RAHMANI M. Thierry AUGIER M. Edouard LAMY Mme Alexandrine BERTAUD Mme Claire CERINI Mme Edwige TELLIER M. Stéphane POITEVIN
HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Aurélie LEROYER M. Romaric LACROIX Mme Sylvie COINTE
MICROBIOLOGIE	Mme Michèle LAGET M. Michel DE MEO Mme Anne DAVIN-REGLI Mme Véronique ROUX M. Fadi BITTAR Mme Isabelle PAGNIER Mme Sophie EDOUARD M. Seydina Mouhamadou DIENE
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE	Mme Carole DI GIORGIO M. Aurélien DUMETRE Mme Magali CASANOVA Mme Anita COHEN
BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne-Catherine LOUHMEAU

## A.H.U.

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	M. Maxime LOYENS
----------------------------	------------------

## DEPARTEMENT CHIMIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Patrice VANELLE

## PROFESSEURS

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine BADENS
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Philippe GALLICE
CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE – CHIMIE THERAPEUTIQUE	M. Pascal RATHELOT M. Maxime CROZET
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE	M. Patrice VANELLE M. Thierry TERME
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE	Mme Evelyne OLLIVIER

**MAITRES DE CONFERENCES**

BOTANIQUE ET CRYPTOGRAMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne FAVEL Mme Joëlle MOULIN-TRAFFORT
CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine DEFOORT M. Alain NICOLAY Mme Estelle WOLFF Mme Elise LOMBARD Mme Camille DESGROUAS
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. David BERGE-LEFRANC M. Pierre REBOUILLON
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Sandrine FRANCO-ALIBERT Mme Caroline DUCROS M. Marc MONTANA Mme Manon ROCHE
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE HYDROLOGIE	M. Armand GELLIS M. Christophe CURTI Mme Julie BROGGI M. Nicolas PRIMAS M. Cédric SPITZ M. Sébastien REDON
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE	M. Riad ELIAS Mme Valérie MAHIOU-LEDDET Mme Sok Siya BUN Mme Béatrice BAGHDIKIAN

**MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (M.A.S.T.)**

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Anne-Marie PENET-LOREC
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Cyril PUJOL
DROIT ET ECONOMIE DE LA PHARMACIE	M. Marc LAMBERT
GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE, DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE ET GESTION DE LA PHARMAFAC	Mme Félicia FERRERA

**A.H.U.**

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	M. Mathieu CERINO
--	-------------------

**ATER**

CHIMIE ANALYTIQUE	M. Charles DESMACHELIER
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Fanny MATHIAS

**DEPARTEMENT MEDICAMENT ET SECURITE SANITAIRE**

Responsable : Professeur Benjamin GUILLET

**PROFESSEURS**

PHARMACIE CLINIQUE	Mme Diane BRAGUER M. Stéphane HONORÉ
PHARMACODYNAMIE	M. Benjamin GUILLET
TOXICOLOGIE GENERALE	M. Bruno LACARELLE
TOXICOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	Mme Frédérique GRIMALDI

**MAITRES DE CONFERENCES**

PHARMACODYNAMIE	M. Guillaume HACHE Mme Ahlem BOUHLEL M. Philippe GARRIGUE
PHYSIOLOGIE	Mme Sylviane LORTET Mme Emmanuelle MANOS-SAMPOL
TOXICOCINETIQUE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Joseph CICCOLINI Mme Raphaëlle FANCIULLINO Mme Florence GATTACECCA
TOXICOLOGIE GENERALE ET PHARMACIE CLINIQUE	M. Pierre-Henri VILLARD Mme Caroline SOLAS-CHESNEAU Mme Marie-Anne ESTEVE

**A.H.U.**

PHARMACIE CLINIQUE	M. Florian CORREARD
PHARMACOCINETIQUE	Mme Nadège NEANT

## CHARGES D'ENSEIGNEMENT A LA FACULTE

Mme Valérie AMIRAT-COMBRALIER, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Pierre BERTAULT-PERES, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Marie-Hélène BERTOCCHIO, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Martine BUES-CHARBIT, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Nicolas COSTE, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Sophie GENSOLLEN, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Sylvain GONNET, Pharmacien titulaire

Mme Florence LEANDRO, Pharmacien adjoint

M. Stéphane PICHON, Pharmacien titulaire

M. Patrick REGGIO, Pharmacien conseil, DRSM de l'Assurance Maladie

Mme Clémence TABELLE, Pharmacien-Praticien attaché

Mme TONNEAU-PFUG, Pharmacien adjoint

M. Badr Eddine TEHHANI, Pharmacien – Praticien hospitalier

M. Joël VELLOZZI, Expert-Comptable

## DEDICACES

Merci à Marie-Anne Estève, Claire Cérimi, Edwige Tellier et Eric Pesce d'avoir accepté de siéger dans mon jury. C'est un honneur de vous présenter mon travail, en espérant qu'il soit à la hauteur de vos espérances.

A mes parents et leur soutien pour avoir eu la chance d'accéder aux études qui m'ont faite rêver dès le collège. A leur patience pour mes deux « P1 » et pour chacune des périodes de révisions pré-examens. Merci à vous d'avoir cru en moi, merci pour votre amour.

A Romane, mon petit bouchon, ma petite sœur adorée pour ton réconfort à chaque examen approchant, pour ces 2 années de colocation et ces soirées 5/5. Je suis fière de la voie que tu as choisie.

A mon parrain, Hervé, pour m'avoir fait découvrir son métier qui est maintenant devenu le mien.

A mon Papi, ma Mami, mon Papet et ma Mamé adorés. Papet, tu m'as toujours dit « il y a 2 métiers d'avenir : croque-mort et pharmacien ». Pour moi ce sera pharmacien ! Merci à vous 4 pour votre soutien.

A toute ma famille, tant bretonne que sudiste, pour vos encouragements aussi loin soient-ils.

A Valérie, pour ton dévouement et d'avoir plus cru en moi que moi-même. La robe noire c'est aujourd'hui ! Il ne manque plus que Lulu !

A mes années pharma qui m'ont permis de faire des rencontres mémorables et croître des amitiés à vie.

A ma Marinette et ma Cam, mes copines de voyage dès la 2e année de pharmacie... Dublin, la Thaïlande, le Portugal, Prague et Budapest. Des voyages magnifiques pour clôturer chaque année d'études. J'espère qu'il y en aura d'autres par la suite. Merci à la vie de m'avoir fait vous rencontrer ! Je vous aime les filles !

A mes Moulettes d'amour. Eloïse. Aurélie. Elise. Christine. Carla. Lisa. Matou. Vic. Margaux ma binomette sans qui les TP auraient été moins funs !

A Claire et Adèle que j'ai découvertes plus tardivement, à mon grand regret.

A tous les autres que je n'ai pas nommés, à tous les moments et toutes les soirées partagées ensembles.

Merci à vous de m'avoir permis d'être votre amie, merci pour la confiance que vous m'avez

portée, merci les filles. Du fond du cœur, car sans vous ces 6 années d'études n'auraient pas eu la même saveur. Je vous aime très fort.

Merci à toutes les personnes que je n'ai pas citées qui m'ont apporté, m'apportent ou m'apporteront du bonheur dans ma vie. A toutes celles qui m'ont permis d'être qui je suis à l'heure actuelle.

A Mme Bonifay, et à toute l'équipe des Pignes Dorées pour votre accueil lors de mon stage de 6e année. Merci de m'avoir fait partager vos connaissances. Merci pour votre gentillesse. Merci d'avoir été vous. Je me souviendrai toujours de ce merveilleux stage où il m'était agréable d'aller travailler.

A Fanny et Eric pour mon 1er contrat en tant que « pharmacien ». Merci de m'avoir offert ce poste dans votre pharmacie et d'avoir eu confiance en moi. Merci pour tout ce que vous m'apprenez au quotidien. Vous êtes des patrons en or.

A Mme Martin pour m'avoir accueillie durant 1 an dans son service de néphrologie à la PUI de la Conception.

A Stéphanie et Thomas, les meilleurs internes (j'espère que notre photo est toujours sur le casier !).

Au Professeur Brunet de l'Hôpital de la Conception, Mme Chanteclair du centre d'hémodialyse des Alpes, MM. Bouvier et Lefever du centre de dialyse Serena de Draguignan, Mme Garnier du centre hospitalier de Gap, Mme Créquet du centre de néphrologie d'Antibes, M. Paris et Mme Lallement de l'hôpital Robert Schuman de Metz, M. Vido du centre hospitalier universitaire de Nice, ainsi qu'à leurs équipes respectives et leurs patients pour leurs participations dans mon étude.

« L'université n'entend donner aucune approbation, ni improbation aux opinions émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs. »

## INDEX DES ABREVIATIONS

ADH : Hormone antidiurétique

AINS : Anti-inflammatoires non stéroïdiens

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail

AP : Activité physique

APA : Activité physique adaptée

ARA II : Antagonistes des récepteurs de l'angiotensine II

AVC : Accident vasculaire cérébral

BNP : Peptide natriurétique de type B

BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive

CH : Centre hospitalier

CHU : Centre hospitalier universitaire

DFG : Débit de filtration glomérulaire

DPA : Dialyse péritonéale automatisée

DPCA : Dialyse péritonéale continue ambulatoire

EPO : Erythropoïétine

HAS : Haute autorité de santé

HD : Hémodialyse

HTA : Hypertension artérielle

IEC : Inhibiteurs de l'enzyme de conversion

IR : Insuffisance rénale

IRC : Insuffisance rénale chronique

IRCT : Insuffisance rénale chronique terminale

MeSH : Medical subject headings

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PNF : Pression nette de filtration

REIN : Réseau épidémiologique et information en néphrologie

SRAA : Système rénine-angiotensine-aldostérone

TC : Tube collecteur

TCD : Tube contourné distal

TCP : Tube contourné proximal

## TABLE DES MATIERES

<b>INDEX DES ABREVIATIONS.....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>14</b>
<b>PARTIE 1 : LE REIN ET SA PHYSIOPATHOLOGIE .....</b>	<b>15</b>
<b>I. Le rein.....</b>	<b>15</b>
1. Anatomie.....	15
1.1. Configuration externe .....	15
1.2. Structure interne macroscopique .....	15
1.3. Structure interne microscopique : le néphron, unité fonctionnelle du rein .....	18
1.4. Vascularisation rénale.....	22
2. La physiologie rénale.....	24
2.1. Production de l'urine .....	24
2.1.1. La filtration glomérulaire .....	25
2.1.2. La réabsorption et la sécrétion tubulaires .....	26
<b>II. L'insuffisance rénale chronique .....</b>	<b>35</b>
1. Définition .....	35
2. Quelques chiffres .....	37
3. Etiologie.....	37
4. Diagnostic .....	39
5. Les différents traitements.....	41
5.1. Retarder l'évolution de l'IR.....	41
5.2. Les traitements de suppléance .....	42
5.2.1. La transplantation rénale .....	42
5.2.2. L'hémodialyse.....	42
5.2.3. La dialyse péritonéale.....	44
<b>III. Les principales conséquences de l'insuffisance rénale chronique terminale .....</b>	<b>46</b>
1. Troubles cardiovasculaires.....	46
2. Hypertension artérielle.....	47
3. Complications métaboliques .....	48
3.1. Acidose métabolique .....	48
3.2. Hyperkaliémie .....	49
3.3. Troubles phosphocalciques.....	50
3.4. Rétention hydrosodée .....	51
4. Anémie.....	52
5. Immunité.....	52
6. Désordres nutritionnels .....	52
7. Troubles endocriniens.....	53
<b>PARTIE 2 : LES BIENFAITS DE L'ACTIVITE PHYSIQUE (AP) .....</b>	<b>54</b>
<b>I. Les bienfaits de l'activité physique ou sportive sur une population adulte en bonne santé .....</b>	<b>54</b>
1. Définition d'une population en bonne santé .....	54
2. Définitions de l'activité physique et activité sportive .....	54
3. Les bienfaits.....	54
3.1. Bien-être, qualité de vie et santé mentale .....	55
3.2. Système immunitaire .....	55
3.3. Système cardiovasculaire.....	56

3.4.	Pathologies respiratoires .....	56
3.5.	Diabète et prise de poids .....	57
3.6.	Cancers .....	57
3.7.	Ostéo-articulaire et personnes âgées.....	58
4.	Les recommandations .....	58
<b>II.</b>	<b>Les bienfaits du sport, ou plus généralement de l'activité physique, ciblés dans l'IR terminale .....</b>	<b>60</b>
1.	Troubles cardiovasculaires, hypertension artérielle et anémie .....	60
2.	Survie à long terme .....	61
3.	Désordres nutritionnels .....	62
4.	Performances physiques.....	62
5.	Anxiété / dépression et qualité de vie .....	62
6.	Comment pratiquer ?.....	63
<b>PARTIE 3 :</b>	<b>ENQUETE SUR LE NIVEAU D'ACTIVITE PHYSIQUE CHEZ LES PATIENTS DIALYSES 65</b>	
<b>I.</b>	<b>Le questionnaire et sa diffusion .....</b>	<b>65</b>
<b>II.</b>	<b>Critères d'inclusion/exclusion des patients participants.....</b>	<b>67</b>
<b>III.</b>	<b>Résultats – Discussion .....</b>	<b>67</b>
1.	Présentation des patients .....	67
2.	AP actuelle et modalités.....	74
3.	Ressenti.....	86
<b>IV.</b>	<b>Avis des patients sur le sujet .....</b>	<b>93</b>
<b>V.</b>	<b>Les biais de l'étude.....</b>	<b>99</b>
<b>VI.</b>	<b>Et en pratique, qu'est-t-il actuellement proposé pour les patients dialysés ? .....</b>	<b>100</b>
<b>VII.</b>	<b>« Best-of » des questionnaires .....</b>	<b>101</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>104</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>106</b>	
<b>INDEX DES FIGURES .....</b>	<b>113</b>	
<b>INDEX DES TABLEAUX.....</b>	<b>114</b>	
<b>SERMENT DE GALIEN .....</b>	<b>115</b>	

## **INTRODUCTION**

L'insuffisance rénale est caractérisée par un dysfonctionnement des reins. Elle peut avoir pour origine différentes pathologies, dont les plus fréquentes sont l'hypertension artérielle et le diabète. Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), 10 % de la population française serait concernée par cette pathologie soit environ 3 000 000 d'insuffisants rénaux, d'où l'importance de son dépistage.

Différents traitements sont mis en place afin de pallier aux modifications physiologiques engendrées par le moindre fonctionnement des reins.

Plusieurs stades de la pathologie ont été décrits, dont le dernier correspondant à l'insuffisance rénale terminale. Ce stade nécessite en plus un traitement de suppléance.

La France a longtemps été considérée comme un des pays les plus consommateurs de médicaments. Actuellement, la consommation s'est modérée. Cependant certaines lignes thérapeutiques non médicamenteuses ont été étudiées et sont mises en avant après avoir fait preuve de leur efficacité.

Ici l'étude sera portée sur l'effet et la place de l'activité physique dans le quotidien des personnes insuffisantes rénales au stade terminal.

Une présentation du fonctionnement du rein ainsi que de l'insuffisance rénale et de ses complications sera tout d'abord faite. Puis seront abordés les bienfaits généraux de la pratique d'une activité physique, et cela plus particulièrement en cas d'insuffisance rénale terminale. Pour finir, sera étudiée l'enquête menée dans le cadre de la rédaction de cette thèse.

## **PARTIE 1 : LE REIN ET SA PHYSIOPATHOLOGIE**

### **I. LE REIN**

#### **1. Anatomie**

##### **1.1. Configuration externe**

L'être humain possède deux reins, essentiels à sa vie. Cependant l'éventualité de n'avoir qu'un seul rein ne la compromet pas.

Ils se localisent dans l'abdomen de part et d'autre de la colonne vertébrale, en position rétro-péritonéale. Le rein droit supporte le poids du foie, ce qui lui confère une position légèrement plus basse que le gauche d'une demi-vertèbre. Ils occupent donc un espace compris entre la 11<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup> vertèbre respectivement thoracique et lombaire.

Le rein ressemble à un haricot dont les dimensions sont les suivantes :

- Longueur : 10 à 12 cm
- Largeur : 5 à 7 cm
- Epaisseur : 3 cm

Il pèse en moyenne 150 grammes, soit 300 grammes pour la paire de reins, et a une consistance ferme. [1]

##### **1.2. Structure interne macroscopique**

Le rein est entouré d'une membrane de protection, appelée la capsule fibreuse, et de graisse.

Il est composé de deux parties :

- Un parenchyme rénal
- Un sinus

### Le parenchyme rénal :

Premièrement, le parenchyme rénal est lui-même divisé en deux zones :

- La corticale, ou cortex rénal, située directement sous la capsule fibreuse entourant le parenchyme.
- La médullaire constituée des pyramides de Malpighi et des pyramides de Ferrein.

La corticale est de couleur jaune-rougeâtre, plus claire que la médullaire. Elle est épaisse de 1cm et riche en corpuscules rénaux de Malpighi (appelés les glomérules, composants des néphrons) qui ont un rôle clé dans la filtration et l'élimination des déchets. [2]

Concernant la médullaire, les pyramides de Ferrein se trouvent entre la base des pyramides de Malpighi et le cortex, elles appartiennent à la médullaire et ont une forme triangulaire (Figure 3). On en retrouve 400 à 500 par rein. [3], [4]

Les pyramides de Malpighi quant à elles sont bien moins nombreuses : 8 à 18 pyramides sont présentes. Ces dernières rejoignent le sinus par une papille.

Les zones du cortex et de la médullaire n'ont pas une séparation nette, elles s'enlacent. En effet, les colonnes de Bertin appartenant au cortex permettent de séparer les pyramides de Malpighi. Des sections de cortex s'insinuent donc entre les pyramides de la médullaire, il y a une alternance cortex/médullaire.

### Le sinus :

Deuxièmement, le sinus rénal est une cavité de type adipeuse et lymphoïde. Le hile rénal situé sur le bord médial concave du rein permet d'y accéder, en y faisant pénétrer les vaisseaux sanguins et lymphatiques (Figure 2). On retrouve donc dans le sinus les vaisseaux rénaux (sanguins et lymphatiques) ainsi que les calices et une partie du pelvis rénal. [1]

Les pyramides de Malpighi de la médullaire rejoignent ce sinus afin d'atteindre le calice mineur par une papille située au sommet de ces pyramides. Le calice majeur quant à lui se forme à partir de calices mineurs voisins, et forme à son tour avec les autres calices majeurs le pelvis rénal (= bassinnet), qui se poursuit par l'uretère.

Les calices majeurs sont généralement au nombre de 2 ou 3 et se recoupent selon les catégories suivantes : supérieurs, inférieurs +/- moyens [5].

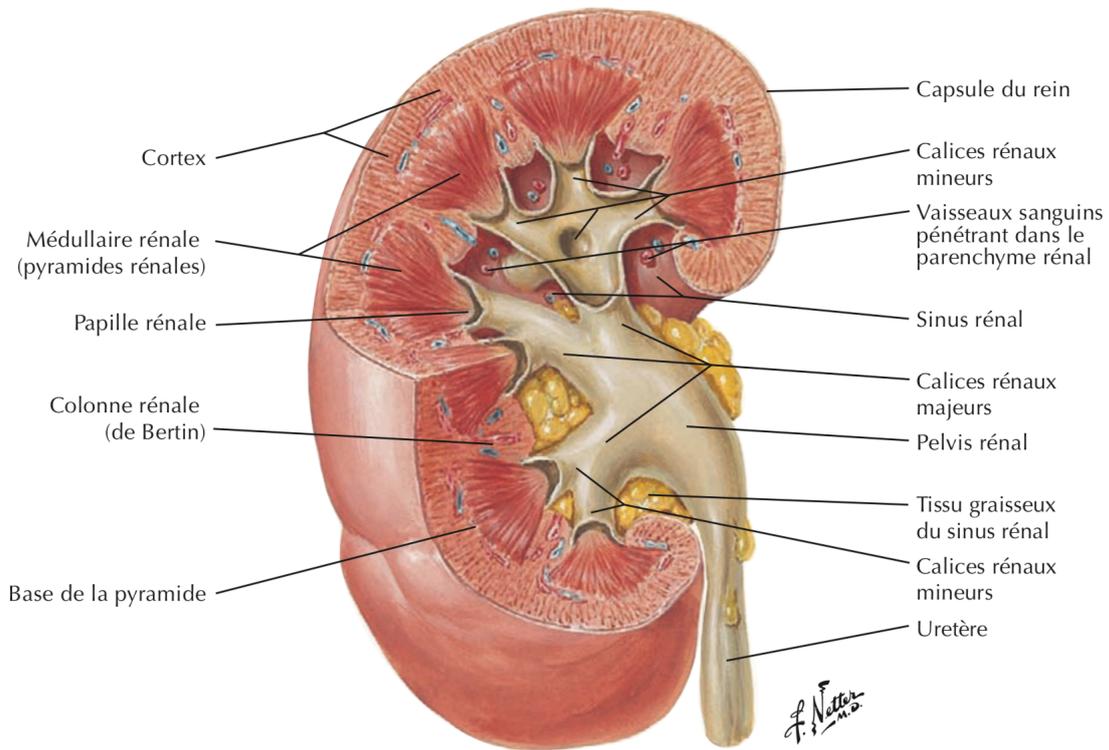


Figure 1 : Rein droit coupé sur plusieurs plans [6]

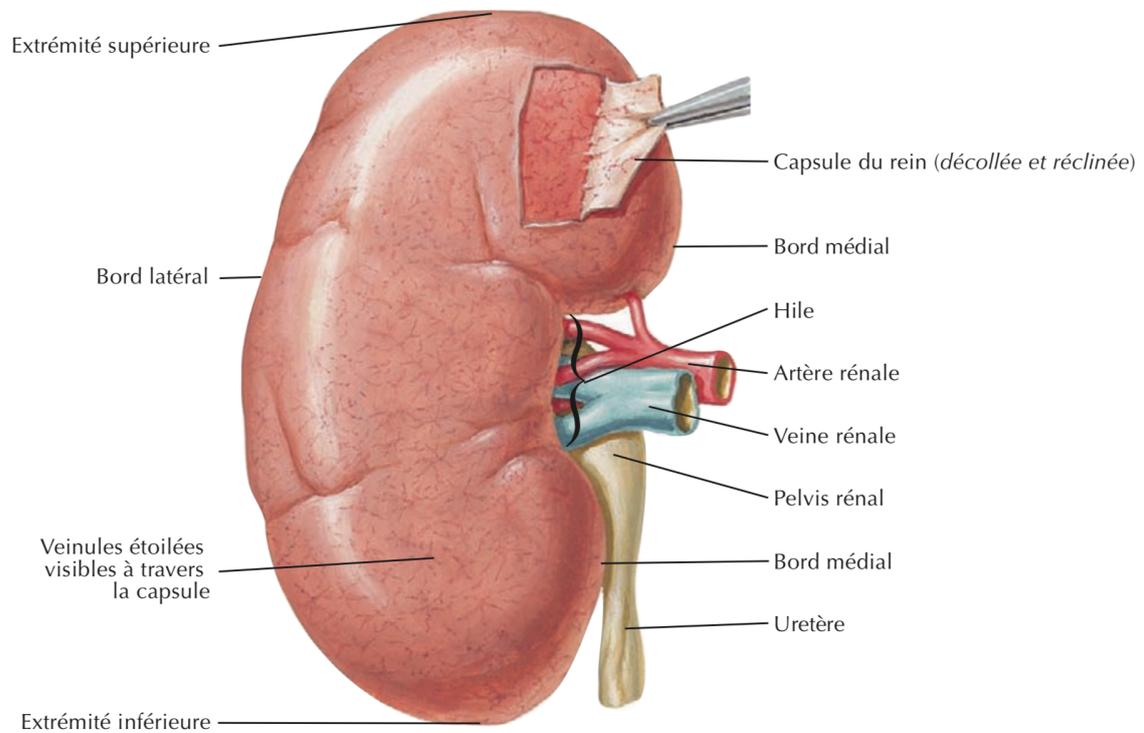


Figure 2 : Face antérieure du rein droit [6]

Pour finir, le rein est un organe adoptant une architecture lobulaire contenant pour chaque lobe des lobules.

A savoir qu'un lobe comporte une pyramide de Malpighi, les pyramides de Ferrein associées ainsi que de la moitié des colonnes de Bertin adjacentes et du cortex rénal associé. Un lobule quant à lui se compose d'une pyramide de Ferrein et du cortex rénal en regard.

En conclusion, de la partie centrale du rein vers la périphérie nous avons le sinus, la médullaire et la corticale.

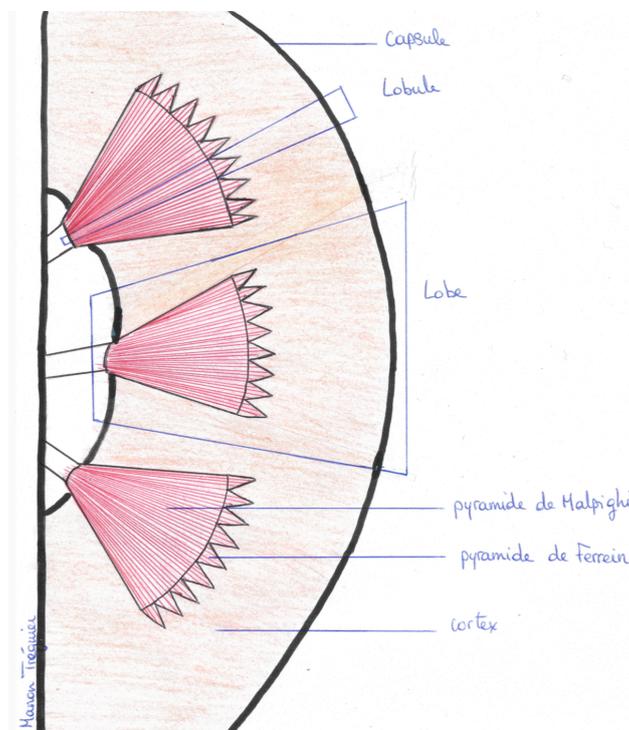


Figure 3 : Architecture lobulaire du rein

### 1.3. Structure interne microscopique : le néphron, unité fonctionnelle du rein

Le néphron est l'unité fonctionnelle du rein. Il en existe plus d'un million par rein mais ne doivent pas tous nécessairement être fonctionnels pour que le rein fonctionne correctement. Chaque néphron est un organe chargé de produire l'urine.

Il existe deux types de néphrons [1] :

- Les plus nombreux, les néphrons corticaux (85%). Ce sont ceux se situant dans le cortex, mais à distance de la jonction cortico-médullaire. Leurs anses de Henlé sont courtes et pénètrent de manière superficielle dans la médulla.
- Les néphrons juxtaglomérulaires (15%). Ils se situent près de la jonction cortico-médullaire et ont des anses de Henlé longues qui pénètrent beaucoup plus profondément que celles des néphrons corticaux dans la médulla.

Pour chacun des néphrons se trouve une zone de filtration au niveau du corpuscule rénal de Malpighi, et une zone d'échange (réabsorption/sécrétion) au niveau du tubule rénal. Le corpuscule rénal comprend la capsule de Bowman, le glomérule ainsi que les artérioles afférente et efférente. Quant à lui, le tubule rénal comprend le tube contourné proximal (TCP), l'Anse de Henlé et le tube contourné distal (TCD). Ce TCD se prolonge ensuite par le tube collecteur (TC).

A noter que l'Anse de Henlé contient 3 portions : la branche descendante fine, la branche ascendante fine et la branche ascendante large.

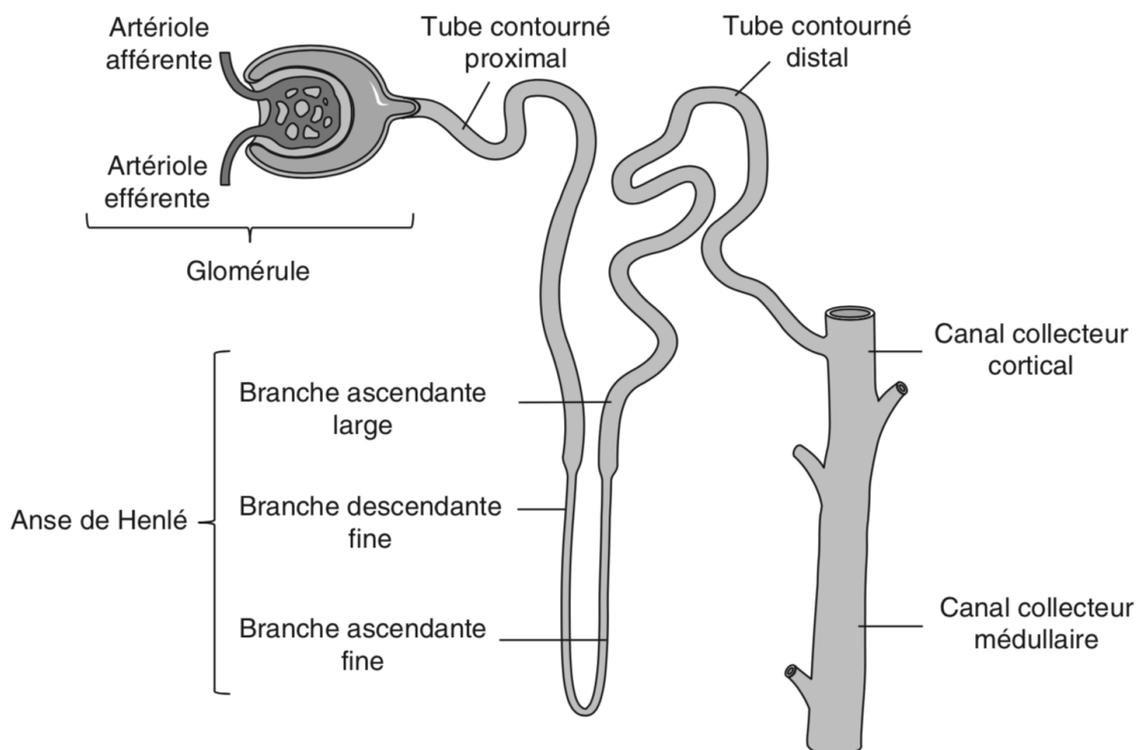


Figure 4 : Représentation d'un néphron [7]

L'urine primitive, aussi appelée ultrafiltrat, se forme au niveau du glomérule c'est-à-dire dans la zone de filtration. Le glomérule est entouré par la capsule de Bowman qui est composée de 2 feuillets : le pariétal et le viscéral.

Le sang est apporté au glomérule par l'artériole afférente qui laisse place à des capillaires glomérulaires. Ces capillaires sont tapissés d'un endothélium fenestré laissant passer certaines molécules du sang. Autour de la paroi de ces capillaires, viennent s'accoler une membrane basale du glomérule et le feuillet viscéral de la capsule de Bowman qui contribuent eux aussi à la filtration glomérulaire [8]. Premièrement la membrane basale agit comme un tamis moléculaire pour les molécules ayant passé l'endothélium fenestré. Et deuxièmement, le feuillet viscéral est composé de podocytes, cellules émettant des pédicelles. Ces derniers se situent donc au niveau de la membrane basale autour des capillaires, et laissent place entre eux à des pores appelés les fentes de filtration [9].

Pour former l'ultrafiltrat et se retrouver dans la capsule de Bowman, les molécules du sang doivent passer par ces 3 barrières.

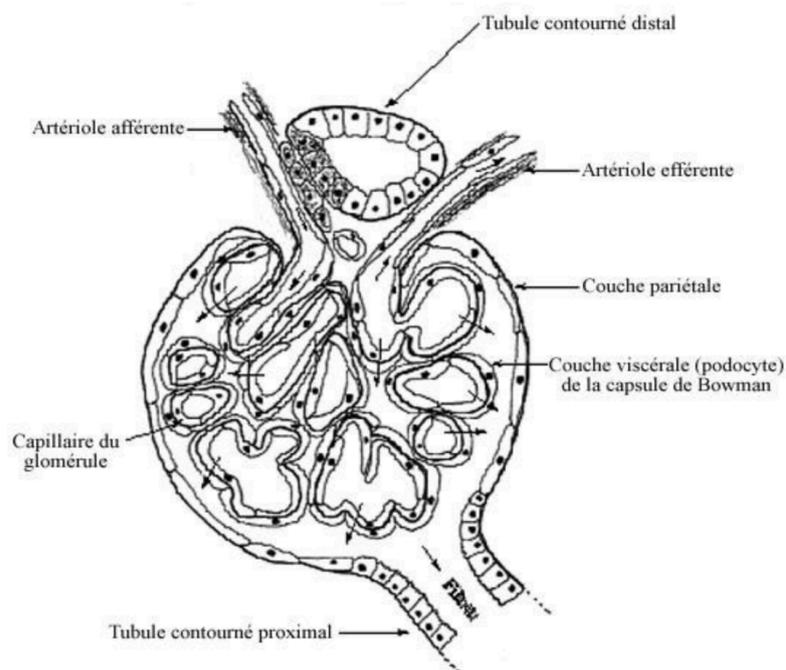


Figure 5 : Corpuscule rénal [10]

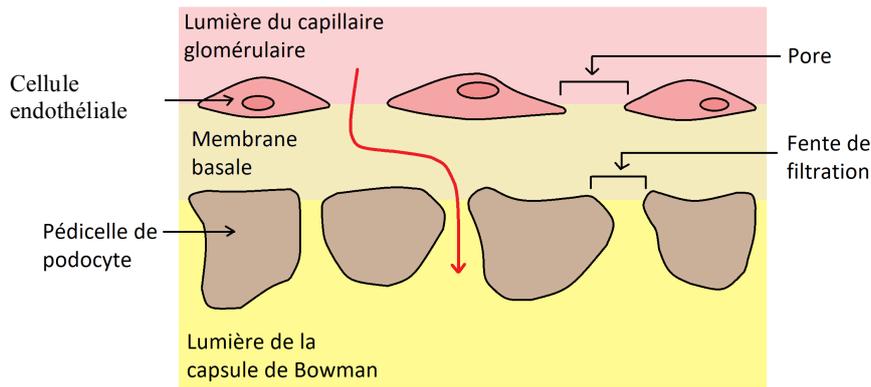


Figure 6 : La filtration glomérulaire [11]

Puis la composition de l'ultrafiltrat s'ajuste au fur et à mesure qu'il progresse dans le néphron du fait des nombreux échanges existant au niveau des tubules (réabsorption/sécrétion).

Ces échanges se font très intenses au niveau du TCP du fait de cellules épithéliales de morphologie particulière : au pôle baso-latéral présence de replis de la membrane créant des invaginations, et au pôle apical présence de multiples microvillosités organisées en une bordure en brosse caractéristique ainsi que de nombreuses mitochondries de grande taille [12]. La présence de ces différents éléments indique des échanges en grand nombre.

Les échanges se poursuivent ensuite dans l'Anse de Henlé, pour la branche descendante et la branche ascendante, mais ne sont pas les mêmes selon la portion de l'Anse. En effet, dans la branche descendante il s'agira de transferts hydriques alors que dans la branche ascendante ce seront plutôt des transferts d'ions. Il y a donc une présence importante de mitochondries dans les cellules de la branche ascendante large, mais peu d'organites dans les cellules des portions ascendante et descendante fines. De plus les cellules de la portion ascendante large sont de forme cubique. [13], [14]

Lors du TCD et du TC, les échanges de type réabsorption et sécrétion se font essentiellement sous un contrôle hormonal et sont moins nombreux. En effet, les cellules du TCD sont morphologiquement similaires à celles du TCP mais ont peu de microvillosités et leurs invaginations sont moins développées. Cela permet de rétablir la composition de l'urine définitive en fonction de l'équilibre du milieu intérieur. [13], [14]

Au final, l'urine définitive est obtenue au niveau du tube collecteur. Elle rejoint ensuite l'uretère, en passant d'abord par les papilles rénales, les calices mineurs, majeurs et le pelvis rénal, pour être enfin emmenée et stockée à la vessie, jusqu'au moment de vidange où elle

s'écoule par l'urètre. Seulement 1% de l'urine primitive sera vidangée, soit environ 1,5 L par jour. Sa composition est adaptée aux besoins de l'organisme.

#### 1.4. Vascularisation rénale

Le rein est un organe très vascularisé. Nos reins voient passer chaque jour en moyenne  $\frac{1}{4}$  du débit cardiaque, soit environ 1,2 L/min. Ce qui fait un passage de plus de 1400 L de sang par jour ! [15]

Les vaisseaux à l'origine de cette importante vascularisation sont l'aorte et la veine cave inférieure.

Nous allons suivre le trajet du sang apporté par l'aorte abdominale aux reins pour mieux comprendre cette vascularisation. Rappelons que le rein est un organe pair, le trajet du sang est le même pour le rein droit et gauche.

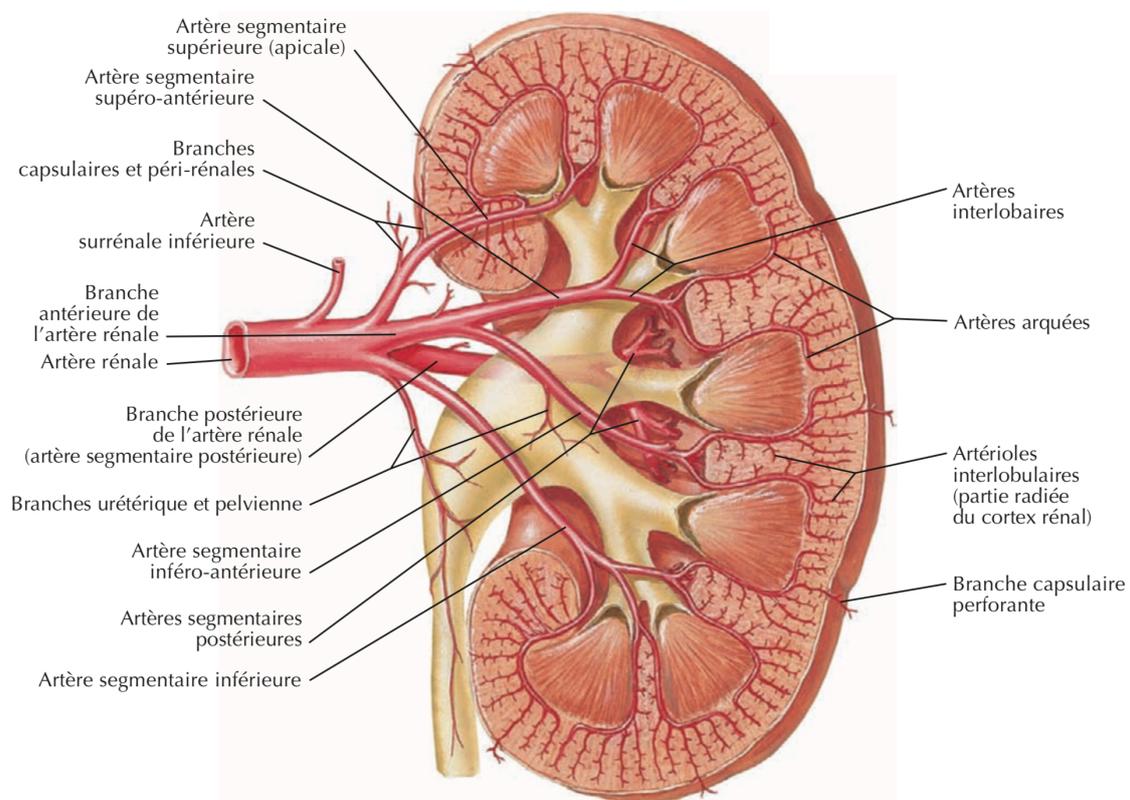
Le sang est donc apporté à l'origine par l'**aorte abdominale**, via l'**artère rénale**. Comme dit précédemment, cette dernière pénètre dans le rein par le hile et se divise au niveau du bassinnet en **artères segmentaires**. Ce sont ces artères qui prennent la suite en reliant le sinus à la médullaire en passant entre les pyramides. A cet endroit elles deviennent les **artères interlobaires**. Ces « nouvelles » artères contournent leur pyramide respective, et effectuent un trajet arciforme au niveau de la base pyramidale. Leur nom change alors pour **artères arquées**. Ces artères se situent à la jonction la plus périphérique entre le cortex et la médullaire. De ces artères arquées naissent les **artères interlobulaires**, dirigées perpendiculairement vers la capsule rénale. Les différentes ramifications de ces artères interlobulaires sont les **artérioles glomérulaires afférentes**. Le sang atteint le glomérule, puis les **artérioles glomérulaires efférentes** et le **réseau de capillaires péritubulaires**.

Une petite partie du sang passera dans les vaisseaux de la **vasa recta**, vaisseaux de la médullaire rénale, via les artères droites (issues des artérioles glomérulaires efférentes) ; cela concerne les néphrons juxtaglomérulaires. [1], [8], [16]

Une fois arrivé aux capillaires, le sang effectue le trajet retour jusqu'à la veine cave inférieure. Ce trajet a une architecture similaire au trajet artériel aller : les capillaires péritubulaires et les

vasa recta se drainent dans des veinules, puis les veines interlobulaires, les veines arquées, les veines interlobaires et la veine rénale qui transporte le sang filtré du rein et qui se jette enfin dans la veine cave inférieure.

Lorsque le sang arrive au niveau du glomérule il est filtré. Le maintien du débit sanguin rénal est très important car c'est la pression sanguine qui permet les échanges entre les artérioles et le glomérule.



*Figure 7 : Vascularisation artérielle du rein gauche, vue antérieure [6]*

## 2. La physiologie rénale

### 2.1. Production de l'urine

Le fonctionnement de notre organisme au quotidien, l'alimentation, les boissons ingérées, les activités réalisées... sont autant de facteurs responsables de la production de toxines par notre corps. Et les reins sont pour notre corps, ce que sont les stations d'épuration pour la nature [2]. La production de toxines ne doit pas inquiéter, elle est tout à fait normale et physiologique. Elles sont éliminées par les reins, après les avoir rejoint via la circulation sanguine. En résumé, le sang amenant les toxines à éliminer aux reins est filtré, les toxines ainsi que l'eau en excès sont récupérées par filtration en vue d'être éliminées dans les urines. Le sang épuré continue son trajet et rejoint le reste de l'organisme.

En plus de cette fonction de « nettoyage », le rein a également pour rôle le maintien de l'homéostasie en faisant varier la composition et la concentration de l'urine produite. Cette variation est dépendante des apports alimentaires, des boissons, ainsi que des besoins du corps au moment de la production de l'urine. Pour adapter la composition et la concentration de l'urine, il se crée des échanges au niveau tubulaire. Les adaptations portent notamment sur la quantité d'eau et les sels minéraux (sodium, potassium, calcium, bicarbonate et magnésium).

Comme expliqué précédemment, le rein est responsable de la formation de l'urine par l'intermédiaire de ses unités fonctionnelles : les néphrons. Le but étant d'éliminer les déchets de l'organisme et de maintenir l'équilibre du milieu intérieur. La formation de l'urine a donc pour origine deux fonctions du rein : l'épuration et le maintien de l'homéostasie.

Certains néphrons peuvent être non fonctionnels sans altérer le fonctionnement correct du rein. Cependant, lorsque les néphrons non fonctionnels sont en nombre trop important la capacité de filtration du rein est diminuée. Il en découle une détérioration voire une absence de filtration des déchets du corps, entraînant un risque mortel si aucune mesure médicale de suppléance (rein artificiel ou transplantation) n'est mise en place.

Pour produire l'urine que nous évacuons au quotidien, plusieurs étapes sont honorées :

- La filtration glomérulaire
- La réabsorption tubulaire
- La sécrétion tubulaire

### 2.1.1. La filtration glomérulaire

La filtration glomérulaire est la première étape de la formation de l'urine. Elle a lieu au niveau du glomérule et produit une grande quantité d'ultrafiltrat, ou urine primitive. Chaque jour, 180L de liquide sont filtrés par la capsule de Bowman. Concrètement, la filtration glomérulaire correspond au passage d'eau et de composés plasmatiques des capillaires glomérulaires, hormis les éléments figurés (globules, plaquettes) et les protéines (sauf les plus petites dont la taille est inférieure à celle de l'albumine), vers la lumière de la capsule de Bowman. De plus, il faut savoir que le sang est filtré au niveau de la capsule de Bowman grâce, entre autres, à la pression sanguine. Si cette pression diminue, les échanges diminuent. Donc le maintien du débit sanguin rénal est très important pour une bonne filtration !

Ce transfert répond par ailleurs à quelques règles [17] :

- Processus unidirectionnel, passif et non sélectif
- Filtration mécanique : lorsque le poids moléculaire est supérieur à 68 000 Daltons, la molécule ne passe pas.
- Est fonction de la mise en jeu de 3 forces : la pression hydrostatique glomérulaire (PHg), la pression hydrostatique capsulaire (PHc) et la pression oncotique (Po).

La PHg correspond à la pression hydrostatique du sang dans les capillaires glomérulaires, et est en faveur de la sortie de liquide vers la capsule de Bowman.

La PHc correspond à la pression exercée par le liquide situé dans la capsule de Bowman et s'oppose à la sortie du liquide des capillaires glomérulaires.

La Po résulte de la présence de protéines dans le compartiment sanguin, elle contribue à l'entrée de liquide dans les capillaires glomérulaires.

En conclusion, pour que la filtration se fasse il faut que la pression oncotique soit plus faible que la pression hydrostatique.

## Mécanisme de la filtration

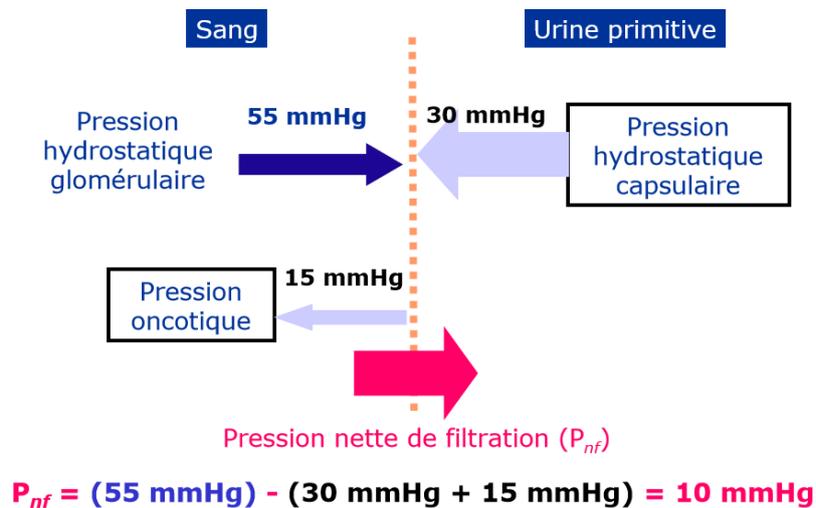


Figure 8 : Les pressions mises en jeu dans la filtration glomérulaire [17]

La résultante des 3 pressions mises en jeu est appelée pression nette de filtration (PNF). Elle correspond au débit de filtration glomérulaire (DFG), c'est-à-dire au volume de liquide filtré dans la capsule de Bowman par unité de temps.

### 2.1.2. La réabsorption et la sécrétion tubulaires

#### Voie transcellulaire ou paracellulaire ?

Le passage du tubule vers les capillaires, ou l'inverse, peut s'effectuer selon ces 2 voies [17].

- ⇒ La **voie transcellulaire** : elle permet aux molécules réabsorbées ou sécrétées de passer par l'intérieur d'une des cellules épithéliales qui composent la paroi du tubule rénal. Dans ce cas, les molécules franchiront les membranes basale et apicale de la cellule épithéliale concernée, ainsi que la membrane du capillaire périrubulaire.
- ⇒ La **voie paracellulaire** : elle permet quant à elle un passage des molécules réabsorbées ou sécrétées entre les cellules épithéliales de la paroi du tubule rénal.

## Transport actif ou passif ?

Le transport des molécules réabsorbées/sécrétées peut se faire selon ces deux mécanismes, actif ou passif [17].

⇒ Le **transport actif** : il nécessite de l'énergie car le déplacement de la molécule se fait contre son gradient de concentration ou électrique. Il est unidirectionnel et limité par le nombre de transporteurs. Cette limitation du transport actif engendre un taux maximal de réabsorption ou sécrétion pour chacune des molécules concernées par ce type de transport, et ce taux dépend du nombre de transporteurs disponibles pour chacune d'entre elles dans le tubule rénal. Le transport actif d'une molécule peut être primaire s'il est direct ou secondaire s'il est indirect et par conséquent s'il dépend du transport actif primaire d'une autre molécule.

Par exemple, le sodium ( $\text{Na}^+$ ) ou le glucose utilisent le transport actif lors de leur réabsorption.

⇒ Le **transport passif** : il s'effectue selon un gradient électrochimique. Si le mouvement des molécules réabsorbées ou sécrétées est dû à un gradient de concentration, il est appelé diffusion. S'il est dû à une pression (hydrostatique ou osmotique) on l'appelle alors convection.

Le chlore ( $\text{Cl}^-$ ), ou encore les molécules d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) par exemple, utilisent le transport passif pour rejoindre le compartiment sanguin péri-tubulaire.

Les transports de molécules, que ce soit pour la réabsorption ou la sécrétion, ne sont pas les mêmes tout le long du tubule rénal.

(Pour rappel de la structure d'un néphron, se référer à la Figure 4 : Représentation d'un néphron [7]).

Comme son nom l'indique, la **réabsorption tubulaire** a lieu au niveau du tubule rénal. Nous rappelons que la réabsorption tubulaire a pour but d'ajuster la composition de l'urine aux besoins de l'organisme par un transfert des éléments contenus dans l'ultrafiltrat du tubule rénal vers les capillaires péri-tubulaires. Tous les composés de type glucose, acides aminés, ions... de l'ultrafiltrat sont concernés.

La **sécrétion tubulaire** s'effectue également au niveau du tubule rénal, mais plus particulièrement à la fin du TCD et dans le tube collecteur. Elle a quant à elle pour but

d'augmenter l'excrétion d'une substance, et concerne notamment les déchets azotés et les médicaments. Elle joue également un rôle dans l'homéostasie en sécrétant des ions  $H^+$  et  $K^+$ . La sécrétion tubulaire s'accomplit selon un mécanisme actif, car le transport depuis le compartiment sanguin péritubulaire vers le tubule rénal est réalisé contre le gradient de concentration.

➤ Que se passe-t-il au niveau du TCP ?

Nous rappelons que dans ce segment du tubule rénal les échanges se font intenses par la présence de cellules aux nombreux replis membranaires créant des invaginations, et aux multiples microvillosités de ces cellules tubulaires. C'est la partie du tubule rénal qui subira le plus d'échanges. En effet, le TCP réabsorbe la quasi-totalité des éléments du filtrat glomérulaire, comme suit, afin d'obtenir l'ultrafiltrat [17], [20].

Par transport actif :

- 65 % du sodium
- 100 % du glucose, des acides aminés, des lactates et des vitamines
- 90 % des bicarbonates, laissant leur place à des protons afin d'assurer l'équilibre acidobasique. Il y a donc une sécrétion d'ions  $H^+$  au niveau du TCP. Les bicarbonates non réabsorbés le seront en quasi-totalité au niveau de l'anse de Henlé.

Par diffusion passive :

- 65 % du potassium
- 50 % du chlore

Et 65% de l'eau est obligatoirement réabsorbé par osmose du fait du transfert de  $Na^+$ .

L'intensité de la réabsorption tubulaire s'oppose à la sécrétion tubulaire qui reste faible dans le TCP. Des substances endogènes (sels biliaires, acide oxalique, prostaglandines, créatine...) mais aussi exogènes (antibiotiques, morphines...) peuvent être excrétées. [20]

En conclusion, sur 125 ml de filtrat atteignant le TCP par minute, seulement 40 ml poursuivent leur chemin vers l'Anse de Henlé.

➤ Que se passe-t-il au niveau de l'anse de Henlé ?

L'anse de Henlé, faisant suite au TCP, comporte deux branches bien distinctes. La branche descendante où ont lieu les transferts hydriques et la branche ascendante au niveau de laquelle ont lieu les transferts ioniques.

En effet, la branche descendante étant très perméable à l'eau, cette dernière sort du compartiment tubulaire par réabsorption passive (environ 15 %) [19]. On a donc à ce moment-là une augmentation de l'osmolarité, soit une concentration de l'urine.

Dans la branche ascendante, il se passe le contraire. Elle est imperméable à l'eau, mais perméable aux sels. On y voit une réabsorption active de sodium, de chlorures et de potassium (environ 25 %) [19]. L'eau quant à elle reste dans la branche ascendante de Henlé. On assiste à une diminution de l'osmolarité, c'est-à-dire à une dilution de l'urine.

La concentration puis la dilution successive de l'urine dans l'anse de Henlé crée un gradient osmotique dans la région médullaire rénale, nécessaire à la réabsorption de l'eau dans la partie distale du néphron.

Il existe également sur cette portion du tubule rénal une faible sécrétion des substances iodées, colorants et médicaments. [19]

➤ Que se passe-t-il au niveau du TCD ?

Le TCD quant à lui peut se segmenter selon 3 parties : initiale, médiale et terminale.

La portion initiale du TCD peut être assimilée à la branche ascendante de Henlé, elle a le même comportement : imperméable à l'eau et perméable aux ions qui sont réabsorbés par transport actif dans des quantités similaires. Il y a donc en ce début de TCD une continuité de la dilution de l'urine.

La suite du TCD se comporte plutôt comme le tube collecteur.

Des protons et des ions ammoniums peuvent être sécrétés dans cette partie tubulaire.

➤ Que se passe-t-il au niveau du TC ?

Les réabsorptions et sécrétions de la fin du TCD (qui se comporte de manière similaire au TC) et du TC s'adaptent aux besoins de l'organisme et sont régulés par des hormones spécifiques afin de maintenir une osmolarité plasmatique constante.

Pour cela, il existe 2 types cellulaires [18] :

- Les cellules principales (65 %) dont le rôle principal est la réabsorption de sodium et d'eau, sous le contrôle respectivement de l'aldostérone et de l'hormone antidiurétique (ADH) [19].

En présence d'aldostérone les canaux sodium s'ouvrent, ce qui permet à ce dernier d'être réabsorbé par transport électrogénique. La réabsorption de sodium entraîne une sécrétion compensatrice de potassium, ainsi qu'une réabsorption réflexe de l'eau qui suit le sodium. Cette réabsorption d'eau va augmenter le volume du compartiment sanguin, et entraîner à son tour une augmentation de la tension artérielle. La variation tensionnelle va être détectée, entraînant une synthèse du facteur natriurétique atrial au niveau des oreillettes cardiaques pour fermer les canaux sodiques. A ce moment-là, le sodium n'étant plus réabsorbé, l'eau reste dans le TC ayant pour conséquence une urine plus diluée, plus abondante et une baisse de la tension artérielle. La réabsorption de l'eau est également sous le contrôle de l'hormone antidiurétique. Lorsque l'ADH augmente, la liaison de l'hormone à son récepteur entraîne l'expression d'aquaporines permettant la réabsorption de l'eau. L'urine se concentre et devient hyperosmotique.

- Les cellules intercalaires (35 %)  $\alpha$  et  $\beta$ . Les cellules  $\alpha$  ont pour but de sécréter des protons dans les urines lorsque le corps est en acidose. Au contraire, les cellules  $\beta$  ont pour rôle de sécréter des ions bicarbonates lorsque le corps est en alcalose. Il s'agit là d'un mécanisme de régulation du pH sanguin.

En conclusion, le rôle principal du canal collecteur est de faire varier l'acidité et la concentration de l'urine en fonction de l'osmolarité plasmatique. On obtient ici l'urine définitive, qui passera ensuite par l'uretère, la vessie et l'urètre avant d'être éliminée.

## 2.2. Synthèse d'hormones

Le rein a une fonction endocrine. Plusieurs molécules détaillées par la suite sont sécrétées afin d'agir sur différents organes. [15]

### 2.2.1. La vitamine D

Le rein permet d'activer la vitamine D, dont le nom chimique de la forme active est 1,25-dihydroxyvitamine D3 ou encore calcitriol.

La vitamine D a 2 origines :

- Endogène : elle est synthétisée au niveau de la peau grâce à l'action des rayons ultraviolets (transformation du 7-dehydrocholestérol en cholécalciférol = forme inactive de la vitamine D)
- Exogène : apportée par l'alimentation

Le cholécalciférol est ensuite transformé en 25-hydroxyvitamine D3 (calcidiol) par l'action d'une enzyme, la 25-hydroxylase, au niveau du foie. Le calcidiol est toujours une forme inactive de la vitamine D.

Enfin, au niveau du rein l'enzyme 1- $\alpha$ -hydroxylase permet la transformation du calcidiol en calcitriol (1,25-dihydroxyvitamine D3), autrement dit la forme active de la vitamine D.

Ce passage à la forme active permet d'augmenter l'absorption intestinale du calcium ainsi que sa fixation dans les os. Il permet également l'absorption de phosphate. En effet, la synthèse rénale de 1,25-dihydroxyvitamine D3 est régulée par l'hypocalcémie d'une part, et l'hypophosphorémie d'autre part.

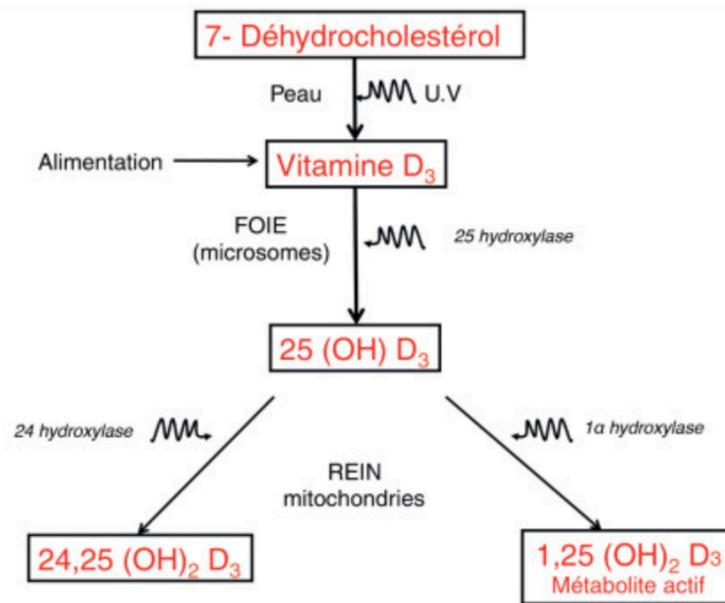


Figure 9 : Métabolisme de la vitamine D [21]

### 2.2.2. L'érythropoïétine

L'érythropoïétine (EPO) est une hormone glycoprotéique synthétisée par les cellules péri-tubulaires. Elle incite la moelle osseuse à la production de globules rouges. Ces hématies ont un rôle très important, elles sont responsables du transport de l'oxygène dans tout notre organisme.

Les reins stimulent donc indirectement la production de globules rouges. Ceci explique que lors de situations d'hypoxie ils sont sollicités afin d'augmenter la synthèse d'EPO.

### 2.2.3. La rénine

La rénine est une enzyme du système rénine-angiotensine-aldostérone (SRAA). Elle est sécrétée par les cellules juxtaglomérulaires du rein et va avoir une action sur la régulation de la pression artérielle, mais de manière indirecte. En effet, suite à la sécrétion de la rénine une cascade enzymatique va avoir lieu.

Différents éléments vont provoquer cette sécrétion, dont notamment la baisse de la volémie ou bien de la pression artérielle. De manière générale, les vasodilatateurs vont stimuler cette

synthèse de rénine, et à l'inverse les vasoconstricteurs vont l'inhiber.

La rénine permet la transformation de l'angiotensinogène en angiotensine I, qui deviendra l'angiotensine II sous l'effet de l'enzyme de conversion. Ce sont les effets de l'angiotensine II qui seront prépondérants, avec notamment la sécrétion d'aldostérone, une rétention hydrosodée et la vasoconstriction (Figure 10). Ces effets permettent le rétablissement de la volémie et donc de la pression artérielle à des valeurs normales.

On comprend donc que la rénine, et par conséquent le rein, ont un rôle essentiel dans le contrôle de la pression sanguine, et de ce fait dans la prévention de l'hypertension artérielle.

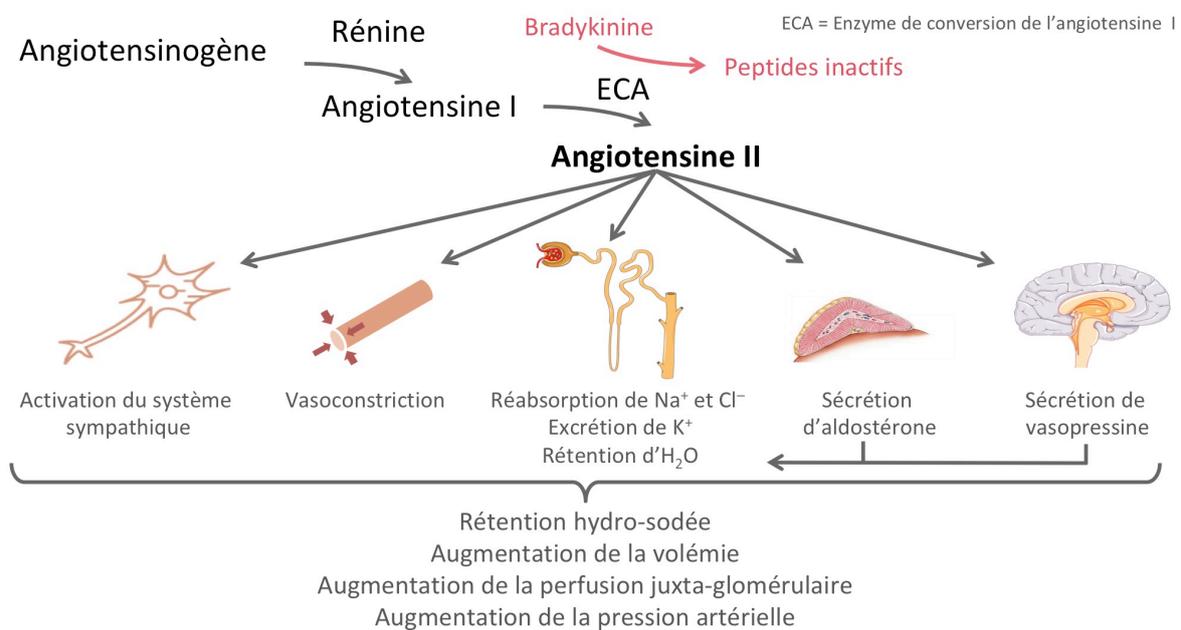


Figure 10 : Fonctionnement du SRAA [22]

#### 2.2.4. Les prostaglandines

Les prostaglandines sont des acides gras insaturés synthétisés par les cellules mésangiales du glomérule. Plusieurs types de prostaglandines existent, dont notamment la prostacycline (PGI<sub>2</sub>) et la prostaglandine E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) qui ont des effets vasodilatateurs. Cette vasodilatation entraîne une diminution de la pression artérielle, ce qui leur permet de jouer un rôle dans la régulation du SRAA en stimulant la synthèse de rénine. Ces deux types de prostaglandines vont de par

leurs propriétés vasodilatatrices entrainer l'effet vasoconstricteur de l'angiotensine II.

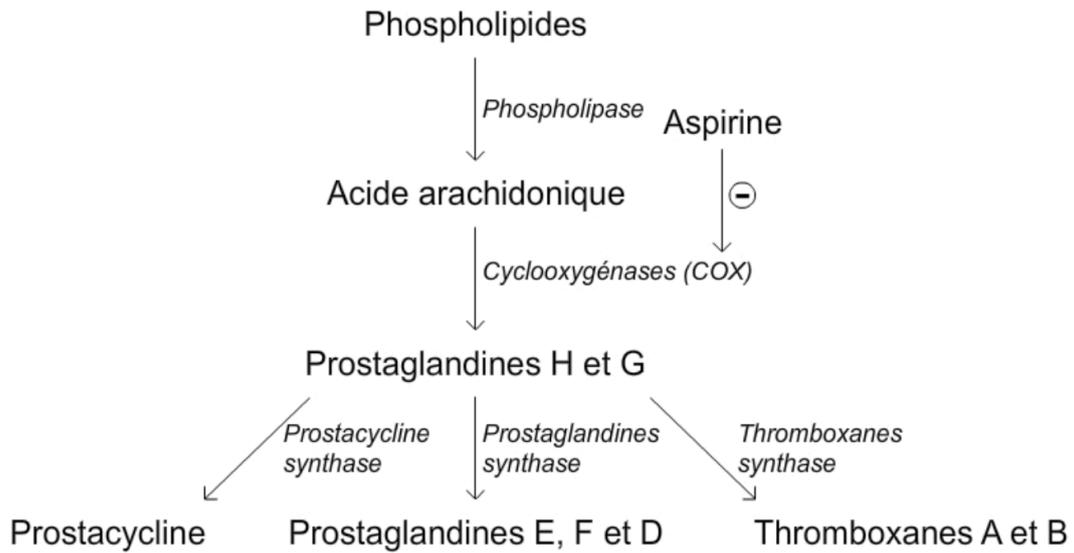


Figure 11 : Synthèse des prostaglandines[23]

En conclusion, le rein permet de nettoyer le sang et former l'urine pour éliminer les déchets récupérés.

La filtration sanguine au niveau du glomérule, la réabsorption et la sécrétion tubulaires permettent la régulation de la composition chimique et hydroélectrolytique du sang, notamment par l'élimination des déchets métaboliques et des toxiques via l'urine.

Le rein a donc un rôle vital dans l'équilibre du milieu intérieur, permettant des apports alimentaires variés.

## II. L'INSUFFISANCE RENALE CHRONIQUE

### 1. Définition

Selon le *Medical Subject Headings* (MeSH), l'insuffisance rénale correspond aux « états pathologiques dans lesquels les reins fonctionnent en-dessous du niveau normal par rapport à leur capacité d'évacuer les déchets, de concentrer l'urine et de maintenir l'équilibre hydro-électrolytique, la pression sanguine et le métabolisme du calcium. L'insuffisance rénale est classifiée selon le degré d'atteinte rénale (mesurée par la protéinurie) et la réduction de la clairance glomérulaire ». [24] L'insuffisance rénale (IR) est donc une usure des reins.

L'insuffisance rénale chronique (IRC) résulte de la perte progressive et irréversible de la fonction rénale, secondaire à des lésions du parenchyme rénal qui ont pour origine des maladies rénales silencieuses d'évolution lente comme par exemple le diabète ou les maladies cardiovasculaires. Les reins sont peu à peu détruits. Cette chronicité se définit par une évolution supérieure à 3 mois.

La gravité de l'IRC se quantifie par le débit de filtration glomérulaire (DFG), reflet du fonctionnement global des reins. En effet, dans l'IRC une diminution permanente de ce DFG en-dessous des valeurs normales est observée. Un DFG normal est supérieur à 90 mL/min/1,73 m<sup>2</sup>. Donc plus le DFG est faible, et moins les reins sont fonctionnels.

Ci-dessous un tableau des différents stades de l'IRC en fonction de la valeur du DFG :

Stade	DFG (ml/min/1,73 m <sup>2</sup> )	Définition
1	≥ 90	Maladie rénale chronique* avec DFG normal ou augmenté
2	entre 60 et 89	Maladie rénale chronique* avec DFG légèrement diminué
3	Stade 3A : entre 45 et 59	Insuffisance rénale chronique modérée
	Stade 3B : entre 30 et 44	
4	entre 15 et 29	Insuffisance rénale chronique sévère
5	< 15	Insuffisance rénale chronique terminale

\* avec marqueurs d'atteinte rénale : albuminurie, hématurie, leucocyturie, ou anomalies morphologiques ou histologiques, ou marqueurs de dysfonction tubulaire, persistant plus de 3 mois (deux ou trois examens consécutifs).

Tableau 1 : Classification des stades d'évolution de la maladie rénale chronique [25]

En pratique, on utilise la clairance de la créatinine pour connaître ce DFG. Il existe 2 méthodes :

- Un dosage de la créatinine sur les urines de 24 heures : il s'agit d'une **mesure**
- Un calcul grâce à diverses formules, dont les plus utilisées la formule MDRD (*Modification of Diet in Renal Disease*) et la formule CKD-EPI (*Chronic Kidney Disease Epidemiology*) : il s'agit d'une **estimation**.

La technique la plus utilisée est celle de l'estimation pour éviter les erreurs dues aux recueils des urines et à l'augmentation de l'excrétion de créatinine par les cellules tubulaires aux stades avancés de l'IRC.

A noter, la formule MDRD :

$$\text{DFG (ml/min)} = 186 \times (\text{créatininémie } (\mu\text{mol/L}) \times 0,0113)^{-1,154} \times \text{âge}^{-0,203} \times 1,212 \text{ (si afro-américain)} \\ \times 0,742 \text{ (si femme)}$$

Avec l'âge en années.

A noter, la formule CKD-EPI :

$$\text{DFG (ml/min)} = 141 \times \min(\text{créatininémie} \times 0,0113/k ; 1)^{\alpha} \times \max(\text{créatininémie} \times 0,0113/k ; 1)^{1,209} \\ \times 0,993^{\text{âge}} \times 1,159 \text{ (si afro-américain)} \times 1,018 \text{ (si femme)}$$

Avec  $k = 0,7$  si femme et  $0,9$  si homme,  $\alpha = 0,329$  si femme et  $-0,411$  si homme, la créatininémie en  $\mu\text{mol/L}$  et l'âge en années.

Pour finir, dans les formes les plus évoluées ou les plus graves l'insuffisance rénale chronique devient terminale (IRCT). Un traitement de suppléance est alors obligatoire pour éviter le décès du patient.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Les traitements de suppléance sont détaillés dans le II.5 de la partie 1.

## 2. Quelques chiffres

Selon le rapport 2016 du réseau épidémiologique et information en néphrologie (REIN), 7 à 10% de la population française serait concernée par une atteinte rénale, dont une partie évoluera vers une maladie rénale.

En 2016 il comptabilisait 84 683 patients traités par hémodialyse, dialyse péritonéale ou greffe rénale, dont 11 029 nouveaux patients par rapport à l'année précédente. Ces patients sont donc ici au stade d'IRCT, avec 45% d'entre eux (soit 37 811 patients) porteurs d'un greffon et 55% (soit 46 872 patients) traités par dialyse. Le terme « dialyse » comprend l'hémodialyse et la dialyse péritonéale, cette dernière ne concernant que 6,3% des 84 683 patients en IRCT en 2016.

Malheureusement, le taux de mortalité des patients en dialyse est très supérieur à celui des patients greffés (17,8% versus 2,1%, soit un taux de mortalité total de 10,4% (7 920 décès) en 2016). [26]

Toujours selon le rapport du REIN, le nombre de patients en IRCT est en progression constante d'environ +4% chaque année. Cette augmentation s'explique par le vieillissement de la population et par l'augmentation des incidences des pathologies cardiovasculaires et métaboliques.

Il s'agit ici d'un véritable enjeu de santé publique. Les patients à risque et les patients âgés devraient faire l'objet d'une surveillance rapprochée avec dépistage régulier afin de déceler toute anomalie rénale, ou aggravation d'une anomalie rénale.

A noter que le département des Bouches du Rhône est considéré par le rapport du REIN de 2016 comme un département où le nombre de personnes en insuffisance rénale traitée par une technique de suppléance est supérieur à la moyenne nationale.

## 3. Etiologie

Les causes d'une atteinte rénale peuvent être très diverses.

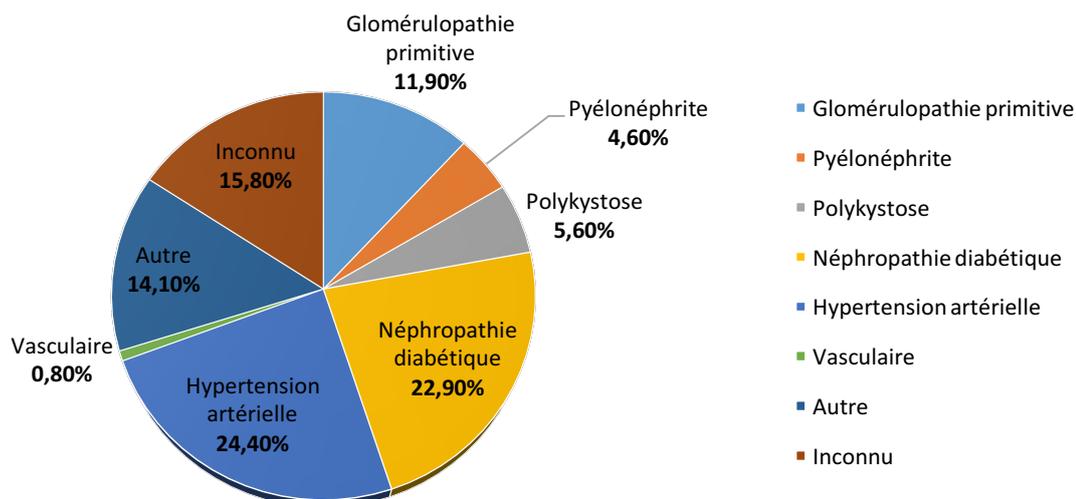


Figure 12 : Incidence (en %) des différentes néphropathies en 2016 (source : rapport REIN 2016)

Les glomérulonéphrites primitives ne sont pas les causes principales de l'insuffisance rénale. En effet, nous pouvons constater que les deux principales causes de néphropathies sont le **diabète** et l'**hypertension artérielle** (environ 50% des cas), comme citées précédemment.

Le diabète, surtout mal équilibré, entraîne à terme une détérioration des vaisseaux notamment au niveau rénal dans les glomérules. L'hypertension artérielle quant à elle entraîne, entre autres, une atteinte rénale vasculaire et glomérulaire ainsi qu'un risque d'occlusion des petites artères rénales en favorisant la formation d'athérosclérose et donc le rétrécissement de ces artères.

Certaines maladies telles que la polykystose, la plus fréquente, ou encore la maladie de Fabry sont génétiques et entraînent des malformations au niveau des reins ou des voies urinaires, et donc une insuffisance rénale.

La polykystose est une maladie génétique héréditaire avec une prévalence de 1/1000. Elle est définie par la présence de kystes essentiellement au niveau rénal et hépatique qui prolifèrent. En grossissant, ces kystes empêchent le fonctionnement normal des reins. [27]

Les néphropathies peuvent avoir d'autres origines comme les infections bactériennes (pyélonéphrites), les complications de la grossesse, les tumeurs rénales ou urinaires...

A côté de ces causes bien identifiées de néphropathies, il existe un certain nombre de facteurs de risque nécessitant chez ces personnes considérées à risque un dépistage régulier de l'insuffisance rénale chronique. Ces facteurs de risque sont notamment [28] :

- Le diabète
- L'hypertension artérielle (traitée ou non)
- Les patients de plus de 60 ans
- L'obésité (IMC > 30 kg/m<sup>2</sup>)
- Les maladies cardiovasculaires athéromateuses
- L'insuffisance cardiaque
- Les maladies de système ou auto-immunes (lupus, polyarthrite rhumatoïde, vascularite...)
- Les affections urologiques (uropathie obstructive, infections urinaires récidivantes...)
- Les antécédents familiaux de maladie rénale ayant évolué au stade d'IRC
- L'exposition à des toxiques professionnels (plomb, cadmium, mercure, solvants organiques)
- Les traitements néphrotoxiques antérieurs (AINS au long cours, chimiothérapie, radiothérapie...)
- Les épisodes d'insuffisance rénale aiguë

Le dépistage chez ces personnes à risque consiste en la réalisation d'une prise de sang une fois par an pour le dosage de la créatininémie, permettant l'estimation du DFG, ainsi que d'un dosage de l'albuminurie sur un échantillon urinaire.

#### 4. Diagnostic

La détection de l'IRC n'est pas simple. Il s'agit d'une pathologie indolore, la plupart du temps sans symptômes pendant de longues années, ce qui lui permet de rester longtemps inaperçue et d'évoluer. D'où l'importance du dépistage chez les sujets à risque.

En effet, les premiers signes cliniques apparaissent en général au stade 3 de l'IRC : hypertension artérielle (HTA), troubles phosphocalciques débutants (hyperphosphatémie, hypocalcémie) et hyperuricémie.

Au stade 4 nous pouvons observer les mêmes signes cliniques qu'au stade 3, mais aggravés,

ainsi qu'une anémie, une asthénie, une pâleur et une acidose métabolique débutante.

De même, au stade 5 nous retrouvons les signes des stades précédents aggravés, ainsi qu'une hyperkaliémie, une rétention hydrosodée, une anorexie, un amaigrissement, des crampes nocturnes et nausées, des encéphalopathies et des œdèmes.

Le dépistage, précédemment évoqué, consiste à réaliser une fois par an [29] :

- Une prise de sang afin de doser la créatininémie et d'estimer le DFG
- Un test par bandelette urinaire pour rechercher la présence d'albumine ou de sang dans les urines.

Si le dépistage est positif, il faudra alors réaliser de nouveau les tests de dépistage 3 mois après afin de vérifier que l'anomalie persiste plus de 3 mois. Si c'est le cas, la chronicité de l'insuffisance rénale est avérée. [25], [28]

D'autre part, outre le dépistage régulier, la découverte d'un ou plusieurs des marqueurs d'une atteinte rénale peuvent également amener à soupçonner une insuffisance rénale. Ces marqueurs sont la protéinurie, la microalbuminurie, la leucocyturie, l'hématurie et l'anomalie morphologique rénale. [25], [30]

En leur présence, après avoir vérifié qu'il ne s'agit pas d'une situation urgente, les tests sont de nouveau répétés 3 mois après pour vérifier la persistance des marqueurs. Si tel est le cas, l'insuffisance rénale chronique est alors établie.

Vient alors le moment de la prise en charge du patient, et de l'établissement d'une stratégie thérapeutique en fonction du stade de son IRC.

En conclusion, le diagnostic de l'IRC se fait sur la base du dépistage ou de la découverte de signes d'atteinte rénale. En dehors d'une situation pathologique nécessitant une prise en charge en urgence, les tests sont de nouveau réalisés 3 mois après la découverte de l'anomalie pour établir la chronicité de l'insuffisance rénale.

## 5. Les différents traitements

### 5.1. Retarder l'évolution de l'IR

Lorsque l'insuffisance rénale est diagnostiquée, l'objectif est de limiter son évolution. Le but étant d'atteindre le plus tard possible le stade 5 pour retarder le plus longtemps possible la mise en dialyse. Pour cela, des traitements de « prévention » et des réflexes à visée cardio et rénaux-protecteurs, sont mis en œuvre et à suivre [27], [30]–[32] :

- Maintenir une tension artérielle dans les valeurs normales, ou le plus proche possible. Pour cela, l'activité physique régulière, limiter le sel, l'évitement ou la diminution d'un excès pondéral et les médicaments antihypertenseurs sont les meilleurs atouts.
- En cas de diabète, un traitement adapté de la maladie est essentiel.
- Signaler à chaque médecin consulté de la présence d'une IR pour éviter la prescription de médicaments néphrotoxiques, ou adapter leur posologie en cas de nécessité (certains antibiotiques comme la rifampicine ou la vancomycine, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), certains antiviraux, certains médicaments du système cardiovasculaire comme les inhibiteurs de l'enzyme de conversion (IEC), les antagonistes des récepteurs de l'angiotensine II (ARA II), les diurétiques de l'anse et thiazidiques...).
- Selon les patients et le stade de l'insuffisance rénale, certains médicaments peuvent aider à ralentir son évolution : chélateurs de phosphore, diurétiques, antihypertenseurs, statines, IEC, sartans, supplémentation en fer et vitamine D, vaccination contre la grippe et l'hépatite B...
- Stopper le tabac, néfaste pour l'appareil cardiovasculaire.
- Limiter sa consommation de sel dans les aliments et les boissons.
- Maintenir une alimentation variée et équilibrée, mais en limitant les aliments riches en phosphore et potassium qui sont moins bien éliminés dans l'insuffisance rénale (bananes, chocolat, cerises, cacahuètes...), ainsi que l'apport de protéines pour soulager le travail des reins.
- Pratiquer une activité physique régulièrement.
- Surveiller son poids.

## 5.2. Les traitements de suppléance

Les traitements de suppléance deviennent nécessaires au stade 5 de l'insuffisance rénale. En effet, les reins n'exerçant quasiment plus leurs fonctions ils doivent être complétés.

Trois types de traitements sont différenciés : la transplantation rénale, l'hémodialyse et la dialyse péritonéale. Les deux dernières sont des techniques d'épuration sanguine, tandis que la transplantation rénale consiste à remplacer le rein malade par un sain.

Les patients dialysés sont pour la plupart (93,7 %) en hémodialyse. Les 6,3 % restants des patients dialysés sont en dialyse péritonéale. [26]

### 5.2.1. La transplantation rénale

La greffe rénale consiste à remplacer le rein malade par un rein sain d'un donneur vivant volontaire, ou d'un donneur décédé. Il s'agit du traitement de suppléance le plus attendu par les patients en stade 5 de l'IRC. En effet il permet une meilleure qualité de vie ainsi qu'une espérance de vie supérieure (la morbidité cardiovasculaire étant plus faible). [27], [31], [35]

Les patients désireux de ce traitement doivent tout d'abord remplir les conditions définies par la Haute Autorité de Santé (HAS). Si tel est le cas, l'inscription sur la liste d'attente nationale de greffe de rein se fera alors après décision avec le médecin.

Les temps d'attente pour être greffé peuvent être longs.

### 5.2.2. L'hémodialyse

L'hémodialyse est la technique de dialyse la plus utilisée. Elle met en jeu une dérivation extracorporelle de la circulation sanguine afin de nettoyer le sang grâce à un rein artificiel [27], [33].

La dérivation se réalise au niveau d'une fistule artério-veineuse ou d'un cathéter.

Le cathéter est une solution généralement temporaire, avant la fistule ou lors de problèmes avec cette dernière. Il comporte 2 voies comme la fistule et peut s'introduire à 3 endroits : veine jugulaire interne (cou), veine sous-clavière (épaule) ou veine fémorale (cuisse). [36]

La fistule est une fusion entre une artère et une veine de l'avant-bras ou du bras. Elle permet

d'avoir un débit suffisant lorsque l'on pique dans la veine (plus superficielle que l'artère) pour réaliser les échanges, et donc la filtration, de la dialyse. Sous l'effet du débit de ce sang dévié de l'artère, la veine va se dilater et permettre une mise en place plus facile des aiguilles pour la dialyse. [34]

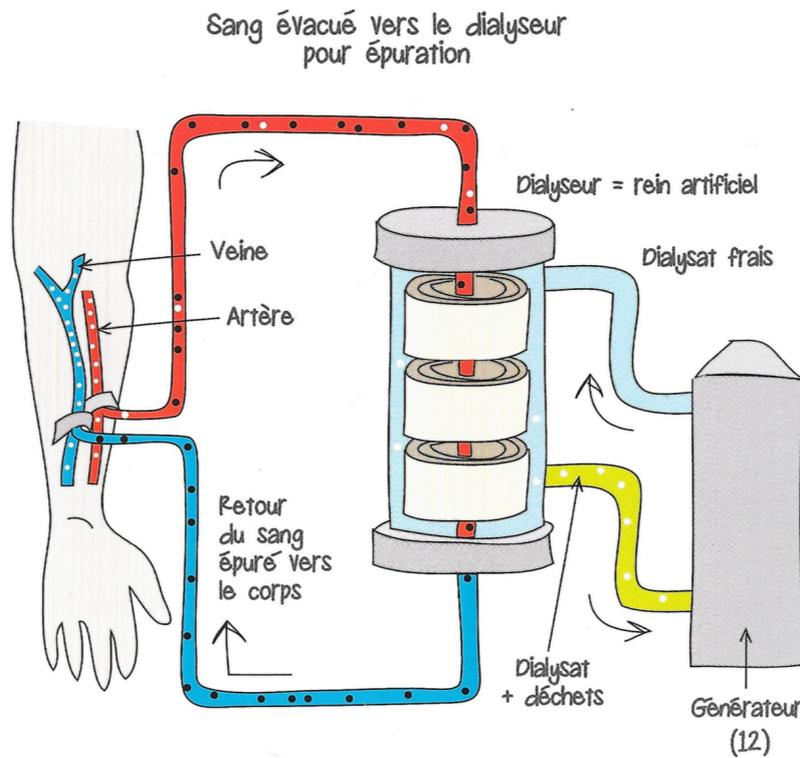


Figure 13 : Principe de l'hémodialyse [31], [37]

Concernant l'appareillage, l'hémodialyse nécessite :

- Un dialyseur
- Un générateur d'hémodialyse
- Un dialysat
- 2 aiguilles

Lors de la séance d'hémodialyse, le sang sort du corps du patient depuis une zone veineuse proche de l'artère (si fistule, cas le plus courant) pour être amené dans le rein artificiel, appelé dialyseur, servant de filtre artificiel. Une fois assaini, le sang retourne dans la circulation sanguine via l'abord veineux.

Les aiguilles sont introduites au niveau de la voie d'abord vasculaire (fistule ou cathéter) et reliées au dialyseur par des tuyaux. Comme expliqué précédemment, le dialyseur sert de filtre. Le dialysat correspond à une eau osmosée à laquelle sont rajoutés sels minéraux et bicarbonate de sodium afin d'avoir une solution ayant une composition similaire à celle du sang en sels minéraux. Il est préparé par le générateur d'hémodialyse, qui lui permet également de circuler dans le dialyseur. Le contact entre ce dialysat, circulant dans le sens inverse du sang, et le sang permet des échanges entre ces deux acteurs, et par conséquent une purification du sang. Le dialysat récupère les déchets, et est par la suite éliminé. Le sang quant à lui, rejoint la circulation sanguine interne au patient. [36]

Ce type de dialyse s'effectue en centre d'hémodialyse (unité de dialyse médicalisée ou autodialyse) ou bien au domicile du patient. De plus, elle nécessite en général 3 séances de 4 à 6 heures par semaine ce qui est contraignant pour la qualité de vie.

### 5.2.3. La dialyse péritonéale

La dialyse péritonéale est beaucoup moins utilisée que l'hémodialyse, mais permet une meilleure qualité de vie et ne nécessite pas forcément l'intervention d'un infirmier, le patient peut être autonome pour son traitement. Elle ressemble un peu à l'hémodialyse dans le sens où un échange de composés va également se faire. Cependant l'épuration du sang se réalisera à l'intérieur du corps du patient, au niveau du péritoine. Cette membrane naturelle de l'abdomen servira de filtre. [31], [33]

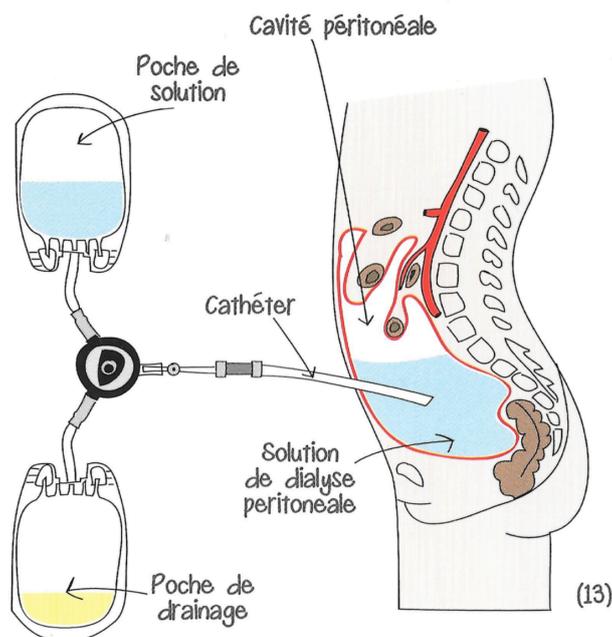


Figure 14 : Principe de la dialyse péritonéale [31], [38]

Le principe de cette dialyse est d'injecter des poches de dialysat stérile dans la cavité péritonéale via un cathéter placé dans la cavité abdominale. Ce dialysat reste alors environ 4h dans l'abdomen pour que les déchets et l'excès d'eau de l'organisme lui soient transférés via la membrane péritonéale. Elle représente donc un lieu de contact et d'échanges entre le dialysat et le sang du patient. Ce dialysat est ensuite drainé par le même cathéter qui a servi à l'injecter. Cette manipulation permet de nettoyer l'organisme et de jouer au mieux le rôle des reins défaillants. Cependant, pour être efficace elle nécessite plusieurs renouvellements du dialysat qui peuvent être [33], [35] :

- Manuels : il s'agit de la dialyse péritonéale continue ambulatoire (DPCA). Le dialysat est remplacé plusieurs fois par jour, en moyenne 4 à 5 fois, et ce tous les jours.
- Automatisés : il s'agit de la dialyse péritonéale automatisée (DPA). Elle se réalise la nuit grâce à une machine de dialyse appelée « cycleur » qui va suivre une programmation et gérer les entrées et sorties du dialysat dans la cavité péritonéale. La dialyse se réalise donc toutes les nuits, pendant le sommeil du patient.

La dialyse péritonéale contient bien des avantages, mais malheureusement les performances d'épuration du péritoine diminuent avec le temps, raison pour laquelle cette technique ne peut s'utiliser généralement que 5 ans.

### III. LES PRINCIPALES CONSEQUENCES DE L'INSUFFISANCE RENALE CHRONIQUE TERMINALE

#### 1. Troubles cardiovasculaires

Les troubles cardiovasculaires chez un insuffisant rénal sont majeurs.

Le fonctionnement du cœur et du rein étant étroitement liés, l'IRC se définit comme un facteur de risque cardiovasculaire important. En effet, la mortalité cardiaque est la première cause de décès chez un insuffisant rénal, la probabilité étant même plus importante que celle d'avoir recours à la dialyse.

Les principaux facteurs de risques cardiovasculaires sont : l'hérédité, le sexe, l'âge, le tabac, l'hypertension artérielle, le diabète, l'hypercholestérolémie (trop de LDL ou pas assez de HDL-cholestérol), le surpoids, l'obésité, la sédentarité et l'alcool. [43]

L'insuffisance rénale entraîne à terme l'athérosclérose, artériosclérose et des atteintes cardiaques à type de coronaropathies (angine de poitrine / infarctus du myocarde), cardiomyopathies, insuffisances cardiaques, valvulopathies ou encore morts subites [40]. Et ces conséquences sont d'autant plus importantes qu'une dialyse est débutée, le cœur y étant encore plus sollicité. Il est constaté que l'insuffisance rénale entraîne un vieillissement précoce du cœur. [41]

D'une part il doit faire face à une dilatation cardiaque, expliquée par un pompage de sang plus important qui entraîne une augmentation de taille et un épaississement des parois du cœur. Cette dilatation est le fruit d'une accumulation de conséquences de l'insuffisance rénale qui obligent le cœur à pomper plus : l'hypertension artérielle, la présence d'une fistule artério-veineuse (lieu où le débit sanguin est augmenté), une élimination insuffisante ou nulle d'eau et de sel et la présence d'un terrain anémique, une plus grande quantité de sang devant circuler pour subvenir aux besoins d'oxygène de l'organisme. D'autre part, le cœur subit une perte de son élasticité.

Malheureusement, le cœur n'est pas le seul à être touché par ce vieillissement précoce, c'est aussi le cas de ses vaisseaux.

Les troubles métaboliques engendrés par l'insuffisance rénale, hyperphosphatémie et hypocalcémie, sont responsables notamment de la calcification des vaisseaux et de la formation des plaques d'athérome sur leurs parois [42]. Ces deux phénomènes aboutissent non seulement à une rigidification des parois des vaisseaux, mais également à une diminution de leur lumière.

Il y a là une cascade des complications cardiovasculaires : l'apparition des plaques d'athérome aggrave la rigidité des vaisseaux, qui aggrave à son tour l'hypertension artérielle. Le cœur doit alors plus travailler pour compenser ces désagréments et subvenir aux besoins de l'organisme, ce qui le fatigue et entraîne sa dilatation et rigidité précoces.

A noter que les plaques d'athérome et les calcifications n'ont pas de localisation particulière, toutes les artères sont touchées, y compris les artères coronaires. Ces dernières alimentent le cœur pour le fournir en oxygène. Lorsqu'elles sont touchées, cet apport d'oxygène se fait moins bien. Le cœur ayant une charge de travail plus importante dans ce vieillissement prématuré des vaisseaux et du cœur, il ne reçoit alors pas la quantité d'oxygène escomptée. Cliniquement, lorsque le cœur n'est pas suffisamment alimenté en oxygène, une douleur se fait ressentir au niveau de la poitrine et les efforts se font plus durs. Au-delà de l'angine de poitrine, lorsque le cœur ne reçoit plus d'oxygène, les artères coronaires étant bouchées suite à une évolution trop importante des plaques d'athérome, on parle d'infarctus du myocarde.

L'insuffisance rénale est donc bien impliquée dans les complications cardiovasculaires [39] : les troubles cardiaques et rénaux s'auto-aggravent. Ce lien est d'ailleurs décrit par le concept du « syndrome cardio-rénal ».

Dans le cadre d'une personne insuffisante rénale, il est alors primordial en plus de la prise en charge de la maladie rénale de contrôler les facteurs de risques cardiovasculaires et faire de la prévention afin de retarder le plus possible les évènements cardiaques.

Il est à noter que l'alimentation joue également un rôle dans ces troubles cardiovasculaires : riche en graisses saturées elle favorise l'athérosclérose et sa progression. [44]

## 2. Hypertension artérielle

L'hypertension artérielle, facteur précoce d'auto-aggravation, est autant une cause qu'une conséquence de l'IRC [27]. Afin de limiter son impact elle doit être contrôlée, par un traitement antihypertenseur et en adoptant un régime alimentaire pauvre en sel. Les reins et le cœur étant étroitement liés, l'hypertension artérielle ainsi que les autres facteurs de risques

cardiovasculaires jouent aussi bien sur l'un que sur l'autre. Il convient alors de limiter ces autres facteurs de risques cardiovasculaires, comme expliqué précédemment.

### 3. Complications métaboliques

#### 3.1. Acidose métabolique

Au cours de l'IRC, il existe un défaut d'élimination de la charge acide. Dans les premiers stades, cette acidose qui se met en place est généralement compensée. Mais plus la maladie progresse, plus la production d'ions bicarbonates diminue. La charge acide devient alors majoritaire. Le pH est diminué, et l'acidose métabolique s'accroît.

Or plusieurs études ont démontré que la concentration en bicarbonates joue un rôle non négligeable dans la progression de l'insuffisance rénale.

Premièrement, l'étude de Dobre.M *et al* permet trois observations : [45]

- Une concentration en bicarbonates supérieure à 26 mmol/L augmenterait le risque de mortalité d'origine cardiaque
- Une concentration en bicarbonates inférieure à 22 mmol/L doublerait le risque de progression de l'insuffisance rénale
- Une concentration en bicarbonates entre 22 et 26 mmol/L semblerait atténuer les risques tant cardiaques que rénaux.

D'autre part, Ione de Brito-Ashurst a démontré dans son étude que la supplémentation en bicarbonates de sodium pour atteindre 22 mmol/L chez les patients insuffisants rénaux chroniques a permis une diminution du DFG 3 fois moins importante que celle des patients du groupe contrôle, non supplémentés (5,93 *versus* 1,88 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>). [46]

Dans l'étude de Sorot Phisitkul les résultats sont similaires : le DFG décline moins vite chez les patients supplémentés par citrates de sodium que chez les patients non supplémentés. A noter que le bicarbonate de sodium est un métabolite du citrate de sodium. [47]

- ⇒ La supplémentation dans une insuffisance rénale chronique avancée tant par bicarbonates que citrates de sodium paraît donc bénéfique pour la préservation de la fonction rénale.

Enfin, Ashutosh Mahajan a montré qu'une supplémentation précoce en bicarbonates de sodium, lorsque le rein arrive encore à compenser l'acidose métabolique, est très intéressante. En effet, elle permettrait également de ralentir le déclin du DFG et par conséquent de retarder le recours à la dialyse. Le pronostic rénal des patients insuffisants rénaux chroniques supplémentés précocement se voit donc meilleur. [48]

Afin de maintenir un taux de bicarbonates dans la norme, l'organisme peut être alcalinisé par divers moyens : traitement à base de gélules de bicarbonates, d'eau de Vichy...

D'après l'HAS, un apport entre 3 et 6 grammes de bicarbonates de sodium par jour est recommandé dans le cadre d'une acidose métabolique, et en l'absence de surcharge sodée. [49]

### 3.2. Hyperkaliémie

Elle n'apparaît généralement qu'au stade terminal de l'IRC, du fait de l'acidose métabolique et des traitements médicamenteux associés.

En effet, elle est favorisée par divers facteurs dont l'excès d'apport, la diminution de son élimination rénale, certains médicaments tels que les IEC, ARA II, diurétiques épargneurs de potassium, AINS... Mais également par l'acidose métabolique. Lors de cette dernière, il y a de fait une accumulation d'ions H<sup>+</sup> dans les cellules, entraînant par conséquent la sortie du potassium et l'augmentation de sa concentration sanguine. [50], [51]

Une hyperkaliémie est dangereuse pour la santé et peut entraîner, en dehors des manifestations neuromusculaires (asthénie, impatiences, paralysies +/- prononcées), des troubles du rythme cardiaque. [50]

Dans le cas d'une hyperkaliémie, diverses mesures sont à mettre en place pour traiter ce trouble. La prise en charge, selon l'HAS, est la suivante : [49]

- Améliorer les apports alimentaires car le potassium est présent dans de nombreux aliments : diminuer la consommation de fruits et légumes secs, pommes de terre, chocolat, bananes, avocats, céréales complètes... Il convient également d'éviter les sels de régime.
- Si un traitement médicamenteux susceptible d'augmenter la kaliémie est en place, il faudra adapter les posologies.

- Corriger toute acidose ou déshydratation.
- Utiliser un chélateur de potassium (Kayexalate®, Resikali®) ou un diurétique de l'anse.

### 3.3. Troubles phosphocalciques

L'IRC est à l'origine d'un déséquilibre minéral et osseux en entraînant notamment une hyperphosphatémie, une hypocalcémie, une hyperparathyroïdie secondaire et un déficit en vitamine D3 [41] .

En effet, la baisse de la fonction rénale va entraîner un défaut d'élimination du phosphate grandissant avec l'avancement de la pathologie [52]. Ce défaut d'élimination va à terme s'appeler une hyperphosphatémie. En parallèle à cette rétention phosphatée, la dégradation de la fonction rénale va également induire une baisse de la synthèse de calcitriol<sup>2</sup>. Ce défaut de synthèse va permettre de diminuer l'absorption digestive de phosphates, afin de contrebalancer l'hyperphosphatémie. Cependant, la baisse du calcitriol sera responsable de la diminution de l'absorption digestive du calcium entraînant une hypocalcémie.

Les perturbations ne s'arrêtant pas là, l'hypocalcémie déclenche une hyperparathyroïdie secondaire permettant la réabsorption de calcium et la diminution de la réabsorption de phosphates [53] .

Il est à noter que cette régulation est efficace seulement au début de l'IRC. Plus la fonction rénale est altérée, et moins la régulation due à la hausse de PTH est efficace.

Au niveau clinique, l'hyperphosphatémie et l'hypocalcémie entraînent des défauts de calcification osseuse, ainsi que des calcifications extra-osseuses (des vaisseaux par exemple), des crampes, des démangeaisons, des douleurs osseuses, des troubles du rythme cardiaque, une asthénie... [54], [55]

En présence de ces troubles, ou afin de les prévenir, la HAS a émis des recommandations.

En premier lieu, le traitement est surtout diététique : limiter l'apport alimentaire en phosphore. Ce dernier se retrouve essentiellement dans les produits laitiers, les aliments riches en protéines (viandes, poissons, œufs...), les légumes secs, les crustacés et coquillages, les noix, noisettes...

---

<sup>2</sup> Cf le paragraphe 2.2. Synthèse d'hormones

Cependant, il ne faut pas bannir les protéines de son alimentation sous peine de voir sa masse musculaire diminuer et de risquer une dénutrition, particulièrement fréquente lors de la dialyse. Si ces recommandations diététiques ne suffisent pas, un traitement pharmacologique pourra être mis en place : [49]

- Diminution des posologies ou arrêt des médicaments interférant avec la calcémie.
- Apport de vitamine D : Uvedose®, Un-alfa®, Rocaltrol®... Elle permet de diminuer l'hyperparathyroïdie secondaire.
- Limiter l'hyperphosphatémie : en plus de la restriction des apports alimentaires phosphatés, peuvent être ajoutés des chélateurs du phosphate permettant d'éviter l'absorption digestive de ce dernier (sels de calcium, carbonate de lanthane, carbonate de sevelamer).
- Apport de calcium.
- Si l'hyperparathyroïdie secondaire n'est pas corrigée après la supplémentation en vitamine D, il est alors envisagé d'apporter directement du calcium, des calcimimétiques, des dérivés actifs de la vitamine D, et en dernier recours si rien ne fonctionne : chirurgie parathyroïdienne.

### 3.4. Rétention hydrosodée

De même, dans les stades avancés de l'insuffisance rénale le sodium de l'organisme est de moins en moins bien éliminé. Ce dernier attirant l'eau, ou l'eau suivant le sel, il s'ensuit une augmentation du volume hydrique de l'organisme à l'origine d'œdèmes, hypertension artérielle, insuffisance cardiaque... Une hyponatrémie apparaît alors.

Il est conseillé d'éviter les apports hydriques et sodés excessifs, pour ne pas aggraver cette rétention.

#### 4. Anémie

Dans l'insuffisance rénale, le rein n'assure plus totalement son rôle. Il en découle que dans l'IRT, il existe un défaut de synthèse d'érythropoïétine, par la disparition de la fonction endocrine du rein. Sans production d'érythropoïétine, la production des globules rouges ainsi que le transport de l'oxygène sont diminués. Le corps fait face à une situation appelée anémie, qui se définit cliniquement par une pâleur, asthénie, manque de motivation, des essoufflements et palpitations, difficultés de concentration et troubles de la mémoire, étourdissements et vertiges, maux de tête...

Afin de palier à ce défaut de synthèse, il est alors nécessaire d'injecter aux patients dialysés de l'érythropoïétine pour traiter l'anémie.

Les globules rouges sont constitués d'hémoglobine, elle-même composée de fer. L'EPO va stimuler la production de globules rouges, mais il est alors essentiel qu'il n'y ait pas de carence en fer : l'apport alimentaire doit être suffisant. Dans le cas contraire, il est possible et recommandé d'apporter du fer médicamenteux. [44]

#### 5. Immunité

Un insuffisant rénal va être beaucoup plus sensible aux maladies infectieuses, justifiant les vaccinations contre la grippe et l'hépatite B. [54]

#### 6. Désordres nutritionnels

L'alimentation est généralement altérée dans cette pathologie qu'est l'insuffisance rénale. Les apports sont réduits et/ou de mauvaise qualité entraînant une dénutrition protéino-énergétique [54]. Cette diminution / modification d'apport entraîne une baisse de la synthèse protéique, dont notamment l'albumine plasmatique. Et enfin, comme vu précédemment l'acidose métabolique engendre un catabolisme protéique plus important. Il est donc conseillé d'éviter les carences protéiques.

Les apports caloriques et protéiques peuvent être apportés si besoin par des compléments nutritionnels oraux si l'alimentation seule et éventuellement enrichie ne suffit pas.

## 7. Troubles endocriniens

L'insuffisance rénale peut créer à terme des troubles de la croissance, une impuissance sexuelle, une baisse de la fertilité, voire une stérilité, ainsi qu'une aménorrhée chez les femmes.

Cette liste de complications de l'IRCT n'est pas exhaustive.

La dialyse remplace le rein dans certaines de ses fonctions, et va par conséquent nuancer voire rectifier les conséquences de l'IRCT en éliminant les déchets et toxines de l'organisme, ainsi qu'en restaurant l'équilibre hydroélectrolytique et acido-basique. Elle est donc le traitement de référence en dehors de la transplantation rénale.

Au-delà de cette aide rénale, d'autres traitements peuvent être pris par les patients dialysés afin de corriger certaines complications ou bien les causes de l'IRC [55]. Il s'en suit une possible prescription, par exemple, de :

- Médicaments de la sphère cardiovasculaire à adapter en fonction des troubles rencontrés +/- un diurétique si œdèmes
- Antihypertenseur si hypertension artérielle
- Erythropoïétine si anémie
- Insuline ou antidiabétique oral si le patient présente un diabète
- Supplémentation ou au contraire chélation de fer, calcium, potassium, phosphore, sodium...
- Supplémentation en vitamines, du groupe D notamment.

L'insuffisance rénale chronique est une maladie qui peut se révéler très handicapante physiquement en altérant notamment divers organes comme le cœur, le dynamisme et la forme du patient.

De plus, les traitements de suppléance altèrent globalement la qualité de vie au quotidien : temps nécessaire pour leur réalisation, contrainte des mouvements et augmentation de la sédentarité, fatigue due à la séance...

Quelle influence pourrait avoir l'activité physique, ou le sport, chez ces patients affaiblis et en majorité sédentaires, dont l'organisme paraît dépassé par les troubles que l'insuffisance rénale engendre ?

## **PARTIE 2 : LES BIENFAITS DE L'ACTIVITE PHYSIQUE (AP)**

### **I. LES BIENFAITS DE L'ACTIVITE PHYSIQUE OU SPORTIVE SUR UNE POPULATION ADULTE EN BONNE SANTE**

#### **1. Définition d'une population en bonne santé**

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit la santé comme un « état de complet bien-être physique, mental et social et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ». [56]

#### **2. Définitions de l'activité physique et activité sportive**

L'activité physique se distingue de l'activité sportive.

En effet, l'OMS définit l'activité physique comme « tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques, responsable d'une augmentation de la dépense énergétique ». [57]

Alors que l'activité sportive reprend la définition précédente avec l'ajout d'une réglementation dans un but de rendement, progression et compétition.

En conclusion, une activité sportive est une activité physique, mais la réciproque n'est pas toujours vraie.

#### **3. Les bienfaits**

La population française est reconnue comme sédentaire. Malheureusement, cette sédentarité est responsable à terme de l'apparition de diverses pathologies : diabète, hypertension, cholestérol, obésité... qui augmentent le risque de mortalité.

La solution à cette sédentarité trop importante est l'activité physique, ou sportive, régulière et bien conduite. En effet, si elle est mal exécutée ses effets pourraient être délétères pour la santé, et donc contraires au but recherché. Les principaux risques rencontrés sont les traumatismes et

la mort subite.

Différents critères sont alors à évaluer pour déterminer les modalités de pratique de l'AP : l'intensité, la durée, la fréquence, le type et le mode d'action de l'activité pratiquée.

Outre le fait de diminuer la sédentarité, l'activité physique agit via différentes voies pour être favorable à la bonne santé et procure des bienfaits aussi bien physiques, mentaux que sociaux. Et ce, tant chez les sujets atteints d'une ou plusieurs pathologies que chez les sujets sains.

### 3.1. Bien-être, qualité de vie et santé mentale

Les études ont mis en évidence une action positive de l'AP sur l'anxiété et la dépression. En effet, après une année d'activité physique encadrée selon un programme déterminé, les 838 patients (tous adultes) de l'étude menée par Sara Wilcox *et al.* possédaient une meilleure gestion du stress, une diminution des symptômes de la dépression, mais également une amélioration de l'estime de soi et du rapport au corps. [58]

Selon A.L Dunn *et al.*, les activités physiques en aérobie (action cardiovasculaire) et les exercices de résistance (musculature) seraient plus propices aux bénéfices. A noter, un exercice en aérobie se définit par un effort soutenu sur une durée prolongée. [59]

Cependant, le mécanisme d'action n'est pas encore totalement élucidé. Même si des explications semblent concordantes (rôle des endorphines, neuromédiateurs cérébraux et au niveau psychologique le sentiment d'une meilleure estime de soi-même), l'étude menée par Diane Crone *et al.* laisse penser que le mécanisme d'action est bien plus complexe et pointu que nos connaissances actuelles. Des recherches plus approfondies seraient alors nécessaires de manière à adapter de façon encore plus pertinente l'activité physique à chaque mal, en fonction du patient. [60], [61]

### 3.2. Système immunitaire

Le système immunitaire est influencé par l'activité physique. En effet, il peut être stimulé, ou au contraire inhibé, en fonction de l'intensité de l'exercice réalisé.

S'il est modéré et pratiqué régulièrement, le système immunitaire paraît stimulé. Il permettrait

également selon différentes études, dont une menée par Duggal *et al.* et une autre par l'Inserm, de prévenir la réduction immunitaire liée au vieillissement du sujet. Le capital immunitaire se voit alors conservé plus longtemps. [62], [63]

### 3.3. Système cardiovasculaire

De même que pour le système immunitaire, le système cardiaque subit un déclin avec le vieillissement de la personne [64]. Et l'activité a le pouvoir de limiter, voire repousser ce déclin. Une pratique régulière permettrait selon la Fédération Française de Cardiologie de protéger le cœur via différents mécanismes :

- Fonctionnement optimal du cœur, efforts demandés moins intenses : fréquence cardiaque et besoins en oxygène plus faibles
- Joue le rôle de fluidifiant sanguin et limite les accidents cardiovasculaires de type phlébites, embolies, AVC... La circulation sanguine est donc meilleure.

Le cœur étant en meilleure forme, cela contribue à la prévention des pathologies cardiovasculaires si la pratique d'activité physique se fait avant leurs apparitions, ou bien le pronostic se voit amélioré si la pratique physique est mise en place lorsqu'une des pathologies est avérée.

Il est à noter également des effets indirects bénéfiques de l'activité physique régulière sur le cœur et ses vaisseaux. En effet, elle contribue à réduire les facteurs de risques cardiovasculaires grâce à ses effets hypotenseurs, hypocholestérolémiants, sur la réduction ou le maintien pondéral ainsi que sur le diabète de type 2 et la réduction de la sédentarité [65], [66].

### 3.4. Pathologies respiratoires

Les pathologies respiratoires telles que l'asthme ou la BPCO engendrent une diminution des fonctions respiratoires. Contrairement à ce que la logique pourrait laisser penser, la pratique d'une activité physique n'aggrave pas cette insuffisance respiratoire. Bien au contraire, une pratique régulière et adaptée permet une amélioration des symptômes cliniques, des capacités respiratoires et une diminution de la fréquence des crises [67].

### 3.5. Diabètes et prise de poids

L'activité physique permet d'augmenter la dépense énergétique quotidienne d'une personne, par conséquent elle réduit son temps de sédentarité et aide au contrôle de la masse corporelle. Ceci permet de limiter les risques d'obésité.

En cas d'obésité déjà avérée, le fait d'augmenter la balance énergétique en faveur de la dépense d'énergie engendre un processus de perte de poids qui sera bénéfique vis-à-vis des risques et complications que l'obésité peut engendrer.

Dans le cas du diabète, dont l'obésité est un des facteurs de risque, l'activité physique permet une plus grande sensibilité du corps à l'insuline<sup>3</sup>. De ce fait, le taux de glucose sanguin est abaissé et le contrôle du diabète est meilleur.

L'activité physique permet également de retarder, voire prévenir, la survenue d'un diabète de type 2. Le diabète étant source de nombreuses complications (oculaires, nerveuses et rénales essentiellement) temporo-dépendantes, au plus son apparition est tardive au mieux cela est pour la qualité de vie des patients. L'apparition de ces complications serait également retardée, comme l'apparition de la pathologie diabétique du fait de la pratique d'une activité physique [68]–[71].

### 3.6. Cancers

L'activité physique tant en prévention du cancer que dans le cas d'un cancer avéré est bénéfique.

Dans leurs expertises collectives respectives, l'Inserm et l'Anses ont tous deux pu conclure après analyse des nombreuses études menées sur le sujet, que l'activité physique jouait un rôle protecteur dans la survenue des cancers, mais également sur la survie et le risque de leurs récurrences [63], [71].

Cette conclusion s'applique aux cancers du sein, de l'endomètre, du colon et du poumon ; les études étant les plus nombreuses. Concernant les autres cancers, les preuves scientifiques ne sont pas assez importantes, aucune conclusion ne peut être faite à l'heure actuelle.

Cependant, dans tous les cas, en présence de cancer avéré la pratique d'une activité physique

---

<sup>3</sup> Hormone hypoglycémiante

diminue la fatigue et les effets indésirables liés au traitement anticancéreux. La qualité de vie des patients est donc meilleure si une activité physique est présente dans leur quotidien.

### 3.7. Ostéo-articulaire et personnes âgées

Une activité physique adaptée aux capacités du sujet âgé permet un entretien du corps et par conséquent de limiter, ou du moins retarder la dépendance. En effet, avec l'âge les fonctions motrices et cognitives déclinent. La pratique d'une activité physique, qu'il s'agisse de renforcement musculaire ou encore de marche, stimule et entretient les muscles ce qui permet à terme de ne perdre que peu de masse musculaire et donc limiter les pertes d'équilibre et chutes aux conséquences parfois graves [70], [71].

Au-delà des muscles, l'activité physique permet également d'obtenir un capital osseux plus important et de meilleure qualité si elle est pratiquée dès l'enfance permettant un risque d'ostéopénie, et à terme d'ostéoporose, plus faible chez la personne âgée [70]. Au cours de la vie adulte, elle permet le maintien de ce capital.

Selon les modalités de l'activité physique pratiquée, les articulations sont également préservées et l'arthrose prévenue.

## 4. Les recommandations

Comme vu précédemment, la pratique d'une activité physique est bonne pour la santé, même dans le cas d'une pathologie présente chez le sujet. Elle permet une réduction de la morbi-mortalité pour de nombreuses pathologies : cardiovasculaires, cancers, diabètes, infections respiratoires chroniques, hypertension artérielle, obésité... [72]

Il a été effectivement découvert qu'il existe une relation inversement proportionnelle entre le taux d'activité physique et le taux de mortalité prématurée par maladie cardiovasculaire, diabétique ou encore cancéreuse.

Cependant, des précautions restent à prendre afin d'effectuer une activité physique adaptée aux capacités de chacun. En effet, en cas de pratique excessive il existe des risques de traumatismes (crampes, coup de chaleur, blessures...), d'addiction, ou bien plus graves (risque de mort subite par exemple). Ces effets ne sont bien évidemment pas recherchés.

Afin que l'activité physique ait un impact réel sur la santé, des recommandations ont été énoncées. Bien que 15 minutes de pratique quotidienne permettent déjà une réduction de la mortalité précoce due à la sédentarité, les recommandations données par l'ANSES dans son rapport d'expertise collective sont de 30 minutes d'exercice par séance à intensité modérée, 5 à 7 jours par semaine [71].

L'important est de pratiquer une activité physique qui plaise, afin de l'adopter à long terme et non pas de manière ponctuelle. Si l'AP n'est pas exercée régulièrement, les bénéfices apportés disparaissent.

La fédération française de cardiologie recommande quant à elle 4 types d'activité physique : natation, cyclisme, marche et course à pieds [73].

L'intérêt porté à l'activité physique comme une thérapeutique non médicamenteuse prend de nos jours de plus en plus d'ampleur du fait que les études menées concluent sur des bénéfices bien réels.

Si le corps médical est dans l'ensemble convaincu, la population doit voir cette pratique physique comme un traitement au même titre que les médicaments prescrits. Afin que les conseils délivrés sur la pratique d'une activité physique ou sportive par le médecin soient pris au sérieux, depuis 2016 ce dernier a la possibilité de prescrire sur ordonnance une activité physique adaptée, dite APA, pour certaines pathologies déterminées comme « affections de longue durée ». Celle-ci sera alors dispensée par des personnes qualifiées. [74]

Pour finir, un plan sport-santé a été développé et approuvé cette année par l'agence régionale de santé Occitanie. Il s'agit du Plan Régional Sport Santé Bien-être (PRSSBE) dont le but est de promouvoir l'activité physique et sportive afin qu'elle soit intégrée au quotidien de la population comme un « facteur de santé », le plan étant annoncé pour 5 ans, soit jusqu'en 2024. [75]

Pour ce faire, des maisons sport-santé seront créées d'ici fin 2019 afin de faciliter les échanges entre les professionnels de santé et du sport, ainsi que pour permettre aux patients de pratiquer leur activité physique au sein de ces maisons avec un encadrement optimal, un accompagnement permanent et surtout en toute sécurité. [76]

Aucune autre constatation ne peut donc être faite que la volonté de développer l'activité physique au sein de la population française, ainsi que son encadrement, tant en prévention

primaire que secondaire ou tertiaire.

## II. LES BIENFAITS DU SPORT, OU PLUS GÉNÉRALEMENT DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE, CIBLES DANS L'IR TERMINALE

Étudions maintenant les effets de l'activité physique ciblés dans l'insuffisance rénale terminale. Pour cela, reprenons les principales conséquences engendrées sur la santé par la pathologie et voyons l'impact de l'activité physique sur chacune d'elles.

### 1. Troubles cardiovasculaires, hypertension artérielle et anémie

Nous avons pu voir précédemment que les insuffisants rénaux étaient plus sujets aux événements cardiovasculaires tels que l'athérosclérose, l'artériosclérose, angines de poitrine, infarctus du myocarde... que le reste de la population, du fait d'un cœur plus sollicité. Étant leur première cause de décès, il s'agit d'un enjeu majeur.

La pratique d'une activité physique dans leur quotidien aurait-elle une influence avérée sur ces troubles cardiovasculaires ?

Plusieurs études ont été menées chez des patients ou sur des modèles animaux d'IRC, et toutes s'accordent pour affirmer que l'activité physique serait un facteur bénéfique chez les personnes insuffisantes rénales au stade terminal.

Par exemple, Bai *et al.* ont pu mettre en évidence lors de leur étude chez des rats insuffisants rénaux qu'une activité physique quotidienne permettait de diminuer l'inflammation provoquée par l'IR et maintenait l'anémie à un stade moins élevé que dans le groupe témoin [77].

Ou encore, cette fois deux études cliniques réalisées chez des insuffisants rénaux lors de leurs séances de dialyse. Deux groupes ont été formés : un « activité » et un « témoin ». Le protocole était de 30 minutes d'exercice sur ergocycle à chaque séance de dialyse pour le groupe activité, pendant 3 mois pour l'étude menée par Toussaint *et al.* et 2 ans pour celle de Isnard-Rouchon *et al.* Le groupe témoin ne faisait pas d'activité physique.

La première étude s'est penchée sur l'évolution de la concentration en peptide natriurétique de type B (BNP) et sur la vitesse d'onde de pouls.

A noter que le BNP est un facteur de mauvais pronostic pour le patient lorsque sa concentration est élevée, il prédit un risque d'évènement cardiaque, et que la vitesse de pouls permet de juger de la compliance artérielle, et donc de la rigidité des vaisseaux.

Toussaint *et al.* ont pu conclure sur une diminution du risque cardiovasculaire grâce à des résultats significatifs : la concentration en BNP et la vitesse d'onde de pouls étaient déjà abaissées à la fin des 3 mois d'étude [78].

Concernant la deuxième étude clinique, sur les 80 patients inclus (40 « activité » et 40 « témoin ») les résultats ont là aussi été à la hauteur. La conclusion d'une protection cardiovasculaire imputée à l'activité physique menée durant les séances de dialyse était claire. La tension artérielle était mieux contrôlée dans le groupe « activité », l'anémie moins importante et les taux de cholestérol et triglycérides meilleurs [79].

Par conséquent, à terme les séances de dialyse sont mieux supportées et la fatigue moins importante.

## 2. Survie à long terme

Outre la mortalité cardiovasculaire, certaines études ont pu évaluer l'influence de l'activité physique sur la mortalité des insuffisants rénaux au stade terminal toutes causes confondues.

Ici aussi, la promotion pour l'activité physique a toute sa place.

Le nombre de séances hebdomadaires est également important. En effet, un exercice régulier donne lieu à une survie plus longue. Mais si l'entraînement est quotidien, le risque de mortalité est plus faible qu'un seul entraînement hebdomadaire. Bien que pour des personnes débutantes, ou très sédentaires, une séance hebdomadaire est plus bénéfique qu'aucune séance.

De plus, certains patients en dialyse ont la chance d'accéder à une greffe. Et l'activité physique a également son importance dans ce cas de figure. En effet elle est un facteur essentiel pour établir la probabilité du risque de mortalité toutes causes confondues chez un patient greffé [80], [81]. Commencer à pratiquer un exercice régulier quelques temps avant la greffe rénale permet au patient d'améliorer sa condition physique, mais aussi de réduire les complications post-opératoires qui se font, de ce fait, peu nombreuses [82].

Les patients ont donc une plus grande chance de prise du greffon, et de survie.

### 3. Désordres nutritionnels

Précédemment il a été vu lors des complications de l'insuffisance rénale terminale que la synthèse en albumine plasmatique était abaissée suite à une diminution et/ou modification des apports alimentaires.

L'activité physique régule les apports nutritionnels et permet d'augmenter l'appétit, ses effets sont bénéfiques sur le plan nutritionnel.

Les patients du groupe « activité » de l'étude d'Isnard-Rouchon *et al.* ont d'ailleurs vu le taux de leur pré-albumine se maintenir à la différence du groupe témoin dont le taux a continué de se dégrader [79].

### 4. Performances physiques

L'activité physique entretient le taux de parathormone, et par conséquent indirectement la bonne santé des os [79].

Les muscles sont aussi influencés. Dans l'étude de Samuel Headley *et al.*, après 12 semaines d'exercice (en résistance) les patients ont amélioré leurs scores entre autres au test de marche de 6 minutes, à la vitesse de marche ainsi qu'à la force de poigne [83].

Etant donné les bénéfices de l'activité physique sur les performances physiques des patients, et sachant les conséquences de l'IRC dans ce domaine, il est judicieux d'inciter les patients à pratiquer un exercice physique régulier avant qu'ils atteignent le stade de la dialyse [84].

### 5. Anxiété / dépression et qualité de vie

Précédemment il a été dit que dans la population générale l'activité physique améliorait la santé mentale, diminuait la dépression et l'anxiété. Il en est exactement de même pour la population insuffisante rénale. La dépression et l'anxiété sont importantes chez les dialysés, et notamment les hémodialysés (plus de 50 % des patients concernés selon l'étude menée par De-Nour [85]). L'étude de Mi Rye Suh *et al.* sur 20 patients a décelé une amélioration de la qualité de vie et de l'état psychologique suite à la pratique d'une activité physique au cours des séances de dialyse

[86]. Manfredini *et al.* ont eu des résultats similaires après leurs 6 mois d'étude, l'estimation de la qualité de vie étant recueillie par un questionnaire auprès des patients [87].

Cette AP permet de lutter contre le stress engendré par la pathologie, et de se sentir mieux dans son corps.

## 6. Comment pratiquer ?

Concernant les insuffisants rénaux non encore au stade de dialyse, les recommandations sont identiques à celles pour la population générale. Les exercices, l'intensité et la récurrence seront adaptés en fonction des capacités physiques de chaque personne [84].

Pour les patients dialysés, la pratique d'une activité physique est bien évidemment possible, et même recommandée comme détaillé jusqu'ici.

Avant de commencer la pratique, il est recommandé de se tourner vers son néphrologue pour une analyse poussée de son état de santé afin d'établir avec le médecin la possibilité, les modalités et les limites de l'activité physique souhaitée. Une fois l'état de santé évalué et l'accord donné par le néphrologue, le risque d'effets indésirables dus à l'exercice n'est pas significatif. Ils sont minimes par rapport aux bénéfices apportés par l'exercice physique [86], [88].

Il existe 3 types de pratique :

- Durant l'hémodialyse
- A domicile
- Dans un centre spécialisé (peu sollicitée par les patients du fait d'un temps de transport important en plus de la dialyse).

Il est important afin d'éviter les abandons d'opter pour une activité pour laquelle le patient a de l'affinité, et compatible avec son état de santé. L'assiduité est essentielle, sont recommandées 30 à 45 minutes par séance, 3 fois par semaine.

Il vaut mieux commencer progressivement et être régulier, plutôt que de commencer intensément sans être régulier. « C'est la régularité et non l'intensité qui vous donnera progressivement la forme » [41].

Les exercices peuvent être de type aérobie ou en résistance. La résistance permet d'augmenter la force et la capacité fonctionnelle des patients tandis que l'aérobie est plus axé sur les capacités cardiorespiratoires.

Concernant les exercices en résistance, ils sont très nombreux et il est recommandé d'établir un programme d'entraînement avec un professionnel du sport afin qu'ils soient adaptés aux capacités de chacun.

Les exercices en aérobie recommandés pour les dialysés sont la marche, le vélo, le jogging et la natation.

Bien que ces constats soient flagrants et les professionnels de santé convaincus par les bénéfices de l'activité physique (97% des médecins sollicités selon l'étude de Johansen *et al.*), très peu proposent une activité physique au sein de leur centre de dialyse pendant les séances pour les patients désireux de pratiquer (5% des médecins sollicités dans l'étude de Johansen *et al.*) [89]. Pour les centres de dialyse proposant la pratique d'une activité physique au cours de la séance, il s'agit essentiellement de la mise en place d'ergocycles (activité en aérobie), permettant au patient de pédaler tout en restant dans son lit ou fauteuil de dialyse. L'activité se fait au début de la séance, durant une trentaine de minutes (temps adapté aux capacités de chacun) et ce à chaque séance soit 2 à 3 fois par semaine. A noter que pour proposer ce type de service, il est indispensable que le personnel soit formé, ainsi que les patients, et qu'un professionnel de l'activité physique soit présent dans l'enceinte médicale.

En effet, il s'agit d'un investissement financier, matériel et humain. Cependant, le retour sur investissement se fera. Les patients seront moins souvent sujets à des complications cardiovasculaires et plus autonomes, ce qui réduira les coûts d'interventions, médicamenteux et éventuellement de transports. De plus leur qualité de vie sera meilleure et la perte humaine amoindrie pour le centre du fait d'une diminution du risque de mortalité [80].

Le but dans cette démarche d'activité physique n'est pas la performance, mais une réadaptation à l'effort. La sédentarité étant très importante, toute augmentation de l'activité physique sera bénéfique pour le patient.

## **PARTIE 3 : ENQUETE SUR LE NIVEAU D'ACTIVITE PHYSIQUE CHEZ** **LES PATIENTS DIALYSES**

### **I. LE QUESTIONNAIRE ET SA DIFFUSION**

Afin de connaître les impressions des patients sur ce sujet qu'est l'activité physique avec leur pathologie, une enquête a vu le jour sous la forme d'un court questionnaire de 10 questions.

Dans un premier temps, le stage de 5<sup>e</sup> année au service de dialyse de l'hôpital de la Conception à Marseille m'a permis une première approche des patients. Il s'agit d'un centre lourd de dialyse, mais 23 questionnaires ont pu être récoltés. Les patients sollicités et ayant répondu étaient volontaires.

Dans un second temps, afin d'élargir la zone géographique et le nombre de participations le questionnaire a été divulgué par mail aux néphrologues responsables de différents centres de dialyse en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les adresses mails de chaque destinataire ont été trouvées dans l'agenda du syndicat des néphrologues libéraux de 2017.

Le Dr PARIS Bruno (Hôpital R. Schuman) a également été contacté en plus, meneur d'un programme d'activité physique pendant la dialyse depuis 2015, le thème du questionnaire était particulièrement adapté et le recueil du ressenti des patients intéressant.

Les envois se sont faits le 10 juin 2018, demandant un retour des questionnaires environ 1 mois après, soit le 15 juillet 2018 si participation.

6 centres ont répondu favorablement à la sollicitation, soit un total de 155 questionnaires (178 avec l'hôpital de la Conception compris) :

- Centre d'hémodialyse des Alpes
- Centre de dialyse Serena de Draguignan
- Centre hospitalier de Gap
- Centre de néphrologie d'Antibes
- Hôpital Robert Schuman de Metz
- Centre hospitalier universitaire de Nice

Ci-dessous un exemplaire du questionnaire ayant circulé.

## Questionnaire sur le sport et l'insuffisance rénale terminale

Bonjour,

Je suis étudiante en 5<sup>ème</sup> année de pharmacie et je prépare ma thèse sur le sport et l'insuffisance rénale terminale. C'est pourquoi je me permets de vous faire passer un questionnaire anonyme.

Je cherche à connaître à travers ces questions la place et l'importance que vous accordez à l'activité physique dans votre quotidien, les informations que vous avez eues ou non, et les attentes que vous pourriez avoir vis-à-vis de ce sujet. Il n'y a aucune obligation d'y participer, mais vous m'aideriez grandement en prenant quelques minutes pour y répondre.

Je vous remercie,

Manon.

1. Vous êtes :     un homme                       une femme
  
2. Quel âge avez-vous ? .....
  
3. Vous êtes en :                       Hémodialyse                       Dialyse péritonéale
  
4. Faisiez-vous une activité physique avant la mise sous dialyse ?                       Oui                       Non
  
5. Pratiquez-vous une activité physique actuellement ?  
     Oui : laquelle ?.....  
     Non : pourquoi ?.....
  
6. Si vous avez répondu **oui** à la question précédente :
  - Quelle est la durée moyenne de vos séances de sport ?.....
  - Combien de fois par semaine ?.....
  - Quand la pratiquez-vous par rapport à vos séances de dialyse ?
    - Les jours de dialyse : avant, pendant ou après votre séance ? .....
    - En dehors des jours de dialyse
  - L'activité physique que vous pratiquez vous génère-t-elle une sensation de bien-être (meilleur moral, autosatisfaction, plaisir, confort de vie, détente...) ?                       Oui                       Non
  
7. Avez-vous des craintes/peurs/angoisses à faire une activité sportive alors que vous êtes dialysé(e) ?  
     Oui : la ou lesquelles ?.....  
     Non
  
8. Votre équipe soignante vous a-t-elle déjà conseillé ou recommandé de faire du sport ?  
     Oui                       Non
  
9. Concernant l'hémodialyse : aimeriez-vous qu'une activité sportive vous soit proposée durant vos séances de dialyse ?  
     Oui : laquelle ?.....  
     Non
  
10. Souhaiteriez-vous avoir plus d'informations concernant la pratique d'une activité physique pour les personnes dialysées ?                       Oui                       Non
  
11. Remarques ou suggestions à ajouter :  
.....  
.....  
.....  
.....

Merci pour votre participation !

## II. CRITERES D'INCLUSION/EXCLUSION DES PATIENTS PARTICIPANTS

Les patients ont été recrutés sur la base du volontariat. Les critères d'inclusion étaient :

- Etre majeur : plus de 18 ans
- Etre en dialyse (hémodialyse ou dialyse péritonéale)
- Rendre le questionnaire avant le 15 juillet 2018

Sur les 178 questionnaires reçus, 1 seul a été exclu de l'étude. La réponse à l'activité physique pratiquée actuellement était « cuisine ». Certes, selon la définition de l'activité physique la cuisine peut être considérée comme une activité physique. Cependant, les autres patients cuisinant aussi dans leur majorité pour se nourrir, il n'était pas possible d'étudier ce questionnaire de manière impartiale et de le comparer aux autres activités physiques décrites par les patients.

## III. RESULTATS – DISCUSSION

### 1. Présentation des patients

Les analyses se font sur 177 patients, 1 ayant été exclu de l'étude.

Dans le tableau ci-dessous, un numéro est attribué à chaque patient et ce dernier sera conservé pour tous les suivants.

	<b>Centre</b>	<b>Sexe</b>	<b>Age</b>	<b>Type dialyse</b>	<b>AP pré-dialyse</b>
1	Hôpital Conception	Femme	89	Hémodialyse	Non
2		Femme	56	Hémodialyse	Oui
3		Homme	85	Hémodialyse	Non
4		Homme	52	Hémodialyse	Non
5		Homme	60	Hémodialyse	Oui
6		Femme	26	Hémodialyse	Oui
7		Femme	75	Hémodialyse	Oui
8		Homme	49	Hémodialyse	Non
9		Femme	86	Hémodialyse	Oui

10		Homme	97	Hémodialyse	Oui
11		Femme	69	Hémodialyse	Non
12		Femme	86	Hémodialyse	Non
13		Femme	60	Hémodialyse	Oui
14		Femme	42	Hémodialyse	Oui
15		Homme	77	Hémodialyse	Oui
16		Homme	70	Hémodialyse	Oui
17		Homme	40	Hémodialyse	Oui
18		Femme	54	Hémodialyse	Oui
19		Homme	57	Hémodialyse	Oui
20		Homme	54	Hémodialyse	Oui
21		Homme	65	Hémodialyse	Oui
22		Homme	28	Hémodialyse	Oui
23		Femme	28	Hémodialyse	Oui
24	Centre HD des Alpes (Manosque)	Homme	81	Hémodialyse	Oui
25		Homme	68	Hémodialyse	Oui
26		Homme	68	Hémodialyse	Oui
27		Femme	54	Hémodialyse	Oui
28		Homme	38	Hémodialyse	Non
29		Homme	72	Hémodialyse	Oui
30		Homme	48	Hémodialyse	Non
31		Femme	74	Hémodialyse	Non
32		Homme	63	Hémodialyse	Non
33	CH de Gap	Homme	39	Hémodialyse	Non
34		Homme	70	Hémodialyse	Oui
35		Homme	69	Hémodialyse	Oui
36	SERENA de Draguignan	Homme	86	Hémodialyse	Non
37		Homme	81	Hémodialyse	Oui
38		Homme	66	Hémodialyse	Non
39		Homme	60	Hémodialyse	Non
40		Femme	59	Hémodialyse	Non
41		Homme	29	Hémodialyse	Non

42		Femme	74	Hémodialyse	Oui
43		Homme	70	Hémodialyse	Non
44		Homme	69	Hémodialyse	Oui
45		Femme	86	Hémodialyse	Oui
46		Homme	85	Hémodialyse	Oui
47		Femme	84	Hémodialyse	Oui
48		Homme	89	Dialyse péritonéale	Non
49		Homme	69	Hémodialyse	Non
50		Homme	77	Hémodialyse	Non
51		Homme	68	Hémodialyse	Non
52		Femme	88	Hémodialyse	Non
53		Homme	75	Hémodialyse	Non
54		Homme	62	Hémodialyse	Non
55	Centre de néphrologie d'Antibes	Homme	57	Hémodialyse	Oui
56		Homme	47	Hémodialyse	Oui
57		Femme	47	Hémodialyse	Non
58		Homme	54	Hémodialyse	Non
59		Femme	69	Hémodialyse	Oui
60		Homme	66	Hémodialyse	Oui
61		Homme	89	Hémodialyse	Non
62		Homme	79	Hémodialyse	Oui
63		Homme	83	Hémodialyse	Oui
64		Femme	68	Hémodialyse	Non
65		Homme	69	Hémodialyse	Non
66		Homme	86	Hémodialyse	Non
67		Femme	77	Hémodialyse	Non
68		Homme	91	Hémodialyse	Non
69		Homme	59	Hémodialyse	Oui
70		Homme	74	Hémodialyse	Non
71		Homme	87	Hémodialyse	Non
72		Homme	37	Hémodialyse	Oui
73		Homme	68	Hémodialyse	Oui

74		Homme	67	Hémodialyse	Non
75		Homme	76	Hémodialyse	Oui
76		Homme	83	Hémodialyse	Oui
77		Femme	48	Hémodialyse	Oui
78		Femme	63	Hémodialyse	Oui
79		Homme	69	Hémodialyse	Oui
80		Femme	67	Hémodialyse	Oui
81		Femme	92	Hémodialyse	Non
82		Homme	58	Hémodialyse	Non
83		Homme	83	Hémodialyse	Oui
84		Femme	83	Dialyse péritonéale	Non
85		Homme	81	Hémodialyse	Non
86		Homme	62	Hémodialyse	Non
87		Homme	65	Hémodialyse	Non
88		Homme	??	Hémodialyse	Non
89		Femme	82	Hémodialyse	Non
90		Homme	68	Hémodialyse	Oui
91		Homme	52	Hémodialyse	Non
92		Homme	59	Hémodialyse	Oui
93		Homme	66	Hémodialyse	Oui
94	CHU de Nice	Homme	60	Hémodialyse	Non
95		Homme	84	Hémodialyse	Oui
96		Femme	58	Hémodialyse	Non
97		Homme	50	Hémodialyse	Oui
98		Femme	74	Hémodialyse	Oui
99		Femme	83	Hémodialyse	Oui
100		Homme	77	Hémodialyse	Non
101		Femme	86	Hémodialyse	Non
102	Hôpital Robert Schuman	Homme	47	Hémodialyse	Oui
103		Homme	75	Hémodialyse	Non
104		Homme	42	Hémodialyse	Non
105		Homme	67	Hémodialyse	Non

106		Homme	71	Hémodialyse	Non
107		Femme	75	Hémodialyse	Non
108		Homme	74	Dialyse péritonéale	Non
109		Homme	72	Hémodialyse	Oui
110		Homme	73	Hémodialyse	Oui
111		Homme	79	Dialyse péritonéale	Non
112		Femme	76	Hémodialyse	Oui
113		Homme	65	Hémodialyse	Oui
114		Homme	74	Hémodialyse	Oui
115		Homme	80	Hémodialyse	Non
116		Homme	80	Hémodialyse	Non
117		Femme	64	Hémodialyse	Non
118		Femme	67	Hémodialyse	Non
119		Femme	68	Hémodialyse	Non
120		Homme	64	Hémodialyse	Non
121		Homme	68	Hémodialyse	Non
122		Femme	72	Hémodialyse	Non
123		Femme	74	Hémodialyse	Non
124		Femme	55	Hémodialyse	Non
125		Femme	66	Hémodialyse	Non
126		Homme	64	Hémodialyse	Non
127		Homme	72	Hémodialyse	Oui
128		Homme	52	Hémodialyse	Non
129		Homme	76	Hémodialyse	Oui
130		Homme	65	Hémodialyse	Oui
131		Homme	76	Hémodialyse	Non
132		Homme	71	Hémodialyse	Non
133		Femme	53	Hémodialyse	Non
134		Homme	75	Hémodialyse	Oui
135		Femme	60	Hémodialyse	Non
136		Homme	67	Hémodialyse	Non
137		Femme	56	Hémodialyse	Oui

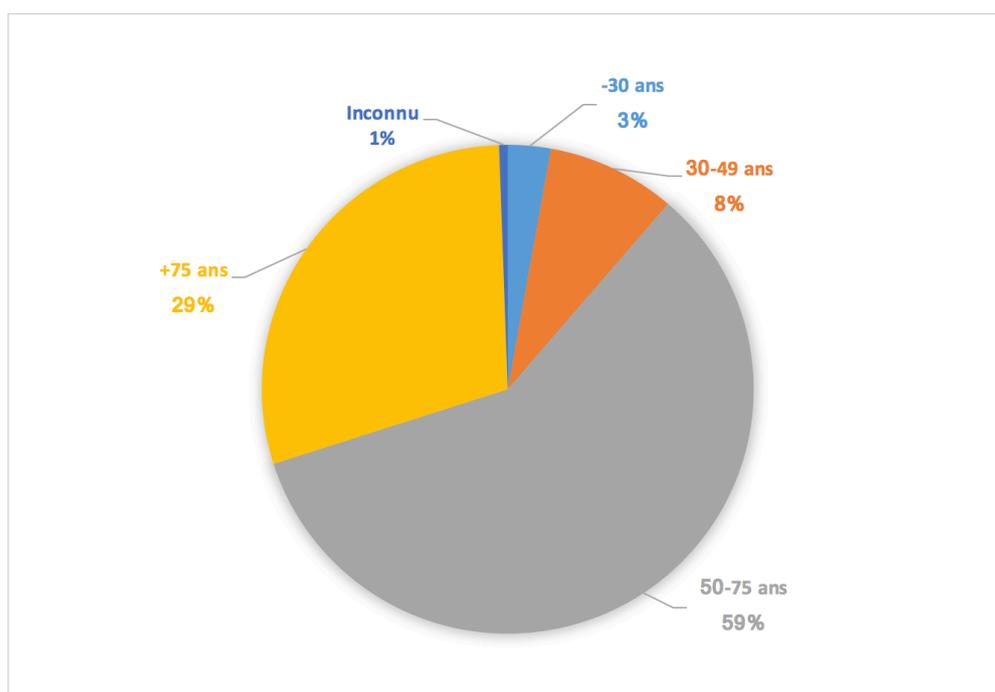
138		Homme	63	Hémodialyse	Oui
139		Homme	58	Hémodialyse	Oui
140		Femme	33	Hémodialyse	Non
141		Homme	29	Hémodialyse	Oui
142		Homme	71	Hémodialyse	Non
143		Femme	64	Hémodialyse	Non
144		Homme	62	Hémodialyse	Non
145		Homme	90	Hémodialyse	Non
146		Homme	50	Hémodialyse	Oui
147		Homme	65	Hémodialyse	Non
148		Homme	73	Hémodialyse	Non
149		Femme	55	Hémodialyse	Oui
150		Femme	77	Hémodialyse	Non
151		Femme	86	Hémodialyse	Non
152		Homme	78	Hémodialyse	Non
153		Homme	67	Hémodialyse	Oui
154		Homme	82	Hémodialyse	Non
155		Homme	40	Hémodialyse	Oui
156		Homme	78	Hémodialyse	Oui
157		Femme	77	Hémodialyse	Non
158		Femme	80	Hémodialyse	Non
159		Femme	58	Hémodialyse	Non
160		Homme	71	Hémodialyse	Oui
161		Femme	62	Hémodialyse	Oui
162		Femme	41	Hémodialyse	Oui
163		Homme	68	Hémodialyse	Non
164		Femme	64	Hémodialyse	Oui
165		Homme	65	Hémodialyse	Non
166		Femme	69	Hémodialyse	Non
167		Femme	84	Hémodialyse	Non
168		Femme	69	Hémodialyse	Oui
169		Femme	68	Hémodialyse	Non

170		Femme	81	Hémodialyse	Non
171		Femme	54	Hémodialyse	Non
172		Femme	91	Hémodialyse	Non
173		Homme	67	Hémodialyse	Oui
174		Homme	83	Hémodialyse	Non
175		Femme	74	Hémodialyse	Non
176		Femme	68	Hémodialyse	Oui
177		Femme	91	Hémodialyse	Non

*Tableau 2 : Caractéristiques des patients de l'étude*

Sur les 177 patients, nous avons une proportion de 65 femmes pour 112 hommes. La majorité des patients étaient sous hémodialyse (173 patients), soit 4 patients en dialyse péritonéale.

Répartition des patients en fonction de leur âge :



*Figure 15 : Âge des patients de l'étude*

Les résultats ci-dessus confirment les données actuelles sur la pathologie. Les patients ayant

répondu ont en majorité 50 ans ou plus. 59% ont entre 50 et 75 ans, et 29% ont plus de 75 ans.

De plus, concernant l'activité physique avant la mise sous dialyse, l'étude des questionnaires a pu mettre en évidence une sédentarité pour plus de la moitié des patients (98 ont répondu ne pas faire d'activité physique avant la mise sous dialyse, contre 79 pratiquant au moins une AP, soit 55% sédentaires).

Il serait intéressant d'évaluer, chose que l'on fera par la suite, le taux de personnes qui ont poursuivi une activité physique parmi ces 79 « sportifs ».

## 2. AP actuelle et modalités

	<b>AP actuelle ?</b>	<b>Si non, pourquoi ? Si oui, laquelle/lesquelles ?</b>	<b>Eventuelles autres AP</b>	<b>Eventuelles autres AP</b>	<b>Eventuelles autres AP</b>
1	Non	Pas le temps			
2	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
3	Non	Fatigue intense			
4	Non	Fatigue intense			
5	Oui	Danse	Marche		
6	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
7	Non	Fatigue intense			
8	Non	Pas envie			
9	Non	Fatigue intense			
10	Non	Fatigue intense			
11	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
12	Non	Pas envie			
13	Non	Fatigue intense			
14	Non	Fatigue intense			
15	Oui	Pétanque			

16	Oui	Marche	Exercices kiné		
17	Oui	Vélo			
18	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
19	Non	Fatigue intense			
20	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
21	Oui	Marche	Vélo		
22	Oui	Marche			
23	Non	Pas envie			
24	Oui	Vélo			
25	Oui	Marche	Ski	Randonnée de montagne	
26	Oui	Natation			
27	Oui	Natation	Marche		
28	Oui	Marche			
29	Non	Fonte musculaire importante			
30	Oui	Marche			
31	Non	Pas envie			
32	Oui	Marche			
33	Oui	Vélo			
34	Oui	Trail	Exercices kiné		
35	Oui	Marche	Exercices kiné	Bricolage	
36	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
37	Oui	Vélo			
38	Oui	Natation			
39	Non	??			
40	Non	Pas envie	Pas le temps		

41	Non	Métier difficile et fatiguant (maçon)			
42	Non	Pas rassuré			
43	Oui	Lors du travail (berger)			
44	Non	Fatigue intense			
45	Oui	Natation			
46	Oui	Marche	Musculation		
47	Oui	Montées/descentes d'escaliers			
48	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
49	Non	Fatigue intense			
50	Non	Fatigue intense			
51	Non	Douleur			
52	Non	??			
53	Non	??			
54	Non	Pas le temps			
55	Non	??			
56	Oui	Danse			
57	Non	??			
58	Non	Opération récente			
59	Oui	Marche	Jardinage		
60	Oui	Vélo			
61	Oui	Vélo			
62	Oui	Natation	Voilier		
63	Non	??			
64	Non	Douleur			
65	Non	??			
66	Oui	Vélo			
67	Non	Fatigue intense			
68	Non	Raisons de santé autre que dialyse			

69	Oui	Marche	Exercices kiné		
70	Oui	Marche			
71	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
72	Non	Pas le temps			
73	Oui	Vélo	Natation	Ski	Randonnée de montagne
74	Non	Fatigue intense			
75	Oui	Vélo			
76	Oui	Marche	Vélo	Natation	
77	Oui	Natation			
78	Non	Pas envie			
79	Oui	Randonnée de montagne			
80	Oui	Marche			
81	Oui	Marche			
82	Oui	Vélo			
83	Non	Douleur			
84	Non	??			
85	Non	??			
86	Oui	Vélo			
87	Oui	Marche	Natation	Jardinage	
88	Non	??			
89	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
90	Oui	Batteur (groupe de musique rock)			
91	Non	??			
92	Oui	Vélo			
93	Oui	Vélo			
94	Non	Fatigue intense			
95	Oui	Marche			

96	Non	Pas envie			
97	Non	Fatigue intense			
98	Oui	Marche			
99	Oui	Marche			
100	Non	??			
101	Non	??			
102	Oui	Vélo	Ping-pong		
103	Non	Fatigue intense			
104	Non	Pas le temps			
105	Non	??			
106	Oui	Marche	Pétanque		
107	Non	??			
108	Non	??			
109	Oui	Marche	Vélo		
110	Oui	Marche			
111	Non	??			
112	Oui	Marche			
113	Non	Fatigue intense			
114	Oui	Marche			
115	Non	??			
116	Non	??			
117	Oui	Tai-chi			
118	Non	Douleur	Fatigue intense		
119	Non	Pas le temps			
120	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
121	Oui	Marche	Natation		
122	Oui	Marche	Vélo		
123	Non	Fatigue intense			
124	Non	??			
125	Non	Fatigue intense			

126	Non	??			
127	Oui	Vélo	Marche	Natation	Pétanque
128	Oui	Vélo			
129	Oui	Marche	Vélo		
130	Oui	Jardinage	Bricolage		
131	Non	??			
132	Non	??			
133	Non	Pas envie			
134	Oui	Natation			
135	Non	??			
136	Oui	Vélo			
137	Oui	Marche	Trottinette		
138	Non	Pas rassuré			
139	Non	Pas le temps	Fatigue intense		
140	Oui	Course à pieds	Musculation		
141	Oui	Football			
142	Oui	Jardinage	Danse		
143	Non	Pas le temps	Fatigue intense		
144	Non	Pas envie			
145	Non	??			
146	Oui	Façonnage de bois			
147	Non				
148	Non	Pas le temps			
149	Oui	Vélo	Marche		
150	Non	??			
151	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
152	Non	??			
153	Oui	Marche			
154	Non	??			

155	Oui	Course à pieds	Golf		
156	Oui	Marche			
157	Non	??			
158	Non	Pas le temps			
159	Non	??			
160	Non	Douleur			
161	Non	??			
162	Non	Pas le temps	Pas envie		
163	Non	Pas envie			
164	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
165	Non	??			
166	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
167	Non	??			
168	Non	Raisons de santé autre que dialyse	Fatigue intense		
169	Non	??			
170	Non	??			
171	Non	??			
172	Non	Fatigue intense			
173	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
174	Oui	Vélo	Marche		
175	Non	Raisons de santé autre que dialyse			
176	Oui	Marche			
177	Non	??			

[?? = raison inconnue]

*Tableau 3 : Les types d'activités physiques*

Aucun des 4 patients en dialyse péritonéale ne faisait ni ne fait d'activité physique.

Concernant l'hémodialyse, 72 patients ont répondu faire de l'activité physique alors qu'ils suivent un traitement de dialyse contre 101 réponses négatives ; soit 41,6%.

Il est à noter que parmi les 79 patients ayant répondu faire une activité physique avant la mise sous dialyse, seuls 50 ont répondu en faire actuellement.

Analysons les modalités de cette activité physique. Ci-après les critères relevés.

Chez les patients ne pratiquant pas d'activité physique (soit 59,3 % des dialysés de l'étude, hémodialyse et dialyse péritonéale confondues), les principaux freins sont :

- Les problèmes de santé : 23 patients sur 105 (21,9 %)  
Dans les problèmes de santé, sont intégrées les opérations récentes, l'interdiction médicale de pratiquer une AP, les douleurs ainsi que les raisons de santé autre que la dialyse.
- La fatigue due à la dialyse : 20 patients sur 105 (19 %)
- Pas l'envie et/ou le temps : 20 patients sur 105 (19 %)
- Raison inconnue : 38 patients sur 105 (36,2 %)

Soit 41 % de patients ne pratiquant pas d'activité physique à cause de problèmes de santé ou d'une fatigue importante due à la dialyse.

Mais seulement 30 patients sur 105 (28,6 %) souhaiteraient faire une activité physique pendant les séances de dialyse. Il y a là une véritable mission d'éducation physique à faire afin de convaincre les patients des bénéfices que cela peut leur apporter (Tableau 6).

Chez les patients pratiquant une activité physique (soit 40,7 % des dialysés de l'étude), la tranche d'âge la plus représentée est la 50-75 ans.

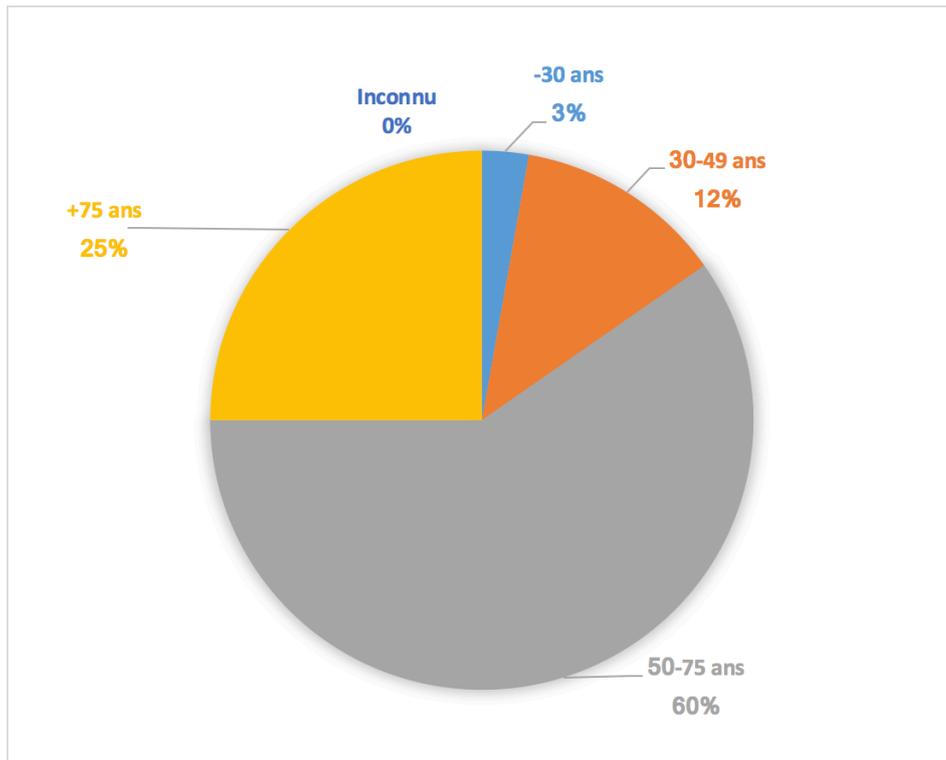


Figure 16 : Âge des patients pratiquant une activité physique

Cependant, il est nécessaire de conclure sur ces résultats en incluant le nombre total de patients par catégorie d'âge afin d'avoir des chiffres proportionnels et justes.

Tranche d'âge	Patients de l'étude	Patients pratiquant une AP	Proportion de patients faisant une AP
-30 ans	5	2	40 %
30-49 ans	15	9	60 %
50-75 ans	104	43	41,3 %
+75 ans	52	18	34,6 %
Inconnu	1	0	0 %

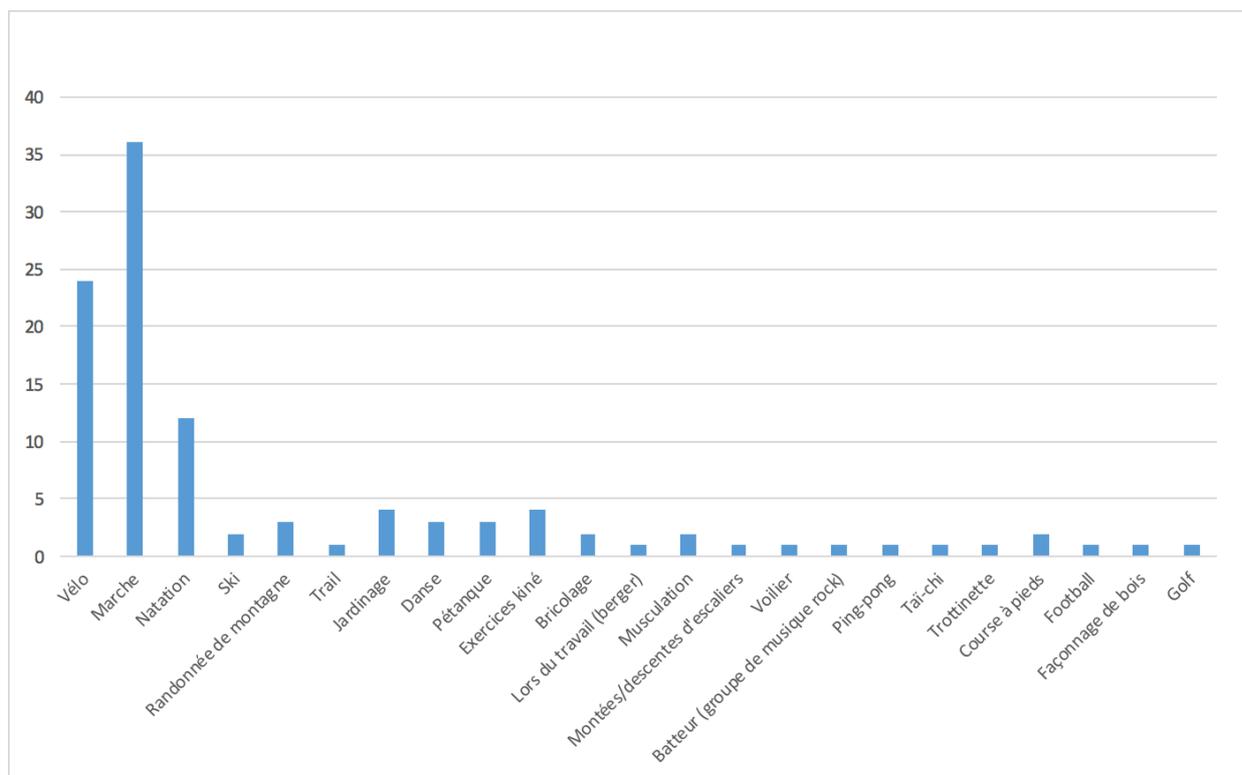
Tableau 4 : Pratique d'une activité physique par tranche d'âge

Selon la Figure 16, les patients les plus nombreux pratiquant une activité physique font partie de la tranche d'âge 50-75 ans. Cependant, il est légitime de faire un ratio par catégorie d'âge

des patients pratiquant une activité physique en fonction du nombre de patients inclus dans cette catégorie. En effet, la catégorie 50-75 ans se trouve être également la plus représentée, il est donc plus simple d’avoir plus de personnes pratiquant une activité physique.

En conséquence, selon le Tableau 4 nous pouvons constater que la tranche d’âge la plus active chez les dialysés est la tranche des 30-49 ans, suivie par les 50-75 ans, puis les -30 ans et enfin pour finir les +75ans.

Un certain nombre d’activités physiques sont revenues au fil des questionnaires. Les voici :



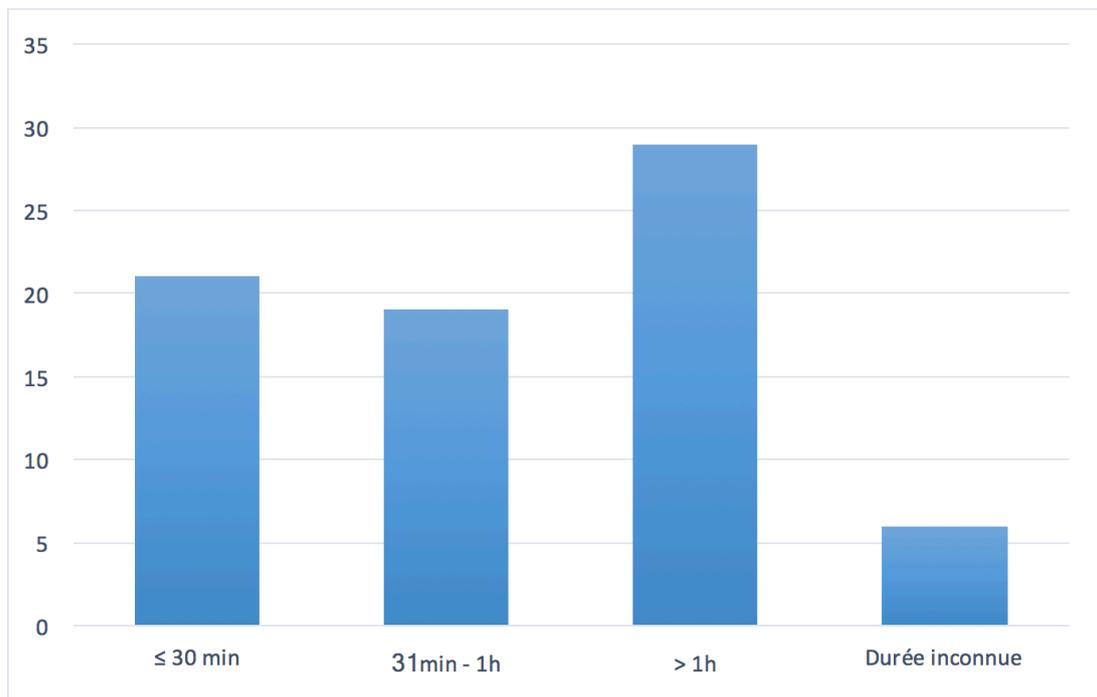
*Figure 17 : Types d'activités réalisées par les patients dialysés interrogés*

*A noter que sur les 72 patients actifs, 28 pratiquent entre 2 et 4 activités. C’est la raison pour laquelle le total de patients exerçant chaque activité physique est supérieur à 177.*

Les trois activités physiques les plus pratiquées se distinguent très nettement : vélo, marche et natation. Ce sont d’ailleurs les activités en aérobie recommandées chez les dialysés, comme vu précédemment.

Concernant les durées des séances, 4 groupes ont été formés en fonction du temps moyen de l'activité physique par séance :

- Jusqu'à 30 minutes, incluses
- De 30 minutes à 1 heure
- Plus d'1 heure
- Durée inconnue



*Figure 18 : Temps moyen de l'activité physique par séance des patients actifs*

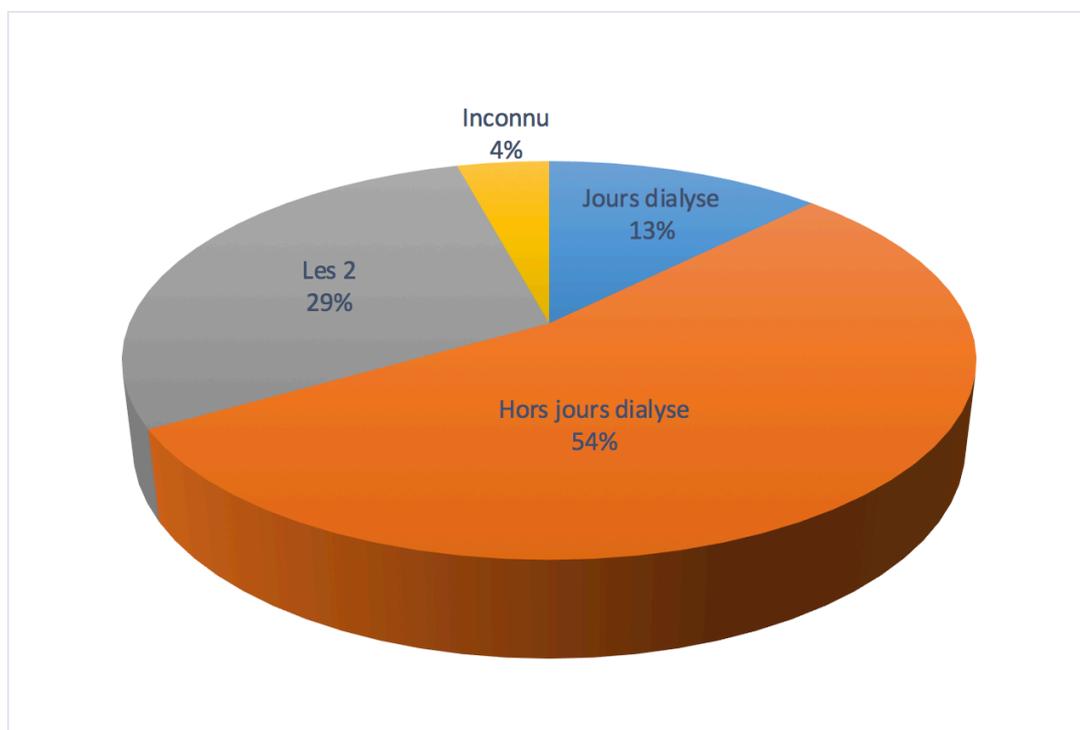
Les patients pratiquant une activité physique atteignent selon les résultats des durées supérieures à 1 heure d'activité par séance, ce qui s'avère être de très bons résultats. En deuxième position se trouvent les patients effectuant des séances inférieures ou égales à 30 minutes. Ils sont suivis de près par ceux réalisant des séances intermédiaires, entre 31 minutes et 1 heure.

De même concernant le nombre de séances par semaine 3 groupes ont été formés :

- Jusqu'à 3 séances
- Plus de 3 séances
- Inconnu

L'étude des questionnaires a permis de classer 45 patients dans le seuil «  $\leq$  3 séances par semaine », 28 dans celui «  $>$  3 séances par semaine » et 2 dans « inconnu ».

Ces patients pratiquent d'eux-mêmes une activité physique sur leur temps libre. Nous avons cherché à connaître leurs habitudes et ainsi le moment qu'ils consacraient à l'activité physique par rapport aux séances de dialyse.



*Figure 19 : Jours d'activité physique*

Le moment préféré par les patients pour pratiquer leur activité physique est les jours sans dialyse. En effet, les jours de dialyse monopolisent beaucoup de temps (4 heures en moyenne, auxquelles les temps de transport doivent être rajoutés), les séances sont fatigantes et les patients se sentent généralement moins en forme après avoir dialysé.

Cependant, certains patients de l'étude exercent leur activité durant les jours de dialyse uniquement ou bien sans en tenir compte aussi bien les jours de dialyse qu'en dehors.

Concernant ces patients, le moment préféré durant les jours d'épuration sanguine pour la pratique physique est avant la dialyse (13 patients sur 30), suivi par pendant la dialyse (7 patients sur 30, tous les 7 dialysant dans des centres proposant la pratique de vélo sur ergocycle durant les séances), 5 patients sur 30 préfèrent pratiquer après la séance de dialyse pour les jours de traitement, et enfin les 5 derniers patients n'ont pas répondu à cette question.

En conclusion, nous pouvons constater que la pratique d'activité physique à côté de ou pendant la dialyse ne fait pas l'unanimité. Moins de la moitié des patients la pratiquent. Les sports les plus sollicités sont le vélo, la natation et la marche comme cela est recommandé. La majorité des patients pratiquant une activité physique le font plus d'une heure par séance, ce qui est une bonne surprise, et/ou jusqu'à 3 fois par semaine essentiellement en dehors des jours de dialyse.

### 3. Ressenti

	Bien-être	Craintes (si oui, lesquelles ?)		Recommandations
1		Non		Non
2		Non		Non
3		Non		Oui
4		Oui	Peur de l'effort (souffle, musculairement...)	Non
5	Oui	Non		Non
6		Non		Non
7		Non		Oui
8		Non		Non
9		Oui	Manque d'équilibre	Oui
10		Non		Non
11		Non		Non
12		Non		Oui
13		Oui	Malaise / Chute	Oui
14		Oui	Réaction du corps	Oui

15	Oui	Non		Non
16	Oui	Non		Oui
17	Oui	Non		Non
18		Non		Oui
19		Non		Non
20		Non		Non
21	Oui	Non		Oui
22	Oui	Non		Non
23		Non		Non
24	Oui	Non		Oui
25	Oui	Non		Oui
26	<b>Pas spécialement</b>	Non		Non
27	Oui	Non		Oui
28	Oui	Non		Oui
29		Oui	Fatigue importante	Non
30	Oui	Non		Oui
31		Non		Oui
32	Oui	Non		Non
33	Oui	Oui		Non
34	Oui	Non		Oui
35	Oui	Non		Non
36				?
37	Oui	Non		Non
38	Oui	Non		Oui
39		Non		Non
40		Non		Non
41		Non		?
42		Oui	Malaise / Chute	Oui
43	?	Non		?
44		Oui	Fatigue importante	Non
45	Oui	Non		Oui

46	Oui	Oui	Malaise / Chute	Non
47	Oui	Non		Non
48		Oui	Réaction du corps	?
49		Non		Oui
50				Oui
51		Non		Oui
52		Non		Non
53		Non		Non
54		Non		Non
55		Non		Non
56	Oui	Non		Oui
57		Oui	Vis-à-vis de la fistule	Oui
58		Non		Oui
59	Oui	Non		Oui
60	Oui	Non		Oui
61	Oui	Non		Oui
62	Oui	Non		Oui
63		Non		Oui
64		Oui	Peur de l'effort (souffle, musculairement...)	Non
65		Non		Oui
66	Oui	Non		Oui
67		Non		Oui
68		Non		Non
69	Oui	Non		Oui
70	Oui	Non		Oui
71		Non		Non
72		Non		Oui
73	Oui	Non		Oui
74		Non		Oui
75	Oui	Non		Oui
76	Oui	Non		Oui

77	Oui	Non		Non
78		Non		Oui
79	Oui	Non		Oui
80	Oui	Non		Oui
81	Oui	Non		Oui
82	Oui	Non		Oui
83		Non		Oui
84		Non		Non
85		Non		Non
86	Oui	Non		Oui
87	<b>Non</b>	Non		Oui
88		Non		Non
89		Non		Oui
90	Oui	Non		Non
91		Non		Non
92	Oui	Non		Oui
93	Oui	Non		Oui
94		Non		Non
95	Oui	Non		Non
96		Non		Non
97		Non		Oui
98	Oui	Non		Non
99	Oui	Non		Non
100		Non		Oui
101		Non		Non
102	Oui	Non		Oui
103		Non		Non
104		Non		Oui
105		Oui	Réaction du corps	Non
106	Oui	Non		Oui
107		Non		Non
108		Oui		Oui

109	Oui	Oui	Malaise / Chute	Oui
110	Oui	Non		Oui
111		Non		Oui
112	Oui	Non		Oui
113		Non		Oui
114	Oui	Non		Oui
115		Oui		Non
116		Non		Non
117	Oui	Non		Non
118		Non		Oui
119		Oui		Non
120		Oui		Oui
121	Oui	Non		Oui
122	Oui	Non		Oui
123		Oui	Fatigue importante	Oui
124		Non		Oui
125		Non		Non
126		Oui	Le cœur	?
127	Oui	Non		Oui
128	?	Non		Oui
129	Oui	Non		Oui
130	Oui	Oui		Non
131		Non		Non
132		Non		Non
133		Non		Oui
134	?	Non		Oui
135		Non		Non
136	Oui	Non		Oui
137	Oui	Oui	Malaise / Chute	Non
138		Oui	Peur de l'effort (souffle, musculairement...)	Oui
139		Non		Oui

140	Oui	Non		Non
141	Oui	Non		Oui
142	Oui	Non		Oui
143		Non		Oui
144		Non		Oui
145		Non		Non
146	Oui	Non		Oui
147		Non		Non
148		Non		Oui
149	Oui	Non		Oui
150		Non		Non
151		Non		Non
152		Non		Non
153	Oui	Non		Non
154		Non		Non
155	Oui	Non		?
156	Oui	Oui		Oui
157		Non		Non
158		Oui		Oui
159		Non		Non
160		Non		Non
161		Oui	Blessure	Non
162		Oui	Peur de l'effort (souffle, musculairement...)	Non
163		Non		Non
164		Oui	Peur de l'effort (souffle, musculairement...)	?
165		Non		Non
166		Non		Non
167		Non		Oui
168		Non		Non
169		Non		Non

170		Non		Non
171		Oui	Malaise / Chute	Non
172		Non		Non
173		Non		Oui
174	Oui	Non		Oui
175		Non		Non
176	Oui	Non		Non
177		Non		Non

*Tableau 5 : Résultats du ressenti des patients vis-à-vis de l'activité physique*

A noter :

- Dans la colonne « bien-être », les cases vides correspondent aux patients ayant répondu ne pas faire d'activité physique raison pour laquelle ils ne peuvent pas juger de l'éventuel bien-être procuré. Les 3 cases avec un « ? » (numéros 43, 128 et 134) font référence à 3 patients pratiquant une activité physique mais n'ayant pas répondu à cette question.
- Dans la colonne « recommandations », les 2 cases contenant un « ? » correspondent aux patients n'ayant pas répondu à cette question.

En analysant ces résultats, il en ressort que seulement 50,3 % des patients de l'étude ont obtenu des recommandations sur la pratique d'une activité physique de la part de leur équipe médicale. Et ce alors que l'enquête révèle une peur de l'activité physique par 16,4 % des patients de l'étude. Ces derniers auraient besoin de conseils, d'orientations vers des professionnels du sport et éventuellement de comprendre que l'activité physique peut être bénéfique pour eux. Les principales craintes mentionnées face à l'exercice sont :

- La fatigue importante
- Les blessures
- La réaction du corps
- Subir un malaise / une chute
- La peur de l'effort (au niveau du souffle et musculairement)
- Le manque d'équilibre
- Vis-à-vis de la fistule
- Vis-à-vis du cœur

Concernant les patients « sportifs », 93,1 % d'entre eux estiment l'activité physique comme bénéfique et apportant un bien-être dans leur quotidien.

#### IV. AVIS DES PATIENTS SUR LE SUJET

	<b>Souhait d'une proposition AP pendant les séances d'HD ? Si oui, laquelle ?</b>		<b>Infos suppl AP</b>
1	Oui	Travailler les jambes	Oui
2	Oui	Steppers	Oui
3	Oui	Je ne sais pas	Non
4	Oui	Je ne sais pas	Oui
5	Non		Non
6	Non		Non
7	Non		Non
8	Non		Non
9	Non		Non
10	Non		Non
11	Non		Non
12	Non		Non
13	Non		Oui
14	Non		Non
15	Oui	Je ne sais pas	Non
16	Oui	Je ne sais pas	Oui
17	Oui	Vélo	Oui
18	Oui	Vélo	Non
19	Oui	Vélo	Oui
20	Non		Non
21	Non		Oui
22	Non		Non
23	Non		Non

24	Non		Non
25	Oui	Je ne sais pas	Oui
26	Oui	Vélo	Oui
27	Oui	Je ne sais pas	Oui
28	Non		Oui
29	Oui	Je ne sais pas	Oui
30	Oui	Je ne sais pas	Oui
31	Non		Non
32	Non		Non
33	Oui	Je ne sais pas	Oui
34	Non		Non
35	Oui	Travailler les jambes	Non
36	?		?
37	Non		Oui
38	Non		Non
39	Non		Non
40	Oui	Aquabike	Oui
41	?		Non
42	Non		Non
43	Non		Oui
44	Non		Oui
45	Oui	Vélo	Oui
46	Non		Oui
47	Non		Oui
48	?		Non
49	Non		Oui
50	Non		Non
51	Non		Oui
52	Non		Non
53	Non		Non
54	Non		Oui
55	Non		Non

56	Non		Non
57	Oui	Je ne sais pas	Oui
58	Oui	Vélo	Oui
59	Non		Non
60	Non		Non
61	<b>C'est déjà le cas</b>		Non
62	Non		Non
63	Non		Non
64	Non		Oui
65	Non		Non
66	<b>C'est déjà le cas</b>		Non
67	Non		Non
68	Oui	Vélo	Oui
69	Non		Non
70	Oui	Vélo	Non
71	Non		Non
72	Oui	Vélo	Non
73	Oui	Vélo	Oui
74	Non		Non
75	Non		Non
76	Oui	Je ne sais pas	Non
77	Non		Non
78	Non		Non
79	Non		Non
80	Non		Non
81	Non		Non
82	<b>C'est déjà le cas</b>		Oui
83	Oui	Vélo, tapis de marche	Oui
84	Non		Non
85	Oui	Je ne sais pas	Oui
86	<b>C'est déjà le cas</b>		Oui
87	Non		Non

88	Oui	Tapis de marche	Oui
89	Non		Non
90	Non		Non
91	Non		Oui
92	Oui	Travailler les jambes	Oui
93	<b>C'est déjà le cas</b>		Non
94	Oui	Vélo	Non
95	Non		Non
96	Non		Non
97	Non		Oui
98	Non		Non
99	Non		Non
100	Oui	Je ne sais pas	Oui
101	Non		Non
102	Non		Oui
103	Non		Non
104	Non		Non
105	Oui	Marche en groupe	Oui
106	Oui	Vélo	Non
107	Non		Non
108	Non		Non
109	Oui	Vélo	Oui
110	Non		Oui
111	Non		Non
112	Oui	Vélo	Non
113	Oui	Vélo	Non
114	Non		Non
115	Non		Non
116	Non		Non
117	Oui	Vélo	Oui
118	Oui	Vélo	Non
119	Oui	Vélo	Non

120	Non		Non
121	Non		Non
122	Non		Oui
123	Non		Non
124	Non		Oui
125	Non		Non
126	Non		Non
127	Oui	Je ne sais pas	Oui
128	<b>C'est déjà le cas</b>		Oui
129	<b>C'est déjà le cas</b>		Oui
130	Non		Non
131	Oui	Vélo	Non
132	Non		Oui
133	Oui	Vélo	Oui
134	Oui	Vélo	Oui
135	Non		Non
136	<b>C'est déjà le cas</b>		Non
137	Oui	Je ne sais pas	Oui
138	Non		Oui
139	Oui	Vélo	Non
140	Non		Oui
141	Non		Non
142	Non		Non
143	Non		Non
144	Non		Non
145	Non		Non
146	Non		Non
147	Non		Non
148	Non		Non
149	Oui	Vélo, gym	Oui
150	Non		Non
151	Non		Non

152	Non		Non
153	Oui	Vélo	Oui
154	Non		Non
155	Non		Non
156	Non		Non
157	Non		Non
158	Non		Oui
159	Non		Non
160	Non		Non
161	Oui	Aquabike/aquagym	Oui
162	Oui	Je ne sais pas	Oui
163	Non		Non
164	Oui	Vélo	Oui
165	Non		Non
166	Non		Non
167	Non		Non
168	Oui	Gym	Oui
169	Non		Non
170	Non		Non
171	Non		Oui
172	Non		Non
173	Oui	Vélo	Non
174	Oui	Je ne sais pas	Oui
175	Oui	Vélo	Oui
176	Non		Non
177	Non		Non

*Tableau 6 : Souhaits des patients d'une activité physique durant les séances de dialyse*

Le caractère « ? » correspond à une non-réponse de la part du patient à la question posée.

Le tableau ci-dessus nous informe sur une volonté plutôt faible mais non négligeable des patients à la pratique d'une activité physique durant leurs séances de dialyse si cela leur était

proposé dans leur centre (30,5 %). Ce résultat tient compte des patients déjà actifs, il englobe tous les patients de l'étude. Rappelons que dans la population ne faisant pas d'activité physique uniquement, seulement 28,6 % des patients souhaiteraient pratiquer une activité physique pendant les séances de dialyse.

Dans les 30,5 %, plus de la moitié (51,9 %) souhaiteraient faire du vélo ce qui coïncide avec les activités mises en place dans les centres porteurs du projet de développement de l'activité physique chez les populations d'hémodialysés (investissement dans des ergocycles).

Certains patients ne sont peut-être pas prêts à pratiquer une activité physique maintenant, mais souhaiteraient des informations supplémentaires sur ce thème. Cette volonté d'informations supplémentaires concerne 36,7 % des patients de l'étude.

Cette étude de l'opinion des patients sur le développement de la pratique d'une activité physique au cours des séances de dialyse a pu mettre en lumière un intérêt pour plus d'un quart des sujets, et ce malgré une information sur l'AP de la part du corps médical non systématique.

## V. LES BIAIS DE L'ETUDE

Les résultats obtenus sur ce petit échantillon de dialysés contiennent des biais. Il est tout d'abord bon de noter que l'enquête était basée sur le volontariat, autrement dit il est possible que les patients les plus enclins à participer étaient les plus actifs. De plus ils étaient libres de répondre sans qu'une vérification de leurs propos ne soit faite par la suite, certaines informations données sont donc susceptibles d'être erronées. Enfin, il s'agit ici d'un petit échantillon (177 participations) qui ne peut en conséquence pas être représentatif de toute une population de dialysés.

## VI. ET EN PRATIQUE, QU'EST-T-IL ACTUELLEMENT PROPOSE POUR LES PATIENTS DIALYSES ?

L'étude a pu mettre en lumière une recommandation de l'activité physique par le corps médical dans 1 cas sur 2. C'est un résultat assez satisfaisant, l'AP fait partie des thérapeutiques pour la moitié des professionnels de santé. Cependant il est nécessaire que l'opinion médicale continue à aller dans ce sens afin d'augmenter les recommandations et l'incitation des patients à la pratique physique et d'éradiquer les craintes à son sujet.

Pour qu'une pratique physique soit sans risque pour le patient dans le cadre d'une insuffisance rénale chronique au stade terminal, un bilan médical bien conduit devra être pratiqué. Si aucune contre-indication ou restriction n'est révélée, l'AP pourra se pratiquer sans risque d'effet indésirable grave.

Les patients semblent ouverts à la pratique d'AP dans leur globalité, mais qu'est-il mis en place pour les satisfaire ?

Il existe plusieurs modalités de pratique d'AP pour ces patients au suivi médical rapproché.

Il est nécessaire de profiter de leur motivation pour mener à bien cette mission de développement de la pratique physique et sportive.

Tout d'abord, des centres spécialisés dans l'activité physique adaptée (APA) permettent aux patients de pratiquer à leur rythme, selon un protocole défini et tout en étant entourés de spécialistes. Cependant, ce type de service peut être contraignant pour certains patients, un temps de transport pour se rendre au centre étant à ajouter au temps déjà consacré à la dialyse. Une pratique de l'activité physique peut être également envisagée à domicile, en suivant un programme défini de remise en forme par exemple. Ce type de pratique pourra convenir aux patients qui n'ont pas de craintes particulières vis-à-vis de l'AP et qui connaissent les capacités de leur corps.

Et enfin, certains centres proposent maintenant à leurs patients de pratiquer une activité physique (vélo le plus souvent, grâce à des ergocycles fixés au lit ou au fauteuil de dialyse) durant les séances de dialyse. Cette pratique se développe de plus en plus, les centres se penchant sur les bienfaits de l'activité physique de leurs patients.

Par exemple, dans l'étude menée, sur les 7 centres ayant répondu à l'enquête deux proposent ce type d'activité à leurs patients : le centre de néphrologie d'Antibes et l'hôpital Robert Schuman.

La présence de l'activité physique est de plus en plus présente au sein des discours des néphrologues et se développe de plus en plus dans les centres de dialyse.

Elle a également été développée et validée comme thérapeutique non médicamenteuse dans différentes pathologies chroniques (cancers, maladies cardiovasculaires, métaboliques...) avec la possibilité pour les médecins de la prescrire comme un médicament.

Il est maintenant d'actualité de l'installer et de la proposer en routine dans la pathologie chronique qu'est l'insuffisance rénale, et d'autant plus au stade terminal.

## VII. « BEST-OF » DES QUESTIONNAIRES

Ci-après les questionnaires ou les phrases de la partie « remarques » (question 11) les plus atypiques et les plus touchants reçus pour mon étude et qui me tenaient à cœur de partager pour ne pas les oublier :

- « C'est mon échappatoire mentale à la dialyse, je ne pourrais pas survivre sans. »
- « Retraité des mines de fer (32 ans au fond). Plus de force et manque d'air. Bonne chance pour vos études. »
- « Avec 20 ans de moins je suis partant ! »
- « J'ai peur d'avoir un malaise et de tomber car je marche seul. J'ai bénéficié d'une greffe rénale durant 25 ans et je suis retourné en dialyse. Le sport m'a apporté beaucoup d'autosatisfaction. »
- « Je n'ai plus de plaisir de quoi que ce soit. A 67 ans, je vis seul et je sens le vieillissement d'année en année. Je marche beaucoup moins, je prends plus souvent le bus. Je n'ai pas le permis de conduire (pas de voiture). Je n'ai pas de portable. (Et ça me manque plus avec l'âge que quand j'étais jeune paradoxalement). Je suis retraité, mais je ne profite pas de ma retraite. »
- « Je suis responsable de 10 lapins à soigner et le jardin. En plus je fais des pâtes. »

## Questionnaire sur le sport et l'insuffisance rénale terminale

Bonjour,

Je suis étudiante en 5<sup>ème</sup> année de pharmacie et je prépare ma thèse sur l'activité physique et l'insuffisance rénale terminale. C'est pourquoi je me permets de vous faire parvenir un questionnaire anonyme.

Je cherche à connaître à travers ces questions la place et l'importance que vous accordez à l'activité physique dans votre quotidien, les informations que vous avez eues ou non, et les attentes que vous pourriez avoir vis-à-vis de ce sujet. Il n'y a aucune obligation d'y participer, mais vous m'aideriez grandement en prenant quelques minutes pour y répondre.

Je vous remercie,

Manon.

1. Vous êtes :  un homme  une femme
2. Quel âge avez-vous ? 67 ans
3. Vous êtes en :  Hémodialyse  Dialyse péritonéale
4. Faisiez-vous une activité physique avant la mise sous dialyse ?  Oui  Non
5. Pratiquez-vous une activité physique actuellement ?  
 Oui : laquelle ? .....  
 Non : pourquoi ? .....
6. Si vous avez répondu oui à la question précédente :
  - Quelle est la durée moyenne de vos séances de sport ? .....
  - Combien de fois par semaine ? .....
  - Quand la pratiquez-vous par rapport à vos séances de dialyse ?  
 Les jours de dialyse : avant, pendant ou après votre séance ? .....
  - En dehors des jours de dialyse
  - L'activité physique que vous pratiquez vous génère-t-elle une sensation de bien-être (meilleur moral, autosatisfaction, plaisir, confort de vie, détente...) ?  Oui  Non
7. Avez-vous des craintes/peurs/angoisses à faire une activité sportive alors que vous êtes dialysé(e) ?  
 Oui : la ou lesquelles ? incompatible par rapport à la maladie .....  
 Non
8. Votre équipe soignante vous a-t-elle déjà conseillé ou recommandé de faire du sport ?  
 Oui  Non
9. Concernant l'hémodialyse : aimeriez-vous qu'une activité sportive vous soit proposée durant vos séances de dialyse ?  
 Oui : laquelle ? MARCHE (dans un club de marche) et non individuellement .....  
 Non (j'ai plus de plaisir de quoi que ce soit)
10. Souhaiteriez-vous avoir plus d'informations concernant la pratique d'une activité physique pour les personnes dialysées ?  Oui  Non

11. Remarques ou suggestions à ajouter :

A 67 ans, je vis seul et je plus le vieillissement d'année en année  
Je marche beaucoup mais je prend plus souvent le bus  
Je n'ai pas le permis de conduire je n'ai pas de voiture  
(pas de voiture)  
(et ça me manque plus avec l'âge que quand j'étais jeune)  
paradoxalement

Merci pour votre participation !

(Je suis rehaïté, mais je ne profite pas de ma rehaïté.

## Questionnaire sur le sport et l'insuffisance rénale terminale

Bonjour,

Je suis étudiante en 5<sup>ème</sup> année de pharmacie et je prépare ma thèse sur l'activité physique et l'insuffisance rénale terminale. C'est pourquoi je me permets de vous faire parvenir un questionnaire anonyme.

Je cherche à connaître à travers ces questions la place et l'importance que vous accordez à l'activité physique dans votre quotidien, les informations que vous avez eues ou non, et les attentes que vous pourriez avoir vis-à-vis de ce sujet. Il n'y a aucune obligation d'y participer, mais vous m'aideriez grandement en prenant quelques minutes pour y répondre.

Je vous remercie,

Manon.

1. Vous êtes :  un homme  une femme
2. Quel âge avez-vous ? 72 ans ALLURE et Jeune D'ESPRIT
3. Vous êtes en :  Hémodialyse  Dialyse péritonéale
4. Faisiez-vous une activité physique avant la mise sous dialyse ?  Oui  Non  
ATHLETISME - CHAMPION DE FRANCE - LUTTE GRECO-ROMAIN
5. Pratiquez-vous une activité physique actuellement ?  
 Oui : laquelle ? VELO V.T.T. MARCHÉ PISCINE, Potinque  
 Non : pourquoi ? L'ACTIVITE PHYSIQUE fait partie de  
mon EQUILIBRE en GENERAL / AUSSI JOUEUR DE SCRABBLE en CLUB
6. Si vous avez répondu oui à la question précédente :
  - Quelle est la durée moyenne de vos séances de sport ? 1H30 - 2H
  - Combien de fois par semaine ? 4 à 5 fois
  - Quand la pratiquez-vous par rapport à vos séances de dialyse ? L'APRES-MIDI le WEEK-END
  - Les jours de dialyse : avant, pendant ou après votre séance ?
  - En dehors des jours de dialyse SELON L'EMPLOI DU temps
  - L'activité physique que vous pratiquez vous génère-t-elle une sensation de bien-être (meilleur moral, autosatisfaction, plaisir, confort de vie, détente...)?  Oui  Non  
CELA AMENE A FORTIFIER MA STRUCTURE
7. Avez-vous des craintes/peurs/angoisses à faire une activité sportive alors que vous êtes dialysé(e) ?  
 Oui : la ou lesquelles ?  
 Non
8. Votre équipe soignante vous a-t-elle déjà conseillé ou recommandé de faire du sport ?  
 Oui  Non
9. Concernant l'hémodialyse : aimeriez-vous qu'une activité sportive vous soit proposée durant vos séances de dialyse ?  
 Oui : laquelle ? A DECOUVRIR  
 Non
10. Souhaiteriez-vous avoir plus d'informations concernant la pratique d'une activité physique pour les personnes dialysées ?  Oui  Non
11. Remarques ou suggestions à ajouter :  
Je considère les séances de DIALYSE comme une PHILOSOPHIE POSITIVE même si on me parle parfois de contraintes dans l'ORGANISATION de ma VIE!! TOUJOURS ET-IL dans l'ABSOLU!  
le GENERATEUR DE DIALYSE EST un matériel medical CAPITAL pour la SURVIE des Patients en espérant pour certains MALADES un heureux PROLONGEMENT POUR UNE GREFFE RENALE  
Merci pour votre participation!

## CONCLUSION

Selon l'étude Pas à Pas de 2012, 64% des patients participants étaient considérés comme sédentaires [80]. C'est un résultat comparable à celui de notre enquête (59,3 %). Cependant un possible biais est à prendre en compte du fait d'une participation basée sur le volontariat ainsi que du caractère de centre lourd des unités de dialyse de la Conception : il se peut que ce soit les patients les plus actifs qui aient souhaité répondre. Mais il reste nécessaire d'inciter à l'AP, associée à une bonne hygiène de vie. L'AP améliore la qualité de vie des patients, leur condition physique, leur capacité à mieux supporter la séance et le délai de récupération post-dialyse [88]. A plus long terme, le pronostic de la greffe est même amélioré [82].

Les recommandations sont d'au moins 30 min/j d'exercice lorsque cela est possible (vélo, marche, natation, gymnastique...). Mais une activité plus faible sera toujours plus bénéfique sur la santé que zéro activité [41], et peut permettre au départ aux patients de mettre le pied à l'étrier. Certains centres de dialyse proposent notamment à leurs patients de faire du vélo lors de leur séance. L'encadrement par une équipe médicale les rassure, et cela permet d'avoir un réel suivi de l'AP pratiquée. C'est une alternative coûteuse, mais qui reste très intéressante par les retombées en terme de santé mais aussi économiques.

De notre côté en tant que pharmacien d'officine, il est également important d'aborder ce sujet avec le patient s'il vient lui-même, ou bien avec la personne qui vient pour lui afin de faire connaître la compatibilité de l'activité physique et de la dialyse.

Notre mission est de promouvoir l'activité physique, tant dans l'insuffisance rénale, dans les autres pathologies (cardiovasculaires, cancers, maladies métaboliques, neurologiques...) qu'en cas de bonne santé.

Dans le cas d'une pathologie, il s'agit ici d'une mission aussi bien pour le pharmacien, que pour le médecin ou toute autre personne de l'équipe médicale du patient. C'est une mission commune à l'heure où la coordination des soins est de rigueur.

Au-delà des bénéfices démontrés pour les patients, développer la pratique physique permettrait également à terme de faire des économies. En effet, si l'activité physique améliore certains paramètres de la santé, alors les traitements seront moins lourds et en nombre moins importants, tout comme les complications médicales. Par conséquent, les dépenses seraient réduites.

Mais comment prescrire et conseiller de l'activité physique à une population qui à l'heure actuelle estime ratée une consultation où aucun médicament ne lui a été prescrit, à une population hyper-consommatrice de médicaments ? Comment amener cette population à considérer l'activité physique comme un traitement thérapeutique ?

## **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Eric Thervet, *Traité de Néphrologie*, Lavoisier. Paris: Médecine sciences, 2017.
- [2] Néphrologie Tonkin Bayard, « Anatomie et rôle des reins », 01-sept-2015. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.nephrologie-lyon.com/anatomie-et-role-des-reins.html>. [Consulté le: 09-août-2018].
- [3] H. Elghezal, « L'appareil urinaire », Sousse, 2009.
- [4] Wikiversité, « Appareil urinaire : reins ». [En ligne]. Disponible sur: [https://fr.wikiversity.org/wiki/Appareil\\_urinaire/Reins](https://fr.wikiversity.org/wiki/Appareil_urinaire/Reins). [Consulté le: 09-août-2018].
- [5] P. Sebe, O. Traxer, E. Lechevallier, et C. Saussine, « Anatomie morphologique de la voie excrétrice supérieure intrarénale : considérations anatomiques appliquées à l'endourologie », *Progrès en Urologie*, vol. 18, n° 12, p. 837-840, déc. 2008.
- [6] F. H. Netter, *Atlas d'anatomie humaine*, 5<sup>e</sup> éd. Elsevier Masson, 2011.
- [7] V. Gueutin, G. Deray, C. Isnard-Bagnis, et N. Janus, « La physiologie rénale », *Journal de Pharmacie Clinique*, vol. 30, n° 4, p. 209-214, déc. 2011.
- [8] J. Laurent, « Insuffisance rénale chronique : conseil et prise en charge officinale (hors greffe) », Aix Marseille Université, Marseille, 2011.
- [9] S.-Y. Zhang, V. Audard, P. Lang, et D. Sahali, « Mécanismes moléculaires du syndrome néphrotique idiopathique à rechutes : Rôle de c-mip dans les dysfonctions podocytaires », *médecine/sciences*, vol. 26, n° 6-7, p. 592-596, juin 2010.
- [10] « Le système urinaire ». [En ligne]. Disponible sur: <http://mapageweb.umontreal.ca/cabanat/bio2412/Chapitre15.html>. [Consulté le: 22-août-2018].
- [11] « Schéma de la filtration glomérulaire », *Wikipédia*. 16-nov-2017.
- [12] J. Rostaing, « La dialyse péritonéale », Aix Marseille Université, Marseille, 2012.
- [13] « L'appareil urinaire ». [En ligne]. Disponible sur: <http://www.chups.jussieu.fr/polys/histo/histoP2/POLY.Chp.8.1.2.html>. [Consulté le: 22-août-2018].
- [14] F. Canon, « Physiologie des systèmes intégrés : la physiologie rénale », 23-févr-2016. [En ligne]. Disponible sur: [http://ressources.unisciel.fr/physiologie/co/grain2\\_2\\_3\\_2\\_3\\_2.html](http://ressources.unisciel.fr/physiologie/co/grain2_2_3_2_3_2.html). [Consulté le: 22-août-2018].

- [15] Ligue Rein & Santé, « L'Insuffisance rénale chronique ». [En ligne]. Disponible sur: <http://www.rein-echos.info/16.html>. [Consulté le: 09-août-2018].
- [16] Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine et Maïeutique de Lille, « Anatomie uro-génitale ». .
- [17] E. Sampol-Manos, « La physiologie rénale », janv-2015.
- [18] B. Lacour, « Physiologie du rein et bases physiopathologiques des maladies rénales », *Revue Francophone des Laboratoires*, n° 451, p. 25-37, avr. 2013.
- [19] G. Tachdjian, D. Schoëvaërt, S. Dr Brisset, A.-M. Dr Courtot, et L. Dr Tosca, « Reins et voies urinaires », in *Embryologie et Histologie Humaines*, Elsevier, 2016, p. 67-86.
- [20] V. Gueutin, G. Deray, et C. Isnard-Bagnis, « Renal physiology », *Bulletin du Cancer*, vol. 99, n° 3, p. 237-249, mars 2012.
- [21] L. Monnier et C. Colette, « La vitamine D dans les affections métaboliques et cardiovasculaires. Effet réel ou effet de mode ? », *Médecine des Maladies Métaboliques*, vol. 10, n° 3, p. 210-218, mai 2016.
- [22] Collège National de Pharmacologie Médicale, « Médicaments du Système Rénine-Angiotensine ». [En ligne]. Disponible sur: <https://pharmacomedicale.org/medicaments/par-specialites/item/medicaments-du-systeme-renine-angiotensine>. [Consulté le: 30-août-2018].
- [23] G. Camus et N. Lévy, « L'aspirine », *Planet-Vie*. [En ligne]. Disponible sur: <https://planet-vie.ens.fr/content/aspirine>. [Consulté le: 30-août-2018].
- [24] NLM-Inserm, « Le MeSH bilingue ». [En ligne]. Disponible sur: <http://mesh.inserm.fr/FrenchMesh/>. [Consulté le: 18-janv-2019].
- [25] HAS, « Guide du parcours de soins - maladie rénale chronique de l'adulte », févr-2012. [En ligne]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide\\_parcours\\_de\\_soins\\_mrc\\_web.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide_parcours_de_soins_mrc_web.pdf). [Consulté le: 18-janv-2019].
- [26] Agence de la biomédecine, « Rapport annuel REIN 2016 », 2016.
- [27] Inserm, « Insuffisance rénale », *Inserm*, 01-oct-2017. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/insuffisance-renale>. [Consulté le: 23-sept-2018].
- [28] HAS, « Les points critiques du parcours de soins des MRC de l'adulte », févr-2012. [En ligne]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-04/points\\_critiques\\_parcours\\_de\\_soins\\_mrc\\_web.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-04/points_critiques_parcours_de_soins_mrc_web.pdf). [Consulté le: 18-janv-2019].
- [29] Fondation du rein, « La maladie rénale chronique ». [En ligne]. Disponible sur:

<http://www.fondation-du-rein.org/comprendre-votre-maladie/la-maladie-renale-chronique.html>. [Consulté le: 15-févr-2019].

[30] B. Dussol, « Différents stades de l'insuffisance rénale chronique : recommandations », *Immuno-analyse & Biologie Spécialisée*, vol. 26, n° 2, p. 55-59, avr. 2011.

[31] AMGEN, « L'insuffisance rénale : mieux comprendre votre maladie ». .

[32] HAS, « Maladie rénale chronique de l'adulte - Parcours de soins », 15-mai-2012. [En ligne]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/portail/jcms/r\\_1506285/fr/maladie-renale-chronique-de-l-adulte-parcours-de-soins](https://www.has-sante.fr/portail/jcms/r_1506285/fr/maladie-renale-chronique-de-l-adulte-parcours-de-soins). [Consulté le: 18-janv-2019].

[33] AMGEN, « La dialyse au quotidien ». .

[34] AMGEN, « Tout savoir sur la fistule artério-veineuse ». .

[35] T. Augier, « Néphropathies », Marseille, 10-févr-2016.

[36] Medifutur, dialyse en Provence, « Insuffisance rénale - Les différentes techniques de dialyse », 2016. [En ligne]. Disponible sur: [http://www.dialyse-provence.com/fr/site\\_content/95-insufisance-renale/152-article-10](http://www.dialyse-provence.com/fr/site_content/95-insufisance-renale/152-article-10). [Consulté le: 08-mars-2019].

[37] Hôpitaux Universitaires de Genève, « Hémodialyse », 29-janv-2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.hug-ge.ch/nephrologie/hemodialyse>. [Consulté le: 15-mars-2019].

[38] The National Kidney Foundation, « About peritoneal dialysis », *The National Kidney Foundation Singapore*, 2015. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.nkfs.org/treatment/peritoneal-dialysis/about-peritoneal-dialysis/>. [Consulté le: 15-mars-2019].

[39] B. Jerbi *et al.*, « Insuffisance rénale chronique et infarctus de myocarde : particularités épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et pronostiques (à propos de 231 cas) », *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie*, vol. 60, n° 3, p. 127-134, juin 2011.

[40] M. Vircoulon et C. Combe, « Conséquences cardiaques de l'insuffisance rénale chronique », *EMC - Néphrologie*, vol. 9, n° 1, p. 1-14, janv. 2012.

[41] Brochure Renaloo, *Hémodialyse : Je protège mon coeur et mes artères*. Renaloo, 2012.

[42] H. Rahabi-Layachi, « Hyperphosphatémie et risque cardiovasculaire », Université de Picardie Jules Verne, 2015.

[43] Fédération française de cardiologie, « Les facteurs de risque cardio-vasculaires », <https://www.fedecardio.org>. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.fedecardio.org/Je-m->

informe/Reduire-le-risque-cardio-vasculaire/les-facteurs-de-risque-cardio-vasculaires.

[Consulté le: 12-avr-2019].

[44] A. Berthet, « Nutrition et insuffisance rénale chronique », 2009.

[45] M. Dobre *et al.*, « Persistent High Serum Bicarbonate and the Risk of Heart Failure in Patients With Chronic Kidney Disease (CKD): A Report From the Chronic Renal Insufficiency Cohort (CRIC) Study », *J Am Heart Assoc*, vol. 4, n° 4, avr. 2015.

[46] I. de Brito-Ashurst, M. Varaganam, M. J. Raftery, et M. M. Yaqoob, « Bicarbonate Supplementation Slows Progression of CKD and Improves Nutritional Status », *Journal of the American Society of Nephrology*, vol. 20, n° 9, p. 2075-2084, sept. 2009.

[47] S. Phisitkul *et al.*, « Amelioration of metabolic acidosis in patients with low GFR reduced kidney endothelin production and kidney injury, and better preserved GFR », *Kidney International*, vol. 77, n° 7, p. 617-623, avr. 2010.

[48] A. Mahajan, J. Simoni, S. J. Sheather, K. R. Broglio, M. H. Rajab, et D. E. Wesson, « Daily oral sodium bicarbonate preserves glomerular filtration rate by slowing its decline in early hypertensive nephropathy », *Kidney International*, vol. 78, n° 3, p. 303-309, août 2010.

[49] HAS, « Guide du parcours de soins - Maladie rénale chronique de l'adulte ». févr-2012.

[50] James L. Lewis, « Hyperkaliémie - Troubles endocriniens et métaboliques », *Le manuel MSD*, mars-2018. [En ligne]. Disponible sur:

<https://www.msdmanuals.com/fr/professional/troubles-endocriniens-et-m%C3%A9taboliques/troubles-%C3%A9lectrolytiques/hyperkali%C3%A9mie>. [Consulté le: 19-avr-2019].

[51] M. Génestal et O. Anglès, « Troubles de l'équilibre acido-basique et désordres électrolytiques ». 25-mars-2009.

[52] C. Chazot, G. Jean, et D. Joly, « Complications métaboliques de l'insuffisance rénale chronique », *Néphrologie & Thérapeutique*, vol. 13, n° 6, p. 6S30-6S36, juin 2017.

[53] C. Cormier, « Physiopathologie de l'hyperparathyroïdie secondaire de l'insuffisance rénale chronique », *Le dossier - insuffisance rénale et tissus osseux*, oct. 2012.

[54] F. Duranton, « Histoire naturelle de la maladie rénale. Analyse des facteurs physiopathologiques et évaluation pronostique de l'insuffisance rénale terminale et de ses complications », Université de Montpellier 1, Montpellier, 2013.

[55] Hôpitaux Universitaires Genève, « Insuffisance rénale chronique ». août-2015.

[56] Organisation Mondiale de la Santé, « Constitution ». [En ligne]. Disponible sur:

- <https://www.who.int/fr/about/who-we-are/constitution>. [Consulté le: 21-juill-2019].
- [57] OMS, « Site officiel de l'Organisation mondiale de la Santé ». [En ligne]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr>. [Consulté le: 21-juill-2019].
- [58] S. Wilcox *et al.*, « Results of the First Year of Active for Life: Translation of 2 Evidence-Based Physical Activity Programs for Older Adults Into Community Settings », *American Journal of Public Health*, vol. 96, n° 7, p. 1201-1209, juill. 2006.
- [59] A. L. Dunn, M. H. Trivedi, et H. A. O'Neal, « Physical activity dose-response effects on outcomes of depression and anxiety »: *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 33, n° Supplement, p. S587-S597, juin 2001.
- [60] D. Crone, A. Smith, et B. Gough, « The physical activity and mental health relationship - a contemporary perspective from qualitative research », vol. 36, n° 3, p. 7, 2006.
- [61] M. G. De Matos, L. Calmeiro, et D. Da Fonseca, « Effet de l'activité physique sur l'anxiété et la dépression », *La Presse Médicale*, vol. 38, n° 5, p. 734-739, mai 2009.
- [62] N. A. Duggal, R. D. Pollock, N. R. Lazarus, S. Harridge, et J. M. Lord, « Major features of immunesenescence, including reduced thymic output, are ameliorated by high levels of physical activity in adulthood », *Aging Cell*, vol. 17, n° 2, p. e12750, 2018.
- [63] INSERM, « Activité physique - contextes et effets sur la santé », p. 826, 2008.
- [64] D. G. Jakovljevic, « Physical activity and cardiovascular aging: Physiological and molecular insights », *Experimental Gerontology*, vol. 109, p. 67-74, août 2018.
- [65] J.-M. Oppert, « Activité physique et prévention cardio-vasculaire », *Actualité et dossier en santé publique*, n° 47, p. 30-33, juin 2004.
- [66] P. Bacquaert, « Les bienfaits du sport pour le coeur », *IRBMS*, 30-sept-2014. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.irbms.com/coeur-sport/>. [Consulté le: 13-août-2019].
- [67] European Lung Foundation, « L'exercice physique et vos poumons ». .
- [68] Centre Européen d'Etude du Diabète, « Activité physique adaptée et diabète ». [En ligne]. Disponible sur: <http://www.ceed-diabete.org/fr/>. [Consulté le: 07-août-2019].
- [69] Fédération Française des Diabétiques, « Je pratique une activité physique », 2015. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.federationdesdiabetiques.org/diabete/activite-physique>. [Consulté le: 07-août-2019].
- [70] M. Duclos, « Effets bénéfiques de l'activité physique et sportive en prévention primaire et tertiaire ». 2018.
- [71] ANSES, « Actualisation des repères du PNNS - Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité », févr. 2016.

- [72] HAS, « Note méthodologique et synthèse bibliographique - Activité physique et sportive pour la santé, promotion, consultation et prescription ». sept-2018.
- [73] Fédération Française de Cardiologie, « Sport: les bienfaits pour le coeur », <https://www.fedecardio.org>, 09-sept-2016. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.fedecardio.org/Je-m-informe/Je-bouge/sport-les-bienfaits-pour-le-coeur>. [Consulté le: 13-août-2019].
- [74] ARS Occitanie, « Prescription d'une activité physique adaptée », 08-avr-2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.occitanie.ars.sante.fr/prescription-dune-activite-physique-adaptee>. [Consulté le: 15-août-2019].
- [75] ARS Occitanie, « Le Plan Régional Sport Santé Bien-être (PRSSBE) », 22-mars-2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.occitanie.ars.sante.fr/le-plan-regional-sport-sante-bien-etre-prssbe>. [Consulté le: 15-août-2019].
- [76] Ministère des solidarités et de la santé, « La santé par l'activité physique et sportive », *Ministère des Solidarités et de la Santé*, 25-mars-2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/systeme-de-sante-et-medico-social/strategie-nationale-de-sante/priorite-prevention-rester-en-bonne-sante-tout-au-long-de-sa-vie-11031/priorite-prevention-les-mesures-phares-detaillees/article/la-sante-par-l-activite-physique-et-sportive>. [Consulté le: 15-août-2019].
- [77] Y. Bai, W. Sigala, G. R. Adams, et N. D. Vaziri, « Effect of Exercise on Cardiac Tissue Oxidative and Inflammatory Mediators in Chronic Kidney Disease », *American Journal of Nephrology*, vol. 29, n° 3, p. 213-221, 2009.
- [78] N. D. Toussaint, K. R. Polkinghorne, et P. G. Kerr, « Impact of intradialytic exercise on arterial compliance and B-type natriuretic peptide levels in hemodialysis patients », *Hemodialysis International*, vol. 12, n° 2, p. 254-263, 2008.
- [79] M. Isnard-Rouchon et C. Coutard, « L'activité physique, un facteur protecteur cardiovasculaire et métabolique chez les patients porteurs d'une insuffisance rénale terminale », *Néphrologie & Thérapeutique*, vol. 13, n° 7, p. 544-549, déc. 2017.
- [80] A. Kolko Labadens, C. Lasseur, T. Labat, S. Trolonge, et P. Chauveau, « Activité physique chez les patients dialysés : comment et pourquoi l'évaluer et mettre en place un programme ? », *Néphrologie & Thérapeutique*, vol. 10, n° 3, p. 151-158, juin 2014.
- [81] S. E. Rosas, P. P. Reese, Y. Huan, C. Doria, P. T. Cochetti, et A. Doyle, « Pretransplant Physical Activity Predicts All-Cause Mortality in Kidney Transplant Recipients », *American Journal of Nephrology*, vol. 35, n° 1, p. 17-23, 2012.

- [82] C. Lemoine, « Expérience lilloise de la réadaptation à l'effort avant transplantation rénale », Université du droit et de la santé, Lille, France, 2017.
- [83] S. Headley *et al.*, « Resistance training improves strength and functional measures in patients with end-stage renal disease », *American Journal of Kidney Diseases*, vol. 40, n° 2, p. 355-364, août 2002.
- [84] N. Rognant, É. Pouliquen, S. Fave, A. Jolivot, et M. Laville, « Activité physique et maladie rénale chronique : quelles relations en 2013 ? », *Néphrologie & Thérapeutique*, vol. 10, n° 2, p. 86-93, avr. 2014.
- [85] A. K. De-Nour, « Social adjustment of chronic dialysis patients », *AJP*, vol. 139, n° 1, p. 97-100, janv. 1982.
- [86] R. N. Mi Rye Suh, H. Hyuk Jung, S. Bae Kim, J. Sik Park, et W. Seok Yang, « EFFECTS OF REGULAR EXERCISE ON ANXIETY, DEPRESSION, AND QUALITY OF LIFE IN MAINTENANCE HEMODIALYSIS PATIENTS », *Renal Failure*, vol. 24, n° 3, p. 337-345, janv. 2002.
- [87] F. Manfredini *et al.*, « Exercise in Patients on Dialysis: A Multicenter, Randomized Clinical Trial », *JASN*, vol. 28, n° 4, p. 1259-1268, janv. 2017.
- [88] E. Konstantinidou, G. Koukouvou, E. Kouidi, A. Deligiannis, et A. Tourkantonis, « Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis : Comparison of three rehabilitation programs », *Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 34, n° 1, p. 40-45, janv. 2002.
- [89] K. L. Johansen, G. K. Sakkas, J. Doyle, T. Shubert, et R. Adams Dudley, « Exercise counseling practices among nephrologists caring for patients on dialysis », *American Journal of Kidney Diseases*, vol. 41, n° 1, p. 171-178, janv. 2003.

## INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Rein droit coupé sur plusieurs plans [6] .....	17
Figure 2 : Face antérieure du rein droit [6] .....	17
Figure 3 : Architecture lobulaire du rein.....	18
Figure 4 : Représentation d'un néphron [7] .....	19
Figure 5 : Corpuscule rénal [10] .....	20
Figure 6 : La filtration glomérulaire [11].....	21
Figure 7 : Vascularisation artérielle du rein gauche, vue antérieure [6] .....	23
Figure 8 : Les pressions mises en jeu dans la filtration glomérulaire [17] .....	26
Figure 9 : Métabolisme de la vitamine D [21] .....	32
Figure 10 : Fonctionnement du SRAA [22].....	33
Figure 11 : Synthèse des prostaglandines[23] .....	34
Figure 12 : Incidence (en %) des différentes néphropathies en 2016 (source : rapport REIN 2016).....	38
Figure 13 : Principe de l'hémodialyse [31], [37] .....	43
Figure 14 : Principe de la dialyse péritonéale [31], [38].....	45
Figure 15 : Âge des patients de l'étude .....	73
Figure 16 : Âge des patients pratiquant une activité physique .....	82
Figure 17 : Types d'activités réalisées par les patients dialysés interrogés .....	83
Figure 18 : Temps moyen de l'activité physique par séance des patients actifs .....	84
Figure 19 : Jours d'activité physique.....	85

## **INDEX DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Classification des stades d'évolution de la maladie rénale chronique [25] .....	35
Tableau 2 : Caractéristiques des patients de l'étude .....	73
Tableau 3 : Les types d'activités physiques .....	80
Tableau 4 : Pratique d'une activité physique par tranche d'âge .....	82
Tableau 5 : Résultats du ressenti des patients vis-à-vis de l'activité physique .....	92
Tableau 6 : Souhaits des patients d'une activité physique durant les séances de dialyse .....	98

## SERMENT DE GALIEN

Je jure, en présence de mes maîtres de la Faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

- ❖ D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.
- ❖ D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.
- ❖ De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.
- ❖ En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre, méprisé de mes confrères, si j'y manque.