



HAL
open science

Amélioration de la qualité de vie des patients en hémodialyse par l'accompagnement nutritionnel en pharmacie d'officine

Aymen Sehil

► **To cite this version:**

Aymen Sehil. Amélioration de la qualité de vie des patients en hémodialyse par l'accompagnement nutritionnel en pharmacie d'officine. Sciences pharmaceutiques. 2023. dumas-04314067

HAL Id: dumas-04314067

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04314067v1>

Submitted on 29 Nov 2023

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

THESE

PRESENTEE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA FACULTE DE
PHARMACIE DE MARSEILLE

LE 23 NOVEMBRE 2023

PAR

M. SEHIL Aymen

Né le 15 juin 1996 à Tunis (Tunisie)

EN VUE D'OBTENIR

LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

TITRE :

**AMELIORATION DE LA QUALITE DE VIE DES PATIENTS
EN HEMODIALYSE PAR L'ACCOMPAGNEMENT
NUTRITIONNEL EN PHARMACIE D'OFFICINE**

JURY :

Président : Monsieur le Docteur Alain NICOLAY

Membres : Madame le Docteur Estelle WOLFF (Directeur de thèse)

Membres : Madame le Docteur Claire PERETTI

27 Boulevard Jean Moulin – 13385 MARSEILLE Cedex 05
Tel. : 04 91 83 55 00 – Fax : 04 91 80 26 12

ADMINISTRATION :

<i>Doyen :</i>	M. Jean-Paul BORG
<i>Vice-Doyens :</i>	Mme Florence SABATIER-MALATERRE, M. François DEVRED, M. Pascal RATHELOT, Mme Alexandrine BERTAUD
<i>Chargés de Mission :</i>	Mme Pascale BARBIER, Mme Alexandrine BERTAUD, M. David BERGELFRANC, Mme Manon CARRE, Mme Caroline DUCROS, M. Philippe GARRIGUE, M. Guillaume HACHE, M. Thierry TERME
<i>Conseiller du Doyen :</i>	M. Patrice VANELLE, Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
<i>Doyens honoraires :</i>	M. Patrice VANELLE, M. Pierre TIMON-DAVID,
<i>Professeurs émérites :</i>	M. José SAMPOL, M. Athanassios ILIADIS, M. Philippe CHARPIOT, M. Riad ELIAS
<i>Professeurs honoraires :</i>	M. Guy BALANSARD, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI
<i>Chef des Services Administratifs :</i>	Mme Sylvie BUREAU
<i>Chef de Cabinet :</i>	Mme Manon BONIFAY
<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 M. François DEVRED
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE	M. Philippe PICCERELLE

MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE

Mme Odile RIMET-GASPARINI
Mme Pascale BARBIER
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. Pierre REBOUILLON
M. Emmanuel CAUTURE
Mme Véronique ANDRIEU
Mme Marie-Pierre SAVELLI

BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE ET BIOTHERAPIES
PHARMACO ECONOMIE, E-SANTE

M. Jérémy MAGALON
Mme Carole SIANI
Mme Muriel MASI

ENSEIGNANT CDI

ANGLAIS

Mme Angélique GOODWIN

A.H.U.

PHARMACOTECHNIE

Mme Mélanie VELIER

DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE
Responsable : Professeur Françoise DIGNAT-GEORGE

PROFESSEURS

BIOLOGIE CELLULAIRE

M. Jean-Paul BORG

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
Mme Laurence CAMOIN-JAU
Mme Florence SABATIER-MALATERRE
Mme Nathalie BARDIN
M. Romaric LACROIX

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	M. Edouard LAMY Mme Alexandrine BERTAUD Mme Claire CERINI Mme Edwige TELLIER M. Stéphane POITEVIN Mme Sandra GHAYAD
HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Aurélie LEROYER Mme Sylvie COINTE
MICROBIOLOGIE	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 BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE	Mme Anne-Catherine LOUHMEAU Mme Alexandra WALTON

A.H.U.

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Amandine BONIFAY
----------------------------	----------------------

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

PRATIQUE OFFICINALE	M. Jérôme JOUVE Mme Emmanuelle TONNEAU-PFUG
---------------------	--

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. David BERGE-LEFRANC
CHIMIE THERAPEUTIQUE - CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE	M. Pascal RATHELOT M. Maxime CROZET
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE	M. Patrice VANELLE M. Thierry TERME
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE	Mme Sok Siya BUN

MAITRES DE CONFERENCES

BOTANIQUE ET CRYPTOGRAMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne FAVEL M. Quentin ALBERT
CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine DEFOORT M. Alain NICOLAY Mme Estelle WOLFF Mme Elise LOMBARD Mme Camille DESGROUAS M. Charles DESMARCHELIER M. Mathieu CERINO
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Duje BURIC M. Pascal PRINDERRE
CHIMIE THERAPEUTIQUE - CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE	Mme Sandrine ALIBERT Mme Caroline DUCROS M. Marc MONTANA Mme Manon ROCHE Mme Fanny MATHIAS
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE HYDROLOGIE	M. Armand GELLIS M. Christophe CURTI Mme Julie BROGGI M. Nicolas PRIMAS M. Cédric SPITZ M. Sébastien REDON
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE	Mme Valérie MAHIOU-LEDDER Mme Béatrice BAGHDIKIAN M. Elnur GARAYEV

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

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	Mme Haïfa LAYACHI RAHABI M. Cyril PUJOL
DROIT ET ETHIQUE	Mme Laurie PAHUS
GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE, DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE ET GESTION DE LA PHARMAFAC	Mme Félicia FERRERA
DISPOSITIFS MEDICAUX	Mme Valerie MINETTI-GUIDONI

CHARGES D'ENSEIGNEMENT A LA FACULTE

Mme Valérie AMIRAT-COMBRALIER, Pharmacien-Praticien hospitalier
M. Pierre BERTAULT-PERES, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Martine BUES-CHARBIT, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Annie CILIA, Pharmacien-Praticien hospitalier
M. Yann COTTE, Pharmacien Assistant
M. Nicolas COSTE, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Nicole FRANCOIS, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Sophie GENSOLLEN, Pharmacien-Praticien hospitalier
M. Sylvain GONNET, Pharmacien titulaire
Mme Céline HIRSCH, Pharmacien Conseil de l'Assurance Maladie
Mme Christelle LABRANDE, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Florence LEANDRO-DIJON, Pharmacien adjoint
Mme Nathalie MARTIN, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Sophie MERLIN, Pharmacien Assistant
Mme Vanessa METZ, Pharmacien hospitalier
Mme Alice PERINEAU, Pharmacien Assistant
Mme Florence PEYRON, Pharmacien-Praticien hospitalier
M. Stéphane PICHON, Pharmacien titulaire
M. Bertrand POURROY, Pharmacien-Praticien hospitalier
Mme Clémence TABELLE, Pharmacien-Praticien attaché
M. Badr Eddine TEHHANI, Pharmacien – Praticien hospitalier
M. Joël VELLOZZI, Expert-Comptable

Mise à jour le 23 février 2023

REMERCIEMENTS :

Aux membres du jury :

À mon maître de thèse, Madame le Docteur Estelle WOLFF,

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude pour avoir accepté avec enthousiasme de superviser ma thèse. Je suis extrêmement reconnaissant de la confiance que vous avez placée en moi.

Je souhaitais également vous remercier pour le temps précieux que vous avez consacré à ce projet, ainsi que pour toute l'aide inestimable que vous m'avez apportée tout au long de ce parcours.

À Monsieur le président du jury, le Docteur Alain NICOLAY,

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude pour votre présence en tant que membre du jury de ma thèse. C'est un honneur pour moi de bénéficier de votre expertise et de votre regard éclairé sur mon travail.

À Madame le Docteur Claire PERETTI,

Merci de m'honorer de votre présence, c'est une reconnaissance de l'impact positif que vous avez eu sur ma formation.

Merci de m'avoir accueilli dans votre pharmacie et pour tous les précieux conseils que vous m'avez apportés. Votre expérience et votre vision éclairée enrichiront sans aucun doute l'évaluation de mon travail, et je suis impatient de recevoir vos commentaires et vos conseils.

Merci de m'avoir appris et de m'avoir fait aimer le métier de pharmacien d'officine !

Merci pour tout !

À mes parents :

À ma Maman,

Je tiens à te dédier ce sujet de thèse. Je n'y serais jamais arrivé sans toi, tu as été pendant toute ma vie le carburant qui m'a poussé à être meilleur de jour en jour. Merci d'avoir toujours cru en moi. Sans toi, je n'aurais jamais pu tripler ma PACES et réussir ce concours qui fut très difficile.

Merci d'avoir sacrifié ta santé, pour que je ne manque de rien et faire en sorte que je sois épanoui sur tous les plans. Merci pour tout l'amour que tu m'as apporté. Merci d'être là ! Je t'aime maman chérie.

À mon Papa,

Merci papa pour ton soutien inconditionnel. Tu es mon pilier dans ma vie, merci pour ta bienveillance et ta protection. Merci d'avoir cru en moi, y compris dans les moments difficiles. Je ne serais jamais arrivé là sans toute l'éducation et tout l'amour que tu m'as apporté. Toi et maman avez formé une magnifique équipe de choc ! Tout le monde rêverait d'avoir un papa comme toi. Je t'aime.

À ma femme :

Merci d'être entrée dans ma vie. Merci pour tout ton soutien et ta patience. Tu es une personne magnifique, je suis très reconnaissant de t'avoir rencontré. Je t'aime.

À mon meilleur ami et frère, Sami :

Cela fait plus de 11 ans que nous sommes amis. Cela a été un honneur et un plaisir d'être ton colocataire pendant ma 4^{ème} année de pharmacie. Merci pour toutes ces rigolades.

Merci pour tous nos fous rires, pour tous nos bons moments passés ensemble.

On a énormément galéré pendant nos études. Merci d'avoir été et d'être là pour moi mon ami ! Place à la vie professionnelle maintenant !

A Docteur Ahmed JERIBI, Néphrologue :

Je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude pour tout ce que vous avez fait pour moi. Votre lettre, qui a synthétisé ma situation ainsi que celle de ma mère en 2017, a joué un rôle déterminant dans l'évaluation de mon dossier pour la demande de triplement du concours de la PACES.

Votre confiance en moi m'a donné la force de persévérer, et je ne pourrais jamais assez-vous remercier pour cela. De plus, votre volonté de m'accueillir à plusieurs reprises dans votre service pour assister aux séances de dialyse de ma mère a été une expérience précieuse. Cela m'a permis de mieux comprendre les défis que les patients hémodialysés et leurs familles doivent affronter quotidiennement. Cette expérience a renforcé ma détermination à poursuivre mes études et à contribuer, à ma manière, au bien-être des patients atteints de maladies rénales.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance pour m'avoir autorisé à réaliser mon étude. Encore une fois, merci du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait pour moi et ma famille. Votre impact sur nos vies est inestimable, et nous vous en sommes éternellement reconnaissants.

À mes collègues de la pharmacie du Lancier :

Alessandra, Amandine, Raksmei et Ludivine, je tiens à exprimer ma sincère gratitude pour tout ce que vous m'avez apporté. Merci !

***« 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. »***

Table des matières

REMERCIEMENTS :	7
INTRODUCTION	18
Partie 1 : Généralités sur les reins	20
I- Anatomie du Rein	20
A) Anatomie externe du rein	20
B) Anatomie interne du rein	22
1) Anatomie et structure des néphrons	22
2) Vascularisation artérielle.....	26
3) Vascularisation veineuse	27
4) Vascularisation lymphatique	27
II- Fonction du rein	28
A) Filtration et sécrétion de l'urine définitive	28
1) Pression hydrostatique et oncotique	28
2) L'expérience de Frank-Starling	29
3) Application de la loi de Franck-Starling dans le mécanisme de filtration	30
4) Synthèse de l'urine définitive	31
B) Régulation de la pression artérielle	32
1) Le mécanisme de reflexe myogénique.....	32
2) Le mécanisme tubuloglomérulaire.....	33
3) Le mécanisme orthosympathique : Système Rénine-Angiotensine-Aldostérone	35
3.1) Augmentation de la sécrétion d'aldostérone :	36
3.2) Action directe sur la rétention hydro-sodée :	36
3.3) Augmentation de l'activité sympathique :	36
3.4) Vasoconstriction des artéioles	37
3.5) Sécrétion de l'hormone antidiurétique (ADH ou vasopressine) :	37
C) Régulation de l'équilibre hydro-électrolytique	37
D) Régulation de l'équilibre acido-basique	40
1) Acidose respiratoire	42
2) Alcalose respiratoire.....	44
E) Fonction endocrine : Synthèse hormonale	45
1) L'érythropoïétine (EPO).....	45
2) Les prostaglandines.....	46
3) La parathormone.....	46
III- Physiologie du rein : Bilan hydroélectrolytique	47
A) Tubule contournée proximal (TCP)	47
B) Anse de Henlé	49
1) Branche descendante fine de l'anse de Henlé :	49
2) Branche ascendante large de l'anse de Henlé :	50
C) Tubule contourné distal (TCD) :	50
1) Portion initiale du tubule contourné distal :	50
2) Portion terminale du tubule contourné distal :	50
D) Tube collecteur (TC)	51
IV- Insuffisance rénale chronique	52
A) Définition	52

B)	Épidémiologie.....	53
C)	Classification des différents stades d'insuffisance rénale chronique	54
D)	Diagnostic et dépistage : marqueurs associés d'atteinte rénale.....	54
E)	Facteurs de risque.....	57
F)	Évolution de l'insuffisance rénale terminale	57
Partie 2 : Approche nutritionnelle de l'insuffisance rénale chronique chez le patient hémodialysé		58
I- Généralités		58
A)	L'Hémodialyse	59
	1) Définition.....	59
	2) La fistule artérioveineuse (FAV)	59
	3) Le cathéter	62
B)	Impacts et complications de l'hémodialyse sur la qualité de vie des patients	64
	1) Complications hématologiques, immunologiques et dermatologiques.....	64
	2) Complications hydro-électrolytiques	65
	3) Complications métaboliques et endocriniennes.....	65
	4) Complications neuromusculaires	66
	5) Complications pulmonaires et cardiovasculaires.....	67
	6) Complications gastro-intestinales	67
C)	Dénutrition protéino-énergétique (DPE) et apports énergétiques	68
	1) Définition.....	68
	2) Épidémiologie.....	68
	3) Diagnostic.....	69
	4) Examens cliniques et biologiques.....	72
	5) Enquête alimentaire	76
II- Recommandations et conseils nutritionnels en officine.....		78
A)	Les astuces et conseils pour faciliter la préparation de repas pour les patients en hémodialyse.....	80
	1) Sodium	80
	2) Apport hydrique	82
	3) Potassium	84
	4) Phosphore	88
	5) Bicarbonate	91
	6) L'apport énergétique, glucidique et lipidique	92
	7) L'apport en fibres	92
	8) La carte routière alimentaire des patients en hémodialyse.....	94
B)	Les régimes bénéfiques en hémodialyse	101
	1) Le régime méditerranéen.....	103
	2) Le régime végétarien.....	111
	3) Le régime "Dietary Approaches to Stop Hypertension" (DASH)	111
C)	Place des compléments nutritionnels oraux, compléments alimentaires, et des probiotiques dans la maladie rénale chronique	112
	1) Les compléments nutritionnels oraux (CNO)	112
	2) Les compléments alimentaires (CA).....	115
	3) Les probiotiques.....	116
Partie 3 : Études sur des patients : Questionnaire alimentaire au centre d'hémodialyse d'Antibes.....		118
CONCLUSION :		128

Liste des figures :

Figure 1 : Vue antérieure des reins et leur disposition par rapport aux vertèbres et aux côtes (3)	20
Figure 2 : Vue antérieure du rein droit (3)	21
Figure 3 : Structure anatomique d'une pyramide rénale (8)	22
Figure 4 : Schéma d'un glomérule rénal (10)	23
Figure 5 : Coupe longitudinale du corpuscule rénal (3).....	24
Figure 6 : Structure d'un néphron (11).....	25
Figure 7 : Vue antérieure de la vascularisation veineuse du rein droit (3).....	26
Figure 8 : Vue antérieure de la vascularisation artérioveineuse des reins (12).....	27
Figure 9 : Vue antérieure des reins montrant le drainage lymphatique (3).....	28
Figure 10 : Évolution de la filtration glomérulaire en fonction des pressions oncotique et hydrostatique (17)	30
Figure 11 : Structure épithéliale d'un glomérule (20).....	33
Figure 12 : Mécanisme tubuloglomérulaire lors de la filtration glomérulaire (25)	34
Figure 13 : Cascade réactionnelle au sein des récepteurs bêta 1 (27)	35
Figure 14 : Système Rénine Angiotensine Aldostérone (30).....	37
Figure 15 : Composition des liquides corporels (33)	38
Figure 16 : Illustration représentant la redistribution de l'eau lors d'une déshydratation (35)	39
Figure 17 : Mécanisme d'échanges hydriques dans l'anse de Henlé (36)	40
Figure 18 : Système tampon sanguin bicarbonate et acide carbonique (38).....	41
Figure 19 : Équation d'Henderson-Hasselbach (39)	42
Figure 20 : Échanges moléculaires dans le tubule contourné proximal (41)	44
Figure 21 : Mécanismes de transport dans le tube contourné proximal (45).....	48
Figure 22 : Échanges moléculaires au sein du tubule contourné distal (46)	51
Figure 23 : Diagramme illustrant la répartition des maladies rénales ayant conduit à une insuffisance rénale terminale – données de l'année 2015 (48).....	53
Figure 24 : Formule de Cockcroft et Gault (50).....	56
Figure 25 : Schéma de la création d'une anastomose artérioveineuse pour la pose d'une fistule artérioveineuse (53).....	60
Figure 26 : Filtration des déchets et d'eau à l'aide du « dialyseur » (55)	61
Figure 27 : Schéma montrant la pose d'un cathéter et sa structure (57)	62
Figure 28 : Formule de l'IMC et les différents stades selon l'IMC (64)	72

Figure 29 : Explication de la prise de mesure de la surface musculaire brachiale (66).....	73
Figure 30 : Photo de la prise de mesure du pli cutané au niveau abdominal (67).....	74
Figure 31 : Visualisation des différents tissus par absorptiométrie chez différents patients (68).....	75
Figure 32 : Questionnaire Mini Nutritional Assessment (69).....	77
Figure 33 : Recommandations nutritionnelles du PNNS 4 publié par l'ANSES (71).....	78
Figure 34 : Les modes de cuisson et les étapes à suivre pour réduire au maximum la teneur en potassium (77).....	86
Figure 35 : Recette de poulet au citron pour les patients en hémodialyse (86).....	100
Figure 36 : Schéma qui illustre un bon équilibre alimentaire sur la journée pour les patients en hémodialyse (77).....	102
Figure 37 : Pyramide du régime méditerranéen (87)	104
Figure 38 : Assiette composée d'une omelette de légumes accompagnée d'une salade (96)	106
Figure 39 : Petit-déjeuner composé de flocons d'avoine, banane et amandes (98).....	107
Figure 40 : Salade composée de mesclun, d'œufs et de tomates cerises (103).....	109
Figure 41 : Plats de ratatouille de légumes et riz complet (105).....	110
Figure 42 : Composition d'un complément nutritionnel oral (109).....	112
Figure 43 : Boisson Clinutren Ultra et ses caractéristiques (109).....	114
Figure 44 : Complément alimentaire d'oméga-3 du laboratoire Solgar (112).....	115
Figure 45 : Composition du microbiote intestinal (113).....	116

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Composition du plasma, de l'urine primitive et de l'urine définitive (19)	32
Tableau 2 : Valeur du pH et concentration des protons hydrogène dans l'alcalose et l'acidose (40)	43
Tableau 3 : Récapitulatif des taux et des mécanismes de réabsorption et de sécrétion le long des tubules rénaux (47)	52
Tableau 4 : Les différents stades de l'insuffisance rénale (49)	54
Tableau 5 : Critères diagnostiques de la dénutrition de l'adulte jusqu'à 70 ans (63)	70
Tableau 6 : Critères diagnostiques de la dénutrition de l'adulte à partir de 70 ans (63)	71
Tableau 7 : Critères de sévérité de la DPE chez les sujets de plus de 70 ans (63).....	71
Tableau 8 : Différence entre le poids sec et le poids d'eau (77).....	83
Tableau 9 : Liste des fruits et légumes contenant du potassium à privilégier en cas d'hémodialyse (79).....	85
Tableau 10 : Liste des codes « E » contenant du phosphore dans les plats préparés (77)	89
Tableau 11 : Choix des fromages pour les patients en hémodialyse (77)	90

Liste des Abréviations :

AA : Acide aminé
AC : Anhydrase carbonique
ADH : Hormone antidiurétique
AET : Apport énergétique total
AGCC : Acide gras à courte chaîne
AMPc : Adénosine monophosphate cyclique
ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ATP : Adénosine triphosphate
BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive
CA : Complément alimentaire
CCMH : Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine
CNO : Compléments nutritionnels oraux
CO₂ : Dioxyde de carbone
DASH: Dietary Approaches to Stop Hypertension
DFG : Débit de filtration glomérulaire
DOPPS: Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study
DPE : Dénutrition protéino-énergétique
EPO : Érythropoïétine
FAV : Fistule artérioveineuse
HAS : Haute autorité de santé
HDL-C: High density lipoproteins - Cholesterol
HTA : Hypertension artérielle
IMC : Indice de masse corporelle
IMG : Indice de masse grasse
INSERM : Institut national de la santé et de la recherche médicale
IRC : Insuffisance rénale chronique
IRCT : Insuffisance rénale chronique terminale
IRT : Insuffisance rénale terminale
LDL-C : Low density lipoproteins - Cholesterol
LEC : Liquide extracellulaire
LIC : Liquide intracellulaire
MRC : Maladie rénale chronique

NFS : Numération de la formule sanguine
OAP : Œdème aigu pulmonaire
OMS : Organisation mondiale de la santé
PCO₂ : Pression partielle en CO₂
pH : potentiel Hydrogène
PNNS : Programme national nutrition santé
PTH : Hormone parathyroïdienne
Rβ1 : Récepteur Béta-1 (β1)
SRAA : Système Rénine-Angiotensine-Aldostérone
TC : Tubule collecteur
TCD : Tubule contourné distal
TCP : Tubule contourné proximal
UAD : Unité d'auto-dialyse
UDM : Unité de dialyse médicalisée
VGM : Volume globulaire moyen
TCMH : Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine

INTRODUCTION

En France, le nombre de patients atteints de maladie rénale chronique (MRC) nécessitant une dialyse est en constante augmentation. En effet, les MRC constituent un véritable enjeu de santé publique, comme en témoigne le fait que, selon les données de la Haute Autorité de Santé (HAS), environ 8,5 % de la population française présente une pathologie rénale. (1)

En 2023, on estime qu'environ 100 000 patients en France sont atteints d'insuffisance rénale chronique terminale (IRCT), et ce nombre augmente d'environ 4 % chaque année. Parallèlement, le taux de mortalité parmi ces patients est d'environ 10 %. (2)

L'hémodialyse est un traitement de suppléance rénale indispensable chez les patients atteints d'IRCT. Toutefois, l'hémodialyse s'accompagne souvent de nombreux défis, notamment de complications nutritionnelles sévères qui peuvent compromettre la qualité de vie des patients.

La nutrition joue un rôle primordial dans la prise en charge globale des patients, puisqu'elle peut influencer directement et indirectement leur bien-être physique et psychologique. En effet, la nutrition se réfère à l'ensemble des processus par lesquels un organisme assimile et utilise les nutriments contenus dans les aliments pour maintenir sa croissance, sa santé et son fonctionnement optimal.

Dans cette perspective, l'accompagnement nutritionnel en pharmacie d'officine se présente comme une approche encourageante. En effet, le pharmacien d'officine occupe une position centrale entre le médecin et le patient, transmettant ainsi les recommandations d'usage, liées aux traitements pharmacologiques et aux règles hygiéno-diététiques qui les accompagnent.

Ce travail s'efforcera de répondre à la problématique qui est de savoir comment l'accompagnement nutritionnel en pharmacie d'officine peut être intégré de manière optimale afin de contribuer à améliorer la qualité de vie des patients.

Cette thèse offre une exploration de l'approche nutritionnelle, accompagnée de documents-conseils, visant à répondre aux besoins des patients, à les responsabiliser et à les rendre plus autonomes.

La première partie de cette thèse aborde le fonctionnement des reins de manière générale. La seconde partie se focalise sur l'alimentation des patients hémodialysés, ainsi que les recommandations nutritionnelles associées et les conseils adaptés à la pratique officinale. Enfin, la troisième partie présente une étude à petite échelle que j'ai menée au centre d'hémodialyse de la Riviera à Antibes, auprès de patients hémodialysés, dont l'objectif est de faire un état des lieux de la prise en charge nutritionnelle et de comprendre leurs besoins, afin d'adapter les conseils et l'accompagnement en pharmacie d'officine.

Partie 1 : Généralités sur les reins

I- Anatomie du Rein

A) Anatomie externe du rein

Notre corps humain est composé de deux reins en conditions normales. Ce sont des organes pairs qui ont la forme d'un haricot de couleur rouge foncé, et chaque rein est surmonté d'une glande surrénale.

Comme le montre la figure 1, les reins se projettent entre la 11^{ème} vertèbre thoracique et la 3^{ème} vertèbre lombaire. L'extrémité supérieure du rein droit part de la partie inférieure de la 11^{ème} côte jusqu'à la partie inférieure du processus transverse de la 3^{ème} vertèbre lombaire (L3). L'extrémité supérieure du rein gauche part de la partie supérieure de la 11^{ème} côte jusqu'à la partie supérieure du processus transverse de L3. (3)

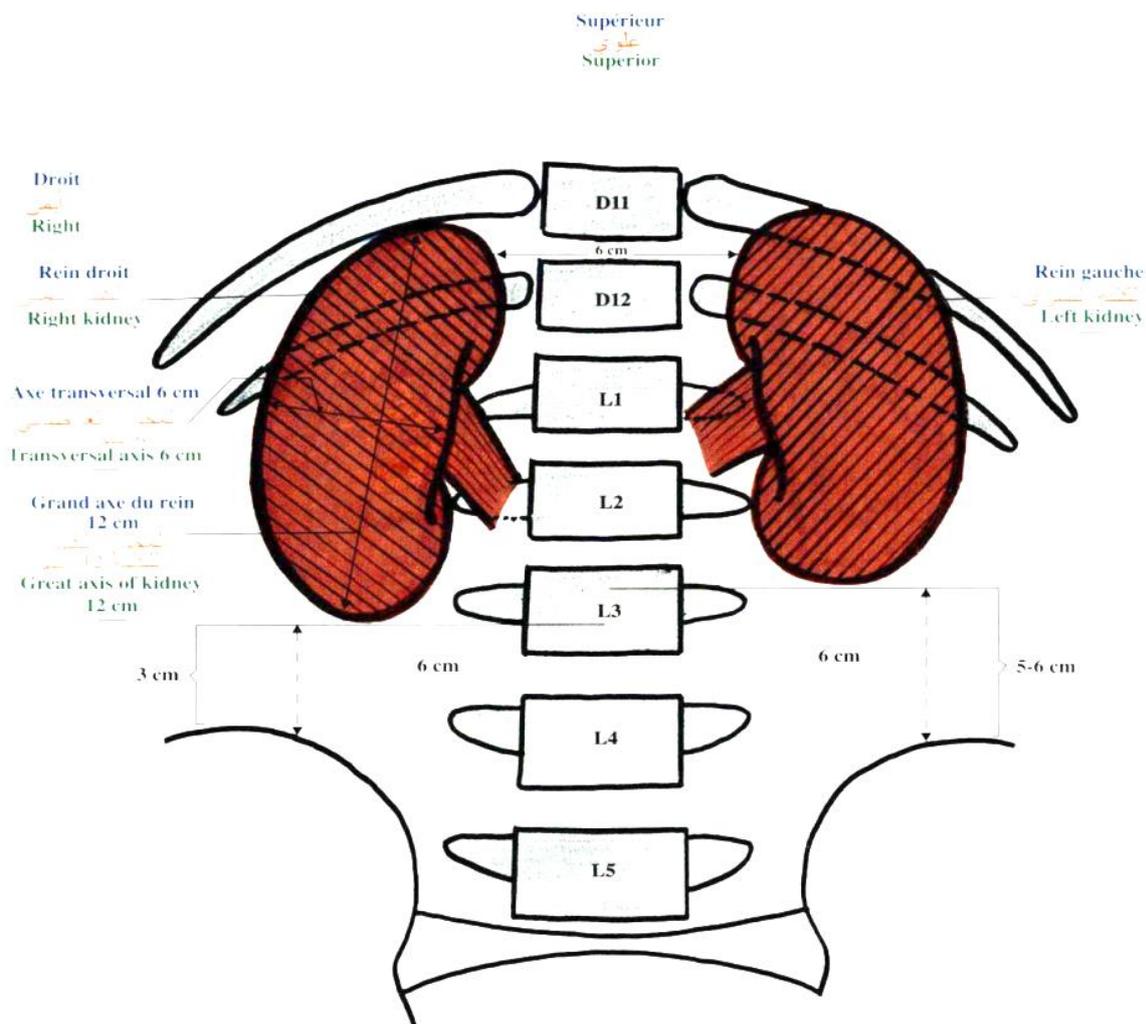


Figure 1 : Vue antérieure des reins et leur disposition par rapport aux vertèbres et aux côtes (3)

Les reins ne sont pas totalement symétriques. L'emplacement du foie à droite de la colonne vertébrale, explique que les deux reins ne sont pas situés exactement à la même hauteur. En effet, le rein gauche se trouve légèrement plus haut que le rein droit.

Les reins se situent dans une position qui leur est spécifique, en position rétro-péritonéale, c'est-à-dire en arrière du péritoine, une membrane qui tapisse et recouvre les viscères, et de part et d'autre de la colonne vertébrale.

Les reins sont à la fois dans la partie thoracique et dans la partie abdominale du corps humain, c'est un organe thoraco-abdominale. Ils ont environ un poids de 140 g et mesurent 12 cm de long, 6 cm de larges et 3 cm d'épaisseur. (4)

Les reins sont orientés vers le bas, en dehors et en arrière et possèdent 2 faces : une face avant appelée face antérieure et une face arrière appelée face postérieure. Les reins ont aussi 2 extrémités, une extrémité haute appelée pôle supérieur et une extrémité basse appelée pôle inférieur.

Ils ont également 2 bords, sur la figure 2 ci-dessous, nous observons un rein droit en vue antérieure. La partie la plus éloigné de la colonne vertébrale représente le bord externe, ce bord est bombé vers l'extérieur, on dit qu'il est convexe. La partie la plus proche de la colonne vertébrale représente le bord interne qui est concave. (3)

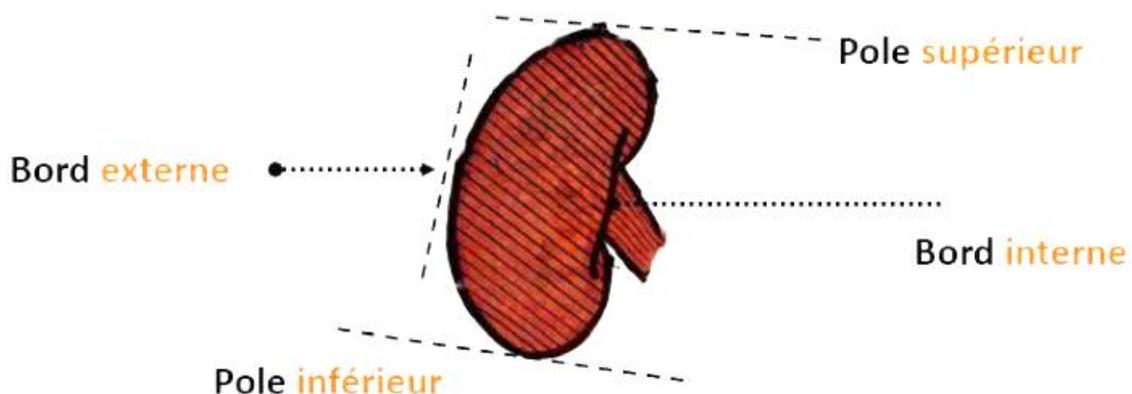


Figure 2 : Vue antérieure du rein droit (3)

À la coupe, on peut observer la capsule fibreuse qui est l'enveloppe externe du rein jouant un rôle de protection.

B) Anatomie interne du rein

1) Anatomie et structure des néphrons

Le néphron constitue la structure de base des reins, représentant l'unité fonctionnelle essentielle de cet organe. Ces unités microscopiques filtrent le sang pour produire de l'urine, et chaque rein abrite approximativement un million de néphrons chez un sujet sain.

La description suivante combine à la fois l'anatomie et l'histologie. En périphérie, il y a une couche de parenchyme cortical rénal de couleur brun rouge appelée le cortex rénal. (5)

En coupant un rein gauche (Figure 3), on peut observer les pyramides rénales qui ont une forme triangulaire, avec une base latérale et un sommet médial. Les pyramides rénales sont des structures anatomiques situées dans le rein, dont le principal rôle est de transporter l'urine filtrée vers les voies urinaires. La médulla rénale se compose de huit à dix pyramides rénales dans chaque rein, ce qui équivaut à environ 100 000 à 125 000 néphrons par pyramide. Les deux travaillent ensemble pour maintenir l'équilibre hydrique et électrolytique dans le corps. (6)

Comme nous pouvons l'observer sur la figure 3, leur sommet est situé au niveau du sinus rénal, qui est une zone creuse ouverte par le hile. Ces pyramides sont orientées vers le pédicule rénal et s'ouvrent sur les voies urinaires excrétrices. (7)

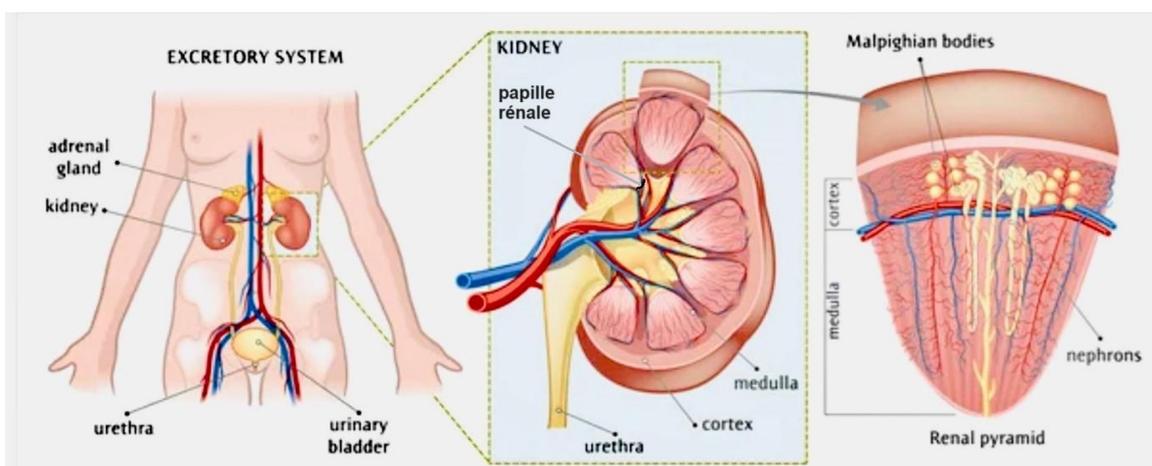


Figure 3 : Structure anatomique d'une pyramide rénale (8)

La structure de ces pyramides, très riche en épithélium, leur donne une couleur plus claire. On y retrouve à ce niveau une concentration de tubules rénaux. Ces tubules excréteurs du rein convergent vers le sommet de la papille où ils s'ouvrent.

Entre les pyramides, se trouve le cortex qui est périphérique et qui va jusqu'au sinus rénal par des colonnes rénales, appelées les colonnes de Bertin, qui descendent entre ces pyramides.

Chaque papille rénale présente une zone comportant de petits orifices appelés « foramina papillaires », parfois également désignés sous le terme « d'aire criblée ». Le sinus est cette cavité à la partie profonde et médiale du rein par laquelle arrivent les éléments vasculo-nerveux. Les tubes excréteurs urinaires débouchent au niveau de la papille par ces foramina papillaires.

Les conduits papillaires se déversent dans les calices mineurs au niveau d'une papille rénale, les calices mineurs se rejoignent pour former les calices majeurs qui forment le pelvis rénal (pyélon ou bassin) et donnent naissance à l'uretère. Le pelvis rénal est en forme d'entonnoir à bord inférieur concave et à bord supérieur convexe. (9)

Le cortex est constitué de cellules épithéliales qui forment une sorte de « coupelle » pour le glomérule de Malpighi, que l'on appelle la capsule de Bowman. En conséquence, le corpuscule de Malpighi se compose du glomérule de Malpighi, situé dans la partie proximale d'un néphron, ainsi que de la capsule de Bowman (Figures 4 et 5).

Le glomérule est lui-même composé de capillaires comprenant des artérioles et des veinules, où les artérioles débouchent sur un réseau de capillaires sanguins, qui convergent ensuite en artérioles efférentes. Ces capillaires forment le glomérule, qui représente la partie vasculaire où se font les échanges entre le sang et la partie excrétrice urinaire.

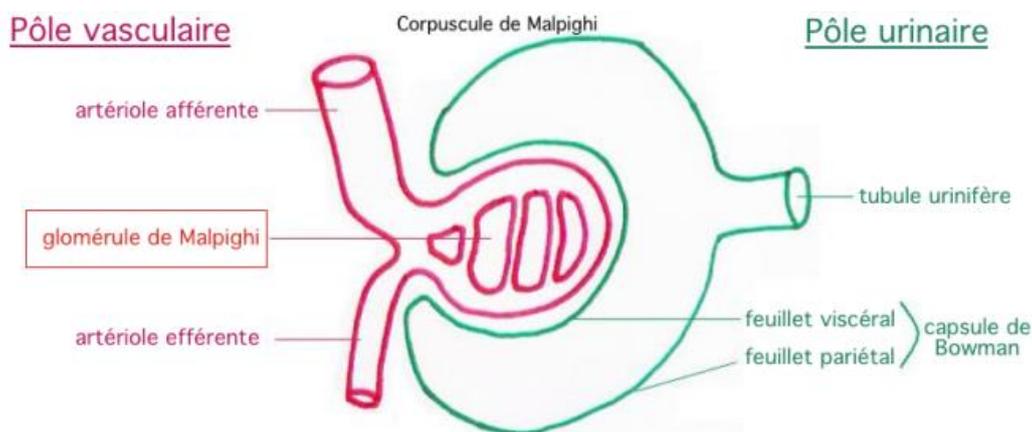


Figure 4 : Schéma d'un glomérule rénal (10)

Il existe environ 1 à 1,3 millions de glomérules, qui sont presque imperceptible à l'œil nu.

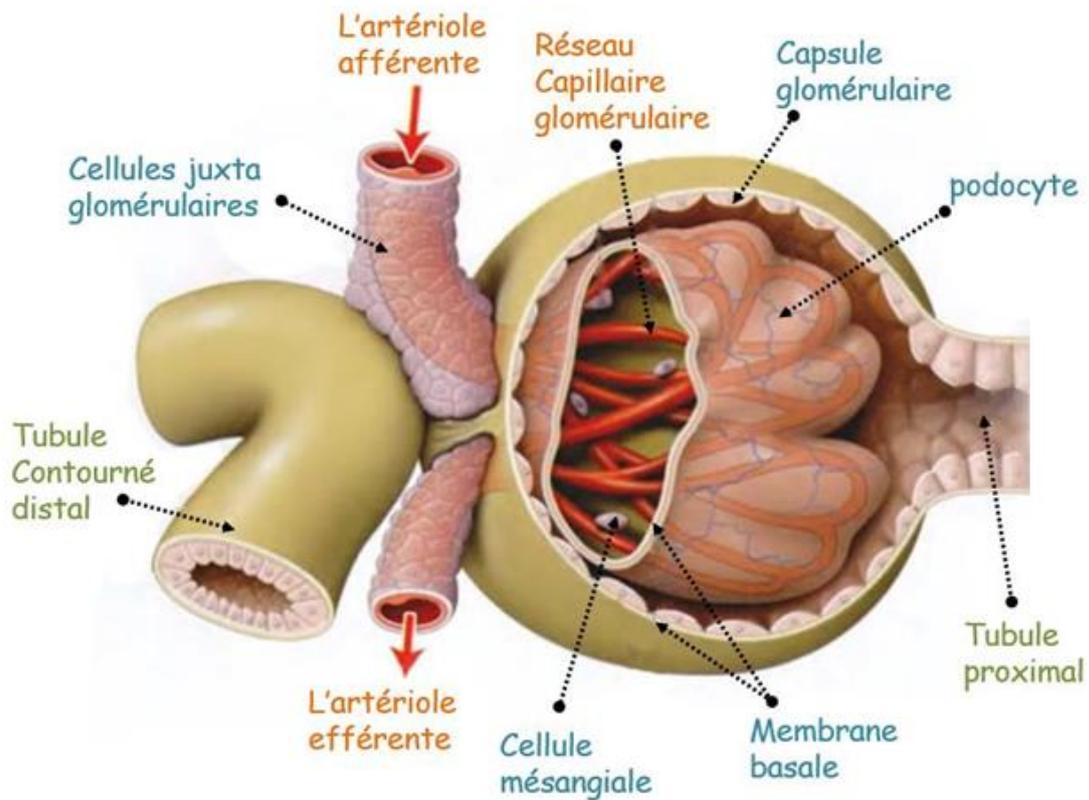


Figure 5 : Coupe longitudinale du corpuscule rénal (3)

Le trajet de l'urine dans le rein débute par le tubule contourné proximal qui mène au tubule droit proximal descendant vers le sinus (Figure 6). Ce dernier donne le tube affiné ou tube fin, caractérisé par une anse, qui remonte pour se poursuivre par le tubule droit distal, puis par le tubule contourné distal.

Ces derniers se déversent dans un tubule collecteur rectiligne, qui débouche sur différents niveaux de la papille. Dans le cortex, on retrouve principalement les glomérules, corpuscule avec les capillaires composé d'une partie très vasculaire, les tubules contournés. (9)

Tandis que dans la partie médullaire, on retrouve presque exclusivement les tubules distaux et le tubule collecteur.

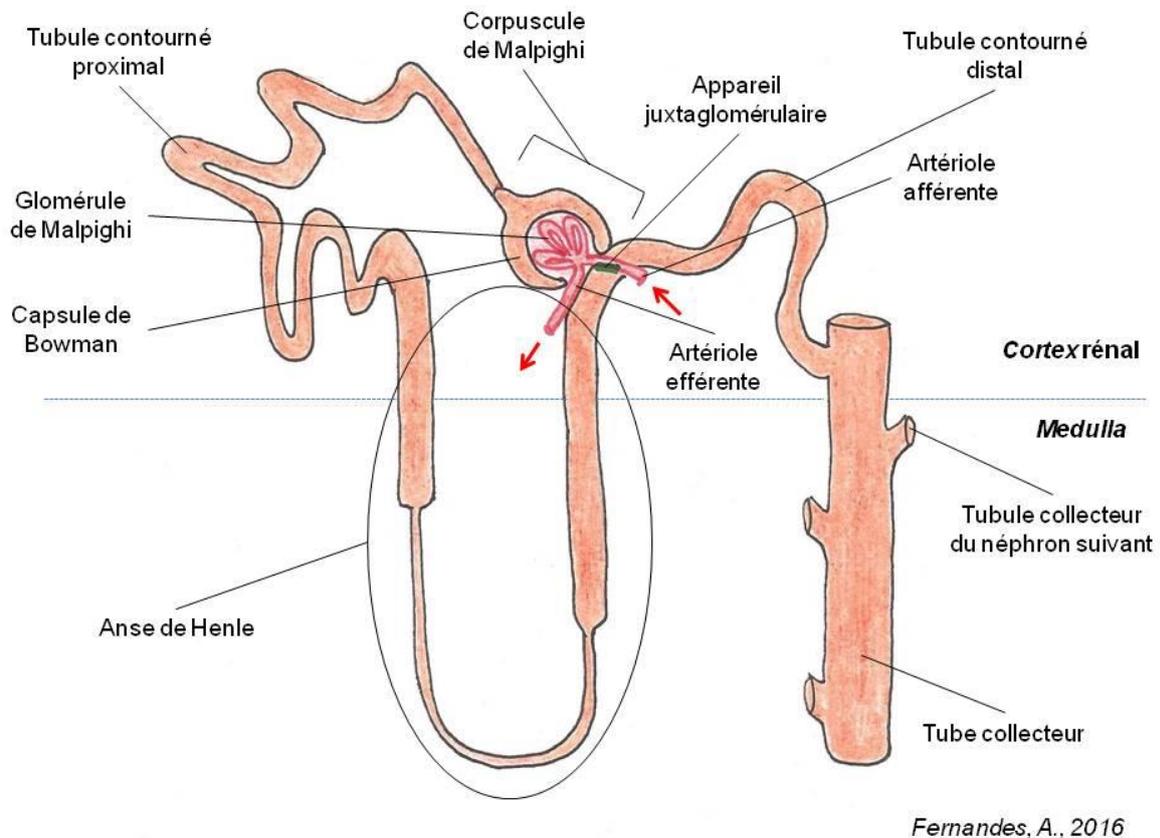


Figure 6 : Structure d'un néphron (11)

Chaque rein est surmonté d'une glande surrénale endocrine :

- Au niveau de la partie externe, c'est-à-dire au niveau du cortex, nous retrouvons la glande corticosurrénale qui sécrète les minéralo-, gluco- et gonado-corticoïdes.
- Au niveau de la partie interne, c'est-à-dire au niveau de la zone médullaire (ou médulla), nous retrouvons la glande médullosurrénale qui sécrète les hormones catécholamines (dopamine, adrénaline et noradrénaline).

Le septum inter-surréno-rénal sépare la glande surrénale du reste du rein. (9)

2) Vascularisation artérielle

En intra-rénal, nous observons sur la figure 7, des branches artérielles qui proviennent de l'artère rénale, une artère volumineuse qui naît de l'aorte en L1.

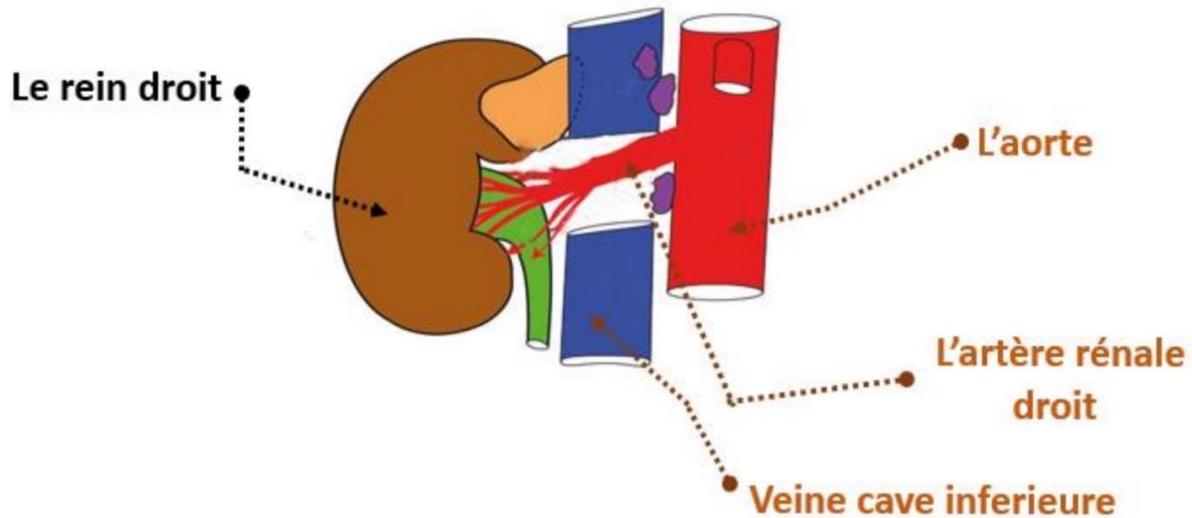


Figure 7 : Vue antérieure de la vascularisation veineuse du rein droit (3)

L'aorte se trouvant plus à gauche des vertèbres implique que l'artère rénale droite est plus longue (7 cm) que l'artère rénale gauche (5 cm).

Chacune des artères rénales se divise juste avant le hile en plusieurs branches, notamment en une branche antérieure (ou pré-pyélique) et une branche postérieure (ou rétro-pyélique), toutes deux obliques et orientées en dehors et vers le bas, à gauche comme à droite.

Ces branches vont ensuite pouvoir pénétrer dans le parenchyme rénal en passant par les régions des colonnes rénales, c'est là que se situe la richesse vasculaire, d'où la coloration à ce niveau.

Tel que représenté sur la figure 8 ci-dessous, les artères rénales donnent naissance aux artères segmentaires antérieures et postérieures, puis aux artères interlobaires et arquées. Ces dernières se dédoublent ensuite en artérioles interlobulaires, droites et glomérulaires afférentes et efférentes. (9)

3) Vascularisation veineuse

Les reins sont vascularisés par les vaisseaux rénaux. Tout comme pour les artères, le système veineux principal est formé par les veines inter-lobaires qui sortent du parenchyme pour former les branches intra-sinusales et se dirigent en dedans vers la veine cave inférieure en L1-L2.

Parallèlement à leurs homologues artériels, la veine rénale droite est plus longue (7 cm de long) que la veine rénale gauche (4 cm de long). (Figure 8)

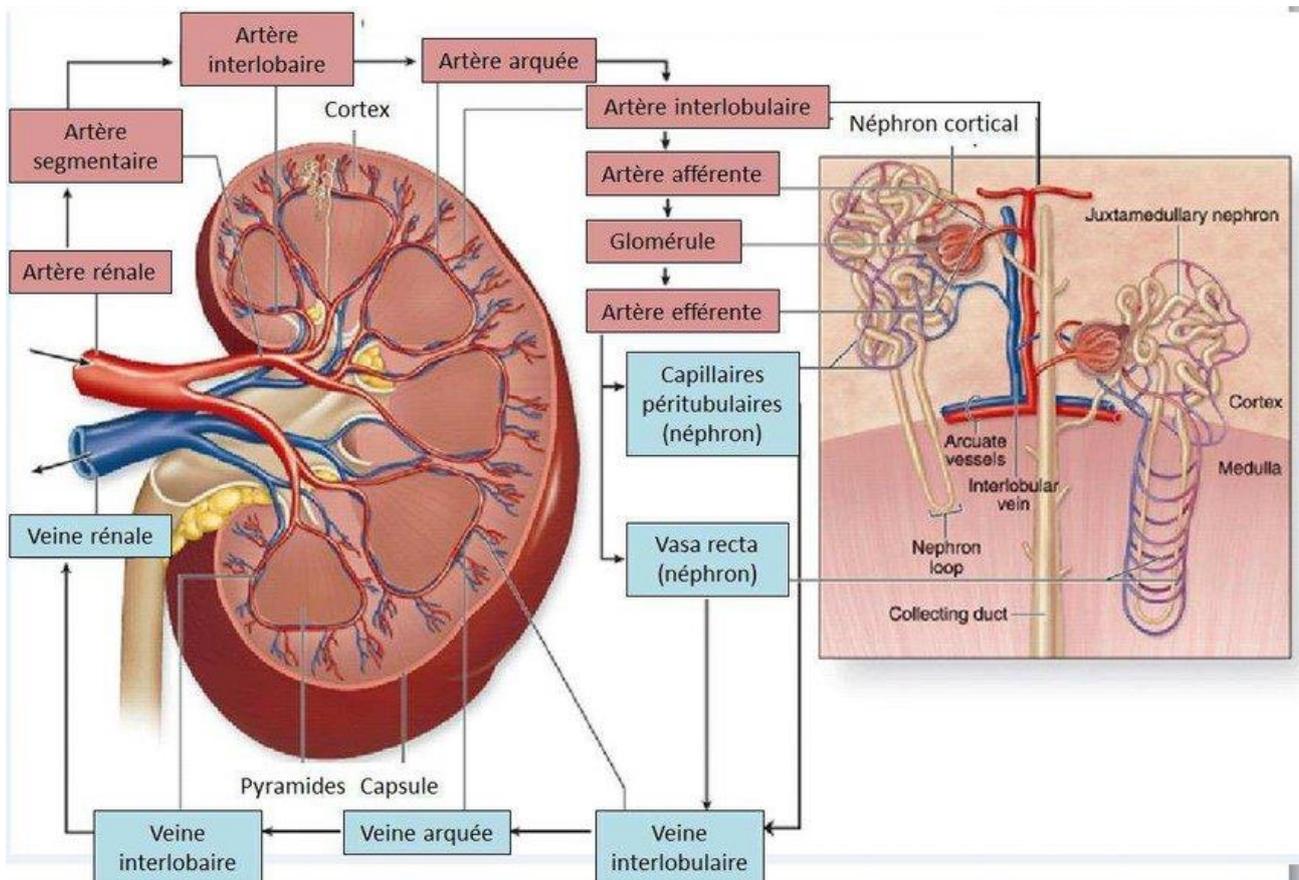


Figure 8 : Vue antérieure de la vascularisation artérioveineuse des reins (12)

4) Vascularisation lymphatique

Comme illustré sur la figure 9 ci-dessous, les vaisseaux lymphatiques se drainent dans les lymphonœuds lombaires péri-caves et péri-aortiques, où ils jouent un rôle essentiel dans la filtration et le transport des lymphocytes pour renforcer le système immunitaire.

L'innervation rénale se fait par le plexus nerveux rénal issu des ganglions cœliaques et aortico-rénaux droits et gauches.

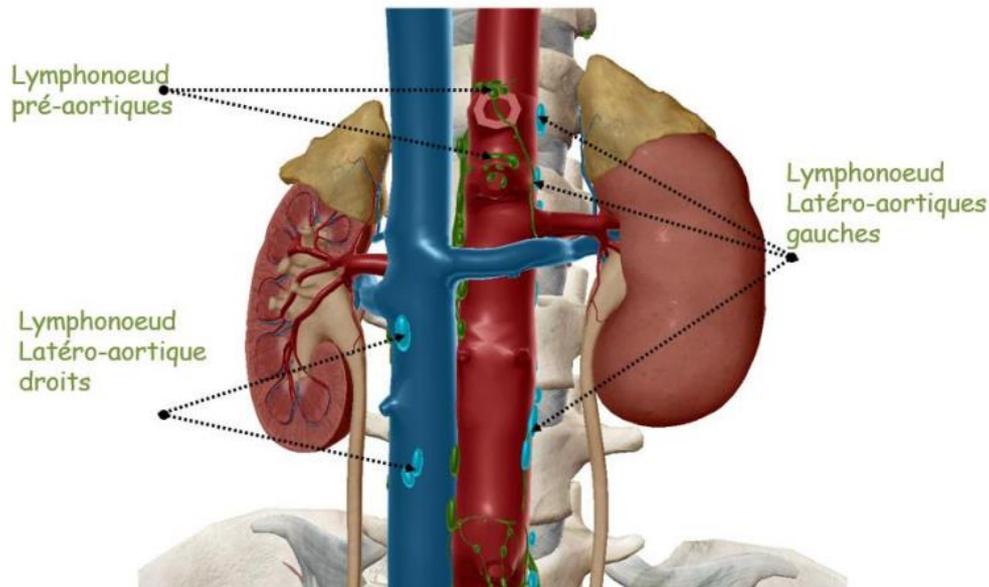


Figure 9 : Vue antérieure des reins montrant le drainage lymphatique (3)

II- Fonction du rein

A) Filtration et sécrétion de l'urine définitive

La première phase d'épuration débute au niveau des capillaires glomérulaires pour former l'ultrafiltrat glomérulaire ou urine primitive.

Il existe un système porte comprenant une artériole afférente et une artériole efférente où les échanges se produisent. C'est à ce niveau-là que le débit de filtration glomérulaire (DFG) est créé, formant ainsi une filtration continue du plasma dans notre organisme. Le débit sanguin rénal est d'environ 1,2 L/min. (13)

1) Pression hydrostatique et oncotique

La pression hydrostatique (ΔP) et la pression oncotique ($\Delta \pi$) sont deux forces motrices de pression qui jouent un rôle majeur lors des échanges capillaires. La pression hydrostatique est une force exercée par un liquide qui agit sur les organes de l'organisme.

C'est la résultante de la pression atmosphérique et de la pression exercée par certains muscles comme le muscle thoracique et cardiaque.

La pression oncotique correspond à la pression exercée sur une membrane par des molécules en suspension, comme les protéines, auxquelles la membrane est imperméable. (14)

2) L'expérience de Frank-Starling

Ernest Henry Starling (1866-1927), un grand physiologiste anglais de la fin du 19ème siècle, à réaliser une série d'expériences en 1914 en reprenant les travaux de son prédécesseur, Franck, qui avait réalisé des expériences en 1895.

Franck avait utilisé un cœur de grenouille pour observer et mesurer la pression ventriculaire développée pendant la systole. Il en a conclu qu'il y avait un fort impact du volume de remplissage télé-diastolique, c'est à dire de la pré-charge, sur la pression systolique (pression d'éjection ventriculaire).

Starling a poursuivi ces recherches en utilisant une préparation cœur-poumons-rein d'un chien. Il a prélevé les trois organes et les a reliés entre eux. Ces organes étaient vascularisés et maintenus en vie en dehors de l'organisme à l'aide d'un système ingénieux d'irrigation sanguine. L'intérêt de cette expérience était de pouvoir modifier les multiples paramètres de ce système, comme la pression artérielle par exemple. (15)

Il est important de noter que la membrane des capillaires sanguins sépare le secteur plasmatique et interstitiel avec des concentrations en protéines différentes (pression oncotique). Le plasma est plus abondant en protéines que le milieu interstitiel.

Physiologiquement, le flux d'eau et de molécules dissoutes se déplace du compartiment où il y a le moins de protéines vers celui où il y en a le plus (milieu interstitiel vers le milieu sanguin).

En effet, en injectant un certain volume de liquide physiologique, une pression hydrostatique est ajoutée au sein de la veine cave supérieure. Cela permet d'augmenter le volume sanguin veineux arrivant ensuite au ventricule gauche (ou pré-charge). Ce qui augmente la force de contraction et le volume ventriculaire éjecté (ou post-charge). Par conséquent, l'expérience de Starling a montré que le processus de gradient hydrostatique et oncotique peut être régulé.

En effet, en exerçant une pression hydrostatique suffisamment élevée, et en altérant le tonus des artérioles afférentes et efférentes, on peut aller jusqu'à inverser le flux d'eau et de molécules dissoutes.

En utilisant l'acide cyanhydrique pour bloquer temporairement la fonction tubaire rénale, Starling a conclu que les processus de filtration, réabsorption et sécrétion tubulaires sont tous soumis à des influences régulatrices. En fonction des besoins de l'organisme, le rein se régule de manière autonome afin de maintenir un certain équilibre, appelé homéostasie. (16)

3) Application de la loi de Franck-Starling dans le mécanisme de filtration

La loi de Starling détermine le passage d'eau au niveau des capillaires en fonction de la pression oncotique et hydrostatique, ce qui se traduit par l'équation de Starling :

Débit d'ultrafiltration = $\Delta P - \Delta \pi$

Où : ΔP = Gradient de pression hydrostatique
 et $\Delta \pi$ = Gradient de pression oncotique

Comme le montre la figure 10, tout le long de l'artériole, la pression hydrostatique reste constante et inchangée. En se dirigeant vers l'artériole efférente, la pression oncotique augmente jusqu'à atteindre un point d'équilibre (E). Une ultrafiltration a lieu du plasma vers l'urine primitive du côté afférent jusqu'à atteindre un point d'équilibre où les 2 pressions sont égales ($\Delta P = \Delta \pi$) au point E.

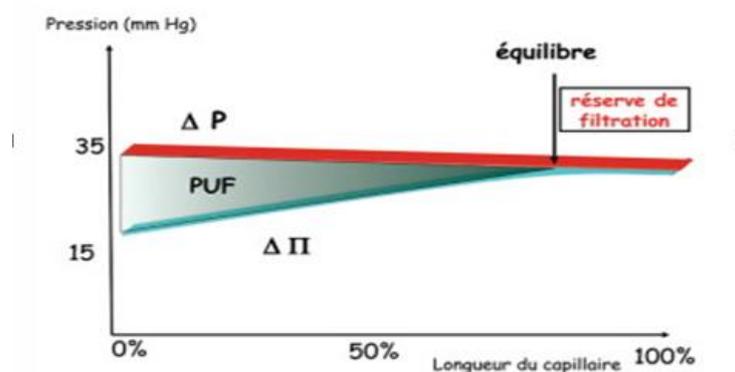


Figure 10 : Évolution de la filtration glomérulaire en fonction des pressions oncotique et hydrostatique (17)

L'eau ainsi que certains constituant du plasma (oses, ions minéraux, composés azotés) présents dans l'urine primitive vont passer plusieurs barrières (l'endothélium fenêtré, la membrane basale, les pédicelles et les podocytes) de façon unidirectionnelle, non sélective et passive. Les protéines ne sont pas filtrées au-delà d'une taille de 68 000 Daltons et d'un diamètre supérieur à 4 nm. (18)

4) Synthèse de l'urine définitive

La formation de l'urine définitive se fait en 3 étapes importantes :

- La Filtration, qui correspond au DFG des composés du plasma (eau, ions, déchets et glucose) à travers les membranes des glomérules.
- La Réabsorption, qui se fait dans le sens inverse, depuis les tubules rénaux vers les capillaires péri-tubulaires. Elle utilise deux types de transport : le transport actif unidirectionnel, qui utilise de l'énergie grâce à la pompe NaK/ATPase en s'opposant au gradient de concentration, et le transport passif, qui va dans le sens du gradient de concentration, comme la convection ou la diffusion.
- La Sécrétion, qui utilise également des transporteurs actifs, ainsi que plusieurs transporteurs spécifiques, pour passer des capillaires péri-tubulaires vers les tubules rénaux, puis vers l'urine définitive.

L'urine définitive est principalement constituée d'eau, de créatinine, de sodium (Na) et de potassium (K⁺).

Il y a une différence entre la composition de l'urine primitive et celle de l'urine définitive, comme nous pouvons le constater sur le Tableau 1.

L'eau, le Na⁺ et le K⁺ ont en grande partie été réabsorbés, seule la créatinine possède un débit journalier similaire entre l'urine primitive et l'urine définitive.

Tableau 1 : Composition du plasma, de l'urine primitive et de l'urine définitive (19)

■ Quantités transportées : quelques exemples

	Plasma	Urine primitive		Urine définitive
	Concentration	Concentration	Débit journalier	Débit journalier
H₂O	—	—	180 L	1 à 2 L
*GR	5 G/L	0	0	0
Albumine	40 g/L	0	0	0
Glucose	5 mM	5 mM	900 mmol	0
Créatinine	80 μM	80 μM	14 mmol	15 mmol
Na	140 mM	140 mM	2500 mmol	10-200 mmol
K	4 mM	4 mM	720 mmol	10-200 mmol

GR : globule rouge

B) Régulation de la pression artérielle

Le rein à un rôle important et indispensable dans la régulation de la pression artérielle.

Trois mécanismes principaux vont intervenir dans la régulation de la pression artérielle :

- Un mécanisme de reflexe myogénique
- Un mécanisme tubuloglomérulaire
- Un mécanisme orthosympathique

1) Le mécanisme de reflexe myogénique

Histologiquement, les muscles lisses se contractent de façon autonome et involontaire sous le contrôle du système nerveux autonome. En effet, les artérioles sont très extensibles et élastiques de par leur composition riche en muscles lisses. Une augmentation de la pression de perfusion dans les artérioles causée par une vasoconstriction active affecte sensiblement les cellules musculaires lisses de ces vaisseaux.

2) Le mécanisme tubuloglomérulaire

Rappel anatomique : Nous trouvons dans la capsule de Bowman les capillaires glomérulaires, regroupés sous la forme d'un peloton, qui sont le siège de la filtration glomérulaire.

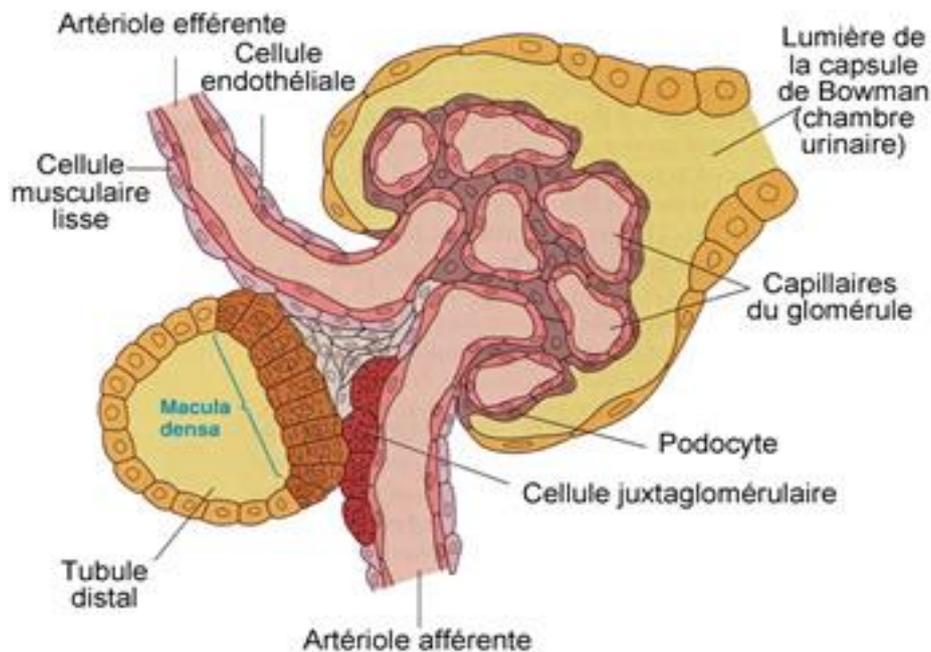


Figure 11 : Structure épithéliale d'un glomérule (20)

Comme nous pouvons le voir sur la figure 11, près des artéριοles afférentes et efférentes, au niveau de la zone juxtaglomérulaire, se trouve la macula densa. C'est un groupe de cellules qui tapissent le tubule contourné distal de l'appareil juxtaglomérulaire et qui réagit au débit sanguin et à l'osmolarité de l'ultrafiltrat urinaire. (21)

L'appareil juxta-glomérulaire est composé de différentes cellules qui sont aux nombres de trois : les cellules épithéliales de la macula densa, les cellules granulaires pouvant synthétiser de la rénine et des cellules mésangiales.

Le mécanisme mis en jeu au niveau de la macula densa se nomme le rétrocontrôle tubuloglomérulaire.

La macula densa combine à la fois la filtration glomérulaire, l'hémodynamique et la sécrétion de rénine. (22)

Ce mécanisme met en jeu à la fois les résistances pré-glomérulaires et le débit de filtration en chlorure de sodium (NaCl). Dès que les osmorécepteurs de la macula densa détectent un changement dans la composition du plasma au niveau de l'artériole afférente, un système hormonal paracrine se mettra en place au niveau de la membrane baso-latérale : l'endothéline aura un effet vasoconstricteur, tandis que la bradykinine sera vasodilatatrice. (23)

Lorsque la pression hydrostatique augmente dans les capillaires glomérulaires, la vitesse de perfusion dans les artérioles augmente également (Figure 12). Cela entraîne une diminution de la réabsorption du NaCl et une augmentation du débit de clairance de ce dernier. La concentration en NaCl qui arrive à la macula densa sera élevée. Cela risque d'augmenter la pression glomérulaire et donc le DFG. Pour réguler ce système, le mécanisme tubuloglomérulaire s'active avec un rétrocontrôle.

L'endothéline est sécrétée et les cellules de la macula densa libèrent beaucoup d'énergie sous forme d'Adénosine Triphosphate (ATP) et moins de prostaglandine, ce qui entraîne une augmentation des résistances au niveau de l'artériole afférente et une vasoconstriction, augmentant ainsi le tonus et la contraction de l'artériole. Le diamètre artériolaire diminue et le volume sanguin dans les glomérules diminue aussi. Cela a pour effet de diminuer la pression hydrostatique et la pression nette de filtration, permettant un retour du DFG à sa valeur de référence et, par conséquent, à une diminution de la sécrétion de rénine et d'angiotensine II. (24)

Inversement, lorsque la pression hydrostatique diminue, une sécrétion de bradykinine survient et provoque une vasodilatation : le DFG retrouvera également sa valeur de base.

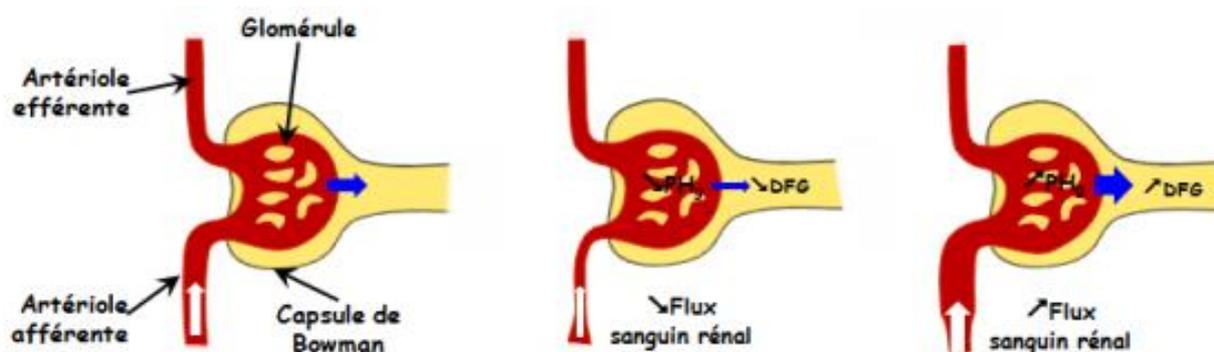


Figure 12 : Mécanisme tubuloglomérulaire lors de la filtration glomérulaire (25)

3) Le mécanisme orthosympathique : Système Rénine-Angiotensine-Aldostérone

Le point de départ de ce système se fait au niveau de l'appareil juxtaglomérulaire du rein.

La moindre variation de pression est détectée à l'aide de la mise en jeu du baroréflexe.

Les barorécepteurs se situent dans les artères afférentes et efférentes, ainsi que dans la crosse de l'aorte. Au niveau de l'appareil juxtaglomérulaire, il existe des récepteurs β_1 ($R\beta_1$). Ces récepteurs sont principalement retrouvés dans les tissus cardiaque et rénal.

Lorsqu'une diminution de la pression artérielle est détectée, le système orthosympathique est stimulé, libérant ainsi la noradrénaline qui va venir agir sur les $R\beta_1$ de l'appareil juxtaglomérulaire en formant un complexe ligand-récepteur. Ces derniers vont entraîner une cascade de réactions de phosphorylation, induisant la stimulation de la sécrétion de rénine par le rein, comme le montre la figure 13. (26)

Les $R\beta_1$ sont couplés à une protéine G. Ils vont agir de la manière suivante (Figure 13) :

- 1) Activation/stimulation de l'adénylate cyclase (AC sur le schéma)
- 2) Transformation d'un ATP en AMP cyclique
- 3) Induction de l'activation d'une protéine Kinase A (PKA sur le schéma)
- 4) Stimulation de la sécrétion de rénine par le rein.

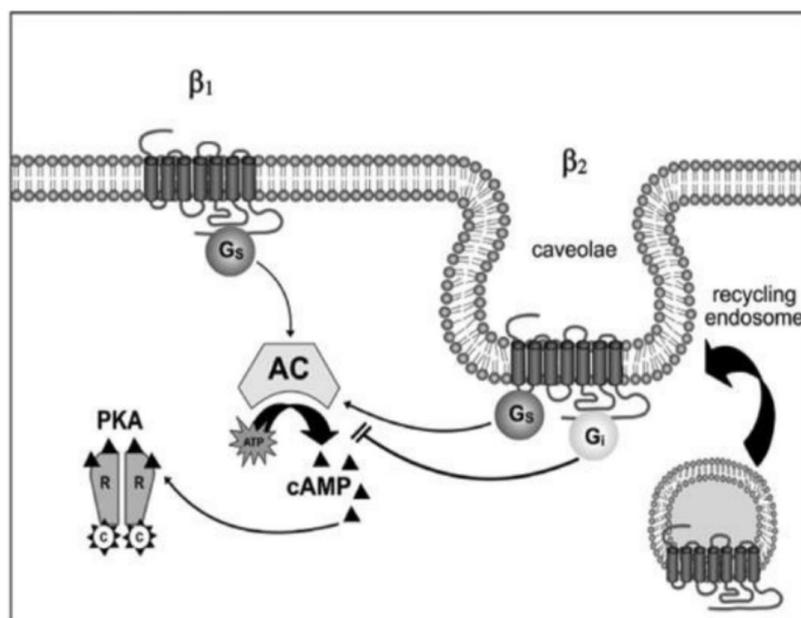


Figure 13 : Cascade réactionnelle au sein des récepteurs bêta 1 (27)

Le système Rénine-Angiotensine-Aldostérone (SRAA) est un mécanisme de compensation de l'équilibre tensionnel qui implique plusieurs organes tels que le rein, le foie et les poumons.

Les reins augmentent la sécrétion de rénine, produite principalement au niveau de l'appareil juxtaglomérulaire. Cette rénine est libérée dans la circulation sanguine, permettant ainsi de transformer par clivage une substance qui est synthétisée par le foie : l'angiotensinogène en angiotensine I. L'angiotensine I est catalysée en angiotensine II par l'enzyme de conversion synthétisée par les parois des vaisseaux pulmonaires. (28)

L'angiotensine II aura une multitude d'actions comme nous pouvons l'observer sur la figure 14, notamment :

3.1) Augmentation de la sécrétion d'aldostérone :

L'Aldostérone est une hormone minéralo-corticoïde synthétisée par la glande corticosurrénale. Après translocation nucléaire, l'aldostérone module l'expression génétique du gène codant pour le canal sodique du tubule collecteur, afin d'augmenter la réabsorption tubulaire de Na^+ et de Cl^- et l'excrétion de K^+ . L'eau suit le sodium et ainsi compense la baisse de pression artérielle.

3.2) Action directe sur la rétention hydro-sodée :

Indépendamment de l'action de l'aldostérone, l'angiotensine II agit directement sur le tubule collecteur en augmentant la rétention hydrique en réabsorbant du sodium.

3.3) Augmentation de l'activité sympathique :

Le SRAA augmente son activité orthosympathique via les $\text{R}\beta_1$ présents au niveau de l'appareil juxtaglomérulaire, c'est un système qui s'auto-régule.

3.4) Vasoconstriction des artérioles

Une augmentation de la pression des artérioles aboutissant à une vasoconstriction augmente la pression sanguine générale.

3.5) Sécrétion de l'hormone antidiurétique (ADH ou vasopressine) :

Le SRAA stimule le lobe supérieur de l'hypophyse, ce qui va stimuler la libération de l'hormone antidiurétique (ADH) par l'hypothalamus. L'ADH est stockée dans l'hypophyse et est relâchée en cas de déshydratation, ce qui permet de retenir l'eau dans le corps en s'opposant à l'élimination de l'urine. De nombreux stimuli vont contrôler la sécrétion d'ADH, comme l'apport hydrique, la pression artérielle, le stress, le tabac, l'angiotensine II. (29)

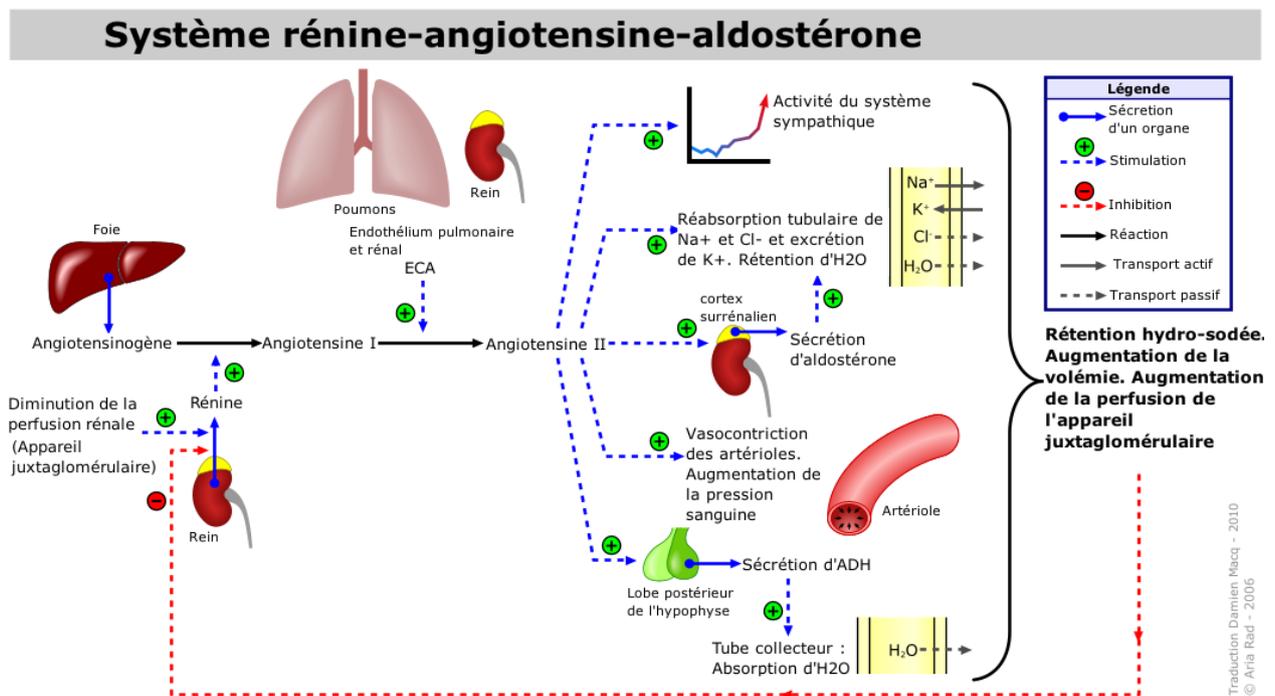


Figure 14 : Système Rénine Angiotensine Aldostérone (30)

C) Régulation de l'équilibre hydro-électrolytique

Afin de garantir la régulation de l'équilibre hydroélectrolytique en conditions physiologiques, les glomérules filtrent chaque jour 180 litres d'ultrafiltrat contenant plusieurs électrolytes (Na⁺, K⁺...). (31)

L'eau corporelle totale des hommes est de 60 % et celle des femmes de 50 %. Les liquides corporels sont répartis dans deux principaux compartiments : on parle ainsi du liquide extracellulaire (LEC) et du liquide intracellulaire (LIC).

Les 2/3 du volume corporel total correspondent au LIC et le 1/3 restant au LEC, ce dernier contenant le plasma (25 % du LEC) et le liquide interstitiel (75 % du LEC) (Figure 15). (32)

Composition des liquides corporels

Compartiments liquidiens

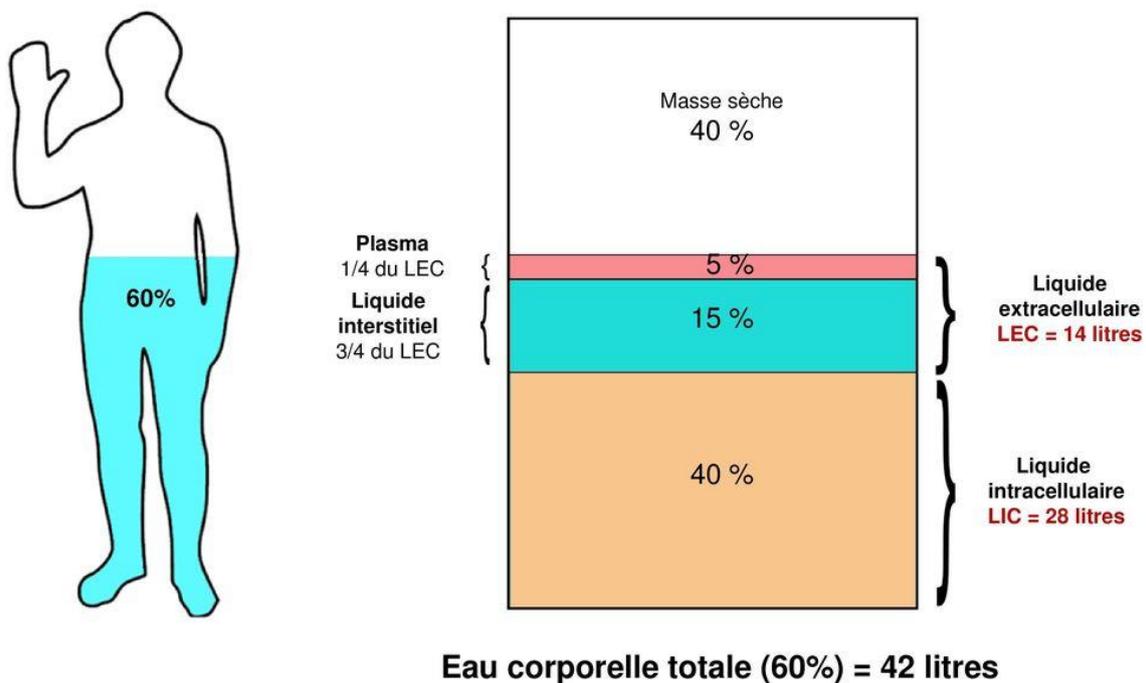


Figure 15 : Composition des liquides corporels (33)

Deux paramètres principaux vont varier pour maintenir l'homéostasie :

- L'osmolarité
- La volémie

L'osmolarité correspond à la concentration des particules osmotiquement actives (comme le sodium) retrouvées dans une solution, elle est exprimée en osmoles ou milliosmoles par litre.

Le volume plasmatique est régulé par la quantité de sodium. Considérons un exemple illustré sur la figure 16 : si nous avons une hypernatrémie, c'est-à-dire une augmentation de la quantité de sodium du côté extracellulaire à la suite d'une déshydratation intracellulaire, il en résultera une hyperosmolarité du liquide extracellulaire.

Afin que la pression osmotique se rééquilibre dans les deux compartiments, un phénomène d'osmose se produit : l'eau va en effet traverser les membranes cellulaires du milieu intracellulaire vers le milieu extracellulaire en suivant le sodium. En diffusant du milieu le moins concentré vers le plus concentré, l'eau va diminuer l'osmolarité par effet de dilution. (34)

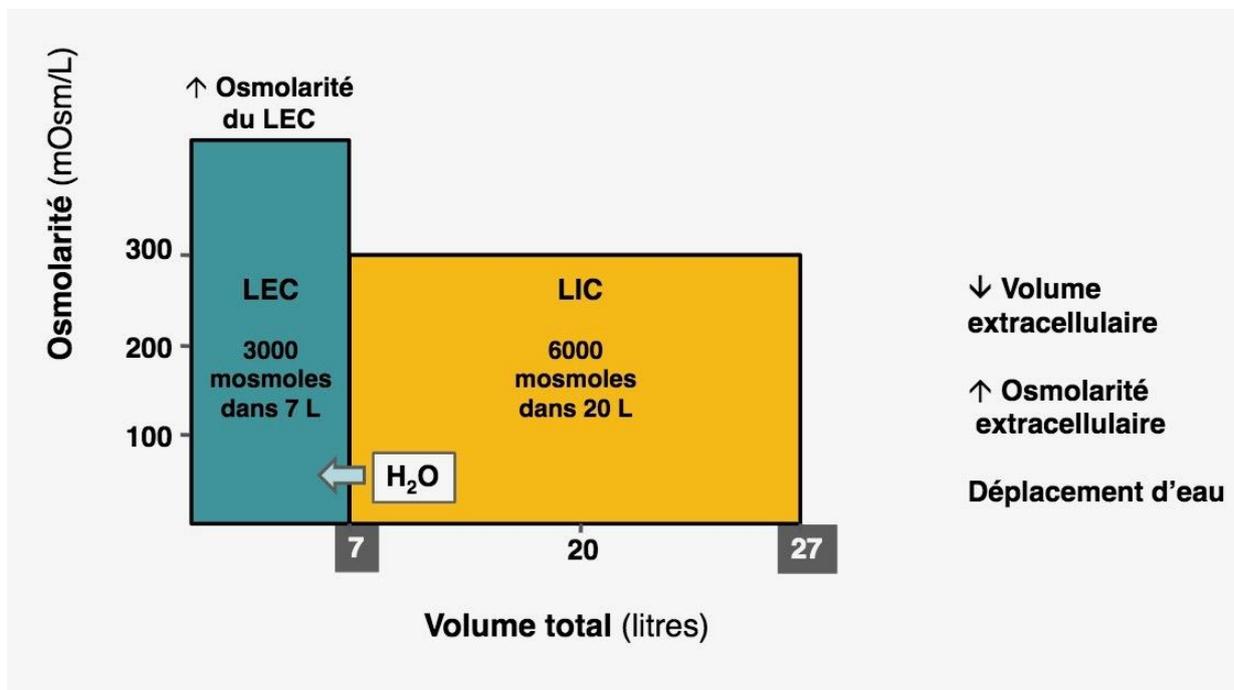


Figure 16 : Illustration représentant la redistribution de l'eau lors d'une déshydratation (35)

En conclusion, l'osmolarité efficace ou tonicité permet de déterminer l'état d'hydratation intracellulaire à l'aide du calcul suivant :

$$\text{Osmolarité efficace} = (2 \times \text{Na}^+) + \text{Glucose} + \text{Urée}$$

*Valeur normale : 295 – 310 mOsm/kg d'eau

L'osmolarité mesurée au niveau du tubule contourné proximal est de 300 mOsm/L.

Comme nous pouvons le voir sur la figure 17, l'osmolarité se stabilise jusqu'au début de l'anse de Henlé.

En descendant le long de cette anse, l'osmolarité augmente progressivement et le milieu devient hypertonique jusqu'à atteindre 1200 mOsm/L. Puis de la partie ascendante de l'anse de Henlé jusqu'au tubule contourné distal, l'osmolarité chute.

Par la suite, la volémie ou le volume urinaire sera régulé par l'ADH au niveau des tubules collecteurs en fonction des besoins. L'urine définitive contenue dans la vessie peut varier en termes de concentration en fonction du volume d'eau qu'elle contient.

Une urine contenant un grand volume d'eau sera très diluée et donc hypotonique, tandis qu'une urine contenant un faible volume d'eau sera très concentrée et donc hypertonique.

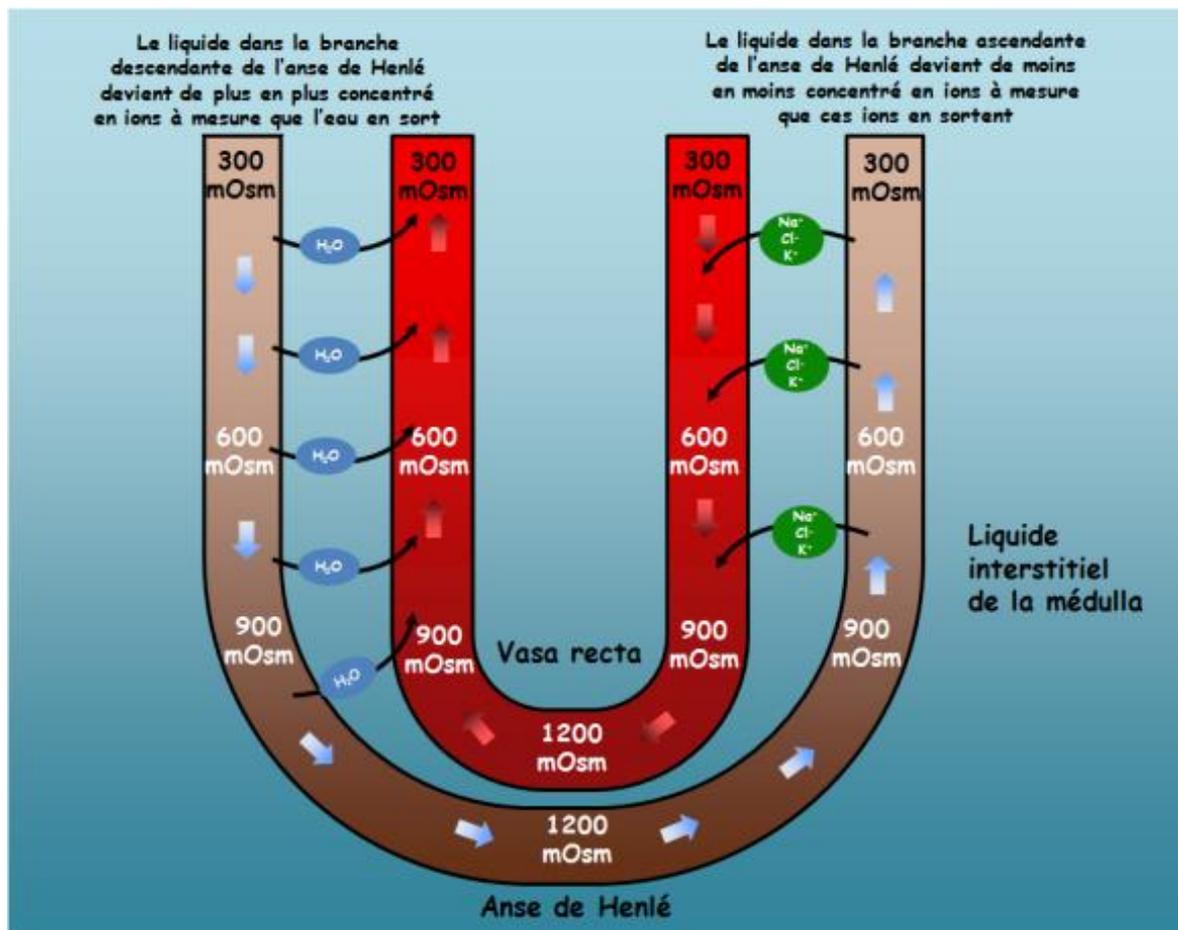


Figure 17 : Mécanisme d'échanges hydriques dans l'anse de Henlé (36)

D) Régulation de l'équilibre acido-basique

Les principaux organes régulateurs de l'équilibre acido-basique sont les reins et les poumons. L'unité de mesure de l'acidité est le pH (potentiel hydrogène), compris entre 0 et 14. Le pH artériel doit être maintenu entre 7,38 et 7,42. Ce dernier peut varier en fonction de plusieurs paramètres tels qu'une activité sportive, une pathologie respiratoire ou une infection. Afin de respecter l'homéostasie, un système tampon est mis en place.

Il s'agit de solutions contenant deux espèces d'un couple acide/base en milieu biologique aqueux, capables de résister aux variations de pH lorsque des ions H_3O^+ ou OH^- sont ajoutés en quantité modérée.

Pour ce faire, le système tampon a la capacité de lier des protons H^+ lorsqu'ils sont en excès, afin de les fixer et les éliminer, comme dans le cas d'une acidose respiratoire, par exemple. (37)

Le couple acide/base constituant le système tampon artériel est le bicarbonate (HCO_3^-) associé à l'acide carbonique plasmatique (H_2CO_3). Au niveau pulmonaire, la réaction va vers la gauche afin de libérer du dioxyde de carbone et de l'eau. (Figure 18)

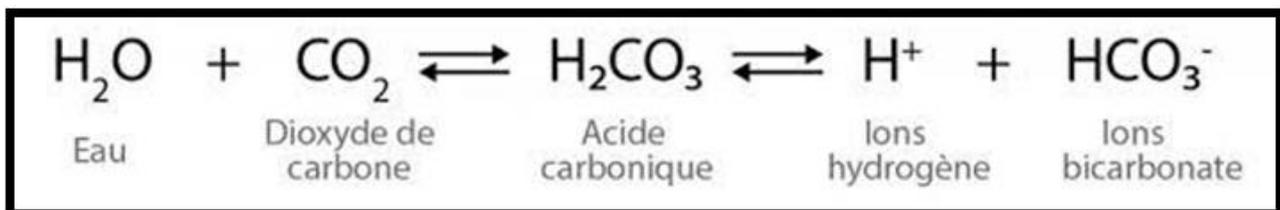


Figure 18 : Système tampon sanguin bicarbonate et acide carbonique (38)

Ces systèmes tampons sont définies par le système d'Henderson-Hasselbach (39), dont voici l'équation :

- $\text{pH} = \text{pKa} + \log (\text{Base conjuguée} / \text{acide conjuguée})$
- $\text{pH} = 6,1 + \log (\text{Base conjuguée} / \text{acide conjuguée})$
- $\text{pH} = 6,1 + \log (\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3)$
- $\text{pH} = 6,1 + \log (\text{HCO}_3^- / a \times \text{pCO}_2)$

Finalement, comme illustré dans la Figure 19, cette équation se présente ainsi :

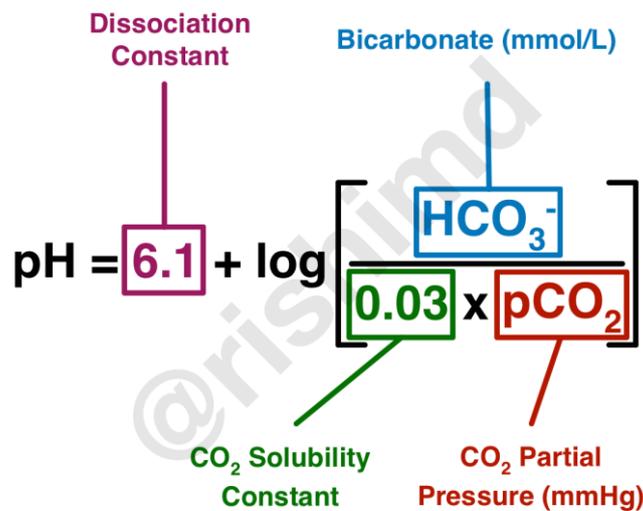


Figure 19 : Équation d'Henderson-Hasselbach (39)

Avec :

- pKa = constante d'équilibre = 6,1
- (HCO₃⁻) = Concentration plasmatique en bicarbonate (mmol/L)
- (H₂CO₃) = Concentration plasmatique en acide carbonique = a x pCO₂

Avec a = constante de solubilité du CO₂ et pCO₂ = pression partielle en CO₂ (mmHg)

Lors de la survenue d'une pathologie ou d'une activité sportive, il peut y avoir une atteinte respiratoire. Quelle que soit cette atteinte, l'organe qui va essayer de rétablir l'équilibre est le rein. A contrario, lorsque le rein est atteint d'acidose ou d'alcalose métabolique, c'est l'appareil pulmonaire qui va prendre le relais afin de corriger l'anomalie.

1) Acidose respiratoire

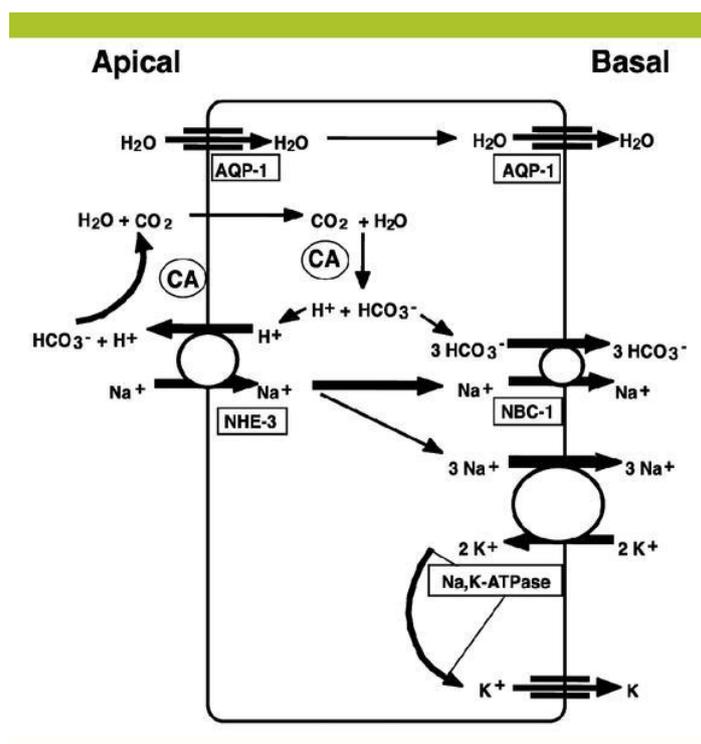
Une acidose respiratoire est caractérisée par une diminution du pH sanguin, donc une augmentation de la concentration en protons (Tableau 2), qui résulte de l'élévation de la concentration en CO₂ pulmonaire dans le sang. En revanche, l'acidose métabolique se manifeste par une incapacité des reins à éliminer les protons H⁺. Un patient atteint de Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) peut se retrouver en hypoventilation

alvéolaire, le patient n'arrivant plus à éliminer correctement le CO₂ pulmonaire. En effet, les échanges entre les alvéoles pulmonaires et les capillaires sanguins pulmonaires seront moins fréquents. La pression partielle en CO₂ augmente et dépasse les 42 millimètres de mercure (mmHg), ce qui provoque une hypercapnie, c'est-à-dire une augmentation de la concentration de CO₂ artériel. Le taux de H⁺ sanguin augmente proportionnellement à l'augmentation du taux de CO₂ pulmonaire selon la réaction suivante : CO₂ + H₂O => H⁺ + HCO₃⁻. Ainsi, une hypercapnie chronique augmentera significativement la concentration en bicarbonate. (40)

Tableau 2 : Valeur du pH et concentration des protons hydrogène dans l'alcalose et l'acidose (40)

	pH	(H ⁺) nmol/L
Alcalose	7,70	20
	7,60	25
	7,50	30
Normal	7,40	40
	7,30	50
	7,20	65
Acidose	7,10	80

Les reins vont compenser l'apparition de cette acidose en éliminant le maximum de proton H⁺ par voie urinaire.



● Légende de la figure 20 :

- AQP-1 : Aquaporine-1
- NHE-3 : Echangeur sodium-hydrogène-3
- NBC-1 : Echangeur sodium-bicarbonate-1
- NaK-ATPase : Echangeur sodium-potassium
- CA : Enzyme anhydrase carbonique

Figure 20 : Échanges moléculaires dans le tubule contourné proximal (41)

En effet, dans les reins, au niveau du tubule contourné proximal, la concentration en proton H^+ augmente, selon la réaction suivante : $CO_2 + H_2O \Rightarrow HCO_3^- + H^+$, grâce à une enzyme, l'anhydrase carbonique (AC). Le tampon ici sera le bicarbonate HCO_3^- qui va fixer les protons H^+ , comme le montre la figure 20. Cette réaction s'amplifie, et les protons H^+ passent la membrane du tubule contourné proximal au niveau apical, pour être excrétés dans la lumière tubulaire en vue de leur élimination.

Coté basal, les bicarbonates HCO_3^- seront régénérés en grande quantité en direction des capillaires péri tubulaires. Lorsqu'un proton H^+ est excrété, un potassium K^+ est relâché vers le plasma, ce qui augmente la kaliémie. Il est essentiel d'être extrêmement vigilant, car chez les patients souffrant d'une pathologie cardiaque, une augmentation soudaine du taux de potassium (K^+) peut provoquer un arrêt cardiaque. En augmentant l'excrétion des protons H^+ , le pH peut être augmenté, rétablissant ainsi l'équilibre. (42)

2) Alcalose respiratoire

Chez une personne qui fait une activité sportive intense prolongée, la respiration devient rapide et accélérée, une hyperventilation survient et peut provoquer une alcalose respiratoire. En effet, la pression partielle en CO_2 diminue dans les alvéoles pulmonaires, ce qui augmente les échanges sanguins entre les alvéoles et les capillaires pulmonaires.

La pCO_2 diminue en dessous de 38 mmHg, ce qui crée une diminution de la concentration plasmatique en CO_2 , c'est-à-dire une hypocapnie. L'élimination pulmonaire des protons H^+ à partir du CO_2 est de plus en plus importante. Le pH augmente et une alcalinisation du sang a lieu. Le patient se retrouve alors en alcalose respiratoire. Le système de compensation du rein se met en place en diminuant l'excrétion de proton H^+ . La réaction du système tampon qui va

dans le sens de la formation des protons H^+ va ralentir. L'objectif est de garder le maximum de protons H^+ , de ce fait, ils vont être de moins en moins excrétés dans les urines, ce qui diminue le pH et restaure l'équilibre. (40)

E) Fonction endocrine : Synthèse hormonale

Le rein peut sécréter certaines hormones indispensables à la régulation métabolique, mais il peut aussi se retrouver dans une cascade de réaction endocrine pour avoir une action hormonale lui-même.

1) L'érythropoïétine (EPO)

A l'âge adulte, l'EPO est une hormone circulante synthétisée à 90 % par le rein. Elle est sécrétée par les cellules péri-tubulaires ainsi que par les cellules endothéliales des capillaires. L'EPO est un facteur de croissance d'origine naturelle indispensable à la maturation des globules rouges et a donc une action médullaire. Il est important de noter que l'EPO est synthétisée par l'organisme uniquement lorsque cela est nécessaire et n'est pas stockée de manière significative. En cas de diminution du taux d'oxygène (hypoxie), le rein va synthétiser de plus en plus d'EPO pour augmenter la quantité de globules rouges transportant l'oxygène.

Avant une compétition sportive, il est courant que les athlètes se rendent en altitude dans le cadre de leur préparation physique. Cela vise à bénéficier de l'effet naturel de l'altitude sur la production d'EPO afin de favoriser une meilleure fixation de l'oxygène aux niveaux pulmonaires et améliorer également l'apport d'oxygène aux muscles. Ces adaptations permettent aux athlètes d'améliorer leurs performances sportives, notamment en termes d'endurance et de récupération physique.

L'utilisation de l'EPO synthétique ou dérivée est interdite dans le contexte sportif en raison de son statut de substance dopante. Ces médicaments sont spécifiquement développés pour traiter des patients présentant un déficit en EPO, tels que ceux atteints d'IRC sous dialyse et hémodialyse.

2) Les prostaglandines

Les prostaglandines sont des hormones qui jouent un rôle dans divers processus physiologiques tels que la coagulation et l'inflammation. Dans les reins, les prostaglandines peuvent provoquer une dilatation des vaisseaux sanguins, ce qui entraîne une augmentation du débit sanguin rénal et, en conséquence, cela peut augmenter du DFG et réduire la réabsorption de sodium.

3) La parathormone

L'hormone parathyroïdienne ou parathormone (PTH) est une hormone peptidique synthétisée par les glandes parathyroïdes. Chez la plupart des individus, il y a quatre glandes parathyroïdes situées à l'arrière, sur la face postérieure de la thyroïde. La thyroïde étant assez volumineuse, elle est positionnée sur la face antérieure du cou et est composée d'un isthme reliant deux lobes. Pour pouvoir libérer facilement les hormones dans la circulation sanguine, la thyroïde est richement vascularisée.

Chaque glande parathyroïde est constituée d'un petit enchevêtrement de cellules. Le principal rôle de la PTH est la régulation de la calcémie sanguine et de manière indirecte celle du phosphate et de la vitamine D. L'organisme doit maintenir un pool de calcium stable, car celui-ci joue un rôle essentiel dans la synthèse osseuse, qui est effectuée par les ostéoblastes à partir des cristaux d'hydroxyapatite, composés de phosphate et de calcium.

Le calcium est également indispensable dans certaines activités cellulaires, il joue un rôle de second messager au niveau de la signalisation intracellulaire et pour activer l'exocytose des vésicules dans la synapse au niveau de la membrane présynaptique. Il permet surtout d'agir sur les muscles et d'augmenter ainsi la contraction de ces derniers.

Plusieurs organes vont pouvoir réguler la calcémie : l'os, l'intestin et le rein.

De ce fait, trois hormones vont intervenir dans cette régulation :

- La PTH
- La vitamine D
- La calcitonine

Lorsque les récepteurs de la calcémie situés sur les glandes parathyroïdes détectent une diminution de la concentration de calcium dans le plasma sanguin, cela entraîne une augmentation de la libération de PTH par exocytose.

La PTH, tout comme la vitamine D, ont une action hypercalcémiant et hypophosphatémiant. Il y aura une augmentation de la résorption osseuse grâce aux ostéoclastes qui vont dégrader et lyser la trame osseuse afin de libérer le calcium. L'absorption intestinale de calcium est également augmentée, ainsi que sa réabsorption rénale. La stimulation de la vitamine D, une hormone stéroïde, aura un impact direct en augmentant la résorption osseuse, l'absorption intestinale de Ca^{2+} et la réabsorption rénale de calcium. Il y aura également une diminution de la réabsorption du phosphate par les reins.

La vitamine D est d'abord sous une forme inactive, elle subit une première réaction d'hydroxylation en position 25 pour donner la 25-OH -vitamine D dans le foie. Ce dernier subira une deuxième hydroxylation en position 1 dans le rein pour donner la forme biologiquement active de la vitamine D : la 1-alpha-25-dihydroxy-vitamine D, également appelée calcitriol. (43)

Lorsque le calcium est suffisamment augmenté, un rétrocontrôle négatif a lieu afin d'empêcher une trop grande augmentation de la calcémie. La calcitonine agit uniquement au niveau osseux en diminuant la résorption osseuse : elle est hypocalcémiant et hypophosphatémiant.

Un manque de vitamine D diminue la minéralisation osseuse et fragilise les os et peut provoquer des pathologies osseuses comme l'ostéomalacie chez l'adulte et le rachitisme chez les enfants.

III- Physiologie du rein : Bilan hydroélectrolytique

A) Tubule contournée proximal (TCP)

Le tubule contourné proximal (TCP) a pour principal objectif de favoriser la réabsorption de sodium, d'eau et de potassium, permettant ainsi de récupérer environ 65 % de ces composés. Cette réabsorption est influencée par le gradient de sodium créé par la pompe Na/K/ATPase présente dans la membrane basolatérale (Figure 21).

Comme le montre la figure 21, le sodium peut passer de la lumière tubulaire vers les cellules épithéliales du TCP de deux manières principales :

- Par l'utilisation d'un co-transporteur Na^+ /Glucose appelé symport.
- En étant échangé contre des ions hydrogène à travers un antiport Na^+ / H^+ .

Ces deux transporteurs se trouvent sur la membrane apicale (ou luminale) du TCP et utilisent un mécanisme de diffusion facilitée.

Le sodium passe la membrane basolatérale en direction des capillaires péri-tubulaires grâce à la pompe $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPase}$ qui réabsorbe 3 Na^+ et les échange avec 2 K^+ .

Dans ces capillaires péri-tubulaires, l'osmolarité augmente et le milieu devient hypertonique. En conséquence, l'eau va suivre le sodium et être réabsorbée en direction des capillaires péri-tubulaires. (44)

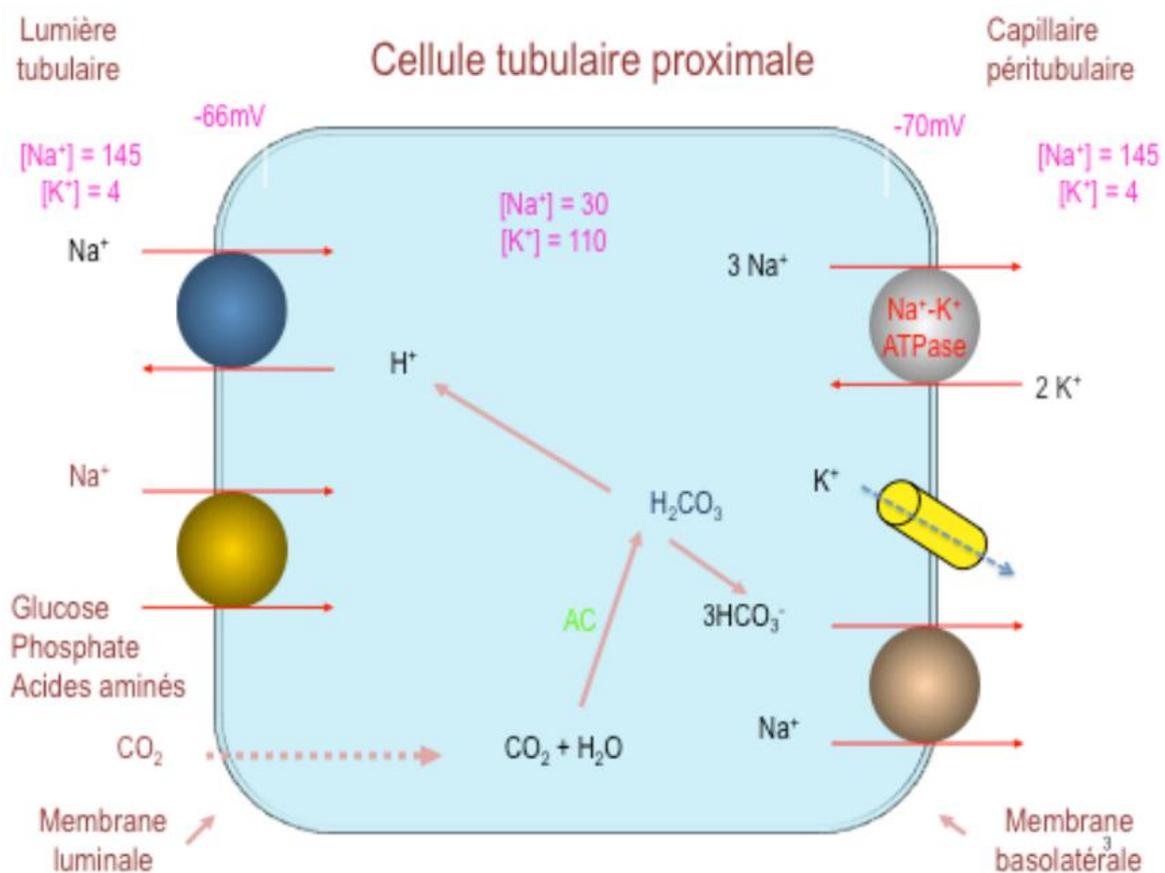


Figure 21 : Mécanismes de transport dans le tube contourné proximal (45)

- Dans la lumière tubulaire du TCP, les protons H^+ se complexent aux ions bicarbonates (HCO_3^-) pour former de l'acide carbonique (H_2CO_3). L'AC catalyse une réaction réversible à partir des H_2CO_3 , formant de l'eau (H_2O) et du CO_2 qui sont réabsorbés dans le tubule contourné proximal et vont produire, par l'intermédiaire de la même enzyme, les protons H^+ et du bicarbonate. Les bicarbonates utilisent le symport Na^+/HCO_3^- au niveau basolatéral pour être réabsorbés vers l'espace interstitiel et capillaire.

Près de 90% des ions bicarbonates sont réabsorbés. Les protons H^+ sont les mêmes qui seront plus ou moins sécrétés au niveau de la membrane apicale pour maintenir l'équilibre acido-basique en fonction du pH.

- La réabsorption du sodium dans les capillaires à un impact sur le potentiel de la lumière tubulaire, qui devient négatif, augmentant ainsi la réabsorption passive du chlore, qui représente environ 50%.

- La réabsorption d'eau modifie celle de l'urée qui augmente de manière passive dans le liquide tubulaire.

- Le glucose et les acides aminés utilisent le même mécanisme : à l'aide du co-transporteur glucose/sodium et acide aminées/glucose, 100 % du glucose et des acides aminés (AA) sont réabsorbés au niveau du TCP. En condition physiologique, il n'y a pas de glucose dans l'urine définitive.

- Le calcium est réabsorbé à 65% de façon passive et suit celle de l'eau et du sodium.

B) Anse de Henlé

1) Branche descendante fine de l'anse de Henlé :

Cette partie possède un épithélium aplati squameux ou pavimenteux et très peu de microvillosités. En conséquence, il n'y aura pas de réabsorption des électrolytes (Na^+ , K^+ , Cl^-). Cependant, elle est très perméable à l'eau. Il va donc y avoir exclusivement une réabsorption passive d'eau (15% de l'eau totale) grâce à des transporteurs : les aquaporines. Plus on progresse dans la branche, moins il y a d'eau dans l'urine primitive, ce qui entraîne

une augmentation de l'osmolarité et une urine plus concentrée. En effet, l'osmolarité passe de 300 mOsm/L à 1200 mOsm/L, créant ainsi un gradient osmotique corticopillaire. (44)

2) Branche ascendante large de l'anse de Henlé :

Son épithélium est épais avec une richesse cellulaire : on y retrouve des mitochondries qui confèrent à cette partie du rein une forte activité métabolique afin de fournir l'énergie nécessaire pour la réabsorption du sodium. La branche ascendante est imperméable à l'eau et laisse passer les solutés. Il n'y a pas d'aquaporines ici, donc pas de réabsorption d'eau. Il y aura exclusivement une réabsorption passive des électrolytes, soit environ 25% du Na^+ , K^+ et du Cl^- à ce stade.

L'osmolarité va alors diminuer, tout en diluant progressivement l'urine. C'est à ce niveau-là que certains médicaments vont agir, comme le furosémide, qui est indiqué dans le traitement de l'hypertension artérielle (HTA) et des œdèmes liés à une insuffisance cardiaque, rénale ou hépatique.

C) Tubule contourné distal (TCD) :

1) Portion initiale du tubule contourné distal :

Cette portion est dans la continuité de la branche ascendante de l'anse de Henlé et présente une imperméabilité à l'eau et une réabsorption sodique et potassique. Les urines seront de plus en plus diluées puisque l'osmolarité du liquide tubulaire continue de diminuer. C'est sur cette partie du TCD que les hormones ADH et aldostérone vont pouvoir agir. Il y aura donc une réabsorption de Na^+ et de Cl^- . La première partie du TCD et le segment large ascendant de l'anse de Henlé constituent le segment diluant du tubule rénal. (21)

2) Portion terminale du tubule contourné distal :

Dans cette partie du TCD, d'autres mécanismes sont mis en jeu en raison de la présence de nombreuses cellules principales, dont le rôle est de réguler l'homéostasie. Comme on peut le voir figure 22, le Na^+ et K^+ vont pouvoir aller dans le sens de leur gradient de concentration à travers leur canaux respectifs, le tout stimulé par l'aldostérone qui ouvrira les canaux situés

sur les membranes basolatérales et apicales, permettant ainsi la réabsorption du Na^+ et la sécrétion du K^+ .

L'hormone ADH pourra aussi intervenir pour augmenter la réabsorption d'eau. Tandis que les cellules intercalées vont réguler l'équilibre acido-basique en réabsorbant les K^+ et en sécrétant des protons H^+ ou HCO_3^- .

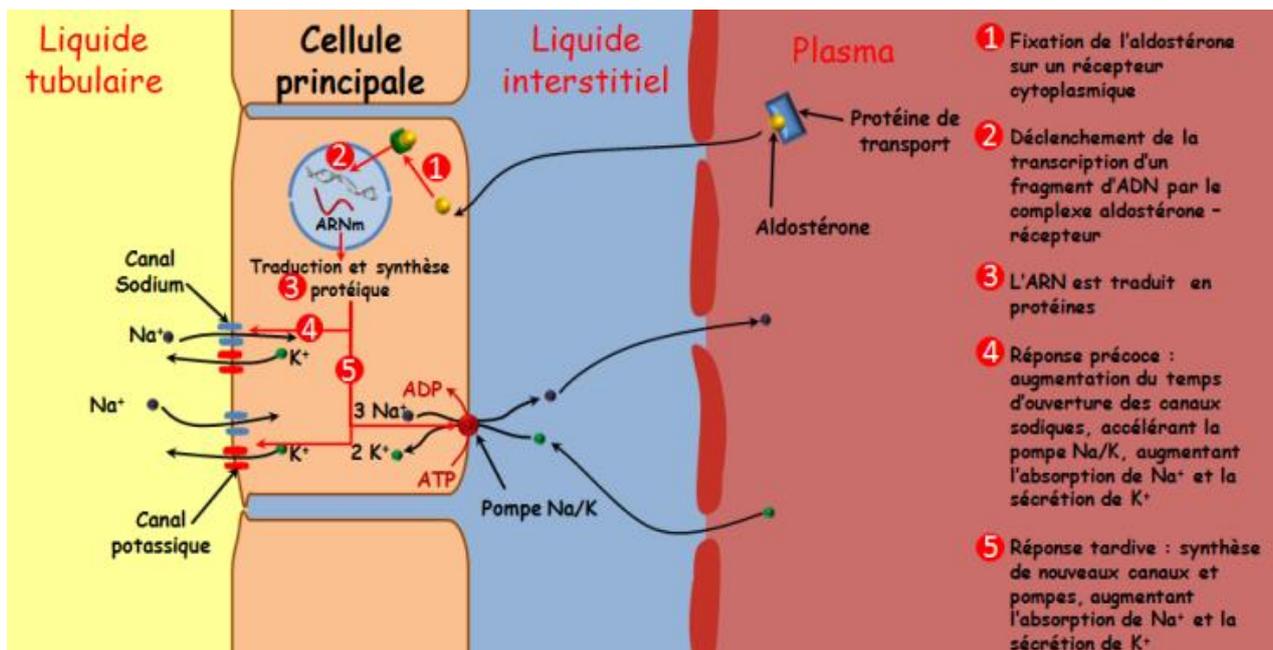


Figure 22 : Échanges moléculaires au sein du tubule contourné distal (46)

D) Tube collecteur (TC)

Le tube collecteur est perméable à l'eau sous l'effet de l'ADH, indépendamment de la réabsorption du sodium. Il y aura donc une réabsorption d'eau ainsi qu'une acidification de l'urine.

La concentration des urines dépend des besoins spécifiques de l'organisme en matière d'équilibre hydrique et électrolytique.

À la sortie du TC, l'urine pourra être soit hypotonique, soit isotonique ou encore hyperosmolaire par rapport au plasma.

Le tableau 3 résume les différents mécanismes précédemment explicités dans cette partie :

Tableau 3 : Récapitulatif des taux et des mécanismes de réabsorption et de sécrétion le long des tubules rénaux (47)

Segment du tubule	Perméabilité à l'eau	Substances réabsorbées	Taux de réabsorption	Mécanisme
TCP	Oui	Na ⁺	65 %	Transport actif
		K ⁺	65 %	Diffusion passive
		Eau	65 %	Osmose, réabsorption obligatoire
		Glucose, a. aminés, vitamines	100 %	Transport actif
		Bicarbonates	90 %	Transport actif
		Cl ⁻	50 %	Diffusion passive
Anse de Henlé				
Branche descendante	Oui	Eau	15 %	Osmose
Branche ascendante	Non	Na ⁺ , K ⁺ , 2Cl ⁻	25 %	Transport actif
TCD premier segment		Na ⁺ , Cl ⁻		
TCD et tubule collecteur				
Variable	Variable	Na ⁺ , K ⁺	Variable	Transport actif, nécessite l'aldostérone
		H ⁺ , K ⁺ , HCO ₃ ⁻	Variable	Transport actif
		Eau	Variable	Osmose, nécessite l'ADH

IV- Insuffisance rénale chronique

A) Définition

Selon la Haute autorité de santé (HAS) : « L'insuffisance rénale chronique (IRC) est définie par une diminution progressive et irréversible du DFG, qui reflète le fonctionnement rénal. Le DFG est estimé à partir de la créatininémie en utilisant l'équation *Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration* (CKD-EPI). Le seuil convenu pour définir la baisse du DFG est < 60 mL/min/1,73 m². » (1)

B) Épidémiologie

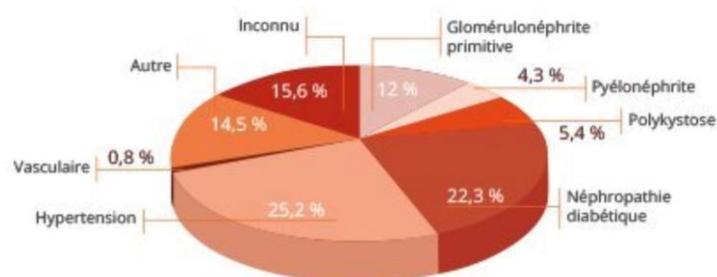
Les reins peuvent être atteints directement au niveau de leur structure anatomique ou de leur physiologie, mais peuvent également être touchés secondairement par une pathologie systémique de l'organisme comme l'HTA ou le diabète.

Une personne sur dix en France serait atteinte d'une pathologie rénale : c'est un vrai enjeu de santé publique. Selon la HAS : « le risque d'évolution vers le stade de suppléance nécessitant la dialyse ou une greffe rénale est faible dans l'absolu, la prévalence de l'IRCT étant de l'ordre de 1 pour 1 000, mais l'existence d'une maladie rénale chronique augmente le risque d'évènements cardiovasculaires et de mortalité cardiovasculaire ». (1)

Chaque année, il y a de plus en plus de patients qui ont besoin d'un traitement de suppléance. Ce chiffre est en augmentation de 4 % par an. Fin 2018 : « Le coût de prise en charge des patients en traitement de suppléance pour l'assurance maladie est élevé, dépassant 4 Md d'euros, 82 % de ce montant est consacré à la dialyse ». (1)

Les pays industrialisés voient une augmentation croissante du nombre de personnes âgées touchées, car l'âge moyen des patients commençant la dialyse continue d'augmenter.

Selon une étude de l'INSERM réalisée en 2015, les chercheurs ont réussi à catégoriser les maladies rénales qui ont abouti à une insuffisance rénale terminale (IRT). A l'aide d'un diagramme circulaire montrant la répartition des maladies rénales ayant conduit à l'IRT (Figure 23), les principales atteintes rénales aboutissant à une IRT sont l'HTA, suivie de la néphropathie diabétique et de la glomérulonéphrite chronique qui représentent à eux trois plus de 50 % des IRT.



Exprimées en pourcentage des nouveaux cas (source : Rapport d'activité 2015 du REIN)

Figure 23 : Diagramme illustrant la répartition des maladies rénales ayant conduit à une insuffisance rénale terminale – données de l'année 2015 (48)

C) Classification des différents stades d'insuffisance rénale chronique

Le DFG permet de classer les stades de la MRC. Le DFG d'un individu (homme ou femme) doit être au-dessus de 90 mL/min/1,73 m². (1)

- Un DFG inférieur à 90 mL/min/1,73 m² et supérieur à 60 mL/min/1,73 m² signifie que le patient est en insuffisance rénale légère.
- Un DFG inférieur à 60 mL/min/1,73 m² et supérieur à 30 mL/min/1,73 m² correspond à une insuffisance rénale modérée.
- Un DFG inférieur à 30 mL/min/1,73 m² et supérieur à 15 mL/min/1,73 m² correspond à une insuffisance rénale sévère.
- Un DFG inférieur à 15 mL/min/1,73 m² correspond à une insuffisance rénale terminale.

Tableau 4 : Les différents stades de l'insuffisance rénale (49)

Stade	DFGe (ml/min/1,73 m ²)	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 Stade 3B : entre 30 et 44	Insuffisance rénale chronique modérée
4	Entre 15 et 29	Insuffisance rénale chronique sévère
5	< 15	Insuffisance rénale chronique terminale

D) Diagnostic et dépistage : marqueurs associés d'atteinte rénale

Afin de diagnostiquer une IRC, il faut dans un premier temps faire une anamnèse afin de récolter les premières informations. L'objectif est de vérifier si le patient présente des antécédents rénaux personnels ou familiaux, s'il prend des médicaments potentiellement néphrotoxiques, ou s'il a été exposé à des particules néphrotoxiques telles que le mercure ou le plomb, par exemple. Une intoxication rénale d'origine alimentaire peut également être suspectée.

En fonction des réponses du patient, il faudra dans un second temps faire des examens cliniques, paracliniques et biologiques. Il sera nécessaire de vérifier l'état des reins. Le médecin pourra faire une palpation des reins pour détecter d'éventuelles douleurs ou masses. Une échographie rénale pourra être demandée afin d'apprécier la structure histologique des

reins (taille, forme, présence de kyste...). Un scanner pourra être réalisé pour vérifier l'absence d'œdèmes. Les voies rénales/urinaires peuvent aussi être obstruées.

Le médecin généraliste pourra aussi demander une échographie de la vessie, un écho-doppler des artères rénales et, dans de rare cas, une biopsie rénale pour rechercher la présence de lésions glomérulaires primitives ou secondaires.

L'examen le plus important afin de diagnostiquer une IRC sera la réalisation d'un examen biologique. Une prise de sang sera nécessaire afin de vérifier dans un premier temps la numération de la formule sanguine (NFS) comprenant le dosage plasmatique du sodium, du potassium, des chlorures, de l'urée, du glucose, du CO₂ total, du bicarbonate, du calcium, de l'albumine et de la créatinine.

Cette NFS sert à voir s'il y a la présence d'une anomalie hydroélectrolytique, acido-basique ou phosphocalcique. Les indicateurs les plus importants à surveiller dans les bilans rénaux sont la créatinine, l'albumine et l'urée.

Lors d'une IRC, on observera une augmentation de la créatinine et de l'urée.

À la suite de la dégradation de la créatine musculaire, la créatinine est un déchet obtenu à partir de la créatine que le corps va éliminer au niveau rénal. La créatinémie permet de refléter la fonction rénale de chaque individu et dépend de la masse musculaire. Si les reins ne fonctionnent plus correctement et n'arrivent plus à éliminer les déchets comme la créatinine, la valeur de la créatinine sera élevée dans l'organisme.

Le calcul de la clairance de la créatine est important pour vérifier la présence d'une potentielle IRC et de classer cette dernière. Ce calcul va permettre de s'affranchir de la masse musculaire.

De manière générale, la clairance d'une substance donnée correspond à la capacité d'un organe à éliminer cette substance par unité de temps. La clairance rénale plasmatique correspond donc au volume sanguin totalement épuré par le rein par unité de temps (mL/min). Elle mêle à la fois les processus de filtration, de sécrétion et de réabsorption.

$\text{Clairance rénale} = \text{Clairance de filtration} + \text{Clairance de sécrétion} - \text{Clairance réabsorption}$
--

La formule de la clairance la plus utilisée et qui reflète également le DFG est la formule de Cockcroft et Gault :

$$\text{Clairance de la créatinine} = \frac{1,23 * (140 - \text{âge}) * \text{poids}}{\text{créatininémie}} * k$$

Avec :
Âge en années
Poids en kilogrammes
Créatininémie en $\mu\text{mol/L}$
 $k = 1$ pour les hommes et $k = 0,85$ pour les femmes

Figure 24 : Formule de Cockcroft et Gault (50)

Pour diagnostiquer une IRC chez l'adulte, il est essentiel d'évaluer la fonction rénale. Cela se fait en mesurant la créatininémie, qui reflète la quantité de créatinine dans le sang, et en utilisant la formule de Cockcroft et Gault pour estimer le DFG. C'est un indicateur important de la capacité des reins à filtrer le sang, ce qui permet de détecter une insuffisance rénale. (Figure 24)

Il faudra également faire un examen des urines pour vérifier le dosage urinaire du sodium, du potassium, de la créatinine, de l'urée, du glucose et des protéines. Une mesure de la diurèse sera également réalisée ainsi que la vérification de la présence de sang dans les urines (hématurie).

Pour rappel, à l'état physiologique, nous ne sommes pas censés retrouver des protéines dans les urines. Une hématurie (globules rouges supérieur à 10 000/mL) associée à un syndrome néphrotique correspond à un syndrome néphrotique impur. On parle de syndrome néphrotique lorsqu'il y a une atteinte de l'albuminémie, une diminution de la protidémie sanguine et une augmentation de la protéinurie urinaire.

Les marqueurs spécifiques d'atteinte rénale sont l'albuminurie et la protéinurie. S'il n'y a pas d'infection, la présence de globules blancs supérieure à 10 000/mL montre qu'il peut y avoir une atteinte rénale. Des examens complémentaires peuvent être faits afin de chercher les conséquences cliniques et les étiologies, comme par exemple : un protéinogramme, une électrophorèse des protéines urinaires afin d'apprécier la sélectivité, ainsi qu'une exploration immunologique et une recherche d'auto-anticorps dirigés contre les reins, tels que les anticorps dirigés contre la membrane basale du glomérule.

E) Facteurs de risque

Il existe une population d'individus chez lesquels il est important de réaliser une surveillance, car ils ont un risque plus élevé de développer une IRC.

Selon la HAS, les facteurs de risques sont :

- Être âgé de plus de 65 ans
- Être un homme
- Avoir des antécédents familiaux de pathologie rénale
- Grossesse
- Avoir la peau noire
- HTA et maladies cardiovasculaires
- Diabète
- Maladies auto-immunes
- Syndrome métabolique
- Obésité
- Utilisation de médicaments néphrotoxiques
- Chimiothérapie
- Utilisation d'injection de produit de contraste iodé
- Hépatopathies
- Avoir des conditions socio-économiques précaires
- Maladie urinaires (malformation urinaire, uropathie, lithiase rénale)

F) Évolution de l'insuffisance rénale terminale

Avant d'entrer en dialyse, les patients ne sont pas toujours informés de leur IRC. Cette pathologie s'installe progressivement et peut rester pendant plusieurs années silencieuse et asymptomatique. C'est d'autant plus le cas chez les patients âgés, puisqu'avec l'âge, le DFG diminue de façon significative. En cas de défaut de prise en charge d'un patient IRC avant l'entrée en dialyse, il pourra subir une IRT irréversible et n'aura d'autre choix que de faire des séances à vie d'hémodialyse. Dans d'autre cas, si la situation le permet, une transplantation d'un greffon rénale sera nécessaire.

Partie 2 : Approche nutritionnelle de l'insuffisance rénale chronique chez le patient hémodialysé

I- Généralités

Quelle que soit l'étiologie de l'IRC, la capacité des reins à filtrer et éliminer des médicaments, des déchets, mais aussi des nutriments, sera fortement perturbée, c'est pour cela qu'un apprentissage alimentaire et nutritionnel est indispensable pour ces patients afin d'améliorer leur qualité de vie. Cependant, il est important de noter que les conseils alimentaires et nutritionnels ne seront pas les mêmes à chaque étape de l'insuffisance rénale. Dans cette partie, nous nous concentrerons plus spécifiquement sur la nutrition des patients en hémodialyse. Avant d'entrer dans les détails de cette phase, il est essentiel de comprendre qu'il existe déjà des recommandations nutritionnelles données aux patients en pré-dialyse.

En effet, **un apport hydrique** adéquat est essentiel pour les patients en pré-dialyse. Il est recommandé de maintenir un apport en eau égal à la diurèse + 500 mL d'eau par jour. La restriction de **sodium** est importante pour gérer la pression artérielle et réduire la charge de travail des reins. Par conséquent, il est recommandé de limiter la consommation de sel à 6 g/j. La gestion du **potassium** devient une préoccupation lorsque les niveaux de potassium, dépassent 5 mmol/L. Dans de telles situations, il est conseillé de restreindre l'apport en potassium à des niveaux compris entre 2 et 2,7 g. Les **besoins énergétiques** varient considérablement d'un patient à l'autre, mais en général, ils sont de l'ordre de 30 à 35 kcal/kg/j. La gestion des **protéines** est un élément clé de l'approche nutritionnelle en pré-dialyse. Les recommandations diffèrent pour les patients diabétiques et non diabétiques. *Les patients diabétiques* doivent limiter leur apport en protéines à 0,8 g/kg/j, tandis que les *patients non-diabétiques* devraient viser 0,6 g/kg/j. Cette restriction aide à ralentir la dégradation de la fonction rénale et à réduire le risque d'hyperparathyroïdie secondaire et d'acidose. Il est recommandé que **les lipides** représentent de 30 à 35 % de l'apport énergétique total, tandis que les **glucides** devraient constituer 50 à 55 % de l'apport énergétique total. Enfin, les apports en calcium et en bicarbonate doivent être ajustés en fonction des besoins spécifiques de chaque patient. (51) (52) De plus, pour faciliter la compréhension de ces recommandations nutritionnelles, nous introduirons plus tard un tableau qui récapitule les principaux points à considérer. → *se référer au paragraphe « 7) L'apport en fibres » p 93*. Ce tableau servira de guide tout au long de notre discussion sur la nutrition des patients hémodialysés, en mettant en évidence les différences par rapport aux recommandations en pré-dialyse.

A) L'Hémodialyse

Il existe deux techniques d'épuration extra-rénale : la dialyse péritonéale et l'hémodialyse. Dans cette thèse, nous aborderons la technique de l'hémodialyse, car elle s'applique spécifiquement à la population étudiée.

1) Définition

Cette technique d'épuration extra-rénale mime artificiellement les fonctions rénales et est utilisée chez les patients atteints d'insuffisance rénale pour éliminer rapidement les déchets, notamment en cas d'incapacité du système rénal à éliminer l'eau et certains électrolytes.

Les principales raisons qui entraînent une diminution du DFG en dessous de 15 mL/min/1,73m², nécessitant ainsi des séances d'hémodialyse, sont les suivantes :

- Diabète
- HTA
- Obstruction des voies urinaires
- Certaines malformations rénales (glomérulonéphrite et maladie rénale polykystique)
- Maladies auto-immunes (lupus érythémateux disséminé)

Il existe différentes façons de faire ces séances : en centre spécialisé d'hémodialyse, soit en unité d'auto-dialyse (UAD), soit en unité de dialyse médicalisée (UDM), ou encore à domicile.

L'hémodialyse est un procédé thérapeutique, temporaire ou permanent, qui exige trois séances par semaine, d'environ 4 à 5 heures chacune, ce qui nécessite des voies d'accès vasculaires pérennes, telles qu'une fistule artérioveineuse (FAV) ou la pose d'un cathéter.

2) La fistule artérioveineuse (FAV)

L'hémodialyse nécessite un circuit sanguin avec un débit suffisamment puissant, généralement compris entre 250 à 400 mL/min. Lorsque la pose d'une FAV est possible, une intervention chirurgicale sous anesthésie locale sera réalisée, nécessitant une journée d'hospitalisation. Cette intervention vise à dilater la veine superficielle (qui a une paroi trop fine pour supporter plusieurs cycles de filtration) et à augmenter son débit.

Comme illustré dans la figure 25, une veine superficielle à faible débit est raccordée à une artère à débit élevé, formant ainsi une communication artérioveineuse appelée anastomose. (53)

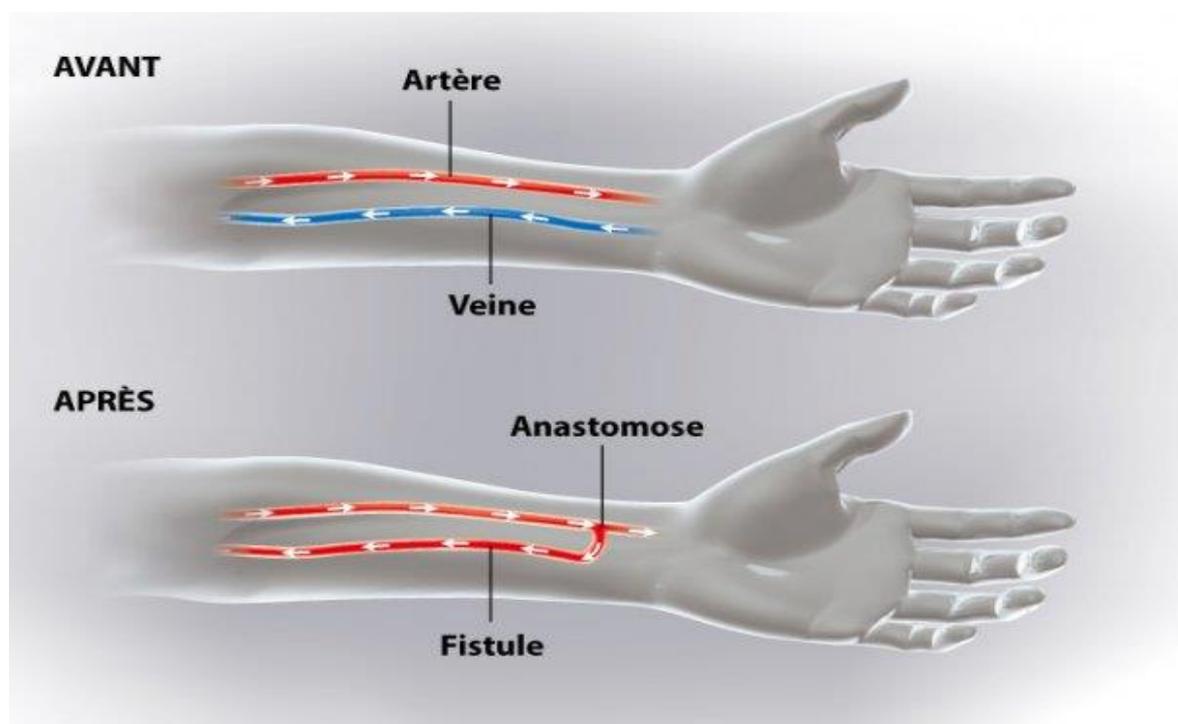


Figure 25 : Schéma de la création d'une anastomose artérioveineuse pour la pose d'une fistule artérioveineuse (53)

La possibilité de poser une fistule dépend de différents paramètres, tels que l'évolution de l'IRC, les comorbidités et la cartographie veineuse et artérielle spécifique à chaque patient. Une veine superficielle préalablement choisie est utilisée pour placer deux aiguilles, l'une servant à prélever le sang contenant les déchets, tandis que l'autre permet le retour d'un sang « purifié » dans l'organisme.

Comme on peut le voir sur la figure 26, le sang est épuré en extra-rénal, c'est-à-dire en dehors des reins, à l'aide d'un appareil appelé « dialyseur » ou « rein artificiel ».

La première aiguille est connectée à un ensemble de « tubes », puis le sang arrive dans le circuit de dialyse et entre en contact avec une solution appelée « dialysat », dont la composition en ions et en eau pure est adaptée au besoin du patient hémodialysé. (54)

Le dialysat et le sang sont séparés par une membrane dialysante semi-perméable, contenant des pores de diamètres précis, à travers lesquels les ions, l'urée, l'acide urique et autres « déchets » provenant du sang passent par diffusion facilitée.

En parallèle, des ions essentiels au patient sont transportés en sens inverse, c'est-à-dire du dialysat vers le sang, en réponse aux disparités de concentrations ioniques entre les deux côtés de la membrane dialysante, en utilisant le même mécanisme, s'effectuant du milieu le plus concentré vers le moins concentré.

Une fois purifié, le sang retourne dans l'organisme du patient via la seconde aiguille, tandis que le dialysat est collecté et éliminé.

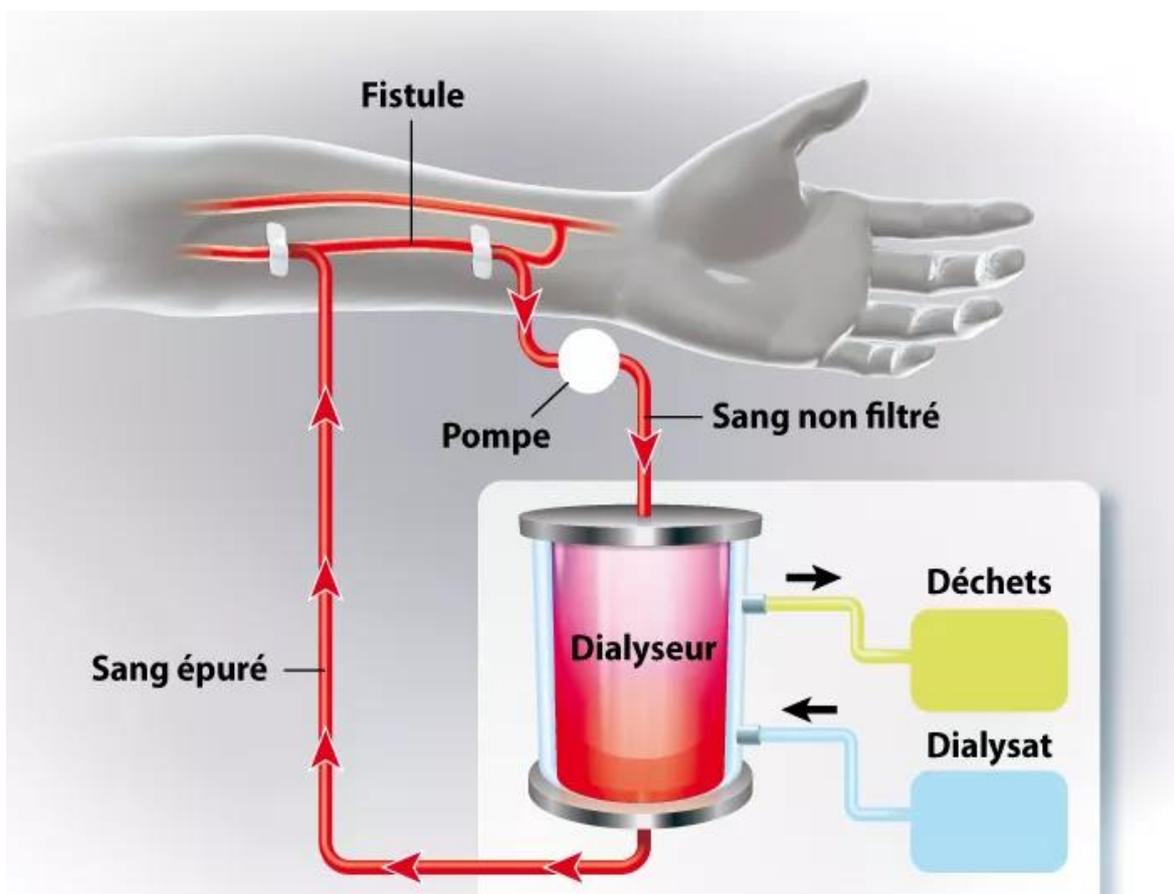


Figure 26 : Filtration des déchets et d'eau à l'aide du « dialyseur » (55)

La composition du dialysat est minutieusement contrôlée pour maintenir un équilibre ionique adéquat, éliminer les déchets du sang et réguler les niveaux de fluides dans le corps du patient.

Ce processus de purification est essentiel pour compenser la perte de fonction rénale chez les personnes atteintes d'IRC. La fistule vasculaire est généralement vérifiée par les infirmières pour s'assurer de son bon fonctionnement et de son efficacité dans le processus de dialyse.



Avantage de la FAV :

- Facilité d'accès à la voie veineuse.
- Risque infectieux moindre.
- Douche et bain possible.
- Utilisation pendant plusieurs années.



Inconvenant de la FAV :

- Se faire piquer lors de chaque séance d'hémodialyse.

3) Le cathéter

Le cathéter veineux central, également connu sous le nom de cathéter « deux canaux », est mis en place lorsque la création d'une FAV n'est pas envisageable, comme chez certains patients âgés ou dans des situations d'urgence. Comme nous pouvons le voir sur la figure 27, il s'agit d'un dispositif médical composé d'un tube creux qui est inséré dans le système veineux, généralement dans la veine jugulaire au niveau du cou ou dans la veine fémorale au niveau de la cuisse. (56)

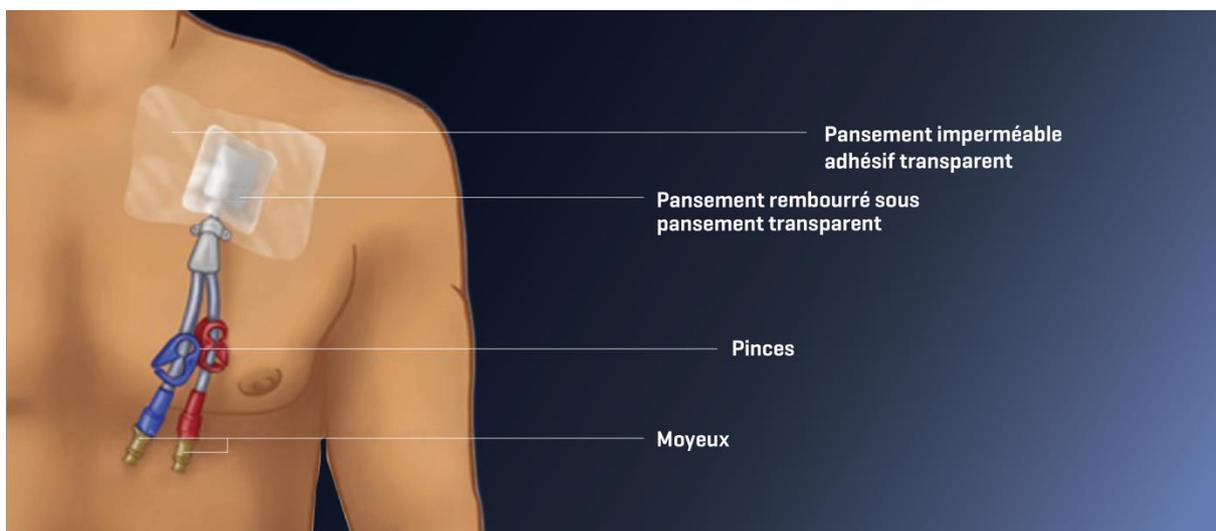


Figure 27 : Schéma montrant la pose d'un cathéter et sa structure (57)

Le cathéter central se compose de deux parties : une partie visible à l'extérieur de l'organisme et une partie à l'intérieur de l'organisme, qui traverse la peau pour atteindre la veine. Sa mise en place nécessite une intervention chirurgicale d'environ une heure.



Avantages du cathéter :

- Évite d'être ponctionné à chaque dialyse.
- Permet de réaliser la dialyse immédiatement, sans attendre.
- Après la séance d'hémodialyse, le cathéter sera fermé par une infirmière afin d'éviter tout risque infectieux potentiel.



Inconvénients du cathéter :

- Risque infectieux très élevé.
- Il est formellement déconseillé aux patients de prendre une douche pendant une longue durée afin de minimiser ces risques infectieux. Les douches rapides sont cependant possibles, mais doivent être prises avec un pansement totalement hermétique à l'eau. Les bains et les baignades sont strictement interdits.
- Le pansement doit être changé à chaque dialyse, et la colle qu'il contient peut provoquer des réactions cutanées allergiques. En cas d'infection au niveau du cathéter et si la pose d'une FAV est toujours impossible, il est impératif de veiller à ne pas réinsérer un cathéter dans la même zone où l'infection s'est produite afin de prévenir une surinfection.
- Les patients auront une altération de leur qualité de vie, car le débit sanguin du cathéter est généralement plus faible que celui d'une fistule. Cela signifie que sur une même durée, l'utilisation d'un cathéter entraînera une épuration moins efficace qu'avec une FAV.
- Dès qu'une sensation de chaleur, de frottement, de démangeaisons ou d'écoulement est ressenti par un patient au niveau du cathéter, il doit en informer immédiatement son médecin coordinateur et les infirmières en dialyse. L'apparition de fièvre est aussi un signe d'alarme à ne pas ignorer. Une surveillance rigoureuse du cathéter doit être effectuée.

B) Impacts et complications de l'hémodialyse sur la qualité de vie des patients

Les complications chez les patients en IRC sont nombreuses et diverses, du fait du rôle essentiel des reins dans l'homéostasie du corps humain.

1) Complications hématologiques, immunologiques et dermatologiques

L'anémie est fréquemment observée chez les patients atteints d'IRC et se manifeste par des signes cliniques spécifiques tels que des troubles des ongles, des problèmes cutanés comme la peau sèche ou le prurit, ainsi que des symptômes digestifs comme la perlèche (affection de la peau qui se caractérise par des fissures ou des crevasses douloureuses aux coins de la bouche). Une hémoglobine normale se situe entre 130 et 170 g/L chez l'homme et 120-160 g/L chez la femme. (58)

Une anémie est caractérisée par une baisse du taux d'hémoglobine en dessous de 130 g/L chez un homme et en dessous de 120 g/L chez une femme.

Les reins sécrètent l'EPO, nécessaire à la production d'hémoglobine. Cependant, chez les patients atteints d'IRC, la production d'EPO diminue, ce qui affecte le niveau d'hémoglobine et provoque l'anémie. Par conséquent, il est essentiel d'identifier la cause sous-jacente de l'anémie, en mesurant les constantes érythrocytaires, telles que :

- Le volume globulaire moyen (VGM) qui permet de définir si une anémie est microcytaire (VGM inférieur à 80 fL) ou macrocytaire (VGM supérieur à 100 fL).
- La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH) qui permet de savoir si l'anémie est hypochrome ou hyperchrome.
- La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH).

Des analyses telles que la mesure du fer sérique, de la capacité totale de fixation de la transferrine, du coefficient de saturation de la transferrine, du fer héminique et de la réserve de fer (ferritine) sont également effectuées.

Le taux de réticulocytes (pré-globules rouges immatures) permet d'évaluer le fonctionnement de la moelle osseuse. Un taux élevé de réticulocytes indique un bon fonctionnement de la moelle osseuse, qualifiant l'anémie de régénérative. En revanche, un taux de réticulocytes très bas caractérise une anémie dite arégénérative.

Les patients atteints d'IRC sont plus sujets aux infections virales et bactériennes en raison de leur état constant d'inflammation, provoqué par les infections et l'accumulation de cytokines pro-inflammatoires, ainsi que le stress oxydant.

L'IRC peut également entraîner diverses complications, notamment une lymphocytopenie, une leucopénie, une splénomégalie (augmentation anormale du volume de la rate) et un syndrome hémorragique. De plus, des manifestations dermatologiques telles qu'une hyperpigmentation et des ecchymoses peuvent également être observées.

2) Complications hydro-électrolytiques

Les reins ne seront plus en mesure d'éliminer efficacement l'eau de l'organisme, ce qui entraînera une rétention hydrosodée et la formation d'œdèmes, pouvant potentiellement se traduire par une prise de poids significative.

De plus, les concentrations en électrolytes seront déséquilibrées. Le sodium, qui suit le mouvement de l'eau, ne sera pas correctement éliminé, ce qui peut conduire à une augmentation de sa concentration dans le sang. Cette élévation du sodium aura un impact sur le système cardiovasculaire, provoquant une élévation de la pression artérielle. Parallèlement, l'incapacité des reins à excréter le potassium peut entraîner une élévation de la kaliémie, augmentant ainsi les risques d'arythmies cardiaques potentiellement mortelles. De plus, une acidose métabolique peut se développer en raison de l'inhibition de l'excrétion rénale des protons H^+ , perturbant ainsi l'équilibre acido-basique de l'organisme.

3) Complications métaboliques et endocriniennes

Une dénutrition protido-calorique est une complication assez courante chez ces patients.

De plus, il peut également se produire une atteinte métabolique, conduisant à une dyslipidémie marquée par une hypertriglycéridémie significative. En général, l'atteinte lipidique débute dès le stade 1 de l'IRC. On retrouve 3 « populations » dans cette situation :

- Les patients IRC de stade 1 à 4,
- Les patients IRC sous hémodialyse
- Les patients IRC sous dialyse péritonéale.

En général, une hypercholestérolémie est observée chez les patients atteints d'IRC et hémodialysés, avec une baisse du « bon cholestérol », c'est-à-dire le HDL-C, et une augmentation de la lipoprotéine A. Les variations de cholestérol total et du « mauvais cholestérol », c'est-à-dire le LDL-C, peuvent varier d'un individu à l'autre. (59)

D'autres manifestations peuvent également être présentes, notamment une ostéodystrophie rénale, une intolérance aux glucides, une hypothermie, une aménorrhée, une anomalie de croissance et de développement, une stérilité et des troubles sexuels.

Une perturbation du métabolisme phosphocalcique peut survenir, ce qui constitue un facteur de risque cardiovasculaire supplémentaire. Au niveau rénal, le DFG diminue en raison de la perte de néphrons, ce qui limite l'élimination du phosphore et entraîne sa rétention. Il en résulte une hyperphosphatémie qui stimule la synthèse d'une protéine : le peptide FGF23.

Ce peptide est majoritairement synthétisé par les ostéoblastes, qui sont impliqués dans la synthèse et la minéralisation osseuse. Le FGF23 inhibe l'enzyme 1-alpha hydroxylase, ce qui entraîne une réduction de la synthèse de la forme active de la vitamine D, conduisant ainsi à une carence en vitamine D. Cette carence induit une diminution de la réabsorption intestinale du phosphore et du calcium, entraînant une hypocalcémie. (60)

L'hypocalcémie associée à l'hyperphosphatémie induite par l'IRC stimule les glandes parathyroïdes. La pathologie osseuse la plus fréquente chez les patients atteints d'IRC est l'hyperparathyroïdie secondaire.

Ces patients présentent souvent des taux élevés de PTH plasmatique, ce qui entraîne une résorption osseuse accrue avec un remodelage osseux important sous l'action des ostéoclastes.

Cette situation aggrave la déminéralisation osseuse et accroît le risque d'ostéopénie, avec un risque significatif de fractures. De plus, il existe un risque d'ostéoporose et de calcifications osseuses dans cette population. (61)

4) Complications neuromusculaires

A un certain stade d'IRC, un syndrome urémique peut se développer. Cela se manifeste par une augmentation des niveaux de créatinine, mais surtout d'urée. Plus l'apport en protéines est élevé, plus la concentration d'urée dans le corps sera élevée. Au-delà d'une concentration de 40 mmol/L, ces déchets azotés peuvent devenir toxiques et provoquer divers troubles neuromusculaires d'origine centrale, notamment une altération de la concentration, des

insomnies, des altérations de la conscience, des mouvements involontaires tels que l'asterixis (mouvements successifs de flexion-extension des poignets et de flexion-latéralisation des doigts), des convulsions, une hyperexcitabilité neuromusculaire, des myoclonies pouvant aller jusqu'au coma et au décès.

Une atteinte neuromusculaire périphérique peut aussi se produire, notamment avec le syndrome des jambes sans repos, qui correspond à une neuropathie périphérique démyélinisante pouvant évoluer vers une neuropathie sensorielle avec un risque de paresthésie et de paralysie, ainsi que des crampes musculaires et une hypersensibilité à la douleur. Ces symptômes peuvent évoluer en une neuropathie motrice. De plus, une fatigue persistante, des troubles du sommeil et des céphalées sont des complications neurologiques fréquentes qui peuvent survenir.

5) Complications pulmonaires et cardiovasculaires

On peut observer des atteintes d'origine pulmonaire, notamment le syndrome du poumon urémique et les œdèmes pulmonaires, ainsi que de nombreuses pathologies cardiovasculaires telles que des arythmies cardiaques, une HTA, une hypotension, une cardiomyopathie, une péricardite et une accélération de l'athérosclérose.

6) Complications gastro-intestinales

Des nausées, des vomissements, et dans certains cas, une anorexie peut survenir, accompagnés de complications telles qu'une hépatite, une péritonite, une ascite réfractaire, un ulcère peptique ou une hémorragie gastro-intestinale.

C) Dénutrition protéino-énergétique (DPE) et apports énergétiques

1) Définition

La dénutrition d'un patient est définie par un déséquilibre nutritionnel qui se traduit par une balance énergétique et/ou protéique négative défavorable, amenant ces patients à une diminution de la masse protéique et des réserves d'énergie.

En effet, selon la HAS : « La dénutrition peut être liée à un ou à une association des facteurs suivants : un déficit d'apport protéino-énergétique, une augmentation des dépenses énergétiques totales, une augmentation des pertes énergétiques et/ou protéiques ». (62)

Des fluctuations hormonales et inflammatoires, un stress oxydatif important, des troubles de la mastication et de la déglutition, un isolement social, ainsi que le suivi d'un régime restrictif peuvent également augmenter les risques de dénutrition.

2) Épidémiologie

La DPE est une cause fréquente de mortalité et de morbidité, notamment cardiovasculaire, chez les patients atteints de stade 5 de la maladie rénale, qu'elle que soit la méthode de dialyse utilisée. Elle peut apparaître à tous les stades de l'IRC mais le risque est plus élevé avec un DFG diminué.

Au niveau mondial, il est difficile de déterminer la prévalence de la DPE, car elle varie d'un pays à l'autre.

De plus, il n'existe pas de critère unique et facilement reproductible dans la pratique clinique pour diagnostiquer avec précision la DPE, ce qui rend l'évaluation de cette condition complexe.

Selon des études récentes, en France, la fréquence de la DPE chez les patients dialysés varie entre 28 et 54 %. (52)

3) Diagnostic

Dans la population des patients sous hémodialyse, on observe une prépondérance significative de sujets âgés (plus de 70 ans), bien que l'on constate également la présence de patients nettement plus jeunes (≥ 18 ans et < 70 ans).

Le diagnostic de la DPE de l'adulte âgé de 18 à 70 ans repose sur plusieurs critères. (Tableau 5)

Critères phénotypiques :

- Un indice de masse corporelle (IMC) inférieur à $18,5 \text{ kg/m}^2$.
- Une perte de poids non-volontaire $\geq 5 \%$ en 1 mois ou $\geq 10 \%$ en 6 mois ou $\geq 10 \%$ par rapport au poids habituel avant le début de la maladie.
- Une diminution quantifiée de la masse musculaire et/ou de la fonction musculaire.

Critères étiologiques :

- Une réduction de la prise alimentaire $\geq 50 \%$ pendant plus d'une semaine, ou toute réduction des apports pendant plus de 2 semaines, par rapport à la consommation habituelle quantifiée ou aux besoins protéino-énergétiques estimés.
- Absorption réduite (maldigestion/malabsorption).
- Situation d'agression (hypercatabolisme protéique avec ou sans syndrome inflammatoire) : pathologie aiguë ou pathologie chronique évolutive ou pathologie maligne évolutive.

Le diagnostic de la DPE sera confirmé si et seulement si nous avons la confirmation d'au moins un critère phénotypique et d'un critère étiologique.

Tableau 5 : Critères diagnostiques de la dénutrition de l'adulte jusqu'à 70 ans (63)

Diagnostic de la dénutrition de l'adulte (≥ 18 ans et < 70 ans)

Une dénutrition est-elle présente ?

Critères pour le diagnostic de dénutrition : présence d'au moins 1 critère phénotypique et 1 critère étiologique

Critères phénotypiques

(1 seul critère suffit)

- Perte de poids $\geq 5\%$ en 1 mois ou $\geq 10\%$ en 6 mois ou $\geq 10\%$ par rapport au poids habituel avant le début de la maladie.
- IMC $< 18,5$ kg/m².
- Réduction quantifiée de la masse musculaire et/ou de la fonction musculaire (cf. texte de la recommandation).

Critères étiologiques

(1 seul critère suffit)

- Réduction de la prise alimentaire $\geq 50\%$ pendant plus d'1 semaine, ou toute réduction des apports pendant plus de 2 semaines, par rapport à la consommation alimentaire habituelle quantifiée ou aux besoins protéino-énergétiques estimés.
- Absorption réduite (maldigestion/malabsorption).
- Situation d'agression (hypercatabolisme protéique avec ou sans syndrome inflammatoire) : pathologie aiguë ou pathologie chronique évolutive ou pathologie maligne évolutive.

Le diagnostic de la DPE de l'adulte âgé de plus de 70 ans repose sur plusieurs critères (Tableau 6) :

Critères phénotypiques :

- Un IMC inférieur à 22 kg/m².
- Une perte de poids non-volontaire $\geq 5\%$ en 1 mois ou $\geq 10\%$ en 6 mois ou $\geq 10\%$ par rapport au poids habituel avant le début de la maladie.
- Une diminution significative de la masse musculaire (sarcopénie) confirmée par une réduction quantifiée de la force et de la masse musculaire.

Critères étiologiques :

- Une réduction de la prise alimentaire $\geq 50\%$ pendant plus d'une semaine, ou toute réduction des apports pendant plus de 2 semaines, par rapport à la consommation habituelle quantifiée ou aux besoins protéino-énergétiques estimés.
- Absorption réduite (maldigestion/malabsorption).

- Situation d'agression (hypercatabolisme protéique avec ou sans syndrome inflammatoire) : pathologie aiguë ou pathologie chronique évolutive ou pathologie maligne évolutive.

Tableau 6 : Critères diagnostiques de la dénutrition de l'adulte à partir de 70 ans (63)

Diagnostic de la dénutrition de l'adulte (70 ans et plus)

Une dénutrition est-elle présente ?

Critères pour le diagnostic de dénutrition : présence d'au moins 1 critère phénotypique et 1 critère étiologique

Critères phénotypiques

(1 seul critère suffit)

- Perte de poids $\geq 5\%$ en 1 mois ou $\geq 10\%$ en 6 mois ou $\geq 10\%$ par rapport au poids habituel avant le début de la maladie.
- IMC $< 22 \text{ kg/m}^2$.
- Sarcopénie confirmée par une réduction quantifiée de la force et de la masse musculaire (cf texte de la recommandation).

Critères étiologiques

(1 seul critère suffit)

- Réduction de la prise alimentaire $\geq 50\%$ pendant plus d'1 semaine, ou toute réduction des apports pendant plus de 2 semaines par rapport à la consommation alimentaire habituelle ou aux besoins protéino-énergétiques.
- Absorption réduite (malabsorption/maldigestion).
- Situation d'agression (avec ou sans syndrome inflammatoire) : pathologie aiguë ou pathologie chronique évolutive ou pathologie maligne évolutive.

Pour les patients âgés de plus de 70 ans, le diagnostic de la DPE sera aussi confirmé si et seulement si nous avons la confirmation d'au moins un critère phénotypique et d'un critère étiologique.

Si cette confirmation est établie, il sera nécessaire de procéder à l'évaluation de l'ampleur de la dénutrition, en distinguant les degrés modéré et sévère, en vue de définir des mesures d'intervention appropriées. (Tableau 7)

Tableau 7 : Critères de sévérité de la DPE chez les sujets de plus de 70 ans (63)

Dénutrition modérée

(1 seul critère suffit)

- $20 \leq \text{IMC} < 22$.
- Perte de poids $\geq 5\%$ et $< 10\%$ en 1 mois ou $\geq 10\%$ et $< 15\%$ en 6 mois ou $\geq 10\%$ et $< 15\%$ par rapport au poids habituel avant le début de la maladie.
- Albuminémie* $\geq 30 \text{ g/L}$.

Dénutrition sévère

(1 seul critère suffit)

- IMC $< 20 \text{ kg/m}^2$.
- Perte de poids $\geq 10\%$ en 1 mois ou $\geq 15\%$ en 6 mois ou $\geq 15\%$ par rapport au poids habituel avant le début de la maladie.
- Albuminémie* $\leq 30 \text{ g/L}$.

4) Examens cliniques et biologiques

→ Examen clinique anthropométrique

Les examens cliniques permettent d'évaluer l'état nutritionnel des patients. Il y a plusieurs approches possibles, chacune présentant des limites et des avantages. La plus commune est la mesure de l'IMC, qui nécessite de déterminer la taille du patient en mètre et le poids en kilogrammes (formule Figure 28).

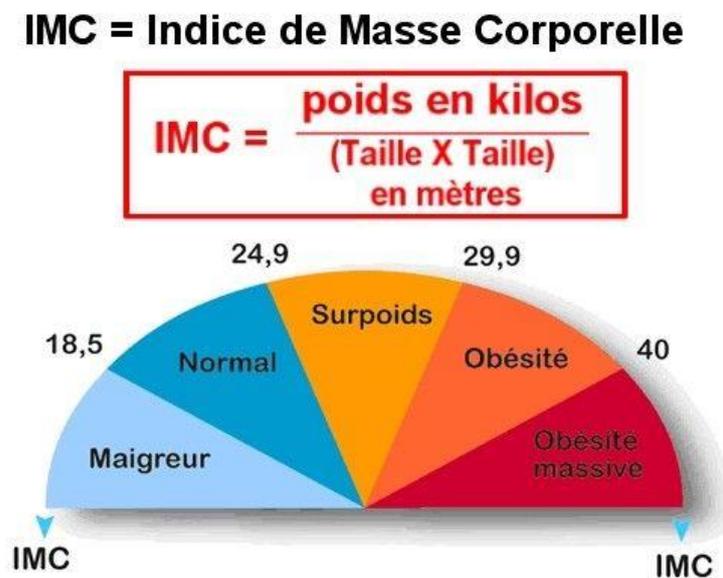


Figure 28 : Formule de l'IMC et les différents stades selon l'IMC (64)

→ Examen musculaire : mesure de la masse musculaire

Outre les examens biologiques pouvant mesurer une diminution de la masse musculaire, il existe aussi des examens cliniques permettant de l'évaluer. La composition musculaire peut être déterminée par **impédancemétrie multifréquence** et la **mesure de la surface musculaire brachiale**.

- L'impédancemétrie multifréquence permet de mesurer la masse grasse, la masse musculaire, la masse hydrique et osseuse et permet d'apprécier leurs répartitions dans l'organisme, cependant un impédancemètre est un appareil coûteux. Cette technique, utilisant des électrodes placées sur plusieurs membres, repose sur la mesure de la résistance de certains tissus à un courant électrique alternatif de très faible intensité. Elle est non invasive, rapide, simple d'utilisation et accessible à tout public.

L'impédancemétrie permet d'améliorer le diagnostic de la sarcopénie, même en présence d'un surpoids. Toutefois, il est important de souligner une autre contrainte associée à l'impédancemétrie, à savoir sa sensibilité aux œdèmes, une caractéristique fréquemment observée chez les patients atteints d'IRC. Il convient donc d'exercer une vigilance particulière lors son utilisation.

- La surface musculaire brachiale reflète la masse musculaire totale. Elle est mesurée par la circonférence du bras et par l'épaisseur du pli cutané tricipital (Figure 29). Elle présente l'avantage d'évaluer la masse musculaire, de dépister la sarcopénie, de suivre la croissance musculaire, d'estimer la force musculaire tout en étant une méthode simple à mettre en œuvre. Néanmoins c'est une technique qui peut sous-estimer le degré de dénutrition, notamment en cas d'œdèmes. Une circonférence musculaire brachiale mesurant moins de 22 cm chez les hommes et moins de 20 cm chez les femmes indique vraisemblablement la présence d'une dénutrition. (65)

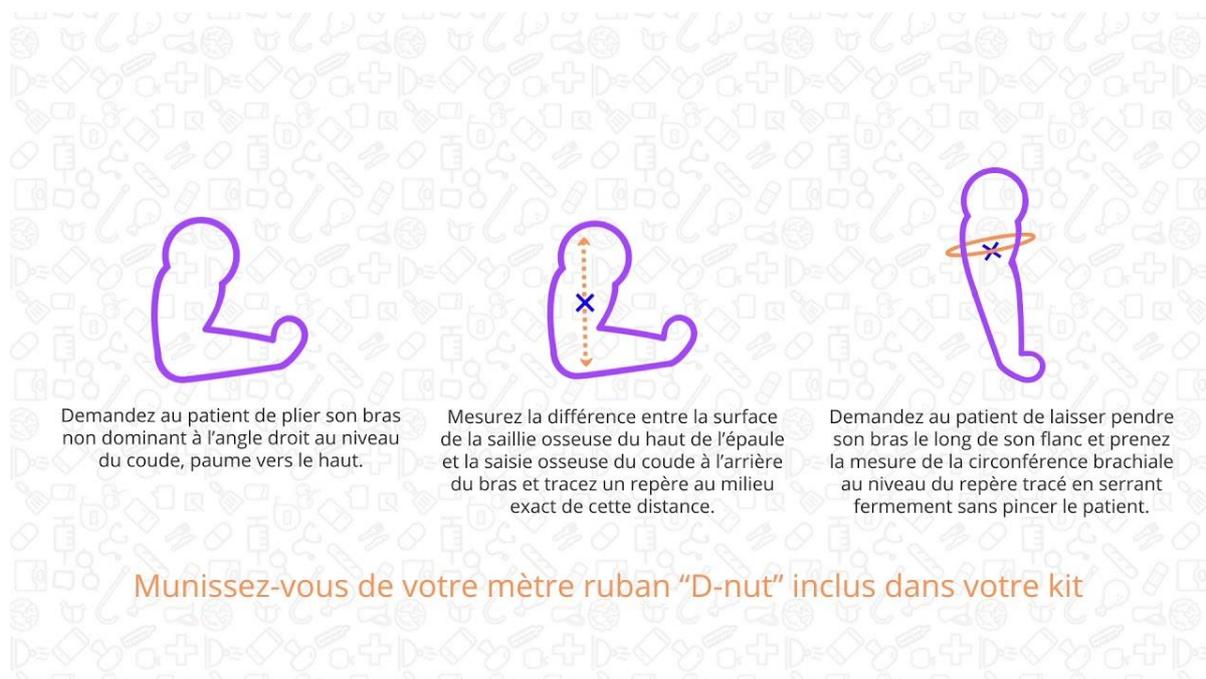


Figure 29 : Explication de la prise de mesure de la surface musculaire brachiale (66)

Autres examens cliniques :

La composition corporelle peut également être évaluée à l'aide d'un absorptiomètre biphotonique (DEXA) ou par la mesure des plis cutanés.

→ **Les plis cutanés :**

Il se fait chez un patient debout et détendu. Les plis sont mesurés à différents endroits du corps. L'examineur doit prendre la mesure à l'aide d'une pince appelée « pince de Harpenden » au niveau abdominal, tricipital et quadricipital. Il est important de noter que différentes formules existent, utilisant des mesures de 3, 4, ou 7 plis.



Figure 30 : Photo de la prise de mesure du pli cutané au niveau abdominal (67)

→ **L'absorptiométrie biphotonique :** Cette technique permet de mesurer le contenu minéral osseux à l'aide d'un faisceau de rayon X, ce qui donne des indications sur la masse grasse, la masse maigre et la masse minérale osseuse. Cette technique présente de nombreux avantages, notamment sa précision dans la mesure de la densité osseuse, sa rapidité et sa faible exposition aux rayons X. Cependant, elle a aussi des limites, notamment en ce qui concerne le coût, la capacité à évaluer la qualité osseuse et la répartition de la graisse corporelle. Elle est généralement plus adaptée à l'évaluation de la densité minérale osseuse et de la composition corporelle que de la masse musculaire spécifique. (68)

Sur la figure présentée ci-dessous, nous observons deux scénarios distincts (**A et B**) impliquant différents patients, chacun caractérisé par des valeurs d'indice de masse corporelle (IMC) et d'indice de masse grasse (IMG). (68)

Cas A : Le premier patient est âgé de 19 ans avec un IMC de **25,5 kg/m²**, ce qui correspond à une surcharge pondérale selon les critères de l'OMS. Il convient de noter que dans ce cas précis, l'IMC ne s'avère pas être un indicateur adéquat de la masse grasse.

Cas B : Nous avons deux patients distincts. À gauche, le patient 1, 50 ans, affiche un IMC de **40,7 kg/m²** et un IMG de 21,38 kg/m², correspondant à une obésité de classe 3. Son contenu en tissu adipeux viscéral est de **989 g**.

À droite, le patient 2, 40 ans et un IMC de **41,1 kg/m²** et un IMG de 21,39 kg/m² correspondant également à une obésité de classe 3. Son contenu en tissu adipeux viscéral est de **2291 g**.

Nous pouvons remarquer que ces deux patients ont un IMC et un IMG similaire, ils n'ont cependant pas la même quantité de tissu adipeux viscéral. Ce qui traduit un risque cardiovasculaire beaucoup plus élevé chez le patient 2 que chez le patient 1.

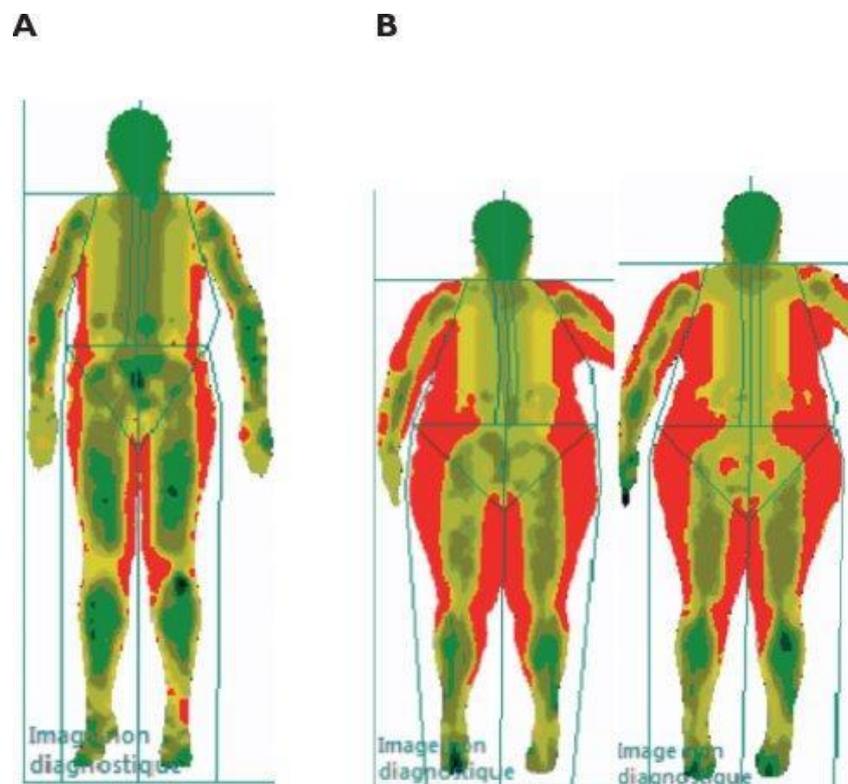


Figure 31 : Visualisation des différents tissus par absorptiométrie chez différents patients (68)

→ Examens biologiques :

→ Albumine :

L'albumine sérique est le marqueur de sévérité de la dénutrition le plus fréquemment utilisé et le plus fiable dans le diagnostic d'une DPE. En effet, le temps de demi-vie de l'albumine qui est d'environ 21 jours, permet de quantifier la dénutrition sur le long terme. (65) Un taux

normal d'albumine sérique se situe entre 38 et 48 g/L. (58) Selon la HAS, le dosage de l'albumine une fois par mois est suffisant aux vues de sa longue demi-vie. Toutefois, pour évaluer une dénutrition plus récente, il peut être nécessaire de mesurer la pré-albumine (transthyrétine).

→ Pré-albumine :

Tout comme l'albumine, la pré-albumine est une protéine synthétisée par le foie. Chez l'adulte, la valeur de référence de la pré-albumine est de 0,20-0,40 g/L. Elle permet le transport plasmatique des hormones thyroïdiennes T3 et T4, ainsi que le transport de la vitamine A. La pré-albumine possède une demi-vie courte, de l'ordre de 48 heures, permettant d'estimer rapidement l'efficacité des mesures de renutrition mises en place chez un patient. La diminution des concentrations sériques de pré-albumine est fortement corrélée à la sévérité de la dénutrition. (65)

5) Enquête alimentaire

Une enquête alimentaire peut être réalisée en ciblant une population spécifique (adulte, enfant, femme enceinte, patient dialysé...). Dans notre cas, la population cible correspond au patient hémodialysé. La durée de cette étude varie considérablement. On peut réaliser des enquêtes alimentaires avec seulement un rappel des 24 heures, même si cela peut introduire des biais ou fournir moins d'informations détaillées. Souvent, ces enquêtes sont menées sur une période de 3 jours, incluant au moins un jour pendant le week-end, lorsque le travail n'est pas une contrainte. Cela aura pour objectif de rapporter la quantité d'aliments que les patients vont ingérer, le nombre de repas, mais également la qualité et le type d'aliment consommé. D'autres facteurs peuvent aussi être précisés au cours de l'entretien, comme l'environnement, les problèmes socio-culturels, la famille... L'enquête diététique et le bilan nutritionnel sont complémentaires afin de mieux déterminer la cause de la DPE. Voici un outil d'évaluation de l'état nutritionnel, le Mini Nutritional Assessment® (MNA), utilisé pour évaluer la santé nutritionnelle des personnes âgées, en particulier celles qui sont à risque de dénutrition ou de malnutrition. Il permet de classer les individus en différentes catégories, notamment bien-nourri, à risque de dénutrition ou en dénutrition avérée. Il est important de noter que jusqu'en 2021, le MNA était également utilisé dans le diagnostic de la dénutrition selon les directives de HAS (Figure 32). (62)

Mini Nutritional Assessment

MNA®

Nestlé
Nutrition Institute

Nom : Prénom :
 Sexe : Age : Poids, kg : Taille, cm : Date :

Répondez à la première partie du questionnaire en indiquant le score approprié pour chaque question. Additionnez les points de la partie Dépistage, si le résultat est égal à 11 ou inférieur, complétez le questionnaire pour obtenir l'appréciation précise de l'état nutritionnel.

Dépistage

A Le patient présente-t-il une perte d'appétit? A-t-il moins mangé ces 3 derniers mois par manque d'appétit, problèmes digestifs, difficultés de mastication ou de déglutition ?

- 0 = baisse sévère des prises alimentaires
 1 = légère baisse des prises alimentaires
 2 = pas de baisse des prises alimentaires

B Perte récente de poids (<3 mois)

- 0 = perte de poids > 3 kg
 1 = ne sait pas
 2 = perte de poids entre 1 et 3 kg
 3 = pas de perte de poids

C Motricité

- 0 = au lit ou au fauteuil
 1 = autonome à l'intérieur
 2 = sort du domicile

D Maladie aiguë ou stress psychologique au cours des 3 derniers mois?

- 0 = oui 2 = non

E Problèmes neuropsychologiques

- 0 = démence ou dépression sévère
 1 = démence leve
 2 = pas de problème psychologique

F Indice de masse corporelle (IMC) = poids en kg / (taille en m)²

- 0 = IMC < 19
 1 = 19 ≤ IMC < 21
 2 = 21 ≤ IMC < 23
 3 = IMC ≥ 23

Score de dépistage (sous-total max. 14 points)

- 12-14 points: état nutritionnel normal
 8-11 points: à risque de dénutrition
 0-7 points: dénutrition avérée

Pour une évaluation approfondie, passez aux questions G-R

Evaluation globale

G Le patient vit-il de façon indépendante à domicile ?

- 1 = oui 0 = non

H Prend plus de 3 médicaments par jour ?

- 0 = oui 1 = non

I Escarres ou plaies cutanées ?

- 0 = oui 1 = non

J Combien de véritables repas le patient prend-il par jour ?

- 0 = 1 repas
 1 = 2 repas
 2 = 3 repas

K Consomme-t-il ?

- Une fois par jour au moins des produits laitiers? oui non
 - Une ou deux fois par semaine des œufs ou des légumineuses oui non
 - Chaque jour de la viande, du poisson ou de volaille oui non
- 0,0 = si 0 ou 1 oui
 0,5 = si 2 oui
 1,0 = si 3 oui

L Consomme-t-il au moins deux fois par jour des fruits ou des légumes ?

- 0 = non 1 = oui

M Quelle quantité de boissons consomme-t-il par jour ? (eau, jus, café, thé, lait...)

- 0,0 = moins de 3 verres
 0,5 = de 3 à 5 verres
 1,0 = plus de 5 verres

N Manière de se nourrir

- 0 = nécessite une assistance
 1 = se nourrit seul avec difficulté
 2 = se nourrit seul sans difficulté

O Le patient se considère-t-il bien nourri ?

- 0 = se considère comme dénutri
 1 = n'est pas certain de son état nutritionnel
 2 = se considère comme n'ayant pas de problème de nutrition

P Le patient se sent-il en meilleure ou en moins bonne santé que la plupart des personnes de son âge ?

- 0,0 = moins bonne
 0,5 = ne sait pas
 1,0 = aussi bonne
 2,0 = meilleure

Q Circonférence brachiale (CB en cm)

- 0,0 = CB < 21
 0,5 = CB ≤ 21 ≤ 22
 1,0 = CB > 22

R Circonférence du mollet (CM en cm)

- 0 = CM < 31
 1 = CM ≥ 31

Évaluation globale (max. 16 points)

Score de dépistage

Score total (max. 30 points)

Appréciation de l'état nutritionnel

Sauvegarder

Imprimer

Réinitialiser

de 24 à 30 points
 de 17 à 23,5 points
 moins de 17 points



état nutritionnel normal
 risque de malnutrition
 mauvais état nutritionnel

Ref. Vellas B, Villars H, Abellan G, et al. Overview of the MNA® - Its History and Challenges. J Nut Health Aging 2006; 10:456-465.
 Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas B. Screening for Undernutrition in Geriatric Practice: Developing the Short-Form Mini Nutritional Assessment (MNA-SF). J Gerontol 2001; 56A: M366-377.
 Guigoz Y. The Mini-Nutritional Assessment (MNA®) Review of the Literature - What does it tell us? J Nutr Health Aging 2006; 10:466-487.
 © Société des Produits Nestlé SA, Trademark Owners
 © Société des Produits Nestlé SA 1994, Revision 2009.
 Pour plus d'informations : www.mna-elderly.com

Figure 32 : Questionnaire Mini Nutritional Assessment (69)

II- Recommandations et conseils nutritionnels en officine

Habituellement, les professionnels de santé se basent sur le Programme National Nutrition Santé (PNNS) pour fournir des recommandations nutritionnelles aux patients. Le PNNS4, émis par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) en janvier 2017, est un ensemble de directives visant à améliorer la santé publique en encourageant des habitudes alimentaires saines, la réduction de la sédentarité, tout en tenant compte des enjeux liés au développement durable. Nous débuterons par une présentation des recommandations du PNNS4. (70)

Pour un mode de vie plus équilibré, commencez par

Augmenter ↗	Aller vers ↗	Réduire ↘
 Les fruits et légumes	 Le pain complet ou aux céréales, les pâtes, la semoule et le riz complets	 L'alcool
 Les légumes secs : lentilles, haricots, pois chiches, etc.	 Les poissons gras et maigres en alternance	 Les produits sucrés et les boissons sucrées
 Les fruits à coque : noix, noisettes, amandes non salées, etc.	 L'huile de colza, de noix, d'olive	 Les produits salés
 Le fait maison	 Une consommation de produits laitiers suffisante mais limitée	 La charcuterie
 L'activité physique	 Les aliments de saison et les aliments produits localement	 La viande : porc, bœuf, veau, mouton, agneau, abats
	 Les aliments bio	 Les produits avec un Nutri-Score D et E
		 Le temps passé assis

Chaque petit pas compte et finit par faire une grande différence

MANGERBOUGER.FR

0705-7719-A

manger bouger Programme National Nutrition Santé

France Santé publique France

Figure 33 : Recommandations nutritionnelles du PNNS 4 publié par l'ANSES (71)

Comme illustré sur la figure 33, plusieurs aspects du PNNS4 s'alignent avec les préférences alimentaires et les besoins spécifiques des patients en hémodialyse. Parmi ces éléments figurent la promotion du fait maison, la mise en avant de l'activité physique, et la consommation de céréales complètes, riches en fibres, offrant un meilleur contrôle du transit intestinal. L'incorporation de poissons, d'huile de colza, de noix et d'huile d'olive est également cohérente avec les besoins des patients en hémodialyse, car ces aliments sont des sources d'acides gras oméga-3 bénéfiques pour la santé cardiovasculaire. Le PNNS4 préconise une consommation modérée de produits laitiers. De plus, l'encouragement à privilégier les produits de saison et locaux, voire bio, contribue à assurer la variété et la fraîcheur dans l'alimentation des patients en hémodialyse.

Par ailleurs, certaines recommandations du PNNS4 qui visent à réduire la consommation de certains aliments sont également en adéquation avec les besoins des patients en hémodialyse. Il est ainsi conseillé de limiter la consommation d'alcool, de produits sucrés et de boissons sucrées, de produits salés (pour contrôler la tension artérielle et éviter les œdèmes), de charcuterie (en raison des additifs phosphatés), d'aliments affichant un Nutri-Score D ou E (indicatif de la qualité nutritionnelle), tout en réduisant le temps passé en position assise.

Cependant, il est essentiel de noter que certaines recommandations générales du PNNS4 peuvent être en désaccord avec les besoins particuliers des patients en hémodialyse. En effet, l'un des défis majeurs pour les patients en hémodialyse est la gestion du potassium (K^+). Les fruits et légumes, bien que fortement encouragés par le PNNS4 pour leur contribution aux apports en vitamines et minéraux, peuvent être riches en potassium, ce qui peut être problématique. Par conséquent, la consommation de 5 fruits et légumes par jour peut ne pas être réalisable pour eux.

De plus, les patients en hémodialyse peuvent avoir des besoins accrus en protéines pour compenser les pertes lors des séances de dialyse.

Dans ce contexte, la réduction de la consommation de viande comme le recommande le PNNS4, une source de protéines de haute qualité, peut ne pas être recommandée.

Cette convergence entre les recommandations du PNNS4 et les besoins spécifiques des patients en hémodialyse offre des pistes pour ajuster les pratiques alimentaires de ces patients en vue d'améliorer leur santé et leur bien-être tout en tenant compte des défis associés à leur condition médicale.

A) Les astuces et conseils pour faciliter la préparation de repas pour les patients en hémodialyse

1) Sodium

Tout d'abord, il est essentiel de faire une distinction entre le sodium et le chlorure de sodium, ce dernier étant le sel de table. En effet, le sel est constitué à la fois de sodium et de chlorure, couramment désigné sous le nom de chlorure de sodium (NaCl).

Selon l'ANSES : « l'équivalence approximative en sel de la teneur en sodium serait obtenue en multipliant par 2,54 la teneur en sodium du produit. » (72)

Par conséquent, une cuillère à café a une contenance de 5 mL, équivalant à 5 g. Ainsi, une cuillère à café correspond à 5 g de sel (NaCl). En utilisant cette équivalence, nous obtenons $5 \text{ g} / 2,54 = 2 \text{ g}$ de sodium pour 5 g de sel.

Autrement dit, un gramme de sel est composé d'environ 400 milligrammes de sodium.

1 cuillère à café = 5 g de NaCl = 2 g de Na

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommande à tous les adultes, qu'ils aient ou non une pathologie rénale, de limiter leur consommation de sel à moins de 5 grammes par jour. Cela équivaut à un peu moins d'une cuillère à café.

Les recommandations pour la consommation de sel à tous les stades d'IRC se situent entre 5 à 6 grammes par jour. (73)

Il faut donc limiter au maximum les apports en sodium afin de ne pas dépasser la valeur cible du sodium plasmatique qui est comprise entre 135 et 145 mmol/L. (58)

Une concentration sanguine trop élevée en sodium risque d'augmenter la tension artérielle et augmente la rétention d'eau.

+ CONSEILS EN OFFICINE +

- ★ Se débarrasser de la salière.
- ★ Cuisiner sans ajouter de sel ni de bouillons cubes.
- ★ Rester vigilant vis-à-vis du sel caché dans les plats préparés ou au restaurant.
- ★ Lire les étiquettes nutritionnelles pour repérer la présence de sel caché.
- ★ Ne pas confondre sel (5g/cuill à café) et sodium (2g/cuill à café).
- ★ Privilégier les produits frais non préparés et les plats faits maison.
- ★ Limiter la consommation de charcuterie et de fromage.
- ★ Réduire la consommation de fast-food.
- ★ Limiter la consommation de sauces riches en sel, comme le ketchup, la moutarde, etc.
- ★ Pour garnir un sandwich, optez pour des alternatives telles que des œufs, de la dinde ou du porc rôti, du poisson froid grillé et des fromages à faible teneur en sel, comme la mozzarella par exemple. Cette substitution permet de réduire l'apport en sel tout en maintenant la variété et la saveur des aliments. (74)
- ★ Eviter les aliments en conserve ou en bocaux. Si vous en consommez, rincer les aliments afin de réduire leur teneur en sel.
- ★ Rechercher des substituts au sel, tels que l'incorporation **d'épices** et **d'aromates** dans les plats (ail, oignons, poivres, échalote, herbamare etc...).
- ★ Rajouter **des herbes aromatiques** comme le basilic, le persil, le romarin, le thym, la coriandre, la menthe, la sauge, et bien d'autres.
- ★ Rehausser la saveur des aliments en ajoutant un soupçon **de matière grasse** en plus des herbes aromatiques.

2) Apport hydrique

En dialyse, l'apport en eau est très contrôlé et doit être limité afin d'éviter des fluctuations de poids très importantes avant et après les séances de dialyse, car cela impacte la qualité de vie des patients et peut augmenter la fatigue. Il est conseillé de ne pas dépasser 750 mL de boisson consommée par jour chez les patients en hémodialyse. (75)

Certains patients rapportent que l'expérience d'une séance d'hémodialyse de 4 heures peut être comparée à une séance intense de sport d'endurance. En effet, pendant l'hémodialyse, ils peuvent ressentir une fatigue considérable, probablement en raison d'une hypotension artérielle et d'une anémie. C'est pour cela que certains patients optent pour des séances inférieures à 4 heures, car ils peuvent ne plus supporter cette fatigue. Il leur est donc recommandé de respecter la restriction hydrique afin d'éviter des séances de dialyse prolongées, ce qui augmenterait leur épuisement. (76)

En effet, au-delà d'un certain seuil, les patients peuvent ressentir, s'ils ne contrôlent pas correctement leur apport hydrique, un gonflement global de l'organisme qui traduit une rétention d'eau importante. Pour rappel, l'organisme peut éliminer cette eau sous différentes formes : transpiration, respiration et par voie urinaire.

Le risque principal d'une surcharge en eau et en sel est l'œdème aigu pulmonaire (OAP), associé à une augmentation significative de la tension artérielle pouvant aboutir progressivement à une hypertrophie des ventricules cardiaque et, à long terme, à une insuffisance cardiaque. Des difficultés à respirer (dyspnée) peuvent aussi apparaître.

Il est particulièrement difficile pour eux de faire face à cette contrainte, car ils ne sont pas libres de boire à leur soif.

Lors des séances de dialyse, il est important de différencier le poids d'eau et le poids sec comme expliqué dans le tableau 8.

Tableau 8 : Différence entre le poids sec et le poids d'eau (77)

Poids d'eau	Poids sec
Le poids pris entre deux dialyses est le reflet de ce que vous <u>buvez</u>	Votre poids sec est le reflet de ce que vous <u>mangez</u>
C'est le poids que vous faites en arrivant à la dialyse	C'est le poids que l'on cherche à atteindre en fin de dialyse
C'est à vous de calculer l'eau en trop dans votre organisme avant chaque dialyse (avec l'aide de l'infirmier de dialyse). Cet excès d'eau sera retiré lors de la séance de dialyse	Il est déterminé par le médecin, en fonction de votre masse musculaire et de votre masse grasse (et donc de ce que vous mangez, et de votre activité physique)

✚ CONSEILS EN OFFICINE ✚

- ★ Boire de **petite gorgées d'eau tout au long de la journée** et éviter la surconsommation d'eau en une seule fois.
- ★ Boire au maximum 75 cL d'eau, ce qui équivaut à **3 verres d'eau**. Pour cela privilégier les contenants gradués afin de mieux doser votre consommation d'eau.
- ★ Limiter la consommation d'aliments **trop salés**, sucrés (boissons, sucreries, bonbons, pâtisseries) ou épicés afin de réduire la sensation de soif.
- ★ **Faire attention à la consommation de fruits** qui peuvent contenir une grande quantité d'eau.
- ★ **Faire attention à toutes les boissons** (café, vin, thé, lait, soupe, tisanes...) car tout compte dans le calcul de l'hydratation quotidienne.
- ★ Pour les personnes diabétiques, il est **essentiel de réguler leur diabète**, car un diabète mal contrôlé peut augmenter la sensation de soif.
- ★ Sucrer des glaçons et humidifier vos lèvres.
- ★ **Eviter les alcools forts** tels que le pastis et certains cocktails qui nécessitent l'ajout d'eau et avoir une consommation d'alcool modérée.
- ★ Boire des boissons qui vont réduire la sensation de soif comme le **thé, les eaux minérales ou aromatisées, ainsi que les infusions à base de plantes**.
- ★ Tenir un **journal alimentaire** pour suivre les apports hydriques quotidiens.
- ★ Savoir reconnaître **les signes** de rétention d'eau.



Ces recommandations permettent de maintenir une bonne hydratation tout en limitant la consommation de substances susceptibles d'accentuer la sensation de soif. (75)

3) Potassium

Le potassium est un électrolyte essentiel et indispensable dans la stimulation et la régulation du rythme cardiaque, ainsi que pour le fonctionnement musculaire et nerveux. La majeure partie du potassium que nous avons dans notre organisme provient de l'alimentation et des boissons que nous consommons.

La concentration plasmatique de potassium (kaliémie) chez une personne non atteinte d'insuffisance rénale doit se situer entre 3,5 et 4,5 mmol/L. (58)

Cependant, chez les patients hémodialysés, cette valeur peut atteindre 5,5 à 6 mmol/L. En effet, ces patients présentent un risque accru d'hyperkaliémie. Une augmentation du taux de potassium survient principalement en cas d'apport alimentaire élevé en potassium. (78)

Les principaux symptômes d'une hyperkaliémie comprennent la fatigue, la faiblesse des jambes et plus spécifiquement les douleurs musculaires. Au-delà d'une kaliémie supérieure à 5 mmol/L, une restriction alimentaire s'impose, car cela peut causer de graves perturbations de l'équilibre électro-physiologique et ainsi, augmenter le risque de décès. (79)

Une fluctuation trop importante du taux de potassium peut engendrer des arythmies cardiaques et causer la mort. Il est donc crucial de faire régulièrement des analyses sanguines pendant les séances d'hémodialyse afin de surveiller les paramètres sanguins, détecter et traiter précocement une éventuelle hyperkaliémie.

En cas d'hyperkaliémie avérée, le potassium doit être limité au maximum. Comme nous pouvons le voir sur le tableau 9, certains fruits et légumes sont plus ou moins riches en potassium. Il est préférable d'éviter les fruits crus tels que les bananes, les dattes et les melons et de privilégier les poires, les pêches et les pommes. Le potassium est également présent dans les fruits secs, les fruits à coque et certaines boissons instantanées.

Tableau 9 : Liste des fruits et légumes contenant du potassium à privilégier en cas d'hémodialyse (79)



QUELS FRUITS CHOISIR ?

Fruits très riches en potassium	Fruits moyennement riches en potassium	Fruits moins riches en potassium	
Fruits oléagineux : Amande Cacahuète Noisette Noix de coco Pignon de pin Pistache Et produits dérivés de ces fruits Châtaigne Fruits séchés : Abricot Dattes Figue Pruneau Raisin Fruits crus : Banane Dattes Melon	Fruits crus : Abricot Cerise Fraise Fruit de la passion Kiwi Prune Groseille rouge Raisin Grenade Papaye Fruits cuits : Compote d'abricot, de rhubarbe et de pruneaux	Fruits crus : Poire Ananas Cassis Citron Pomme Clémentines Pamplemousse Nectarine Pêche Figue fraîche Framboise Goyave Groseille à maquereau Kaki Lychee Mandarine Mangue Mûre Myrtille Orange Tangerine	Fruits cuits : Compote de pomme et de poire Conserves (sans le jus) : Abricot Ananas Cerise Cocktail de fruits Framboise Lychee Mandarine Mirabelle Pêche Poire Raisin

› Retenons que :
 Les fruits de petites tailles (raisins, fraises et autres fruits rouges) ne sont pas plus riches en potassium que les autres fruits, mais ils sont par contre souvent consommés en plus grande quantité.




QUELS LÉGUMES CHOISIR ?

Légumes très riches en potassium	Légumes moyennement riches en potassium	Légumes moins riches en potassium	
Légumes crus : Avocat Céleri rave, en branche Champignon Chou-fleur Pousses d'épinard Fenouil Mâche Radis noir Légumes cuits : Potage Bouillon Jus de légumes	Légumes cuits : Artichaut Céleri rave Chou de Bruxelles Légumes secs : Flageolet Haricot blanc, rouge Lentille Pois cassé Pois chiche	Légumes crus : Carotte Chicon Chou blanc Chou chinois Chou rouge Concombre Courgette Laitue Oignon Poireau Radis Scarole Tomate Germe de soja	Légumes cuits : Asperge Aubergine Betterave Brocolis Carotte Céleri vert Chicon Chou-fleur Chou blanc et rouge Courgette Épinards Fenouil Haricots verts / «mange tout» Navet Oignon Petits pois Poireau Poivron Scarole Tomate

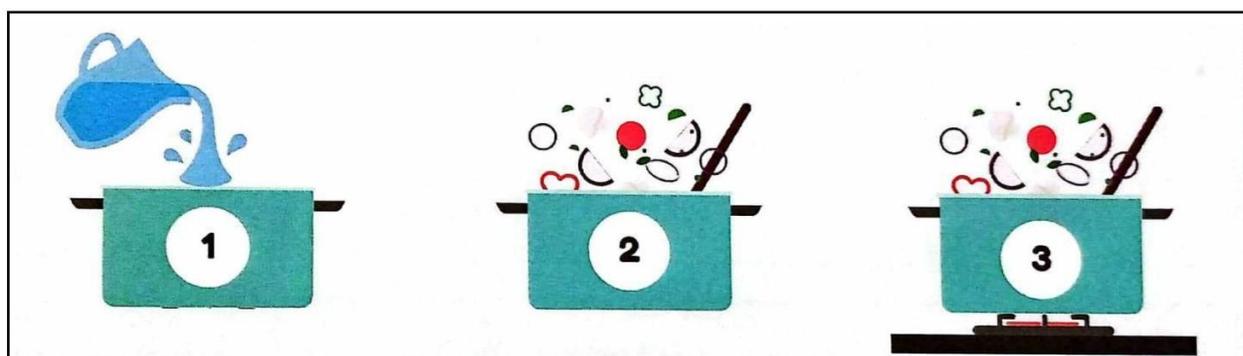
Il est impératif de prendre en considération attentivement le choix du mode de cuisson, car il peut avoir un impact significatif sur la teneur en potassium des aliments. Conformément à ce qui est montré dans la figure 34, il est possible de minimiser cette quantité de potassium.

Les modes de cuisson

Pour limiter le potassium dans les légumes, fruits et pommes de terre :

1. **Bien éplucher** les légumes, fruits ou pommes de terre et les **tailler en petits morceaux**.
2. Les mettre dans un **grand volume d'eau FROIDE** puis faites bouillir 10 minutes.
3. **Changer l'eau** en cours de cuisson, répétez l'étape 2.
4. **Bien déguster** les aliments après la cuisson et **jeter l'eau de cuisson**.

Assaisonner vos plats **après cuisson** en favorisant les **huiles végétales** (huile d'olive, de tournesol, de colza, de noix) les **herbes aromatiques, épices, ail, oignon** et en **limitant le sel** au maximum.



Les modes de cuisson déconseillés pour ces aliments :

- A la vapeur
- Au four à micro-ondes
- A l'étouffée

↪ Ces modes de cuisson ont tendance à concentrer les minéraux (potassium, sodium, phosphore...)

Figure 34 : Les modes de cuisson et les étapes à suivre pour réduire au maximum la teneur en potassium (77)

+ CONSEILS EN OFFICINE +

- ★ 1° **Réduire** dans un premiers temps **les aliments riches en potassium qui sont peu nutritifs**, comme les chips et le chocolat.
- ★ 2° Puis **limiter les aliments riches en protéines**.
- ★ 3° Et en dernière recours, **restreindre les portions de fruits et légumes**, afin de ne pas réduire les apports en vitamines, minéraux et antioxydants. (80)
- ★ **Limiter la consommation de fruits secs**, car ils contiennent une quantité plus élevée de potassium que les fruits crus.
- ★ Bien choisir le mode de cuisson.
- ★ Utiliser la **cuisson dans l'eau** afin d'éliminer plus de 60 % du potassium contenu dans les légumes.
- ★ **Découpez** les légumes en petits morceaux afin d'augmenter la quantité de potassium éliminée.
- ★ Privilégier la consommation d'aliments **frais**, car ils contiennent généralement moins de potassium.
- ★ **Eplucher** les fruits, les légumes et les pommes de terre avant leur consommation et/ou cuisson, car la peau est riche en potassium.
- ★ Rechercher un **équilibre** alimentaire optimal **chaque jour**. Si un repas est riche en potassium, il faut réduire le potassium lors du repas suivant. (81)
- ★ **Eviter le sel de régime** et les produits "allégés en sel" car il peuvent contenir beaucoup de chlorure de potassium.
- ★  **Ne consommez pas de la carambole**, un fruit riche en acide oxalate, car il est toxique pour les patients atteint d'IRC. (79)

4) Phosphore

Les os et les dents sont les parties du corps humain les plus riches en phosphore, représentant près de 85 %, tandis que les tissus mous en contiennent environ 15 %. (82) Environ 70 % du phosphore que nous consommons est absorbé par le tractus gastro- intestinal et stocké dans les os, le surplus est éliminé dans les urines.

La valeur normale du phosphore plasmatique se situe généralement entre 0,80 et 1,40 mmol/L (ou 2,5-4,5 mg/dL). (58) En plus d'être à haut risque de DPE, les hémodialysés risquent de développer une hyperphosphatémie, caractérisée par une augmentation du phosphore sérique, pouvant entraîner une déplétion du calcium des os, ce qui augmente la fragilité osseuse. Ces désordres ne sont pas simples à corriger et augmentent considérablement les risques de morbidité et de mortalité cardiovasculaires.

Selon certaines analyses, un taux sérique de phosphore supérieur à 5,0 mg/dL commence à devenir nocif pour la santé, et au-delà de 6,5 mg/dL, la mortalité augmente significativement chez les patients hémodialysés. Selon l'étude DOPPS (Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study), Young et coll : « plus de la moitié des patients hémodialysés avaient une altération phosphocalcique ». (83)

Les principaux signes de l'hyperphosphatémie sont :

→ **Prurits intenses** (*dû à la formation de cristaux de calcium et phosphate qui précipitent dans les tissus de l'organisme*)

→ **Irritation de la peau**

→ **Yeux rouges**

Dans certains cas, l'hyperphosphatémie entraîne une calcification des artères sous forme d'athérosclérose, susceptible d'augmenter le risque d'accidents vasculaires cérébraux.

Le phosphore est présent dans de nombreux aliments et est particulièrement abondant dans les abats, les gibiers, les œufs, les légumineuses, les oléagineux, les produits laitiers, les fromages à pâte dure, les fromages fondus et les poissons en conserve.

Les céréales complètes sont naturellement riches en phosphore, ce qui peut représenter un défi pour les patients en hémodialyse. Cependant, il est généralement déconseillé de les éliminer complètement de leur régime alimentaire, car ils offrent également des avantages pour la santé. Le principal souci réside dans la réduction de l'apport en minéraux essentiels nécessaires au développement de l'organisme, qui devient plus limité en raison de la restriction du son (de blé, de riz, avoine), une composante des céréales complètes riche en fibres, minéraux et vitamines.

Par ailleurs, le phosphore se retrouve sous forme d'additifs (essentiellement des phosphates) et sont désignés par des codes commençant par "E". Ceux à éviter sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : Liste des codes « E » contenant du phosphore dans les plats préparés (77)

E 101(ii)	PHOSPHATE DE RIBOFLAVINE
E 338	ACIDE ORTHOPHOSPHORIQUE
E 339	ORTHOPHOSPHATES DE SODIUM
E 340	ORTHOPHOSPHATE DE POTASIUM
E 341	ORTHOPHOSPHATE DE CALCIUM
E 343	PHOSPHATE DE MAGNESIUM
E 442	PHOSPHATIDES D'AMONIUM
E 450	DIPHOSPHATES
E 451	TRIPHOSPHATE
E 452	POLYPHOSPHATES
E 541	PHOSPHATES D'ALUMINIUM SODIQUE ACIDE
E 1410	PHOSPHATIDES D'AMONIUM
E 1412	PHOSPHATE DE DIAMIDON
E 1413	PHOSPHATE DE DIAMIDON PHOSPATE
E 1414	PHOSPHATE DE DIAMIDON ACETILE
E 1442	PHOSPHATE DE DIAMIDON HYDROXYPROPILE

Conformément à ce que nous montre le tableau 11, les fromages à pâte molle et les fromages frais, sont généralement plus adaptés pour les patients en hémodialyse en raison de leur moindre teneur en phosphore et en sel.

En revanche, les fromages à pâte dure, comme le comté ou le parmesan, ont une teneur généralement plus élevée en phosphore par portion, ce qui nécessite une consommation modérée, bien qu'ils présentent un intérêt en raison de leur apport en calcium. Enfin, il est préférable d'éviter les fromages fondus (riches en additifs phosphatés) et les fromages bleus.

Tableau 11 : Choix des fromages pour les patients en hémodialyse (77)

Quels fromages choisir ?

Fromages pauvres en sel et phosphore	Fromages riches en sel et phosphore, mais dont la consommation occasionnelle est intéressante pour leur teneur en calcium
<ul style="list-style-type: none"> • Pâtes molles Brie, Camembert, Caprice des dieux, Coulommiers, Munster, Pont l'Evêque, Vacherin • Fromages frais Boursin, Faisselle, Fromage blanc, Kiri, Madame Loïk, Petits suisses, Saint Môret, Philadelphia • Italiens Mozzarella, Ricotta, mascarpone • Chèvres Chabichou, Crottin, Chavroux • Autres Chaussée au Moines, Port Salut, Roblechon, Saint Paulin, Babybel 	<ul style="list-style-type: none"> • Pâtes dures Comté, Emmental, Beaufort, Parmesan, Gouda, Edam, Mimolette, Gruyère, Provolone
	<p style="text-align: center; background-color: #dc3545; color: white; padding: 5px;">Fromages riches en sel et phosphore</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bleus Roquefort, Gorgonzola, Bleu d' Auvergne, Bleu de Bresse, Fourme • Fondus Vache qui rit, Cheddar fondu • Autres Feta, Rambol (fromage aux noix)

+ CONSEILS EN OFFICINE +

- ★ **Limiter** les aliments riches en phosphore (céréales contenant du son de blé, de riz, d'avoine, graines, oléagineux, abats et gibiers).
- ★ **Limiter** les produits industriels et la charcuterie, car ils sont souvent riches en additifs phosphatés.
- ★ Privilégier le **fait maison**.
- ★ Privilégier les **protéines de haute qualité** (dans œufs viandes maigres).
- ★ **Déconseiller** les fromages à pâte dure (comté, emmental) et fondus (raclette, cancoillotte...) et **préférer** chèvre frais et St Marcellin par exemple.
- ★ **Eviter** les céréales enrichies (en fer par exemple)
- ★ **Savoir lire les étiquettes** et détecter la présence de phosphore en utilisant la liste des codes « E ».
- ★ Prenez votre **chélateur de phosphore** au milieu des repas tous les jours **dès la consommation d'un aliment apportant du phosphore**, même lors des repas à l'extérieur.

5) Bicarbonate

Le bicarbonate est une substance alcaline qui joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre acido-basique, ce qui signifie qu'il contribue à réguler le pH du sang et des fluides corporels. La valeur normale de la concentration sanguine en bicarbonate se situe entre 23 et 27 mmol/L. (58)

En de ça, une acidose métabolique apparaît. Elle est principalement causée par une diminution de l'excrétion urinaire en protons et par une alimentation riche en acides, issus des protéines animales. Par ailleurs, l'utilisation de chélateurs de phosphates peut aussi augmenter le risque d'acidose métabolique. (84)

Il existe deux principales conséquences de l'acidose chez le patient hémodialysé :

- Une déminéralisation osseuse : elle survient à la suite d'une lyse physico-chimique des cellules osseuses. En effet, les ostéoclastes sont suractivés tandis que les ostéoblastes sont inhibés.

Le tissu osseux joue le rôle de tampon et fixe les protons afin de libérer du calcium et du phosphore. Il s'ensuit une hyperparathyroïdie, par diminution de la sensibilité des glandes parathyroïdiennes au calcium, ce qui entraîne également une diminution de la production de la vitamine D active.

- Une perte de masse maigre et une dénutrition : l'acidose augmente la dégradation des protéines (protéolyse) et en diminue leur synthèse. Chez les patients hémodialysés, l'acidose métabolique et l'urémie accélèrent la DPE.

CONSEILS EN OFFICINE

- ★ Avoir une **alimentation équilibrée**
- ★ Consommer des **eaux minérales alcalines** comme du Perrier ou de la Badoit.
- ★ **Augmenter** l'apport en aliments riches en bicarbonate, qui ont tendance à avoir un effet alcalinisant, comme les fruits, les légumes et les aliments à base de plantes (**épinards**).
- ★ **Limiter** les viandes et produits transformés.

6) L'apport énergétique, glucidique et lipidique

Ces patients sont souvent plus exposés au risque de DPE. L'apport énergétique total d'un patient hémodialysé pourra donc être légèrement augmenté, se situant entre 30 et 40 kcal/kg/jour. (52) → *se référer au paragraphe « C) Dénutrition protéino-énergétique (DPE) et apports énergétiques »*

Les glucides sont la source principale d'énergie pour l'organisme et devraient représenter environ 50 % de l'apport énergétique total (AET). Les lipides jouent un rôle crucial dans notre organisme, à la fois sur le plan structurel et en tant que réserves d'énergie. Ils devraient représenter environ 35 à 40 % de l'apport calorique quotidien, soit en moyenne ce qui est préconisé par l'ANSES et le PNNS 4.

CONSEILS EN OFFICINE

★ **Privilégier** la consommation des « sucres lents », comme les pâtes, le pain, le riz et

limiter les « sucres rapides » comme les gâteaux, la confiture ou les jus de fruits.

★ **Choisir** des lipides de bonne qualité, en privilégiant les aliments riches en acides gras mono et polyinsaturés, ainsi que les **oméga-3, 6 et 9**, qui contribuent à réduire le risque de développer des maladies cardio-vasculaires.

★ **Limiter** l'apport en acides gras saturés, qui augmentent le risque cardiovasculaire.

7) L'apport en fibres

Les fibres alimentaires se trouvent dans les céréales mais aussi dans les végétaux comme les fruits et légumes. Elles sont bénéfiques pour notre organisme puisqu'elles favorisent la digestion, luttent contre la constipation, procurent une sensation de satiété, stabilisent la glycémie, diminuent le risque de développer une maladie cardiovasculaire et/ou, un cancer colorectal et contribuent à maintenir un taux de cholestérol plasmatique dans les valeurs normales.

Il n'y a pas de restrictions spécifiques concernant les fibres, il est même recommandé d'avoir un apport élevé en fibres. Selon les recommandations actuelles de l'ANSES, il faudrait consommer 30 g de fibres par jour. Atteindre cette quantité de fibres semble impossible sans consommer des produits céréaliers complets. (85)

Par conséquent, il sera nécessaire de trouver un équilibre optimal dans la consommation de céréales afin d'éviter à la fois un excès de phosphore et un apport insuffisant en fibres.

✚ CONSEILS EN OFFICINE ✚

- ★ **Choisir** des aliments à la fois riches en fibres et pauvres en phosphore (brocoli, pomme, poire, chou-fleur).
- ★ **Eviter** la consommation excessive de fibres afin de prévenir la sensation de soif.
- ★ Introduire **progressivement** les fibres pour une meilleure tolérance digestive, le temps que l'organisme s'adapte.

Voici un tableau récapitulatif des recommandations alimentaires pour les patients atteints d'IRC et d'IRT.

Ce tableau, que j'ai élaboré en me basant sur les recommandations de l'ANSES et sur la revue intitulée "Mise à jour des recommandations nutritionnelles dans la maladie rénale chronique" (Référence 52), fournira par la suite un aperçu des aliments à privilégier et à consommer en fonction du stade de l'insuffisance rénale, afin d'aider les patients à prendre des décisions alimentaires éclairées pour leur santé rénale et globale.

	Avant hémodialyse		Pendant hémodialyse
Energie (kcal/kg/j)	30 à 35 kcal		30 à 40 kcal
Protéines (g/kg/j)	Avec diabète : 0,6 à 0,8 g	Sans diabète : 0,55 à 0,6 g	1,2 – 1,4 kcal
Lipides (%)	30 à 35 % de l'apport énergétique total		30 à 35 % de l'apport énergétique total
Glucides (%)	50 à 55 % de l'apport énergétique total		50 à 55 % de l'apport énergétique total
Sel (g/j)	Moins de 6 g à 7 g		Moins de 6 g
Potassium (g/j)	2 à 2,7 g		2 à 2,7 g
Phosphore (mg/j)	1000 à 1200 mg / j		1000 à 1200 mg / j
Bicarbonate (mmol/L)	Augmentée si taux inférieur à 20 mmol/L		Augmentée si taux inférieur à 20 mmol/L
Vitamine	Adaptable en fonction des patients		Adaptable en fonction des patients
Calcium (mg/j)	1000 mg/j		1000 mg/j
Eau (mL/j)	Diurèse + 500 mL		Moins de 750 mL

8) La carte routière alimentaire des patients en hémodialyse

Voici un tableau récapitulatif que j'ai élaboré en collaboration avec la diététicienne-nutritionniste spécialisée dans le suivi des patients hémodialysés, Madame Elodie Bion. Elle a établi des listes d'aliments et de boissons en fonction de leur teneur en sodium, potassium, phosphore et autres nutriments à prendre en compte chez ce type de patients.

Légende :



: A privilégier



: A consommer avec modération



: A éviter

Petit déjeuner

Produits céréaliers du matin :



*Céréales prêtes à être consommées (Cornflakes, muesli),
Flocons d'avoine
Son d'avoine*



Viennoiserie :



Pain au chocolat, Muffin, Pain au raisin, Pains aux amandes, Pain suisse

(⚠ Potassium)



*Croissant, Brioche, Palmier → **Privilégié les viennoiseries maison***

(⚠ Sel et additifs, phosphore et potassium)



Chausson aux pommes



= Si kaliémie normale :



Si hyperkaliémie :



Boulangerie :



Pain sans sel : Pain blanc, Baguette, Pain au levain, Pain de mie



Pain avec sel et Pain complet (⚠ Sel)



Recommandation : une demi-baguette par jour maximum

Pain de seigle, Pain au céréales, Pain aux fruits, Pain d'épeautre (⚠ Sel)



Produits non laitiers sources de protéines :



Œufs, Tofu à base de soja



Jambon, Bacon (⚠ Sel, Potassium et Phosphore ajoutés)



Charcuterie (⚠ Très riche en sel, Potassium, Phosphore ajoutés et additifs)



Produits laitiers :



Yaourt (⚠ Sucres ajoutés chez les patient diabétiques)



Lait, Lait de soja, Fromage blanc



Fruits frais et jus de fruits :



Pomme, Fraise, Ananas



Poire, Pêche, Framboise, Grenade, Cerise, Mangue, Raisin (⚠ Phosphore)



Banane, Kiwi, Abricot, Melon (⚠ Potassium)



En règle générale, les fruits sont à éviter étant donné leurs compositions riches en eau (melon, pastèque...)

Fruits à coque et graines :



Amandes, Noix de cajou, Noix du Brésil, Noix de macadamia, Graines de chia, Graines de lin, Graines de sésame, Graines de tournesol, Pistache



Noix de pécan, Noix, Cacahuète (⚠ Phosphore)



Les fruits à coque sont à éviter sauf lors de la 1^{ère} heure de dialyse

Déjeuner et Dîner :

Protéines animales :



Volaille (poulet, dinde), Bœuf, Agneau, Porc



Poisson :



Saumon

Sardines

Sole, Éperlan

Thon, Cabillaud, Maquereau



Poisson en conserve (⚠ Sel et phosphore)

Poisson séché au sel (saumure) (⚠ Sel et phosphore)



Fruits de mer : (⚠ **Sel et phosphore**)



Crevettes, Moules, Huitres, Crabe, Homard, Calmar, Palourdes, Langoustine



Légumineuses : (⚠ **Potassium et phosphore**)



Haricots, Lentilles, Pois chiches, Fèves, Soja



Légumes :



Épinard, Betterave, Tomate, Aubergine, Poivron, Courgette, Citrouille, Champignons, Avocat (⚠ **Potassium**)

Soupe de légumes (⚠ **Eau**)



Brocoli, Chou-fleur, Pois verts, Asperges, Carottes, Chou, Concombres, Laitue, Radis, Oignons, Cèleri, Poireaux, Haricots vert



Céréales et féculents :



Pâtes (spaghetti, penne, macaroni, linguine, lasagnes...), Riz blancs, Orge (perlé, mondé), Maïs, Semoule de maïs, Blé, Pomme de terre (purée, bouillies), Patate douce, Manioc, Millet



Quinoa (blanc, rouge, noir), Lentilles, Haricots (secs, blancs, rouges), Pois chiche, Céréales et féculents complets

(⚠ **Potassium**)



Fromage :



<p><i>FROMAGE A PATE MOLLE (Camembert, Brie)</i></p> <p><i>FROMAGE FRAIS (Fromage blanc, ricotta)</i></p> <p>✓</p>
<p><i>FROMAGE A PATE PERSILLEE (Roquefort, Bleu d'Auvergne, Gorgonzola)</i></p> <p>—</p>
<p><i>FROMAGE A PATE DURE = Gruyère, Parmesan, Cheddar</i></p> <p>—</p>
<p><i>FROMAGE A PATE PRESSEE (Emmental, Comté, Raclette)</i></p> <p>—</p>
<p><i>Cantal, Reblochon, Pont-l'évêque, Chèvre</i></p> <p>—</p>

Sources de matières grasses :



<p><i>Beurre doux, Margarine</i> (⚠️ Graisses saturées)</p> <p>—</p>
<p><i>Huile d'olive, Huile de colza, Huile de noix, Huile crue (pour assaisonnement) olive, avocat</i></p> <p>✓</p> <p>Riche en omega 3</p>
<p><i>Huile de tournesol, Huile de noix de coco, Huile de sésame, Huile de maïs</i></p> <p>—</p>

Sauces :



<p><i>Sauce au fromage, Sauce soja, Sauce tomate, Sauce au beurre, Sauce à base de bouillon concentré, Sauce barbecue</i> (⚠️ Potassium, phosphore, et sodium)</p> <p>✗</p>
<p><i>Sauce béarnaise, Sauce béchamel, Sauce hollandaise, Sauce au poivre, Pesto, Sauce vinaigrette, Mayonnaise, Ketchup</i></p> <p>—</p>

La présence et la teneur en additifs et en sel des sauces sont variables selon les marques.

Produits industriels :



⚠ Sodium, Potassium, Sucre et Phosphore ajoutés élevés

<i>Plats préparés et surgelés (pizzas, lasagnes, plats cuisinés)</i>	⊗
<i>Repas prêts à l'emploi (soupes en conserves, nouilles instantanées)</i>	⊗
<i>Pâtés et terrines en conserves</i>	⊗
<i>Collations et snacks (Chips et snacks salés, bonbons et confiseries, Barres de chocolats et sucrées)</i>	⊗
<i>Biscuits, biscottes et gâteaux industriels,</i>	⊗
<i>Charcuterie transformée, Légumes surgelés</i>	⊗
<i>Nuggets et tenders de poulets</i>	⊗
<i>Chewing-gums</i>	⊗

Boissons : (⚠ *Liquide*)



<i>Boissons gazeuses et soda, Jus de fruits, Nectars en bouteille ou en carton</i>	⊗
<i>Eau, Thé ou café sans sucre, Boissons énergisantes et alcoolisées</i>	⊖

Pour rappel : il est recommandé de ne pas dépasser 50 cL + diurèse/24h pour les patients IRC non dialysé et 75 cL / 24h pour les patients IRC en dialyse et hémodialyse

Ci-dessous, voici un exemple de plat à préparer chez soit pour les patients en hémodialyse :

35

Poulet au citron

Ingrédients

pour 4 personnes

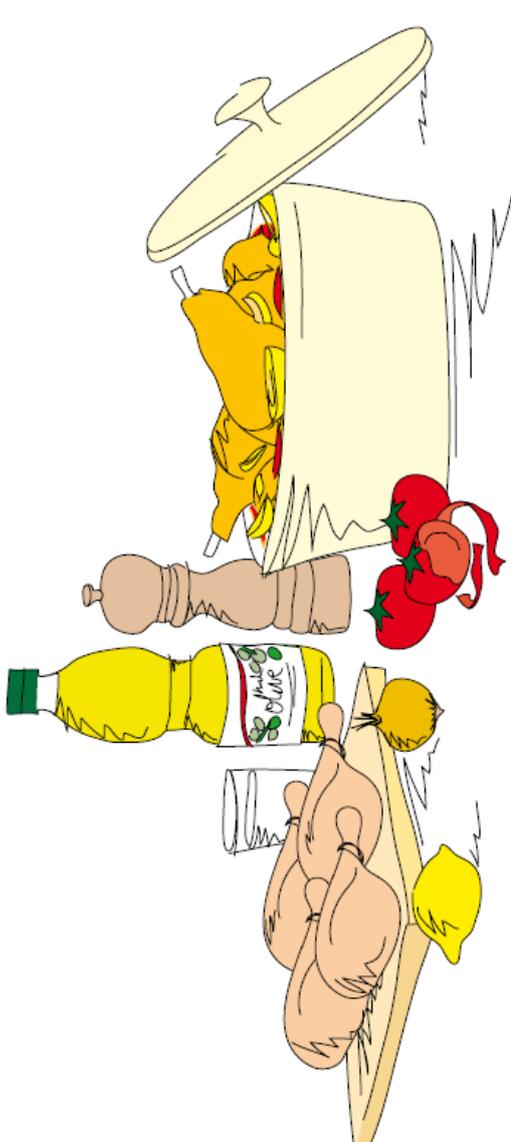
- 4 cuisses de poulet
- 1 petit oignon
- 150 g de tomates pelées
- 2 C. à soupe d'huile d'olive
- 1 citron
- 10 cl d'eau
- Poivre



250 Calories

Protéines 20 g

Les valeurs des calories et des protéines de cette recette sont fournies par personne.



Préparation : 15 min **Cuisson :** 35 min

- Mettez l'huile dans un faitout et faites dorer les cuisses de poulet. Ajoutez les tomates et l'oignon finement coupé. Poivrez.
- Laissez mijoter à feu doux pendant 5 minutes, puis ajoutez l'eau et le citron coupé en quartiers.
- Laissez cuire à couvert 15 min, puis à découvert 15 min supplémentaires.

Suggestion du chef

Servez ce poulet au citron avec des tagliatelles.

Conseils de la diét

Pour limiter l'apport de graisses animales, enlevez la peau des volailles avant de les cuisiner. De même, dégraissez la viande avant de la rôtir.

Figure 35 : Recette de poulet au citron pour les patients en hémodialyse (86)

B) Les régimes bénéfiques en hémodialyse

Comme évoqué précédemment, les directives nutritionnelles pour les patients en hémodialyse sont en grande partie similaires aux **recommandations générales** pour une alimentation saine et équilibrée, telles que celles émises par le PNNS 4, avec par exemple l'objectif de consommer 2 produits laitiers par jour et 2 portions de "viande, poisson ou œuf", comme précisé dans la figure 36. La principale différence réside dans la réduction de la consommation quotidienne de fruits et légumes en raison de leur apport élevé en potassium et en eau. En général, pour maintenir un bon équilibre alimentaire chez les patients en hémodialyse, il est recommandé de :

→ Inclure **4 portions de fruits et légumes** par jour, qui apportent des vitamines, des minéraux et des fibres.

→ Consommer des *féculents ou du pain* à **chaque repas** pour fournir *une source d'énergie durable*.

→ Incorporer du *poisson*, de la *viande* (ou des *œufs*) **deux fois par jour** pour l'apport en *protéines*. Il est préférable de choisir des sources maigres de protéines, comme le poisson, la volaille sans peau ou les coupes de viande maigres.

→ *Les produits laitiers* sont également importants dans l'alimentation des patients en hémodialyse, mais ils doivent être consommés avec prudence en raison de leur teneur en phosphore et en potassium.

→ Intégrer de « *bonnes graisses* » dans chaque repas en privilégiant les matières grasses d'origine végétale, telles que *l'huile de colza* et *l'huile d'olive* riches en **acides gras insaturés et en oméga-3** bénéfiques pour la santé cardiovasculaire.

→ Permettre aux patients de se faire plaisir de manière raisonnable en consommant des *produits sucrés*. Il est important de rappeler aux patients que la modération est essentielle dans la consommation de ces produits.

→ *Autoriser les plaisirs alimentaires pendant la première heure d'hémodialyse*, car tout ce qui est consommé sera immédiatement filtré au cours des 3 prochaines heures suivantes.

Il est essentiel que les patients en hémodialyse suivent ces recommandations pour maintenir un équilibre alimentaire adéquat et favoriser une bonne santé générale.

L'équilibre alimentaire sur la journée

Malgré toutes ces règles, il est important de bien manger pour maintenir un poids stable et une bonne forme

Exemple de répartition sur la journée, que vous pouvez tout à fait adapter à vos habitudes et à votre appétit :

Au petit déjeuner :

- **Un produit céréalier** : deux poignées de pétales de maïs ou de flocons d'avoine ou du pain de mie, pain blanc, petit pain suédois...
- **Du beurre** ou **de la margarine**, **de la confiture** ou **du miel**
- Une petite boisson chaude (thé, café, tisane) et/ou une petite boisson froide (**jus de fruit**, **lait**, eau)

Au repas du midi :

- **Une portion de féculents blancs** : pâtes, riz, semoule (5 à 6 cuillères à soupe après cuisson) ou du pain blanc (50 à 70g, 1/3 de baguette)
- **Une portion** (environ 100g) **de viande** ou **volaille** ou **poisson** ou **2 œufs**
- **Une portion de légumes crus*** (50 à 100g) ou **cuits à l'eau*** (150 à 200 g)
- **Un laitage** : Yaourt, fromage blanc, petit-suisse, faisselle...
- **Un fruit cuit**** ou **cru****

Au repas du soir :

- **Une portion de féculents blancs** : pâtes, riz, semoule (5 à 6 cuillères à soupe après cuisson) ou du pain blanc (50 à 70g, 1/3 de baguette)
- **Une portion** (environ 100g) **de viande** ou **volaille** ou **poisson** ou **2 œufs**
- **Une portion de légumes crus*** (50 à 100g) ou **cuits à l'eau*** (150 à 200 g)
- **Un laitage ou une portion de fromage** (30 g)
- **Un fruit cuit**** ou **cru****

* 1 portion de légumes crus + 1 portion de légumes cuits par jour

**1 portion de fruit crus + 1 portion de fruit cuit par jour

Figure 36 : Schéma qui illustre un bon équilibre alimentaire sur la journée pour les patients en hémodialyse (77)

Les régimes méditerranéen, végétarien et DASH pour « Dietary Approaches to Stop Hypertension » ont été largement étudiés et ont démontré des effets bénéfiques sur la santé en réduisant certains risques cardiovasculaires tels que l'HTA, les maladies vasculaires et le diabète de type 2. (87) (88) (89)

Ces régimes peuvent être prescrits, au cas par cas, par les médecins nutritionnistes afin d'améliorer la santé et la qualité de vie des patients. Il est important de noter que certains régimes peuvent être adaptés aux patients hémodialysés, prenant en compte les restrictions alimentaires nécessaires pour gérer leur condition médicale. Ces adaptations peuvent inclure la gestion de la consommation de potassium, de sodium, de phosphore et de liquides, entre autres. Cependant, il existe des régimes qui peuvent ne pas convenir aux patients en hémodialyse. Les régimes végétariens, par exemple, peuvent poser des défis particuliers en termes de gestion des apports nutritionnels, car ils peuvent être riches en potassium et en phosphore. L'objectif est de maintenir un équilibre nutritionnel optimal tout en évitant les complications liées à l'hémodialyse. (89)

Il est essentiel de consulter un médecin nutritionniste ou un diététicien spécialisé en néphrologie pour déterminer quel régime alimentaire est le plus approprié en fonction de la condition spécifique du patient hémodialysé. Une approche individualisée garantira que les besoins nutritionnels et les restrictions diététiques propres à chaque patient sont respectés.

1) Le régime méditerranéen

Plusieurs études ont montré que les populations du pourtour méditerranéen avaient une meilleure santé cardiovasculaire. Le régime méditerranéen repose sur une alimentation saine, riche en acides gras poly- et mono-insaturés et en fibres, tout en étant faible en acides gras saturés.

Ce régime est caractérisé par une consommation importante d'huile d'olive, qui apporte à l'organisme de l'acide oléique (oméga 9) qui est un acide gras mono-insaturé, ainsi que des polyphénols et de la vitamine E. Elle permet de couvrir en partie les besoins en lipides à hauteur de 30 % des AET. Le régime méditerranéen apporte aussi des glucides complexes à hauteur de 55 % et environ 10 à 15 % de protéines. Il privilégie les aliments d'origine végétale tels que les céréales, les noix, les légumes frais et secs, les herbes, l'ail et l'oignon. Les fruits et légumes sont présents à tous les repas, en quantité suffisante, qu'ils soient cuits ou crus. (90) (91)

La consommation de poisson, de fruits de mer, d'œufs et de viande blanche n'est pas systématique, mais est préférée à la consommation de viandes rouges, tandis que la consommation d'alcool doit être modérée. (Figure 37)

Un verre de vin rouge à chaque repas est autorisé en raison de sa teneur en polyphénols antioxydants. Les produits laitiers tels que les fromages frais ou les yaourts sont consommés quotidiennement. (92)

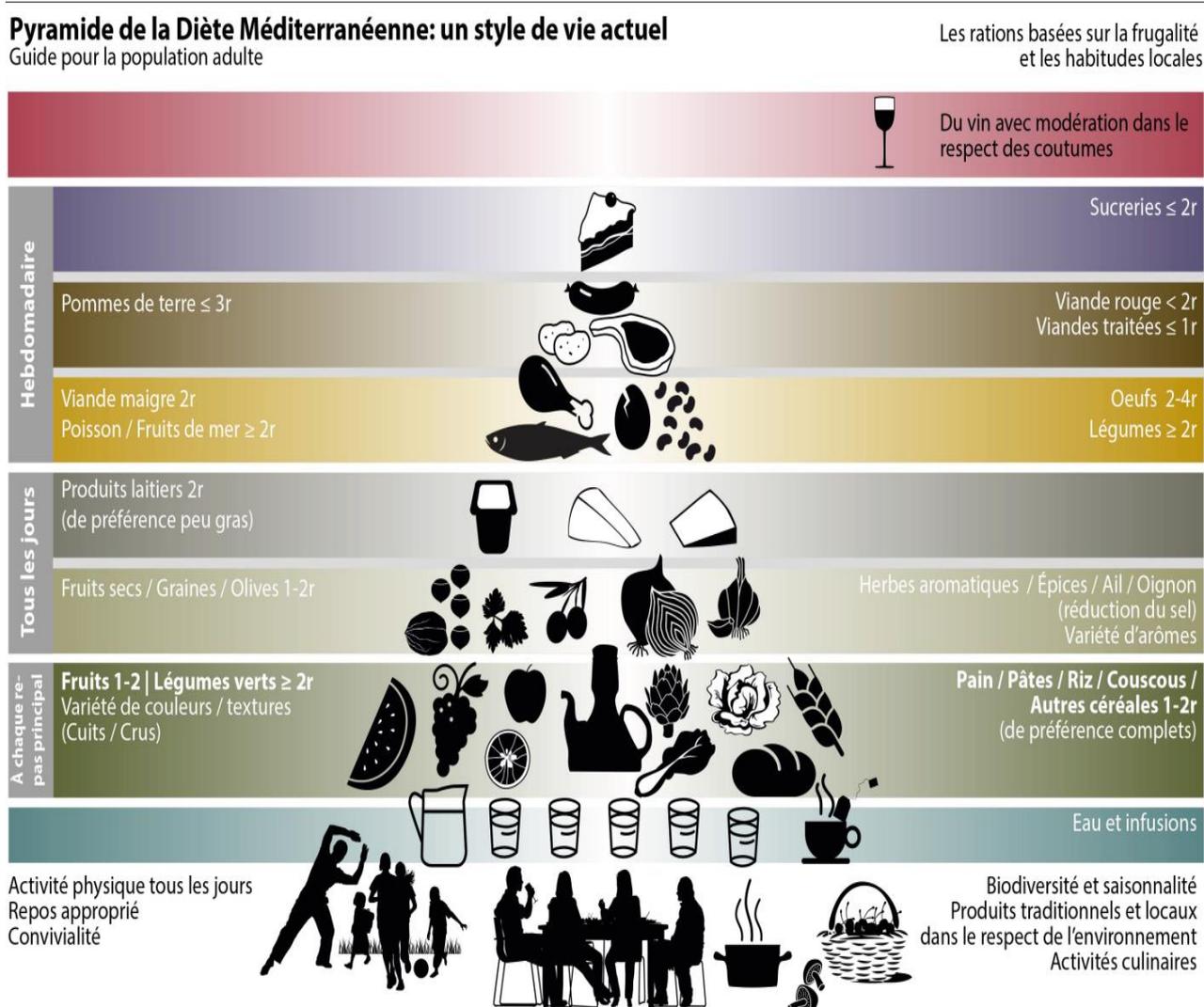


Figure 37 : Pyramide du régime méditerranéen (87)

Chez les patients hémodialysés, l'adoption de ce régime présente de nombreux avantages, tels que la réduction des risques de maladies cardiovasculaires, de cancer et de stress oxydatif.

De plus, il peut contribuer à la perte de poids chez les patients obèses. Ce régime peut être adapté aux besoins des patients en hémodialyse en augmentant l'apport en protéines (1,2 à 1,5 kcal/kg/j).

Certaines études suggèrent que le régime méditerranéen pourrait être conseillé aux patients souffrant d'IRC en raison de ses effets bénéfiques, notamment la réduction de l'inflammation et de la pression artérielle, ainsi qu'une amélioration du contrôle glycémique, une diminution de la résistance à l'insuline, et une augmentation de la sensation de satiété. Il améliore également la régulation de la fonction endothéliale ainsi que le profil lipidique. Néanmoins, il existe peu d'études et de recherches sur l'adaptation spécifique de ce régime à ce groupe de patients. Le microbiote intestinal est également modifié, car l'apport en fibres favorise un changement d'activité microbienne du colon, passant d'une fermentation protéolytique à une fermentation saccharolytique. (93)

L'inclusion de végétaux et de produits à base de céréales complètes riches en fibres contribue considérablement à la réduction de la pression artérielle et aide à lutter contre la constipation grâce à la pectine, qui a un fort effet gélifiant. (94)

Le régime méditerranéen joue aussi un rôle dans la composante acido-basique, car les aliments d'origine végétale sont peu acides, voire non acides, ce qui limite la progression de la maladie et limite ses effets néfastes potentiels sur le rein et l'équilibre acido-basique.

Cependant, il existe des limites à ce régime, une consommation accrue de fruits et légumes n'est pas nécessairement recommandée en raison de leur teneur élevée en potassium et en phosphore. Toutefois, grâce à de nouvelles études sur le sujet, les recommandations actuelles préconisent d'augmenter l'apport en fruits et légumes chez ces patients. (93)

En effet, la biodisponibilité du potassium et du phosphore présents dans les aliments d'origine végétale est inférieure à 50 %, tandis que la biodisponibilité du phosphore et du potassium contenus dans les additifs des aliments ultra-transformés est pratiquement de 100 %. (93)

L'adhésion à un régime méditerranéen pour les patients en hémodialyse n'est pas associée à un plus grand risque d'hyperkaliémie. (95)

La consommation de 5 fruits et légumes par jour peut être envisagée, mais elle doit être adaptée à chaque patient, dépendant ainsi de son état de santé et de ses besoins nutritionnels individuels.

La quantité de ces aliments peut être limitée en fonction de la tolérance individuelle au potassium.

Il est donc essentiel que les patients en hémodialyse travaillent en étroite collaboration avec leur équipe médicale, notamment un diététicien ou un nutritionniste, pour déterminer la quantité de fruits et légumes qui convient à leur situation spécifique.

Voici un exemple personnalisé de menu et recette type « méditerranéen » :

Petit déjeuner 1 :



 *Omelette composée de légumes :*

- 2 œufs
- 1/2 tomate
- 1/2 Poivron
- Poivre

On peut remplacer le sel par de l'assaisonnement avec :

- 1/2 oignon
- 1 gousse d'ail
- Origan
- Herbes de Provinces
- Herbamares

 *Thé vert ou café*



Figure 38 : Assiette composée d'une omelette de légumes accompagnée d'une salade (96)

- ★ Ce petit déjeuner constitue une excellente source en nutriments essentiels tels que les vitamines, les minéraux et les fibres.
- ★ L'œuf est particulièrement remarquable en tant que source de protéines, de choline et de caroténoïdes. Les caroténoïdes, apportés exclusivement par l'alimentation, jouent un rôle essentiel en tant que précurseurs de la vitamine A. Parmi ces caroténoïdes, le bêta-carotène

agit spécifiquement comme un précurseur de la vitamine A, tandis que la lutéine associée à la zéaxanthine forme un pigment maculaire dans l'œil. Cette combinaison contribue à la réduction des maladies oculaires et à l'amélioration de la vision nocturne. (97)

★ L'ajout de légumes à l'omelette apporte de la couleur et augmente la teneur en fibres. Cela permet de contrôler l'appétit, de réduire les grignotages entre les repas et de fournir une source d'énergie durable grâce à leurs glucides complexes qui sont libérés lentement. De plus, les légumes ont une forte teneur en antioxydants, ce qui contribue au maintien d'un cœur en bonne santé. (97)

Petit déjeuner 2 :



Mélanger dans un petit bol :

- 100 g de flocon d'avoine
- 75g de fromage blanc 0 %
- 1/2 banane coupée en petit morceau si pas d'hyperkaliémie
- Quelques amandes ou noix au choix si kaliémie normale



Un œuf à la coque



Un verre de jus d'orange pressé ou un thé



Figure 39 : Petit-déjeuner composé de flocons d'avoine, banane et amandes (98)

★ Les flocons d'avoine sont extrêmement riches en fibres, améliorant ainsi le transit intestinal, favorisant la sensation de satiété, fournissant une quantité suffisante de glucides à notre organisme pour avoir l'énergie nécessaire afin de commencer la journée, et ils sont également riches en acides gras insaturés, en protéines, en vitamines et en minéraux.

★ Le fromage blanc 0 % de matière grasse est très riche en protéines, ce qui accentuera l'effet coupe-faim en synergie avec les flocons d'avoine. Cependant, il est important de surveiller la teneur en potassium du fromage blanc et d'adapter la consommation en fonction de la kaliémie du patient. Une demi-banane peut être ajoutée à la préparation si la kaliémie est normale, car la banane est riche en antioxydants, en fibres, en pectines et en protéines. Cependant, en raison de sa teneur élevée en potassium, il est nécessaire de surveiller attentivement la consommation de bananes.

★ Les amandes et les noix sont riches en magnésium, ce qui favorise la relaxation musculaire, aide à réduire le stress, et ont des effets bénéfiques sur les concentrations de LDL-C, les maladies cardiovasculaires et le cancer colorectal. (99)

★ Les baies de goji sont une source importante de vitamine C, pouvant apporter un soutien en cas de maladies hivernales. Il est important de noter que la consommation d'amandes, de noix et de baies de goji doit être adaptée aux besoins spécifiques des patients en hémodialyse, car les fruits secs sont souvent plus riches en potassium que les fruits frais. (100)

★ La base de données de référence sur la composition nutritionnelle des aliments de l'ANSES, appelée Ciqual, fournit des informations détaillées sur la composition des aliments, pour plus de 3 185 aliments, représentatifs de la consommation alimentaire en France.

Grâce à cet outil, nous pouvons observer que, pour 100 g de noix fraîches, la teneur en potassium est de 390 mg, tandis que pour la même quantité de noix séchées, elle atteint 430 mg de potassium. En ce qui concerne les amandes (avec leur peau), elles contiennent environ 800 mg de potassium pour 100 g.

Ces aliments sont particulièrement riches en potassium, et leur consommation excessive peut rapidement provoquer une élévation des taux de potassium au-delà des niveaux recommandés, ce qui justifie la nécessité de les limiter au maximum, conformément aux directives du PNNS 4 qui préconisent une portion d'une poignée par jour. (101) En effet, une personne saine peut consommer jusqu'à 3 500 mg/j de potassium, tandis qu'un patient en hémodialyse doit en limiter sa consommation au maximum. (102)

Déjeuner :



↪ Un grand plat de salade verte au choix (mesclun par exemple) avec du thon, des noix, des tomates cerises, un œuf dur coupé, assaisonnée avec une cuillère à soupe d'huile d'olive ou un peu de jus de citron.

↪ Un petit morceau de pain complet pour accompagner la salade

↪ Une part de tarte aux légumes de saison

↪ Un grand verre d'eau

↪ Un yaourt fermenté

↪ Un verre de vin rouge



Figure 40 : Salade composée de mesclun, d'œufs et de tomates cerises (103)

- ★ Originaire du sud de la France, ce déjeuner est très peu calorique puisque le mesclun, principal ingrédient de cette salade, est composé en grande partie d'eau et contient environ 18 kcal pour 100 g. (104)
- ★ Cette salade est une excellente source de vitamine C, favorisant l'absorption du fer.
- ★ Elle est riche en vitamine B9 et en caroténoïdes, améliorant la vision nocturne en stimulant la synthèse de mélanine.
- ★ Elle contient du fer, limitant le risque d'anémie ferriprive et des bêta-carotènes.

Dîner :



↪ Une ratatouille composée de :

- 1 petite courgette
 - 1 petite aubergine
 - 1/2 poivron vert
 - 1/2 poivron rouge
 - 1 tomate
 - 1 gousse d'ail
 - 1 petit oignon
 - Poivre
- Bouquet garni (et de l'huile d'olive) accompagnée de riz complet

↪ Une tranche d'escalope de poulet ou de poisson au choix

↪ Une salade de fruits à la fleur d'oranger (orange, pamplemousse, grenade, pomme)

↪ 1 verre d'eau et/ou un verre de vin rouge



Figure 41 : Plats de ratatouille de légumes et riz complet (105)

- ★ Ce dîner méditerranéen s'inscrit dans la continuité du déjeuner et propose une recette traditionnelle de la cuisine française. Il est important de mentionner qu'il convient de peler les légumes avant de les utiliser dans la préparation.
- ★ Les courgettes sont riches en fibres solubles, ce qui contribue à une bonne digestion.
- ★ Les oignons, quant à eux, sont une source abondante d'oligo-éléments et de minéraux bénéfiques pour la santé.
- ★ Enfin, les poivrons sont riches en caroténoïdes, en xanthophylles et en xanthomes, qui sont des antioxydants puissants contribuant à la protection contre les radicaux libres, en particulier au niveau oculaire. (106)

2) Le régime végétarien

Le régime végétarien est un mode alimentaire qui exclut la consommation de viande, mais permet la consommation d'autres produits d'origine animale, tels que les produits laitiers (lait, fromage), les œufs et du poisson. Cependant, il n'est pas particulièrement recommandé pour les patients en hémodialyse, car ces patients ont besoin d'un apport élevé en protéines provenant à la fois des sources animales et végétales. Les protéines peuvent être apportées par diverses sources variées, mais les sources les plus riches en protéine restent les viandes et les poissons. Ce régime sera plus adapté aux patients IRC de stade 1 à 4.

3) Le régime "Dietary Approaches to Stop Hypertension" (DASH)

Le régime DASH, développé dans les années 90, limite l'apport en lipides totaux en le maintenant en dessous des recommandations nutritionnelles (inférieur à 30 %). Il vise également à réduire l'apport en sodium, en sucres et en graisses saturées.

Ce régime s'inspire largement du régime méditerranéen et du régime végétarien. Son utilisation est particulièrement bénéfique en raison de son efficacité notable dans la réduction de l'HTA chez les patients à risque. Parallèlement, une activité physique régulière doit être mise en place pour obtenir les meilleurs résultats possibles. Il faudra privilégier une alimentation riche en céréales complètes, viandes maigres, protéines d'origine végétale, produits laitiers maigres, noix, fruits et légumes, qui sont sources de fibres alimentaires solubles, calcium et potassium. Une attention particulière sera apportée à la présence d'une potentielle hyperkaliémie, puisque ce régime est très riche en potassium.

Une adaptation de la cuisson et de la façon de cuisiner les fruits et légumes sera indispensable afin d'éliminer au maximum le potassium. (107)

C) Place des compléments nutritionnels oraux, compléments alimentaires, et des probiotiques dans la maladie rénale chronique

1) Les compléments nutritionnels oraux (CNO)

Les patients atteints de MRC ont souvent des besoins nutritionnels accrus en raison de la maladie elle-même, de la perte de protéines dans les urines (pour les patients qui ne sont pas encore au stade terminal), des restrictions alimentaires demandées et des effets secondaires des médicaments.

Les CNO peuvent aider à corriger ces carences, car ils constituent une source concentrée de nutriments essentiels, comme nous pouvons le voir sur la figure 42, contribuant ainsi à réduire les complications nutritionnelles de la MRC, telles que l'anémie et les déséquilibres électrolytiques. Pour les patients en hémodialyse, une consommation de CNO pendant la séance peut se faire afin de compenser les pertes de nutriments et d'énergie.

Selon l'assurance maladie : « Les compléments nutritionnels oraux (CNO) sont des mélanges nutritifs complets, administrables par voie orale, hyperénergétiques et / ou hyperprotidiques, de goûts et de textures variés, auxquels il peut être nécessaire de recourir dans le cadre de la stratégie nutritionnelle de la personne âgée dénutrie. Leur prescription entre dans le cadre des dispositifs médicaux ». (108)

Que contient un complément nutritionnel oral ?

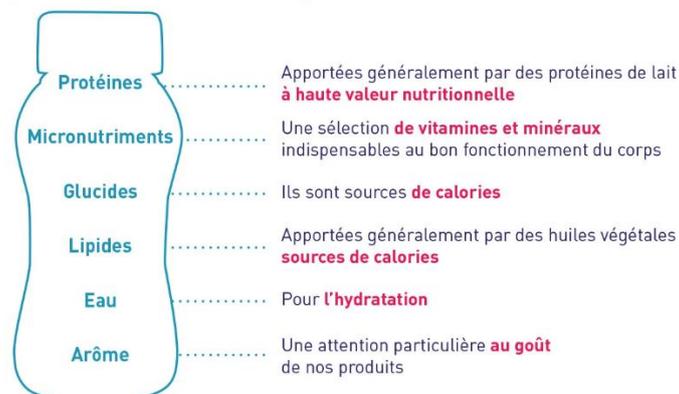


Figure 42 : Composition d'un complément nutritionnel oral (109)

Il est crucial de noter que les CNO et les compléments alimentaires (CA) présentent des différences significatives en termes de prescription et d'accès. Les CNO font l'objet d'une prescription médicale pour résoudre des problèmes alimentaires particuliers, tandis que les CA peuvent être achetés par toute personne saine ayant des besoins nutritionnels spécifiques. De plus, la forme galénique des CA peut évoquer celle d'un médicament, bien que leur accès ne soit pas restreint.

Les patients atteints d'une MRC, hémodialysés ou non, peuvent éprouver une diminution de l'appétit, des nausées, des vomissements et d'autres problèmes alimentaires qui sont susceptibles d'entraîner une perte de poids non souhaitée et une malnutrition. Les CNO permettent de maintenir un état nutritionnel adéquat en fournissant des calories et des nutriments plus faciles à consommer, notamment pour des patients qui ont du mal à manger suffisamment d'aliments solides. En effet, l'utilisation des CNO sous forme liquide ou semi-liquide facilite leur administration.

Les CNO présentent un intérêt chez les patients hypertendus et chez les patients diabétiques, car certains d'entre eux sont formulés pour être pauvres en sodium, ce qui peut être bénéfique pour le contrôle de la pression artérielle, tandis que d'autres sont conçus pour être pauvres en sucre.

Une récente étude de méta-analyse, publiée le 11 mai 2020 (110) se concentre sur la problématique de la malnutrition chez les personnes atteintes d'une MRC nécessitant une dialyse.

Elle cherchait à déterminer si l'administration de CNO à base de protéines par voie orale pouvait améliorer les niveaux d'albumine sérique et d'autres mesures de critères relatifs à l'état nutritionnel.

Les chercheurs ont inclus 22 études portant sur un total de 1278 adultes en dialyse (79 % en hémodialyse et 21 % en dialyse péritonéale). Les résultats indiquent que les CNO à base de protéines ont tendance à augmenter légèrement les niveaux d'albumine, avec des améliorations notables chez les patients sous hémodialyse. Néanmoins, l'impact sur les niveaux de potassium et de phosphate demeure incertain. Les effets secondaires tels que les symptômes abdominaux varient en fonction de la qualité et de la conception des études.

Cette méta analyse montre que des études complémentaires devraient être réalisées pour mieux évaluer le rapport coût-efficacité des CNO, l'amélioration de la qualité de vie des patients, voire s'il y a une prolongation de leur durée de vie.

Il existe, par exemple, le Clinutren Ultra de Nestlé, une boisson lactée à haute teneur en protéines (32 g) et en énergie (450 kcal). Cette boisson est spécialement recommandée pour les patients souffrant de dénutrition. Elle peut être achetée sans ordonnance, mais peut également être remboursée par la sécurité sociale et la mutuelle sur présentation d'une ordonnance médicale.



Figure 43 : Boisson Clinutren Ultra et ses caractéristiques (109)

Pour les patients en hémodialyse, cette boisson, disponible en pharmacie d'officine, est particulièrement adaptée en raison de sa composition, en particulier sa haute teneur en protéine. Elle est disponible en plusieurs saveurs, telles que fraise, vanille, chocolat, café et pralinée. De plus, cette boisson présente l'avantage d'avoir un indice glycémique bas.

Il est préférable de consommer ces boissons nutritives entre les repas. Il est important de rappeler que les CNO ne doivent pas être considérés comme des substituts de repas, mais plutôt comme des compléments visant à enrichir l'apport nutritionnel global.

2) Les compléments alimentaires (CA)

Selon l'ANSES : « On entend par compléments alimentaires, les denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés... (Directive 2002/46/CE du Parlement européen, transposée par le décret n°2006-352 du 20 mars 2006) ». (111)

Les CA peuvent être catégorisés en fonction de leurs bénéfices spécifiques pour les patients en hémodialyse : ceux riches en vitamines et minéraux, tels que le fer et la vitamine B12 pour lutter contre l'anémie, ainsi que la vitamine D et le calcium pour réguler les niveaux de phosphore. Il est essentiel de surveiller la teneur en minéraux, notamment le potassium, le sodium et le phosphore.

Les compléments riches en protéines, qui favorisent le maintien de la masse musculaire, ainsi que ceux contenant des acides aminés essentiels tels que la leucine, peuvent s'avérer nécessaires pour soutenir la régénération musculaire et/ou prévenir une perte de masse maigre chez les patients en dialyse. Il est aussi possible de conseiller des CA riches en fibres aux patients en hémodialyse dans le but de favoriser la régularité du transit intestinal et de prévenir la survenue de constipation.

Enfin, il y a les CA riches en oméga-3, souvent extrait d'huile de poisson (Figure 44), reconnus pour leurs effets protecteurs sur la santé cardiovasculaire en réduisant l'inflammation. Leur prescription et/ou délivrance doit être supervisée par un professionnel de santé (pharmacien, médecin).



Figure 44 : Complément alimentaire d'oméga-3 du laboratoire Solgar (112)

Les CA doivent être utilisés avec précaution, en suivant les recommandations médicales, afin d'éviter tout risque de surdosage ou d'effets indésirables. Il est recommandé de les prendre sous forme de cure intermittente plutôt que de manière continue. De plus, il convient de noter que la qualité et la provenance des compléments alimentaires sont des aspects à prendre en compte, car des produits illégaux et/ou non contrôlés sont disponibles sur internet. Par conséquent, il est fortement recommandé de consulter un professionnel de la santé (pharmacien, médecin) avant de recourir à des CA et d'acheter des produits uniquement auprès de sources fiables (pharmacie d'officine).

Il est essentiel de prendre en compte les interactions médicamenteuses lors de la prise de CA, car ils peuvent interagir avec les médicaments. Ces CA peuvent avoir des conséquences sur l'efficacité des médicaments ou augmenter le risque d'effets indésirables. Voici pourquoi il est important de consulter un pharmacien. La prudence est de mise pour garantir une utilisation sécurisée et bénéfique des CA.

3) Les probiotiques

Au sein du tractus gastro-intestinal humain, il se trouve une population de micro-organismes appelé « microbiote-intestinal ». Ce microbiote est constitué de plusieurs milliards de bactéries, virus, parasites et champignons non pathogènes comme illustré dans la figure 45. Ils sont dits commensaux, c'est-à-dire qu'ils ont besoin de vivre dans un environnement spécifique.

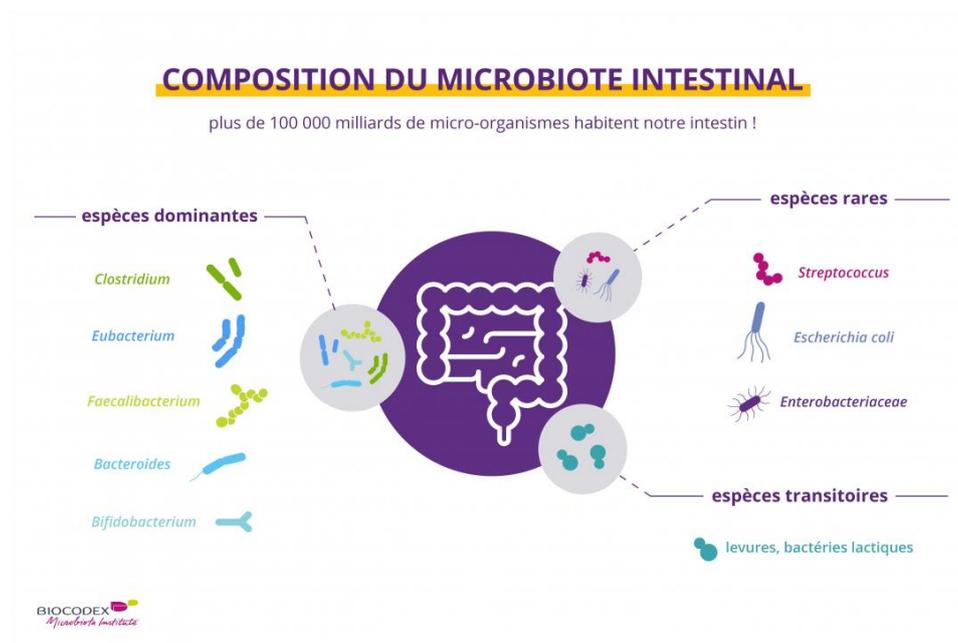


Figure 45 : Composition du microbiote intestinal (113)

Notre bien-être est intrinsèquement lié à notre interaction cruciale avec le microbiote intestinal, qui tire parti de nutriments non assimilables, nous défend contre les agents pathogènes, fortifie notre système immunitaire et communique avec divers organes, y compris le foie et le cerveau, grâce à la production de petites molécules comme l'acétate par exemple. (114)

Le risque de mortalité des patients hémodialysés semble être augmenté selon la composition de leur microbiote intestinal. Une étude menée par Lin et al. (115) a révélé une augmentation de 26 % du risque de décès chez les patients présentant une faible diversité bactérienne. De plus, il a été observé que les non-survivants avaient une réduction significative de bactéries productrices d'acides gras à chaîne courte (AGCC), telles qu'*Anaerostipes* et *Succinivibria*, par rapport aux survivants.

Les probiotiques sont des micro-organismes vivants dont l'administration en quantités suffisantes offre des avantages pour la santé de l'hôte. Il est légitime de se demander si l'ingestion de probiotiques pourrait contribuer à améliorer la qualité de vie des patients hémodialysés.

Une étude récente menée par Zhu et al. a mis en évidence que le probiotique *Lactobacillus casei Zhang* augmente les niveaux d'AGCC dans le plasma et les reins, ce qui conduit à une réduction de l'inflammation rénale. Cependant, malgré plusieurs revues de méta-analyses, les bénéfices des "biotiques" dans le contexte de la MRC n'ont pas été formellement démontrés. (115)

Le traitement de la MRC repose principalement sur des interventions alimentaires qui réduisent efficacement les niveaux de toxines urémiques. Cependant, l'impact des probiotiques sur la morbi-mortalité, ou du moins sur l'amélioration de certains symptômes liés à l'urémie tels que la fatigue ou la qualité de vie, reste à établir. Les interactions complexes entre l'alimentation, le microbiote intestinal et les métabolites microbiens chez les patients atteints de MRC nécessitent d'autres études pour obtenir des résultats plus reproductibles et comparables, afin de mieux les comprendre.

Partie 3 : Études sur des patients : Questionnaire alimentaire au centre d'hémodialyse d'Antibes

Introduction – Objectif de travail :

Les patients souffrant d'IRC en phase d'hémodialyse font face à des défis considérables en ce qui concerne leur régime alimentaire.

Dans notre étude, les patients interrogés sont souvent des personnes de plus de 70 ans, avec une moyenne d'âge de 74 ans qui, même sans aucune pathologie, sont plus à risque de dénutrition, malnutrition et de déshydratation. Par ailleurs, leurs habitudes alimentaires sont très ancrées.

En outre, les recommandations nutritionnelles chez l'hémodialysés ne sont pas les mêmes que dans la population générale pour laquelle on recommandera de manger plus de fruits et de légumes et de bien s'hydrater, ou encore des modes de préparation plus sains comme la cuisson vapeur, alors que la pathologie rénale chronique et l'hémodialyse nécessitent des ajustements et des conseils bien différenciés.

L'objectif de ce travail est de recueillir des données globales sur les pratiques alimentaires actuelles de ces patients, ce qui nous permettra de mieux comprendre si leurs besoins nutritionnels sont couverts, de formuler des recommandations diététiques appropriées, et d'améliorer ainsi leur prise en charge et leur qualité de vie.

L'analyse se focalisera sur trois aspects principaux :

→ *La dénutrition*

→ *L'accompagnement*

→ *Le suivi des recommandations*

Matériel et méthodes :

Le 26 juillet 2023, une étude observationnelle transversale portant sur les habitudes alimentaires de 26 patients sous hémodialyse a été menée dans le centre d'hémodialyse de la Riviera à Antibes, avec une moyenne d'âge de 74 ans et un sex-ratio (H/F) de 0,9.

Les données ont été recueillies à partir d'un questionnaire alimentaire et analysées à l'aide des logiciels Excel® et Access®. Le questionnaire alimentaire que j'ai élaboré pour cette étude est disponible ci-dessous.

Ce type d'étude est généralement utilisé pour obtenir des données sur la prévalence des caractéristiques ou des comportements à un moment donné.

QUESTIONNAIRE ALIMENTAIRE POUR PATIENTS EN HEMODIALYSE

Je suis monsieur Sehil Aymen, étudiant en 6^{ème} année de pharmacie et je suis ravi de vous présenter ce questionnaire alimentaire dans le cadre de ma thèse de docteur en pharmacie. Mon objectif est de mieux comprendre l'impact de l'alimentation sur la santé des patients en hémodialyse, afin d'améliorer leur qualité de vie et leur bien-être.

Les données que vous fournirez seront traitées de manière confidentielle et anonyme, conformément aux règles de déontologie et de confidentialité. Votre coopération est volontaire, et vous pouvez choisir de ne pas répondre à certaines questions si vous le souhaitez.

Age :

Allergies alimentaires connues :

Sexe :

Année de début d'hémodialyse :

Nombre de séances par semaine :

Question 1- Consommez-vous des aliments riches en potassium (bananes, oranges, tomates, etc...) ?

Oui Non

Question 2- À quelle fréquence consommez-vous des aliments riches en phosphore (produits laitiers, noix, etc.) ?

- Tout les jours
- Régulièrement
- De temps en temps
- Rarement

Question 3- Combien de portions de fruits et légumes consommez-vous quotidiennement ?

1 2 3 3 et plus

Question 4- À quelle fréquence consommez-vous des plats préparés ou des aliments transformés ?

- Tout les jours
- Régulièrement
- De temps en temps
- Rarement

Question 5- Combien de verres d'eau (25 cl) buvez-vous en moyenne par jour ?

1 2 3 3 et plus

Question 6- Avez-vous déjà reçu des conseils nutritionnels spécifiques pour votre condition d'hémodialyse ?

Oui Non

Question 7- Êtes-vous satisfait de votre alimentation actuelle en lien avec votre traitement d'hémodialyse ?

Oui Non

Question 8- Combien de repas prenez-vous dans la journée ?

1 2 3 3 et plus

Question 9 - Avez-vous constaté une baisse d'appétit depuis que vous faites des séances d'hémodialyse ?

Oui Non

Question 10 - Avez-vous un régime particulier ?

Oui Non

Si oui, lequel ?

Question 11 - Avez-vous modifié vos habitudes alimentaires depuis que vous êtes hémodialysé ?

Oui Non

Question 12 – Comment cuisinez-vous vos légumes ?

Crus Cuits Vapeurs Frits

Question 13 – Prenez-vous une collation pendant vos séances d'hémodialyse ?

Oui Non

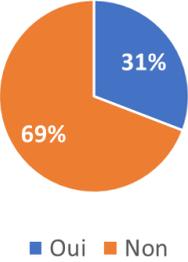
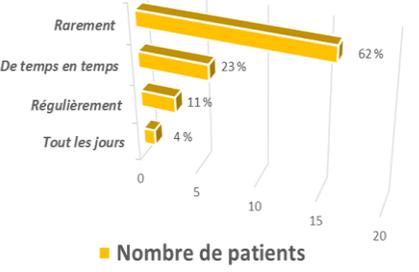
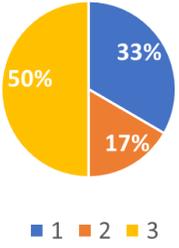
Question 14 – Avez-vous consulté une diététicienne ?

Oui Non

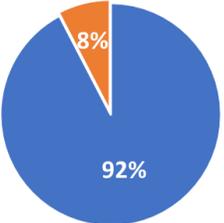
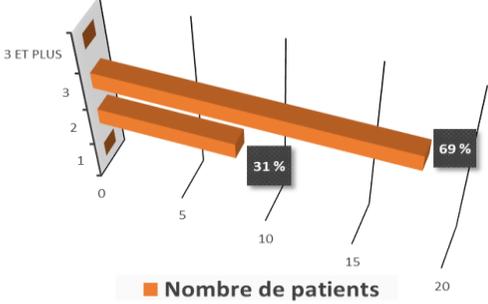
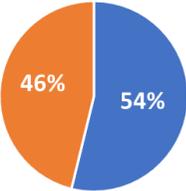
Question 15 - Consommez-vous des compléments alimentaires ?

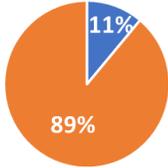
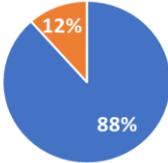
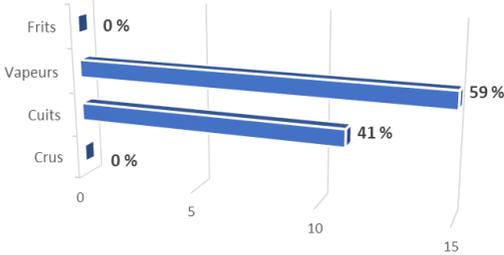
Oui Non

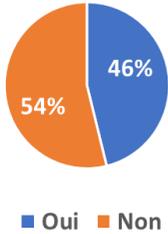
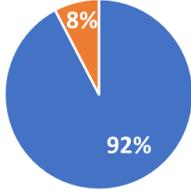
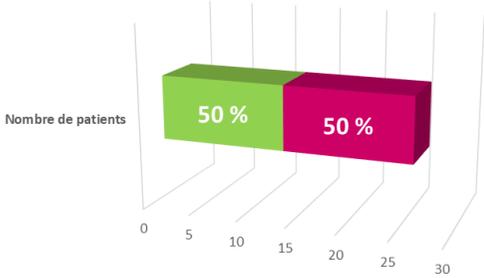
Si oui, lesquels et à quelle dose ?

<u>Question</u>	<u>Graphique</u>	<u>Analyse - Observations</u>															
1	<p data-bbox="591 233 1021 252"><u>Consommation d'aliments riches en potassium</u></p>  <table border="1" data-bbox="712 293 900 555"> <thead> <tr> <th>Réponse</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oui</td> <td>31%</td> </tr> <tr> <td>Non</td> <td>69%</td> </tr> </tbody> </table>	Réponse	Pourcentage	Oui	31%	Non	69%	<ul data-bbox="1352 225 1995 539" style="list-style-type: none"> • La plupart des patients (69%) sont conscients des recommandations diététiques concernant le potassium et <u>évitent</u> les aliments riches en potassium. • Cependant, une proportion notable (31%) <u>persiste à les inclure</u> dans leur alimentation. <ul data-bbox="1406 464 1939 539" style="list-style-type: none"> • Cette approche vise à prévenir l'apparition d'une hyperkaliémie et les complications qui en découlent. 									
Réponse	Pourcentage																
Oui	31%																
Non	69%																
2	<p data-bbox="602 600 1021 647"><u>Fréquence de consommation des aliments riches en phosphore en fonction du nombre de patient</u></p>  <table border="1" data-bbox="602 671 1021 943"> <thead> <tr> <th>Fréquence</th> <th>Nombre de patients</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rarement</td> <td>16</td> <td>62%</td> </tr> <tr> <td>De temps en temps</td> <td>5</td> <td>23%</td> </tr> <tr> <td>Régulièrement</td> <td>2</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Tout les jours</td> <td>1</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table>	Fréquence	Nombre de patients	Pourcentage	Rarement	16	62%	De temps en temps	5	23%	Régulièrement	2	11%	Tout les jours	1	4%	<ul data-bbox="1352 600 1995 863" style="list-style-type: none"> • La majorité des patients (62 % et 23 %) <u>semblent suivre</u> des recommandations de consommation de phosphore relativement prudentes en évitant une consommation excessive d'aliments riches en phosphore. <ul data-bbox="1413 788 1939 863" style="list-style-type: none"> • Mais une minorité (11 % et 4 %) consomme régulièrement ou quotidiennement de tels aliments.
Fréquence	Nombre de patients	Pourcentage															
Rarement	16	62%															
De temps en temps	5	23%															
Régulièrement	2	11%															
Tout les jours	1	4%															
3	<p data-bbox="618 1023 999 1070"><u>Nombre de fruits et légumes consommés quotidiennement ?</u></p>  <table border="1" data-bbox="719 1094 898 1342"> <thead> <tr> <th>Nombre de portions</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>33%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>17%</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre de portions	Pourcentage	1	33%	2	50%	3	17%	<ul data-bbox="1352 1019 1995 1369" style="list-style-type: none"> • D'un côté, la consommation de <u>trois portions de fruits et légumes par jour</u>, comme mentionné par la moitié des patients, peut sembler élevée. Mais cette quantité est souvent recommandée dans les lignes directrices nutritionnelles pour maintenir une santé optimale. • D'un autre côté, un tiers des patients ne consommant <u>qu'une seule portion par jour</u>, peut être insuffisant pour répondre aux besoins nutritionnels et en fibres. 							
Nombre de portions	Pourcentage																
1	33%																
2	50%																
3	17%																

<u>Question</u>	<u>Graphique</u>	<u>Analyse - Observations</u>										
4	<p data-bbox="584 228 1025 300"><i>Fréquence de consommation des plats préparés et des aliments transformés en fonction du nombre de patient</i></p> <table border="1" data-bbox="571 311 1008 558"> <thead> <tr> <th>Fréquence</th> <th>Nombre de patients (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rarement</td> <td>72 %</td> </tr> <tr> <td>De temps en temps</td> <td>21 %</td> </tr> <tr> <td>Régulièrement</td> <td>7 %</td> </tr> <tr> <td>Tout les jours</td> <td>0 %</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="698 528 920 550">■ Nombre de patients</p>	Fréquence	Nombre de patients (%)	Rarement	72 %	De temps en temps	21 %	Régulièrement	7 %	Tout les jours	0 %	<ul data-bbox="1355 220 2004 582" style="list-style-type: none"> • Concernant la consommation de plats transformés, 72 % déclarent en consommer <u>rarement</u>, tandis que 21 % admettent en consommer <u>de temps en temps</u>. Ces 2 groupes sont conscients et appliquent les recommandations visant à limiter la consommation d'aliments transformés, <u>ce qui est encourageant</u>. • Néanmoins, 7 % avouent avoir une consommation régulière de ces produits.
Fréquence	Nombre de patients (%)											
Rarement	72 %											
De temps en temps	21 %											
Régulièrement	7 %											
Tout les jours	0 %											
5	<p data-bbox="584 608 1025 630"><i>Nombre de verres d'eau bu en moyenne par jour</i></p> <table border="1" data-bbox="672 670 940 933"> <thead> <tr> <th>Nombre de verres</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>8 %</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>31 %</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>61 %</td> </tr> <tr> <td>3 et plus</td> <td>0 %</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="672 901 940 933">■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 3 et plus</p>	Nombre de verres	Pourcentage	1	8 %	2	31 %	3	61 %	3 et plus	0 %	<ul data-bbox="1344 600 2004 1050" style="list-style-type: none"> • Les données montrent que 61 % des patients consomment quotidiennement <u>3 verres d'eau</u>, 31 % boivent <u>2 verres d'eau par jour</u>, tandis que 8 % ne boivent qu'un seul verre d'eau par jour. Les patients sont censés boire entre <u>50 cl et 75 cl</u> au maximum (2 à 3 verres maximum), toutes boissons confondues, sur une période de 24 heures. • Il apparaît donc que la majorité des patients en hémodialyse semblent suivre <u>des habitudes d'hydratation appropriées</u>, bien qu'il soit important de noter qu'un petit pourcentage ne boit pas suffisamment d'eau.
Nombre de verres	Pourcentage											
1	8 %											
2	31 %											
3	61 %											
3 et plus	0 %											
6	<p data-bbox="611 1082 999 1104"><i>Conseils nutritionnels reçu par les patients</i></p> <table border="1" data-bbox="694 1125 918 1404"> <thead> <tr> <th>Réponse</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oui</td> <td>92 %</td> </tr> <tr> <td>Non</td> <td>8 %</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="739 1372 873 1396">■ Oui ■ Non</p>	Réponse	Pourcentage	Oui	92 %	Non	8 %	<ul data-bbox="1355 1074 2004 1476" style="list-style-type: none"> • La quasi-totalité (92 %) des patients ont eu accès à des conseils nutritionnels spécifiques, ce qui est essentiel pour les aider à gérer leur régime alimentaire et leur santé dans le cadre de l'hémodialyse. • Toutefois, il est important de continuer à garantir que tous les patients reçoivent ces conseils et d'évaluer les raisons pour lesquelles certains pourraient ne pas les avoir reçus, afin d'améliorer la prise en charge globale de leur condition. 				
Réponse	Pourcentage											
Oui	92 %											
Non	8 %											

<u>Question</u>	<u>Graphique</u>	<u>Analyse - Observations</u>
7	<p data-bbox="629 229 981 252"><i>Satisfaction alimentaires des patients</i></p>  <p data-bbox="734 523 882 545">■ Oui ■ Non</p>	<ul data-bbox="1346 220 2007 576" style="list-style-type: none"> • Presque tous les patients (92 %) en hémodialyse semblent être <u>satisfaits de leur alimentation actuelle</u>. • En revanche, il demeure crucial de maintenir une surveillance constante et d'évaluer les besoins spécifiques de chaque patient, garantissant ainsi que tous les patients, y compris les 8 % qui expriment leur insatisfaction, bénéficient d'un soutien nutritionnel adéquat et se sentent en confiance vis-à-vis de leur alimentation.
8	<p data-bbox="685 608 925 630"><i>Nombre de repas par jour</i></p>  <p data-bbox="696 919 936 941">■ Nombre de patients</p>	<ul data-bbox="1346 600 2007 1002" style="list-style-type: none"> • 69 % des patients sous hémodialyse consomment <u>au moins trois repas par jour</u>, ce qui représente un indicateur positif de la gestion de l'apport nutritionnel. • Néanmoins, la proportion de patients (31 %) qui se contentent <u>de deux repas par jour</u>, bien que relativement faible, <u>devrait être surveillée de près afin de prévenir la DPE</u>, car une réduction de la fréquence des repas peut entraîner une réduction de l'apport calorique et protéique total.
9	<p data-bbox="656 1034 954 1056"><i>Baisse d'appétit en hémodialyse</i></p>  <p data-bbox="734 1329 882 1351">■ Oui ■ Non</p>	<ul data-bbox="1346 1026 2007 1497" style="list-style-type: none"> • Un peu plus de la moitié (54 %) a signalé une diminution de leur appétit depuis le début de leurs séances, tandis que 46 % n'ont pas connu de baisse d'appétit. • Cette diminution d'appétit n'est pas universelle, suggérant ainsi la nécessité d'une surveillance attentive de leur état nutritionnel et de la mise en place de stratégies visant à maintenir un apport adéquat en nutriments malgré cette réduction d'appétit. • Dans ce contexte, l'utilisation de CA pour stimuler l'appétit et de CNO pour garantir un apport suffisant en nutriments peut être envisagée.

<u>Question</u>	<u>Graphique</u>	<u>Analyse - Observations</u>															
10	<p data-bbox="629 229 981 280"><i>Régime particulier cher les patients en hémodialyse</i></p>  <table border="1" data-bbox="719 331 887 499"> <thead> <tr> <th>Réponse</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oui</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Non</td> <td>89%</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="741 523 875 547">■ Oui ■ Non</p>	Réponse	Pourcentage	Oui	11%	Non	89%	<ul style="list-style-type: none"> • Une vaste majorité, soit 89 % des patients, n'a pas de régime alimentaire particulier, contrairement aux 11 % restants (n=3). Cette différence peut être associée à l'hémodialyse et aux besoins nutritionnels spécifiques qui en découlent. Parmi ces 3 patients, l'un suit un <u>régime sans gluten</u> (régime restrictif), tandis que 2 ont adopté un <u>régime méditerranéen</u> (régime non restrictif). Cette diversité dans les régimes alimentaires reflète des <u>besoins individuels qui peuvent varier</u> en fonction de la condition médicale de chaque patient. 									
Réponse	Pourcentage																
Oui	11%																
Non	89%																
11	<p data-bbox="636 691 974 711"><i>Modification des habitudes alimentaires</i></p>  <table border="1" data-bbox="719 743 887 906"> <thead> <tr> <th>Réponse</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oui</td> <td>88%</td> </tr> <tr> <td>Non</td> <td>12%</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="741 938 875 962">■ Oui ■ Non</p>	Réponse	Pourcentage	Oui	88%	Non	12%	<ul style="list-style-type: none"> • La plupart des patients en hémodialyse (88 %) semblent <u>avoir ajusté</u> leurs habitudes alimentaires en réaction à l'hémodialyse, ce qui est bénéfique pour leur prise en charge nutritionnelle. 									
Réponse	Pourcentage																
Oui	88%																
Non	12%																
12	<p data-bbox="685 1011 927 1032"><i>Mode de cuisson des légumes</i></p>  <table border="1" data-bbox="562 1050 1066 1305"> <thead> <tr> <th>Mode de cuisson</th> <th>Nombre de patients</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Frits</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Vapeurs</td> <td>11</td> <td>59%</td> </tr> <tr> <td>Cuits</td> <td>9</td> <td>41%</td> </tr> <tr> <td>Crus</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="730 1321 887 1345">■ Nombre de patients</p>	Mode de cuisson	Nombre de patients	Pourcentage	Frits	0	0%	Vapeurs	11	59%	Cuits	9	41%	Crus	0	0%	<ul style="list-style-type: none"> • 59 % ne semblent pas utiliser la méthode de cuisson la plus appropriée pour leur condition. La cuisson à la vapeur, bien qu'elle puisse être perçue comme saine, peut augmenter la concentration de minéraux dans les légumes, ce qui peut être problématique. • Tandis que 41 % mangent des légumes cuits, ce qui permet de réduire la teneur en minéraux des aliments, comme la cuisson dans une grande quantité d'eau avec un rinçage ultérieur. Par conséquent, il est recommandé de sensibiliser d'avantage les patients à l'importance de choisir des méthodes de cuisson appropriées.
Mode de cuisson	Nombre de patients	Pourcentage															
Frits	0	0%															
Vapeurs	11	59%															
Cuits	9	41%															
Crus	0	0%															

<u>Question</u>	<u>Graphique</u>	<u>Analyse - Observations</u>						
13	<p data-bbox="613 231 996 280"><u>Collation prise par les patients pendant la séance d'hémodialyse</u></p>  <table border="1" data-bbox="719 316 887 550"> <thead> <tr> <th>Réponse</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oui</td> <td>54%</td> </tr> <tr> <td>Non</td> <td>46%</td> </tr> </tbody> </table>	Réponse	Pourcentage	Oui	54%	Non	46%	<ul data-bbox="1346 220 2002 614" style="list-style-type: none"> • Un peu plus de la moitié des patients (54 %) ont indiqué prendre une collation pendant leurs séances d'hémodialyse. • Les patients ont la possibilité de profiter d'une collation durant la première heure sans compromettre leur équilibre hydrique. • 46 % ne prennent pas de collation pendant l'hémodialyse. Il peut y avoir plusieurs raisons à cela, notamment des préférences personnelles ou des recommandations médicales spécifiques.
Réponse	Pourcentage							
Oui	54%							
Non	46%							
14	<p data-bbox="654 646 956 671"><u>Consultation d'une diététicienne</u></p>  <table border="1" data-bbox="707 710 898 901"> <thead> <tr> <th>Réponse</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oui</td> <td>92%</td> </tr> <tr> <td>Non</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	Réponse	Pourcentage	Oui	92%	Non	8%	<ul data-bbox="1346 638 2002 997" style="list-style-type: none"> • 92 % des patients en hémodialyse ont bénéficié des conseils d'une diététicienne, ce qui est positif pour une gestion nutritionnelle appropriée. • Néanmoins, comme observé à la question 6, il est crucial de veiller à ce que tous les patients aient accès à des consultations diététiques, tout en examinant les raisons pour lesquelles certains pourraient ne pas en avoir bénéficié.
Réponse	Pourcentage							
Oui	92%							
Non	8%							
15	<p data-bbox="595 1023 1014 1048"><u>Consommation de compléments alimentaires</u></p>  <table border="1" data-bbox="557 1070 1041 1348"> <thead> <tr> <th>Catégorie</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consomment des CA</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>N'ont pas consommé de CA</td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table>	Catégorie	Pourcentage	Consomment des CA	50%	N'ont pas consommé de CA	50%	<ul data-bbox="1346 1015 2002 1412" style="list-style-type: none"> • La question 15 révèle une répartition équilibrée (50/50) entre les patients qui consomment des CA et ceux qui ne le font pas. • En effet, la moitié des patients ressentent la nécessité ou ont reçu des conseils (de la part de médecins ou de pharmaciens) de prendre des CA protéinés et multivitaminés afin de combler leurs besoins nutritionnels spécifiques liés à leur condition médicale et ainsi prévenir une éventuelle dénutrition.
Catégorie	Pourcentage							
Consomment des CA	50%							
N'ont pas consommé de CA	50%							

Discussion

Cette étude suggère que les séances d'hémodialyse ont un impact significatif sur les comportements alimentaires des patients. Ce qui nécessite une attention particulière afin de surveiller de près l'état nutritionnel dans le but d'identifier ceux à risque de DPE comme indiqué par les réponses aux questions 8, 9 et 11. En conséquence, il serait crucial de mettre en place des stratégies de soutien nutritionnel personnalisées, notamment en augmentant la fréquence des repas par jour pour certains patients.

Comme indiqué par les réponses aux questions 14 et 15, celles-ci mettent en évidence l'importance des recommandations nutritionnelles personnalisées et soulignent la nécessité de consulter un(e) diététicien(ne) qui, le cas échéant, pourrait conseiller les patients sur la nécessité de prendre des CA en pharmacie d'officine (protéinés, vitaminés, multivitaminés ou stimulant l'appétit). De plus, cela souligne toute l'importance des conseils du pharmacien d'officine, qui pourra apporter des informations complémentaires.

Sur le plan diététique, les questions 1, 2, 3, 4 et 5 suggèrent qu'une grande partie des patients semblent être conscients des recommandations nutritionnelles et adoptent une alimentation la plus équilibrée possible. En effet, la majorité des patients de mon étude semblent éviter les aliments riches en sodium, en potassium et en phosphore, maintenir une consommation quotidienne suffisante de fruits et légumes, limiter la consommation de plats transformés, et maintenir une hydratation adéquate compte tenu de leur condition d'hémodialyse. Cependant, il est essentiel de noter qu'il existe malgré tout quelques patients qui ne semblent pas adhérer à ces recommandations, ce qui est préoccupant et soulève l'intérêt d'explorer les raisons de cette non-observance alimentaire.

La satisfaction alimentaire des patients interrogés est élevée, et cela semble être en partie attribuable aux conseils nutritionnels spécifiques comme en témoigne les question 6 et 7. Néanmoins, la question 12 met en évidence qu'une grande proportion des patients négligeant les modes de cuissons des aliments. Si un pharmacien d'officine suit plusieurs patients en dialyse et hémodialyse, il serait envisageable de leur proposer des ateliers en collaboration avec un diététicien afin d'expliquer les différentes méthodes de cuisson, de leur fournir des astuces et des conseils alimentaires.

CONCLUSION :

Malgré un petit effectif, les résultats du questionnaire alimentaire que j'ai mené mettent en lumière des aspects importants concernant la prise en charge nutritionnelle des patients en hémodialyse.

La majorité des patients interrogés semble être en accord avec les recommandations nutritionnelles données par la nutritionniste du centre d'hémodialyse et surtout, semble les suivre. Il demeure cependant un petit effectif qui rencontre des difficultés à les respecter, probablement en raison d'un manque d'informations ou de la complexité de maintenir ces restrictions alimentaires sur une longue période.

Le pharmacien d'officine joue un rôle essentiel dans ce processus en fournissant des conseils généraux au comptoir et en offrant un soutien psychologique significatif pour motiver les patients à maintenir ces restrictions dans le but d'améliorer leur bien-être.

De plus, il est envisageable d'aller plus loin en mettant en place des entretiens pharmaceutiques personnalisés axés sur l'approche nutritionnelle, en identifiant les aliments à éviter et à privilégier. Les fiches "conseil en officine" que j'ai élaborées au cours de ma thèse, ainsi que des exemples de recettes adaptées aux patients hémodialysés, peuvent être utilisées lors de ces entretiens pour renforcer l'autonomie des patients, tout en illustrant ces conseils de manière didactiques, permettant aussi un gain de temps pour le pharmacien d'officine.

L'objectif futur est d'établir une coordination efficace entre tous les professionnels de santé impliqués, notamment les médecins, les pharmaciens et les infirmiers, afin de proposer un accompagnement nutritionnel et psychologique complet aux patients.

Je tiens à souligner que, bien que de nombreuses officines souhaitent réaliser des entretiens pharmaceutiques sur divers sujets, elles sont souvent confrontées à des contraintes de temps et de ressources qui limitent leur mise en œuvre. Cependant, il est essentiel de continuer à explorer des moyens d'améliorer la prise en charge des patients en hémodialyse en intégrant davantage l'expertise des pharmaciens d'officine dans leur parcours de soins.

Néanmoins, il est important de noter que mon questionnaire comporte des biais et des limites. Tout d'abord, il est pertinent de noter que le questionnaire a été administré au sein d'un centre d'hémodialyse, et non en officine. Par conséquent, il manque des informations essentielles concernant la prise en charge nutritionnelle en officine. Les patients en hémodialyse pourraient avoir des besoins et des attentes différents vis-à-vis de leur pharmacien d'officine, et ces aspects n'ont pas été explorés dans mon étude. Bien que l'étude fasse un état des lieux de la prise en charge nutritionnelle des patients en hémodialyse dans un contexte clinique, nous ne disposons pas d'informations sur la satisfaction des patients en ce qui concerne le relais à l'officine. Il serait essentiel de connaître leur opinion quant à l'efficacité du transfert des conseils nutritionnels de la clinique à l'officine, ainsi que leurs préférences concernant la fréquence et la nature de ces conseils.

La taille restreinte de l'effectif est une limite supplémentaire, car l'échantillonnage ne reflète pas de manière complète la population de patients hémodialysés. Une population plus jeune pourrait amener à des résultats différents par exemple. De plus, le questionnaire repose sur des réponses subjectives des patients, sans intégrer de données objectives telles que des évaluations cliniques.

En fin de compte, notre questionnaire, bien que positif dans sa démarche, pourrait être amélioré de la manière suivante :

- Inclusion des pharmaciens d'officine
- Élargissement de l'échantillon d'étude
- Inclusion de données objectives
- Inclusion d'un groupe témoins de patients en hémodialyse n'ayant pas reçu de conseils spécifiques (pour mieux comparer)
 - Évaluation des besoins spécifiques en termes d'informations
 - Réalisation d'une étude longitudinale
 - Évaluation des attentes des patients
 - Réalisation d'une analyse qualitative afin d'obtenir des informations plus riches sur les expériences et les défis des patients en matière de nutrition.

Ces différents points constitueraient une base solide pour une étude future visant à mieux comprendre les besoins et les attentes des patients en hémodialyse, à la fois dans un cadre clinique et dans le contexte de l'officine, tout en identifiant des domaines de développement pour une prise en charge nutritionnelle adaptée et plus efficace.

Référence bibliographique :

1. Nathalie P. HAS - Guide du parcours de soins – Maladie rénale chronique de l’adulte (MRC). 2021 [cité 27 sept 2023]; Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2021-09/guide__mrc.pdf
2. Jais JP, Lobbedez T, Couchoud C. Mortalité des patients avec une maladie rénale chronique stade 5 traités par suppléance. *Néphrologie Thérapeutique*. 1 sept 2022;18(5, Supplément 2):18/5S-e25.
3. Les reins [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <http://anatomie-fmpm.uca.ma/wp-content/uploads/2020/07/les-reins.pdf>
4. Anatomie du rein - Cancer du rein [Internet]. [cité 23 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Cancer-du-rein/Anatomie-du-rein>
5. Manuels MSD pour le grand public [Internet]. [cité 23 oct 2023]. Reins - Troubles rénaux et des voies urinaires. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/troubles-r%C3%A9naux-et-des-voies-urinaires/biologie-du-rein-et-des-voies-urinaires/reins>
6. Dictionnaire médical de l’Académie de Médecine [Internet]. [cité 23 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.academie-medecine.fr/le-dictionnaire/index.php?q=rein>
7. Avnibis_trousseau2012-1.pdf [Internet]. [cité 23 janv 2023]. Disponible sur: https://www.sfip-radiopediatrie.org/wp-content/uploads/2018/07/Avnibis_trousseau2012-1.pdf
8. Excretory system (kidney, adrenal gland) [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: https://www.123rf.com/photo_131908558_excretory-system-kidney-adrenal-gland.html
9. De Peretti F. Manuel d’anatomie générale avec notions de morphogénèse et d’anatomie comparée. Introduction à la clinique. Ellipses. Vol. 2010. 331 p.
10. français L sur W. Schéma d’un corpuscule de Malpighi (début d’un néphron dans le rein). [Internet]. 2006 [cité 25 oct 2023]. Disponible sur: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corpuscule-malpighi.JPG?uselang=fr>
11. Fernandes A. Néphron - Knoow [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://knoow.net/fr/sciences-terre-vie/biologie/nephron/>
12. ResearchGate [Internet]. [cité 25 oct 2023]. Figure 6 : Schéma de la vascularisation rénale... Disponible sur: https://www.researchgate.net/figure/Schema-de-la-vascularisation-renale_fig3_269092694
13. DFG : tout savoir sur le débit de filtration glomérulaire [Internet]. 2022 [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.passeportsante.net/fr/Maux/analyses-medicales/Fiche.aspx?doc=dfg-savoir-sur-debit-filtration-glomerulaire>

14. Filtration glomérulaire et débit sanguin rénal - [Physiologie et physiopathologie rénales] [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://cuen.fr/lmd/spip.php?rubrique94>
15. La circulation : la loi du cœur ou loi de Franck-Starling [Internet]. 2012 [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://medecine.savoir.fr/la-circulation-la-loi-du-coeur-ou-loi-de-franck-starling/>
16. Fine LG. Ernest Henry Starling (1866-1927) on the glomerular and tubular functions of the kidney. *Nephron Physiol.* 2014;126(4):19-28.
17. Lacour B. Physiologie du rein et bases physiopathologiques des maladies rénales. *Rev Francoph Lab.* 1 avr 2013;2013(451):25-37.
18. LA FILTRATION GLOMÉRULAIRE - [Physiologie et physiopathologie rénales] [Internet]. [cité 4 nov 2023]. Disponible sur: <https://cuen.fr/lmd/spip.php?article104>
19. Ue4_cours_6_débit_rénal_et_filtration_glomérulaire_ronéo.pdf [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: https://13bichat2018-2019.weebly.com/uploads/1/1/2/5/112587633/5a_d1_ue4_cours_6_d%C3%A9bit_r%C3%A9nal_et_filtration_glom%C3%A9rulaire_ron%C3%A9o.pdf
20. Circulation Rénale.pdf [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.univ-constantine3.dz/pdfs/3%20circulation%20rnale.pdf>
21. Physiologie des systèmes intégrés, les principes et fonctions - La rénine, sécrétée par les reins [Internet]. [cité 26 janv 2023]. Disponible sur: https://ressources.unisciel.fr/physiologie/co/grain3_1_1.html
22. Komlosi P, Fintha A, Bell PD. Current mechanisms of macula densa cell signalling. *Acta Physiol Scand.* août 2004;181(4):463-9.
23. Le Rein, le système urinaire [Internet]. [cité 26 janv 2023]. Disponible sur: <http://corpshumain.ca/Rein.php>
24. IRA.pdf [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.medecinesfax.org/useruploads/files/46%20IRA.pdf>
25. Physiologie des systèmes intégrés, les principes et fonctions - Contrôle du DFG [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: https://ressources.unisciel.fr/physiologie/co/grain2_2_3_1_2.html
26. Récepteur adrénérgique. In: Wikipédia [Internet]. 2022 [cité 26 janv 2023]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9cepteur_adr%C3%A9nergique&oldid=192583973
27. Carpentier - 2008 - VAN COMPENSATOIRE HYPERTROFIE TOT HARTFALEN TRANS.pdf [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/391/819/RUG01-001391819_2022_0001_AC.pdf

28. Système renine angiotensine aldosterone.pdf [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.chuv.ch/fileadmin/sites/nep/documents/nep-systeme-renine-angiotensine-aldosterone.pdf>
29. <https://www.passeportsante.net/> [Internet]. [cité 3 nov 2023]. ADH : rôle et effet de l'hormone antidiurétique ou vasopressine. Disponible sur: <https://www.passeportsante.net/fr/parties-corps/Fiche.aspx?doc=adh-role-effet-hormone-antidiuretique-vasopressine>
30. VIDAL [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Médicaments utilisés dans le double blocage du système rénineangiotensine : les recommandations de l'ANSM. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/13724-medicaments-utilises-dans-le-double-blocage-du-systeme-renine-angiotensine-les-recommandations-de-l-anism.html>
31. Themes UFO. 6: La fonction rénale : équilibre acido-basique et équilibre hydro-électrolytique | Medicine Key [Internet]. [cité 26 oct 2023]. Disponible sur: <https://clemedicine.com/6-la-fonction-renale-equilibre-acido-basique-et-equilibre-hydro-electrolytique/>
32. Chapitre 2 : Les compartiments liquidiens de l'organisme. Professeur Diane GODIN-RIBUOT - PDF Free Download [Internet]. [cité 28 janv 2023]. Disponible sur: <https://docplayer.fr/3816720-Chapitre-2-les-compartiments-liquidiens-de-l-organisme-professeur-diane-godin-ribuot.html>
33. Cours L3 milieu intérieur 2020 2021.pdf [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/BA/2020/Cours%20L3%20milieu%20int%C3%A9rieur%202020%202021.pdf>
34. Troubles hydro-électrolytiques : physiopathologie [Internet]. [cité 28 janv 2023]. Disponible sur: https://www.memobio.fr/html/bioc/bi_hy_in.html
35. Le milieu Intérieur TD 1-2 Février ppt télécharger [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://slideplayer.fr/slide/5247188/>
36. Physiologie des systèmes intégrés., les principes et fonctions - Réabsorption dans l'anse de Henlé [Internet]. [cité 26 oct 2023]. Disponible sur: https://ressources.unisciel.fr/physiologie/co/grain2_2_3_2_3_2.html
37. Acid-Base Disturbances | Time of Care [Internet]. 2015 [cité 28 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.timeofcare.com/acid-base-disturbances/>
38. Introduction à l'homéostasie et à la régulation | Parlons sciences [Internet]. [cité 26 oct 2023]. Disponible sur: <https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/documents-dinformation/introduction-a-lhomeostasie-et-a-la-regulation>

39. Rishi. RK.MD. 2020 [cité 28 janv 2023]. Henderson-Hasselbalch Equation. Disponible sur: <https://rk.md/2020/henderson-hasselbalch-equation/>
40. troubles_de_l_equilibre_acido-basique_et_desordres_electrolytiques.pdf [Internet]. [cité 28 janv 2023]. Disponible sur: https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/troubles_de_l_equilibre_acido-basique_et_desordres_electrolytiques.pdf
41. L'acidose métabolique rénale.pdf [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: https://www.revmed.ch/view/631122/4898994/RMS_101_612.pdf
42. Stucker F, Saudan P, Feraille E. L'acidose métabolique rénale : physiopathologie, diagnostic et traitement. Rev Med Suisse. 7 mars 2007;101:612-7.
43. Dérivés de la Parathormone [Internet]. [cité 29 janv 2023]. Disponible sur: <https://pharmacomedicale.org/medicaments/par-specialites/item/derives-de-la-parathormone>
44. III LA TRAVERSÉE TUBULAIRE - [Physiologie et physiopathologie rénales] [Internet]. [cité 29 janv 2023]. Disponible sur: <https://cuen.fr/lmd/spip.php?rubrique69>
45. Bilan de sodium et transport rénal du sodium.pdf [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: https://cuen.fr/lmd/IMG/pdf/4-Transport_renal_du_Na-BM_3_copie.pdf
46. Physiologie des systèmes intégrés. Les principes et fonctions - La réabsorption dans le tubule contourné distal et le tube collecteur [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: https://ressources.unisciel.fr/physiologie/co/grain2_2_3_2_3_3.html
47. Posthypophyse A Cahque, Aldostérone ADH. Physiologie Rénale. - ppt télécharger [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://slideplayer.fr/slide/12802505/>
48. Inserm [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Insuffisance rénale · Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/insuffisance-renale/>
49. VIDAL [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Maladie rénale chronique : 7 messages clés de la HAS pour améliorer le dépistage et limiter la progression. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/27997-maladie-renale-chronique-7-messages-cles-de-la-has-pour-ameliorer-le-depistage-et-limiter-la-progression.html>
50. Pour en savoir plus sur l'insuffisance rénale [Prévenir les erreurs liées aux médicaments Anticoagulants Oraux Directs - « Never Events AOD »] [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: http://www.omedit-centre.fr/AOD/co/Pour_en_savoir_plus_sur_l_insuffisance_renale.html
51. cjulien. JFN 2021 : de nouvelles recommandations nutritionnelles - Pathologies [Internet]. [cité 28 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.cerin.org/articles/jfn-2021-de-nouvelles-recommandations-nutritionnelles/>

52. Prezelin-Reydit M, Chauveau P, Pfirmann P, Combe C, Lasseur C, Fouque D. Mise à jour des recommandations nutritionnelles dans la maladie rénale chronique. *Cah Nutr Diététique*. 1 oct 2022;57(5):336-43.
53. La fistule artériovoineuse pour hémodialyse | Hôpital privé Dijon Bourgogne [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://hopital-prive-dijon-bourgogne.ramsaysante.fr/la-fistule-arterio-veineuse-pour-hemodialyse>
54. Pôle de Chirurgie Vasculaire et Endovasculaire [Internet]. [cité 30 janv 2023]. Création de fistule pour la dialyse. Disponible sur: <https://www.chirurgie-arterielle-nancy.fr/fiches-conseils-avant-intervention/creation-de-fistule-pour-la-dialyse>
55. Comment fonctionne une hémodialyse ? | Ramsay Santé [Internet]. [cité 4 nov 2023]. Disponible sur: <https://www.ramsaysante.fr/vous-etes-patient-en-savoir-plus-sur-ma-pathologie/comment-fonctionne-une-hemodialyse>
56. Hémodialyse : qu'est-ce que le cathéter de dialyse ? [Internet]. [cité 30 janv 2023]. Disponible sur: <https://acteurdemasante.lu/fr/maladies-renales/hemodialyse-quest-ce-que-le-catheter-de-dialyse/>
57. Soins de l'accès vasculaire durant l'hémodialyse [Internet]. kidney campus. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://kidneycampus.ca/fr/quest-ce-que-lhemodialyse/soins-de-laccess-vasculaire/>
58. Constantes_biologiques_adultes_2009.pdf [Internet]. [cité 24 sept 2023]. Disponible sur: http://www.ncni.univ-paris5.fr/pharmacie/Constantes_biologiques_adultes_2009.pdf
59. Ponte B, Bourquin V, Stoermann-Chopard C. Statines : quelle place dans le traitement de l'insuffisance rénale chronique ? *Rev Med Suisse*. 25 févr 2009;162:463-8.
60. Salles J -P., Moulin P, Briand-Mésange F, Conte-Auriol F, Gennero I, Tauber M, et al. FGF 23 et phosphatémie. *Immuno-Anal Biol Spéc*. 1 juin 2005;20:136-43.
61. Le Métabolisme phospho-calcique.pdf [Internet]. [cité 4 oct 2023]. Disponible sur: https://www.afidtn.com/medias/annuaire_bibliographie/856_template.pdf
62. Recommandations_denutrition.pdf [Internet]. [cité 28 sept 2023]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2021-11/reco368_recommandations_denutrition_pa_cd_20211110_v1.pdf
63. reco368_fiche_outil_denutrition_pa_cd_20211110_v1.pdf [Internet]. [cité 4 nov 2023]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2021-11/reco368_fiche_outil_denutrition_pa_cd_20211110_v1.pdf
64. Lequere C. Obésité chez l'adulte : comment l'a définit-on ? [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.docteur-lequere.fr/actualites/item/13-obesite-adulte>

65. FMC-HGE [Internet]. 2011 [cité 10 sept 2023]. Reconnaître et traiter la dénutrition en ambulatoire. Disponible sur: <https://www.fmcgastro.org/postu-main/archives/postu-2011-paris/textes-postu-2011-paris/reconnaitre-et-traiter-la-denutrition-en-ambulatoire/>
66. D-NUT_Vidéo tuto mesure de la circonférence brachiale [Internet]. 2019 [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=FG4waunH4wU>
67. IRBMS [Internet]. 2017 [cité 27 sept 2023]. Méthode de mesure des plis cutanés. Disponible sur: <https://www.irbms.com/methode-mesure-plis-cutanes-sportif/>
68. Gonzalez Rodriguez E, Lamy O, Hans D, Favre L, Pralong F. Imagerie par DXA : le couteau suisse multifonction ? Rev Med Suisse. 18 mars 2015;466:645-50.
69. MNA-french.pdf [Internet]. [cité 4 nov 2023]. Disponible sur: <https://www.mna-elderly.com/sites/default/files/2021-10/MNA-french.pdf>
70. pnns4_2019-2023.pdf [Internet]. [cité 24 sept 2023]. Disponible sur: https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4_2019-2023.pdf
71. Marine Barbet - Le PNNS 4 (2019-2023) [Internet]. Marine Barbet. 2019 [cité 30 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.marinebarbet.com/le-pnns-4-2019-2023/>
72. NUT-Ra-Sel.pdf [Internet]. [cité 24 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT-Ra-Sel.pdf>
73. France Rein [Internet]. [cité 24 sept 2023]. Diététique. Disponible sur: <https://www.francerein.org/vivre-avec-la-maladie/au-quotidien/la-dietetique/>
74. Fiche conseil pour le sodium - Pour patients dialysés | CHL [Internet]. [cité 17 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.chl.lu/fr/dossier/fiche-conseil-pour-le-sodium-pour-patients-dialyses>
75. Fiche conseil pour les apports hydriques | CHL [Internet]. [cité 26 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.chl.lu/fr/dossier/fiche-conseil-pour-les-apports-hydriques>
76. fiche-pratique-france-rein-40-les-effets-secondaires-de-la-dialyse.pdf [Internet]. [cité 16 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.francerein.org/wp-content/uploads/2021/12/fiche-pratique-france-rein-40-les-effets-secondaires-de-la-dialyse.pdf>
77. BION Elodie SG. Dialyse et alimentation - Que manger pour manger pour protéger ma santé ?
78. Weinstein J, Girard LP, Lepage S, McKelvie RS, Tennankore K. Prévention et traitement de l'hyperkaliémie chez les patients sous inhibiteurs du système rénine-angiotensine-aldostérone. CMAJ Can Med Assoc J. 14 mars 2022;194(10).
79. Fiche conseils pour le potassium - Pour patients dialysés | CHL [Internet]. [cité 16 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.chl.lu/fr/dossier/fiche-conseils-pour-le-potassium-pour-patients-dialyses>

80. L'alimentation et la diététique en dialyse | La ville du Rein [Internet]. [cité 16 juin 2023]. Disponible sur: <http://villedurein.renaloo.com/la-dialyse-en-etablissement/lalimentation-et-la-dietetique-en-dialyse/>
81. Fiche conseils pour le potassium - Pour patients dialysés | CHL [Internet]. [cité 17 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.chl.lu/fr/dossier/fiche-conseils-pour-le-potassium-pour-patients-dialyses>
82. Manuels MSD pour le grand public [Internet]. [cité 16 juin 2023]. Présentation du rôle du phosphate dans l'organisme - Troubles hormonaux et métaboliques. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/troubles-hormonaux-et-m%C3%A9taboliques/%C3%A9quilibre-%C3%A9lectrolytique/pr%C3%A9sentation-du-r%C3%B4le-du-phosphate-dans-l-organisme>
83. Krzesinski JM, Delanaye P, Overmeire MLV. Nouveautés dans la prise en charge médicale des anomalies du bilan phosphocalcique chez le patient hémodialysé. *Rev Med Suisse*. 24 août 2005;30:1965.
84. Rossier A, Bullani R, Teta D, Burnier M. Bicarbonate de sodium pour ralentir la progression de la maladie rénale chronique. *Rev Med Suisse*. 284:478-82.
85. Champ M. Devrions-nous manger plus de céréales complètes ? 1 févr 2018 [cité 26 sept 2023]; Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007996017301906>
86. [livret-nut-dialyse-web.pdf](https://www.nutritionclinique.fr/wp-content/uploads/2017/04/livret-nut-dialyse-web.pdf) [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.nutritionclinique.fr/wp-content/uploads/2017/04/livret-nut-dialyse-web.pdf>
87. Amiot-Carlin MJ. Régime méditerranéen et santé cardiovasculaire. *Prat En Nutr*. juill 2019;15(59):10-3.
88. Challa HJ, Ameer MA, Uppaluri KR. DASH Diet To Stop Hypertension. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
89. Bakis H, Lasseur C, Pfirmann P, Combe C, Chauveau P. Alimentation végétarienne, méditerranéenne et maladies rénales chroniques. *Cah Nutr Diététique*. 1 oct 2022;57:315-24.
90. Benyaich A. Les effets du régime méditerranéen sur les maladies chroniques: Maladies cardiovasculaires, stress oxydatif, dyslipidémie, diabète sucré, pression artérielle, cancer, maladies neurodégénératives et obésité. [Thèse de doctorat]. Cambridge University Press (CUP); 2017.
91. L'alimentation méditerranéenne : un modèle à dépasser [Internet]. [cité 5 nov 2023]. Disponible sur: <https://www.caducee.net/DossierSpecialises/nutrition/aprifel/alimentation-mediterraneenne.asp>
92. Régime méditerranéen : pyramide, recettes, conseils | nu3 [Internet]. [cité 26 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.nu3.fr/blogs/nutrition/regime-mediterraneen>

93. Pérez-Torres A, Caverni-Muñoz A, González García E. Mediterranean Diet and Chronic Kidney Disease (CKD): A Practical Approach. *Nutrients*. 25 déc 2022;15:97.
94. Fonctions digestives des fibres alimentaires [Internet]. [cité 26 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.sfnm.org/81-affichage-blog/question-du-moment/798-fonctions-digestives-des-fibres-alimentaires>
95. Gauffriau W, Philippe C, Lasseur C, Nodimar C, Dumas De La Roque C, Pfirmann P, et al. Intérêt d'un régime de type méditerranéen chez le patient hémodialysé chronique. *Nutr Clin Métabolisme*. 1 mai 2023;37:68.
96. Dagdoug S. Tunisie. 2022 [cité 27 sept 2023]. Recette : Omelette aux légumes facile et rapide. Disponible sur: <https://www.tunisienumerique.com/recette-omelette-aux-legumes-facile-et-rapide/>
97. Eggersdorfer M, Wyss A. Carotenoids in human nutrition and health. *Arch Biochem Biophys*. 15 août 2018;652:18-26.
98. Recette Bol de fromage blanc aux flocons d'avoine et bananes et autres recettes Chefclub daily [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.chefclub.tv/fr/recettes/daily/1e5a29fb-0faa-4cb5-b10d-df31b68ceee0/bol-de-fromage-blanc-aux-flocons-davoine-et-bananes-cest-toujours-pareil-quand-je-termine-un-pot-de-purée-doléagineux/>
99. Imad FE, Drissi H, Tawfiq N, Bendahhou K, Benider A, Radallah D. Facteurs de risque alimentaires du cancer colorectal au Maroc: étude cas témoin. *Pan Afr Med J*. 27 févr 2020;35:59.
100. Zhou B, Xia H, Yang L, Wang S, Sun G. The Effect of Lycium Barbarum Polysaccharide on the Glucose and Lipid Metabolism: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Nutr Assoc*. août 2022;41:618-26.
101. Ciqual [Internet]. [cité 5 nov 2023]. Disponible sur: [https://ciqual.anses.fr/#/aliments/15000/amande-\(avec-peau\)](https://ciqual.anses.fr/#/aliments/15000/amande-(avec-peau))
102. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. 2021 [cité 5 nov 2023]. Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-r%C3%A9f%C3%A9rences-nutritionnelles-en-vitamines-et-min%C3%A9raux>
103. Recettes de Cuisine [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Les Meilleures Recettes de Mâche et Tomates cerises. Disponible sur: <https://recettes.de/mache/tomates-cerises>
104. Mesclun : quels bienfaits, comment conserver cette salade ? [Internet]. [cité 26 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=mесclun-bienfaits-conserver-cette-salade>

105. Pinterest [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Épinglé sur regime méditerranéen. Disponible sur: <https://www.pinterest.fr/pin/843580573987494582/>
106. Ratatouille : Calories, Indice glycémique, Valeurs nutritionnelles ... [Internet]. [cité 26 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.lanutrition.fr/ratatouille>
107. Les régimes DASH et MIND | alimentarium [Internet]. [cité 4 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.alimentarium.org/fr/savoir/les-r%C3%A9gimes-dash-et-mind>
108. Compléments nutritionnels oraux (CNO) [Internet]. [cité 13 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/medecin/exercice-liberal/memos/prise-en-charge/complements-nutritionnels-oraux-cno>
109. Compléments Nutritionnels Oraux | Nestlé Health Science [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.nestlehealthscience.fr/patients-aidants/complements-nutritionnels-oraux-conseils-astuces>
110. Les suppléments protéinés oraux chez les personnes souffrant d'une maladie rénale chronique nécessitant une dialyse [Internet]. [cité 13 sept 2023]. Disponible sur: https://www.cochrane.org/fr/CD012616/RENAL_les-supplements-proteines-oraux-chez-les-personnes-souffrant-dune-maladie-renale-chronique
111. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. 2019 [cité 14 sept 2023]. Les compléments alimentaires, nécessité d'une consommation éclairée. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-compl%C3%A9ments-alimentaires-n%C3%A9cessit%C3%A9-dune-consommation-%C3%A9clair%C3%A9e>
112. Pharmacie Nice TNL [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Commandez votre Solgar omega-3 700mg 30 softgels. Disponible sur: <https://pharmacienicetnl.com/multivitamines/71327-solgar-omega-3-60-gles-0033984020511.html>
113. Biocodex Microbiota Institute [Internet]. [cité 27 sept 2023]. Le microbiote intestinal. Disponible sur: <https://www.biocodexmicrobiotainstitute.com/fr/le-microbiote-intestinal>
114. L'acétate, médiateur métabolique entre microbiote et obésité – SFN [Internet]. [cité 5 nov 2023]. Disponible sur: <https://sf-nutrition.fr/2016/10/18/lacetate-mediateur-metabolique-entre-microbiote-obesite/>
115. Koppe L, Soulage CO. Impact de la nutrition sur le microbiote intestinal dans la maladie rénale chronique. Cah Nutr Diététique. 1 oct 2022;57:325-35.

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.