



كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2024

Thèse N° 134

# Place de l'échographie pulmonaire dans l'évaluation du statut hydrique de l'insuffisant rénal chronique

## THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 16/04 /2024

PAR

Mr. **BENJELLOUN HARZIMI Hassan**

Né Le 12 Octobre 1998 à Marrakech

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

## MOTS-CLÉS

Insuffisance rénale chronique – Echographie pulmonaire – Lignes B – Congestion pulmonaire.

## JURY

Mr.	<b>N. ZEMRAOUI</b> Professeur de Néphrologie	PRESIDENT
Mr.	<b>M. ASSERRAJI</b> Professeur de Néphrologie	RAPPORTEUR
Mr.	<b>A. MOUHSINE</b> Professeur de Radiologie	} JUGES
Mme.	<b>M. CHETTATI</b> Professeur de Radiologie	
Mr.	<b>A. BENJELLOUN HARZIMI</b> Professeur de Pneumo-phtisiologie	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ

الْحَكِيمُ ٣٢

صَدِّقَ قَوْلِ اللَّهِ الْعَظِيمِ

(سورة البقرة)



رَبِّ أَوْزِعْنِي  
أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ  
الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ  
وَعَلَى وَالِدَيَّ  
وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ  
وَأَدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ  
فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ

# *Serment d'Hippocrate*

*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.*

*Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*

*Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*

*Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*

*Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*

*Les médecins seront mes frères.*

*Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*

*Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.*

*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*

*Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

***Déclaration Genève, 1948***



# LISTE DES PROFESSEURS



**UNIVERSITE CADI AYYAD**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE**  
**MARRAKECH**

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUY YAZIDI

**ADMINISTRATION**

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyenne à la Recherche et la Coopération

: Pr. Hanane RAISS

Vice doyenne aux Affaires Pédagogiques

: Pr. Ghizlane DRAISS

Vice doyen chargé de la Pharmacie

: Pr. Said ZOUHAIR

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**LISTE NOMINATIVE DU PERSONNEL ENSEIGNANTS CHERCHEURS**  
**PERMANANT**

N°	Nom et Prénom	Cadre	Spécialité
01	BOUSKRAOUI Mohammed (Doyen)	P.E.S	Pédiatrie
02	CHOULLI Mohamed Khaled	P.E.S	Neuro pharmacologie
03	KHATOURI Ali	P.E.S	Cardiologie
04	NIAMANE Radouane	P.E.S	Rhumatologie
05	AIT BENALI Said	P.E.S	Neurochirurgie
06	KRATI Khadija	P.E.S	Gastro-entérologie
07	SOUMMANI Abderraouf	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
08	RAJI Abdelaziz	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
09	KISSANI Najib	P.E.S	Neurologie
10	SARF Ismail	P.E.S	Urologie
11	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	P.E.S	Ophtalmologie
12	AMAL Said	P.E.S	Dermatologie
13	ESSAADOUNI Lamiaa	P.E.S	Médecine interne
14	MANSOURI Nadia	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
15	MOUTAJ Redouane	P.E.S	Parasitologie

16	AMMAR Haddou	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
17	ZOUHAIR Said	P.E.S	Microbiologie
18	CHAKOUR Mohammed	P.E.S	Hématologie biologique
19	EL FEZZAZI Redouane	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
20	YOUNOUS Said	P.E.S	Anesthésie-réanimation
21	BENELKHAIAT BENOMAR Ridouan	P.E.S	Chirurgie générale
22	ASMOUKI Hamid	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
23	BOUMZEBRA Drissi	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire
24	CHELLAK Saliha	P.E.S	Biochimie-chimie
25	LOUZI Abdelouahed	P.E.S	Chirurgie-générale
26	AIT-SAB Imane	P.E.S	Pédiatrie
27	GHANNANE Houssine	P.E.S	Neurochirurgie
28	ABOULFALAH Abderrahim	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
29	OULAD SAIAD Mohamed	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
30	DAHAMI Zakaria	P.E.S	Urologie
31	EL HATTAOUI Mustapha	P.E.S	Cardiologie
32	ELFIKRI Abdelghani	P.E.S	Radiologie
33	KAMILI El Ouafi El Aouni	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
34	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	P.E.S	Pédiatrie (Néonatalogie)
35	MATRANE Aboubakr	P.E.S	Médecine nucléaire
36	AIT AMEUR Mustapha	P.E.S	Hématologie biologique
37	AMINE Mohamed	P.E.S	Epidémiologie clinique
38	EL ADIB Ahmed Rhassane	P.E.S	Anesthésie-réanimation
39	MANOUDI Fatiha	P.E.S	Psychiatrie
40	CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	P.E.S	Radiologie
41	BOURROUS Monir	P.E.S	Pédiatrie
42	ADMOU Brahim	P.E.S	Immunologie
43	TASSI Noura	P.E.S	Maladies infectieuses
44	NEJMI Hicham	P.E.S	Anesthésie-réanimation
45	LAOUAD Inass	P.E.S	Néphrologie
46	EL HOUDZI Jamila	P.E.S	Pédiatrie

47	FOURAIJI Karima	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
48	ARSALANE Lamiae	P.E.S	Microbiologie-virologie
49	BOUKHIRA Abderrahman	P.E.S	Biochimie-chimie
50	KHALLOUKI Mohammed	P.E.S	Anesthésie-réanimation
51	BSISS Mohammed Aziz	P.E.S	Biophysique
52	EL OMRANI Abdelhamid	P.E.S	Radiothérapie
53	SORAA Nabila	P.E.S	Microbiologie-virologie
54	KHOUCHANI Mouna	P.E.S	Radiothérapie
55	JALAL Hicham	P.E.S	Radiologie
56	OUALI IDRISSE Mariem	P.E.S	Radiologie
57	ZAHLANE Mouna	P.E.S	Médecine interne
58	BENJILALI Laila	P.E.S	Médecine interne
59	NARJIS Youssef	P.E.S	Chirurgie générale
60	RABBANI Khalid	P.E.S	Chirurgie générale
61	HAJJI Ibteissam	P.E.S	Ophtalmologie
62	EL ANSARI Nawal	P.E.S	Endocrinologie et maladies métabolique
63	ABOU EL HASSAN Taoufik	P.E.S	Anesthésie-réanimation
64	SAMLANI Zouhour	P.E.S	Gastro-entérologie
65	LAGHMARI Mehdi	P.E.S	Neurochirurgie
66	ABOUSSAIR Nisrine	P.E.S	Génétique
67	BENCHAMKHA Yassine	P.E.S	Chirurgie réparatrice et plastique
68	CHAFIK Rachid	P.E.S	Traumato-orthopédie
69	MADHAR Si Mohamed	P.E.S	Traumato-orthopédie
70	EL HAOURY Hanane	P.E.S	Traumato-orthopédie
71	ABKARI Imad	P.E.S	Traumato-orthopédie
72	EL BOUIHI Mohamed	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
73	LAKMICHI Mohamed Amine	P.E.S	Urologie
74	AGHOUTANE El Mouhtadi	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
75	HOCAR Ouafa	P.E.S	Dermatologie
76	EL KARIMI Saloua	P.E.S	Cardiologie
77	EL BOUCHTI Imane	P.E.S	Rhumatologie



78	AMRO Lamyae	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
79	ZYANI Mohammad	P.E.S	Médecine interne
80	GHOUNDALE Omar	P.E.S	Urologie
81	QACIF Hassan	P.E.S	Médecine interne
82	BEN DRISS Laila	P.E.S	Cardiologie
83	MOUFID Kamal	P.E.S	Urologie
84	QAMOUSS Youssef	P.E.S	Anesthésie réanimation
85	EL BARNI Rachid	P.E.S	Chirurgie générale
86	KRIET Mohamed	P.E.S	Ophthalmologie
87	BOUCHENTOUF Rachid	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
88	ABOUCHADI Abdeljalil	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
89	BASRAOUI Dounia	P.E.S	Radiologie
90	RAIS Hanane	P.E.S	Anatomie Pathologique
91	BELKHOU Ahlam	P.E.S	Rhumatologie
92	ZAOUI Sanaa	P.E.S	Pharmacologie
93	MSOUGAR Yassine	P.E.S	Chirurgie thoracique
94	EL MGHARI TABIB Ghizlane	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
95	DRAISS Ghizlane	P.E.S	Pédiatrie
96	EL IDRISSE SLITINE Nadia	P.E.S	Pédiatrie
97	RADA Nouredine	P.E.S	Pédiatrie
98	BOURRAHOUE Aicha	P.E.S	Pédiatrie
99	MOUAFFAK Youssef	P.E.S	Anesthésie-réanimation
100	ZIADI Amra	P.E.S	Anesthésie-réanimation
101	ANIBA Khalid	P.E.S	Neurochirurgie
102	TAZI Mohamed Ilias	P.E.S	Hématologie clinique
103	ROCHDI Youssef	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
104	FADILI Wafaa	P.E.S	Néphrologie
105	ADALI Imane	P.E.S	Psychiatrie
106	ZAHLANE Kawtar	P.E.S	Microbiologie- virologie
107	LOUHAB Nisrine	P.E.S	Neurologie
108	HAROU Karam	P.E.S	Gynécologie-obstétrique

109	BASSIR Ahlam	P.E.S	Gynécologie obstétrique
110	BOUKHANNI Lahcen	P.E.S	Gynécologie obstétrique
111	FAKHIR Bouchra	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
112	BENHIMA Mohamed Amine	P.E.S	Traumatologie-orthopédie
113	HACHIMI Abdelhamid	P.E.S	Réanimation médicale
114	EL KHAYARI Mina	P.E.S	Réanimation médicale
115	AISSAOUI Younes	P.E.S	Anesthésie-réanimation
116	BAIZRI Hicham	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
117	ATMANE El Mehdi	P.E.S	Radiologie
118	EL AMRANI Moulay Driss	P.E.S	Anatomie
119	BELBARAKA Rhizlane	P.E.S	Oncologie médicale
120	ALJ Soumaya	P.E.S	Radiologie
121	OUBAHA Sofia	P.E.S	Physiologie
122	EL HAOUATI Rachid	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire
123	BENALI Abdeslam	P.E.S	Psychiatrie
124	MLIHA TOUATI Mohammed	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
125	MARGAD Omar	P.E.S	Traumatologie-orthopédie
126	KADDOURI Said	P.E.S	Médecine interne
127	ZEMRAOUI Nadir	P.E.S	Néphrologie
128	EL KHADER Ahmed	P.E.S	Chirurgie générale
129	LAKOUICHMI Mohammed	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
130	DAROUASSI Youssef	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
131	BENJELLOUN HARZIMI Amine	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
132	FAKHRI Anass	P.E.S	Histologie-embyologie cytogénétique
133	SALAMA Tarik	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
134	CHRAA Mohamed	P.E.S	Physiologie
135	ZARROUKI Youssef	P.E.S	Anesthésie-réanimation
136	AIT BATAHAR Salma	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
137	ADARMOUCH Latifa	P.E.S	Médecine communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
138	BELBACHIR Anass	P.E.S	Anatomie pathologique

139	HAZMIRI Fatima Ezzahra	P.E.S	Histologie-embryologie cytogénétique
140	EL KAMOUNI Youssef	P.E.S	Microbiologie-virologie
141	SERGHINI Issam	P.E.S	Anesthésie-réanimation
142	EL MEZOUARI El Mostafa	P.E.S	Parasitologie mycologie
143	ABIR Badreddine	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
144	GHAZI Mirieme	P.E.S	Rhumatologie
145	ZIDANE Moulay Abdelfettah	P.E.S	Chirurgie thoracique
146	LAHKIM Mohammed	P.E.S	Chirurgie générale
147	MOUHSINE Abdelilah	P.E.S	Radiologie
148	TOURABI Khalid	P.E.S	Chirurgie réparatrice et plastique
149	NADER Youssef	Pr Ag	Traumatologie-orthopédie
150	SEDDIKI Rachid	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
151	ARABI Hafid	Pr Ag	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle
152	BELHADJ Ayoub	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
153	BOUZERDA Abdelmajid	Pr Ag	Cardiologie
154	ARSALANE Adil	Pr Ag	Chirurgie thoracique
155	ABDELFETTAH Youness	Pr Ag	Rééducation et réhabilitation fonctionnelle
156	REBAHI Houssam	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
157	BENNAOUI Fatiha	Pr Ag	Pédiatrie
158	ZOUIZRA Zahira	Pr Ag	Chirurgie Cardio-vasculaire
159	SEBBANI Majda	Pr Ag	Médecine Communautaire (Médecine préventive, santé publique et hygiène)
160	ABDOU Abdessamad	Pr Ag	Chirurgie Cardio-vasculaire
161	HAMMOUNE Nabil	Pr Ag	Radiologie
162	ESSADI Ismail	Pr Ag	Oncologie médicale
163	MESSAOUDI Redouane	Pr Ag	Ophtalmologie
164	ALJALIL Abdelfattah	Pr Ag	Oto-rhino-laryngologie
165	LAFFINTI Mahmoud Amine	Pr Ag	Psychiatrie
166	RHARRASSI Issam	Pr Ag	Anatomie-patologique
167	ASSERRAJI Mohammed	Pr Ag	Néphrologie
168	JANAH Hicham	Pr Ag	Pneumo-phtisiologie

169	NASSIM SABAH Taoufik	Pr Ag	Chirurgie réparatrice et plastique
170	ELBAZ Meriem	Pr Ag	Pédiatrie
171	BELGHMAIDI Sarah	Pr Ag	Ophthalmologie
172	FENANE Hicham	Pr Ag	Chirurgie thoracique
173	GEBRATI Lhoucine	Pr Hab	Chimie
174	FDIL Naima	Pr Hab	Chimie de coordination bio-organique
175	LOQMAN Souad	Pr Ass	Microbiologie et toxicologie environnementale
176	BAALLAL Hassan	Pr Ag	Neurochirurgie
177	BELFQUIH Hatim	Pr Ag	Neurochirurgie
178	MILOUDI Mouhcine	Pr Ag	Microbiologie-virologie
179	AKKA Rachid	Pr Ag	Gastro-entérologie
180	BABA Hicham	Pr Ag	Chirurgie générale
181	MAOUJOUR Omar	Pr Ag	Néphrologie
182	SIRBOU Rachid	Pr Ag	Médecine d'urgence et de catastrophe
183	EL FILALI Oualid	Pr Ag	Chirurgie Vasculaire périphérique
184	EL- AKHIRI Mohammed	Pr Ag	Oto-rhino-laryngologie
185	HAJJI Fouad	Pr Ag	Urologie
186	OUMERZOUK Jawad	Pr Ag	Neurologie
187	JALLAL Hamid	Pr Ag	Cardiologie
188	ZBITOU Mohamed Anas	Pr Ag	Cardiologie
189	RAISSI Abderrahim	Pr Ag	Hématologie clinique
190	BELLASRI Salah	Pr Ag	Radiologie
191	DAMI Abdallah	Pr Ass	Médecine Légale
192	AZIZ Zakaria	Pr Ass	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
193	ELOUARDI Youssef	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
194	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Pr Ag	Hématologie clinique
195	EL FAKIRI Karima	Pr Ass	Pédiatrie
196	NASSIH Houda	Pr Ag	Pédiatrie
197	LAHMINE Widad	Pr Ag	Pédiatrie
198	BENANTAR Lamia	Pr Ag	Neurochirurgie
199	EL FADLI Mohammed	Pr Ag	Oncologie médicale

200	AIT ERRAMI Adil	Pr Ag	Gastro-entérologie
201	CHETTATI Mariam	Pr Ag	Néphrologie
202	SAYAGH Sanae	Pr Ass	Hématologie
203	BOUTAKIOUTE Badr	Pr Ag	Radiologie
204	DOUIREK Fouzia	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
205	EL HAKKOUNI Awatif	Pr Ass	Parasitologie mycologie
206	BELARBI Marouane	Pr Ass	Néphrologie
207	AMINE Abdellah	Pr Ass	Cardiologie
208	CHETOUI Abdelkhalek	Pr Ass	Cardiologie
209	WARDA Karima	Pr Ass	Microbiologie
210	EL AMIRI My Ahmed	Pr Ass	Chimie de Coordination bio-organnique
211	CHAHBI Zakaria	Pr Ass	Maladies infectieuses
212	MEFTAH Azzelarab	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
213	ROUKHSI Redouane	Pr Ass	Radiologie
214	EL GAMRANI Younes	Pr Ass	Gastro-entérologie
215	ARROB Adil	Pr Ass	Chirurgie réparatrice et plastique
216	SALLAHI Hicham	Pr Ass	Traumatologie-orthopédie
217	ACHKOUN Abdessalam	Pr Ass	Anatomie
218	DARFAOUI Mouna	Pr Ass	Radiothérapie
219	EL-QADIRY Rabiyy	Pr Ass	Pédiatrie
220	ELJAMILI Mohammed	Pr Ass	Cardiologie
221	HAMRI Asma	Pr Ass	Chirurgie Générale
222	ELATIQUI Oumkeltoum	Pr Ass	Chirurgie réparatrice et plastique
223	BENZALIM Meriam	Pr Ass	Radiologie
224	ABOULMAKARIM Siham	Pr Ass	Biochimie
225	LAMRANI HANCHI Asmae	Pr Ass	Microbiologie-virologie
226	HAJHOUI Farouk	Pr Ass	Neurochirurgie
227	EL KHASSOUI Amine	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
228	SBAAI Mohammed	Pr Ass	Parasitologie-mycologie
229	FASSI Fihri Mohamed jawad	Pr Ass	Chirurgie générale
230	BENCHAFAI Ilias	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie

231	SLIOUI Badr	Pr Ass	Radiologie
232	EL JADI Hamza	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
233	AZAMI Mohamed Amine	Pr Ass	Anatomie pathologique
234	YAHYAOUI Hicham	Pr Ass	Hématologie
235	ABALLA Najoua	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
236	MOUGUI Ahmed	Pr Ass	Rhumatologie
237	SAHRAOUI Houssam Eddine	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
238	AABBASSI Bouchra	Pr Ass	Pédopsychiatrie
239	SBAI Asma	Pr Ass	Informatique
240	HAZIME Raja	Pr Ass	Immunologie
241	CHEGGOUR Mouna	Pr Ass	Biochimie
242	RHEZALI Manal	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
243	ZOUITA Btissam	Pr Ass	Radiologie
244	MOULINE Souhail	Pr Ass	Microbiologie-virologie
245	AZIZI Mounia	Pr Ass	Néphrologie
246	BENYASS Youssef	Pr Ass	Traumato-orthopédie
247	BOUHAMIDI Ahmed	Pr Ass	Dermatologie
248	YANISSE Siham	Pr Ass	Pharmacie galénique
249	DOULHOSNE Hassan	Pr Ass	Radiologie
250	KHALLIKANE Said	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
251	BENAMEUR Yassir	Pr Ass	Médecine nucléaire
252	ZIRAOUI Oualid	Pr Ass	Chimie thérapeutique
253	IDALENE Malika	Pr Ass	Maladies infectieuses
254	LACHHAB Zineb	Pr Ass	Pharmacognosie
255	ABOUDOURIB Maryem	Pr Ass	Dermatologie
256	AHBALA Tariq	Pr Ass	Chirurgie générale
257	LALAOUI Abdessamad	Pr Ass	Pédiatrie
258	ESSAFTI Meryem	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
259	RACHIDI Hind	Pr Ass	Anatomie pathologique
260	FIKRI Oussama	Pr Ass	Pneumo-phtisiologie
261	EL HAMDAOUI Omar	Pr Ass	Toxicologie

262	EL HAJJAMI Ayoub	Pr Ass	Radiologie
263	BOUMEDIANE El Mehdi	Pr Ass	Traumato-orthopédie
264	RAFI Sana	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
265	JEBRANE Ilham	Pr Ass	Pharmacologie
266	LAKHDAR Youssef	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
267	LGHABI Majida	Pr Ass	Médecine du Travail
268	AIT LHAJ El Houssaine	Pr Ass	Ophtalmologie
269	RAMRAOUI Mohammed-Es-said	Pr Ass	Chirurgie générale
270	EL MOUHAFID Faisal	Pr Ass	Chirurgie générale

LISTE ARRETÉE LE

04/10/2023



# DÉDICACES







*Je me dois d'avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont soutenu durant mon parcours, qui ont su me hisser vers le haut pour atteindre mon objectif. C'est avec amour, respect et gratitude que*

*Je dédie cette thèse...*

الله

*Louange à Dieu tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attendu.*

*Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti*

À mes très chers parents :

Zineb LAMMAGHI et Faïçal BENJELLOUN HARZIMI

*Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessés de consentir pour mon instruction et mon bien-être. À vous, qui avez été mes premiers enseignants, mes premiers modèles, je dédie ce travail avec tout mon amour et ma profonde gratitude. Vous êtes les meilleurs parents du monde, et je vous dois tout. Que ces mots vous parviennent comme une humble reconnaissance de tout ce que vous avez investi en moi.*

À mon cher petit frère :

Saad BENJELLOUN HARZIMI

*Aucune dédicace ne peut exprimer la profondeur des sentiments d'amour et d'attachement que j'éprouve à ton égard. Tes encouragements ont été le carburant de mes aspirations et la force qui m'a porté dans les moments de doute. À travers ces mots, je souhaite te témoigner toute ma reconnaissance pour ta précieuse présence et ton amour inconditionnel. Que ce travail soit le témoignage de notre lien indéfectible et de notre complicité éternelle. Puisse Dieu le Tout-Puissant exaucer tous tes vœux.*

À ma chère grand-mère :

Naima BERRADA

*Ce travail de thèse est imprégné de l'amour et de la sagesse que tu m'as toujours transmis. Ta présence aimante a été ma force et mon inspiration tout au long de ce parcours académique. Je t'exprime ma plus profonde gratitude pour tes conseils avisés et ton soutien indéfectible. Merci pour tout ce que tu as fait pour moi.*

À mes chers tantes et oncles :

*Ce travail de thèse est un hommage à votre soutien indéfectible et à votre amour constant. Vos encouragements ont été une source de motivation inestimable pour moi. Merci pour tout ce que vous avez fait.*

À mes chers cousins :

*Ce travail de thèse est aussi un témoignage de l'importance que vous avez dans ma vie. Ensemble, nous avons partagé des moments précieux et construit des souvenirs inoubliables. Merci pour votre soutien et votre amitié. Je vous suis reconnaissant pour chaque moment partagé.*

À Adnane, Younes, Oussama, Kenza, Lina, Imane, Widad,  
Ghita et Samia :

*Ce travail de thèse est le reflet de nos liens indéfectibles, de nos rires partagés et de nos épreuves surmontées ensemble. Merci d'avoir été ma deuxième famille, toujours présente pour écouter mes joies et mes peines, pour me soutenir dans mes projets les plus fous. Votre amitié a été un précieux soutien tout au long de ce chemin, et je vous en suis infiniment reconnaissant. Que ce travail soit aussi une manière de célébrer notre complicité et notre amitié qui n'ont jamais cessé de grandir.*

À mes très chers amis d'enfance :

*Ce travail de thèse est dédié à vous, les témoins de mes premiers rêves et de mes premières aventures. Merci pour ces souvenirs qui restent gravés dans nos cœurs, pour votre présence indéfectible et pour ces liens qui perdurent malgré le temps qui passe. Que ce travail soit une manière de célébrer notre amitié qui a résisté à l'épreuve du temps.*

À mes très chers amis :

*Ce travail de thèse est également le vôtre, car chacun de vous a été une source d'inspiration et de soutien tout au long de ce voyage. Merci pour les moments précieux partagés, les rires partagés et les épaules sur lesquelles j'ai pu m'appuyer. Que ce travail soit une humble expression de ma gratitude et de mon affection pour chacun d'entre vous.*

À toute l'équipe du service de Néphrologie-Hémodialyse-Transplantation rénale de l'hôpital militaire d'Avicenne :

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour votre précieuse contribution à ma thèse. Merci infiniment pour votre dévouement et votre professionnalisme exemplaire.*

À Dr EL BOUIHI Meryem et Dr KAZOUINI Imane,  
résidentes au service de Radiologie à l'HMA :

*Je vous remercie pour la gentillesse et la spontanéité avec lesquelles vous avez bien voulu m'accompagner dans ce travail. Je vous souhaite une vie pleine de prospérité et de bonheur.*

À Dr Lisri et à toute l'équipe du centre de dialyse Atlas :

*Je tiens à vous remercier sincèrement pour m'avoir permis d'effectuer mon étude dans vos locaux. Votre accueil bienveillant, votre écoute attentive et votre soutien m'ont été d'une grande aide. Cette expérience a été extrêmement enrichissante grâce à votre collaboration inestimable.*

À Dr Berrada, Dr Habiballah et à toute l'équipe du centre de dialyse Targa :

*Je désire adresser mes plus vifs remerciements pour la chance qui m'a été accordée d'entreprendre mon étude au sein de votre centre. Votre accueil empreint de compassion, votre écoute diligente ainsi que votre soutien inestimable m'ont été d'une aide précieuse.*

À tous les patients

*Que Dieu nous aide à apaiser vos souffrances.*



# REMERCIEMENTS





**À MON MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE :**

**PR. ASSERRAJI Mohammed**

**Professeur agrégé de Néphrologie**

**à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

*J'ai eu le plus grand plaisir et le privilège de collaborer avec vous tout au long de cette aventure académique.*

*Votre direction éclairée a été essentielle à la réalisation de ce travail, et je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour votre engagement et votre soutien constants.*

*Votre disponibilité pour répondre à mes questions, votre expertise pratique et votre passion pour votre métier sont autant d'éléments qui ont grandement enrichi cette expérience.*

*Votre gentillesse, votre dévouement et votre humilité sont une source d'inspiration pour moi. Travailler à vos côtés a été une expérience enrichissante et agréable.*

*Je vous adresse donc toute mon estime et mon respect les plus sincères, et je souhaite que ce travail soit à la hauteur de la confiance que vous m'avez témoignée.*

**À MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE :**

**PR. ZEMRAOUI Nadir**

**Professeur de l'enseignement supérieur et chef du service de  
Néphrologie à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

*C'est pour moi un grand honneur que vous acceptiez de  
présider ma thèse et de siéger au sein de cet honorable  
jury.*

*Nous vous remercions pour la gentillesse et la  
spontanéité avec lesquelles vous avez bien voulu diriger  
ce travail. Votre compétence professionnelle  
incontestable ainsi que votre sens du devoir et vos  
qualités humaines vous valent l'admiration et le respect  
de tous.*

*Veillez, cher Maître, trouver dans ce modeste travail  
l'expression de notre haute considération, de notre  
sincère reconnaissance et de notre profond respect.*

**À MON MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE :**

**PR. MOUHSINE Abdelilah**

**Professeur de l'enseignement supérieur de radiologie et chef  
du service IRM/TDM à l'hôpital militaire Avicenne de  
Marrakech**

*Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous  
faites en acceptant de juger notre travail.*

*Nous vous remercions pour le temps et les efforts que vous  
nous avez consacré pour la réalisation de cette thèse.*

*À travers ce modeste travail veuillez agréer, Cher Maître,  
l'expression de notre vive reconnaissance et de notre  
respectueuse gratitude.*

**À MON MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE :**  
**PR. CHETTATI Mariam**  
**Professeure agrégée de Néphrologie**  
**au centre hospitalier universitaire de Marrakech**

*Je tiens à vous adresser mes sincères remerciements pour  
l'honneur que vous me faites en acceptant de juger ce  
travail.*

*Votre bienveillance et votre accueil particulièrement  
chaleureux m'ont profondément marqué. La perspective de  
soumettre ce travail à votre expertise est pour moi une  
source d'admiration et de gratitude immense*

*Je vous prie d'accepter, chère Maître, l'expression de mes  
sentiments les plus respectueux.*

**À MON MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE :**

**PR. BENJELLOUN HARZIMI Amine**

**Professeur de l'enseignement supérieur de pneumo-  
phtisiologie et chef du service de pneumologie à l'hôpital  
militaire Avicenne de Marrakech**

*Je tiens tout d'abord à vous exprimer ma profonde gratitude pour avoir accepté de siéger en tant que membre du jury de ma thèse.*

*Votre expertise et votre regard éclairé sont d'une valeur inestimable pour l'évaluation de mon travail académique.*

*Par ailleurs, je souhaite également vous remercier pour votre soutien indéfectible tout au long de mon parcours académique. Votre présence bienveillante et vos conseils avisés ont été des sources de réconfort et d'inspiration pour moi.*

*C'est alors avec une immense reconnaissance que je vous adresse mes remerciements les plus sincères pour non seulement votre précieuse contribution à ma thèse mais aussi pour votre soutien constant. Votre influence positive dans ma vie académique restera inoubliable.*



# TABLEAUX & FIGURES



## Liste des tableaux :

**Tableau I:** Répartition des cas selon l'ancienneté de l'HD.

**Tableau II:** Répartition des comorbidités chez les patients.

**Tableau III:** Bilan lipidique chez les patients et ses anomalies.

**Tableau IV:** Corrélation entre les paramètres cliniques et la congestion pulmonaire avant HD.

**Tableau V :** Paramètres échographiques avant et après la séance d'HD.

**Tableau VI :** Corrélation entre le nombre de lignes B et Diamètre de la VCI en fin d'expiration.

**Tableau VII :** Classification de la maladie rénale chronique selon KDIGO.

**Tableau VIII :** Classification de la maladie rénale chronique selon la classification CGA.

**Tableau IX :** Les facteurs de risque de développement et de progression de la MRC.

**Tableau X :** Comparaison de l'âge moyen avec les données de la littérature.

**Tableau XI :** Comparaison du sexe ratio avec les données de la littérature.

**Tableau XII :** Comparaison de la prévalence des comorbidités avec la littérature.

**Tableau XIII :** Comparaison de la pression artérielle avec la littérature.

**Tableau XIV :** Comparaison du poids des patients avec les données de la littérature.

**Tableau XV :** Comparaison des données biologiques avec la littérature.

**Tableau XVI :** Comparaison du nombre de lignes B avec la littérature.

**Tableau XVII :** Comparaison de l'état de congestion pulmonaire avant la séance d'HD.

**Tableau XVIII :** Comparaison de l'état de congestion pulmonaire après la séance d'HD avec la littérature.

**Tableau XIX :** Comparaison du diamètre de la VCI avant et après la séance d'HD.

## Liste des figures :

- Figure 1 :** Schéma montrant les différentes positions de la sonde d'échographie utilisées.
- Figure 2:** Méthode utilisée pour la réalisation de l'échographie pulmonaire.
- Figure 3 :** Répartition des cas selon les tranches d'âge.
- Figure 4:** Répartition des patients hémodialysés selon l'étiologie de l'IRCT.
- Figure 5:** Répartition des patients selon le nombre des comorbidités.
- Figure 6 :** Degré de congestion pulmonaire chez les patients avant la séance d'hémodialyse.
- Figure 7 :** Degré de congestion pulmonaire chez les patients après la séance d'hémodialyse.
- Figure 8 :** Evolution après la séance d'HD des patients diagnostiqués en congestion sévère (Nephro-Pocus) avant la séance.
- Figure 9 :** Différence de poids en kg selon le degré de congestion après la séance d'HD.
- Figure 10 :** La prévalence de dialyse selon les pays.
- Figure 11 :** L'incidence de dialyse au niveau de l'Afrique du Nord.
- Figure 12:** Principe de l'évaluation du volume sanguin : une dose de traceur albumine I-131 est injectée par voie intraveineuse.
- Figure 13:** Applications de l'échographie au chevet du patient (POCUS) liées à la néphrologie.
- Figure 14:** Applications de bases de l'échographie au chevet du patient (POCUS) liées à la néphrologie.
- Figure 15:** Applications avancées de l'échographie au chevet du patient (POCUS) liées à la néphrologie.
- Figure 16:** Les différentes méthodes utilisées en échographie pulmonaire (28 zones, 8 zones et 4 zones).
- Figure 17:** Echographie pulmonaire normale (Présence de lignes A).
- Figure 18:** Echographie pulmonaire anormale (Présence de multiples lignes B).





# ABRÉVIATIONS



## Liste des abréviations :

**AOMI** : Artériopathie oblitérante des membres inférieurs

**CRP** : Protéine C réactive

**DFG** : Débit de filtration glomérulaire

**Hb** : Hémoglobine

**HD** : Hémodialyse

**HTA** : Hypertension artérielle

**IRA** : Insuffisance rénale aigue

**IRC** : Insuffisance rénale chronique

**IRCT**: Insuffisance rénale chronique terminale

**IVCDmax** : Diamètre de la veine cave inférieure maximal

**IVCDmin** : Diamètre de la veine cave inférieure minimal

**KDIGO**: Kidney disease improving global outcomes

**KDOQI**: National kidney foundation kidney Disease Outcomes Quality Initiative

**MRC** : Maladie rénale chronique

**PAD** : Pression artérielle diastolique

**PAS** : Pression artérielle systolique

**POCUS** : Echographie au chevet du malade

**PTHi** : Parathormone intacte

**TEP** : Tomographie par émission de positrons

**VCI** : Veine cave inférieure



# PLAN



<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>MATÉRIEL ET METHODES</b> .....	<b>3</b>
I. Type d'étude .....	4
II. Population .....	4
1. Critères d'inclusion .....	4
2. Critères d'exclusion .....	4
III. Collecte des données .....	5
1. Elaboration d'une fiche d'exploitation : (Annexe 1) .....	5
2. Méthodes .....	6
3. Analyse statistique.. ..	9
4. Considérations éthiques .....	9
<b>RÉSULTATS</b> .....	<b>10</b>
1. Données sociodémographiques .....	11
1. Répartition selon l'âge .....	11
2. Répartition selon le sexe .....	11
3. Répartition selon les données sociales .....	11
2. Données cliniques .....	12
1. Néphropathie causale .....	12
2. Ancienneté de l'hémodialyse .....	13
3. Comorbidités .....	13
4. Pression artérielle .....	14
5. Poids .....	14
6. Examen clinique .....	14
3. Données biologiques .....	15
1. Hémoglobine .....	15
2. Ferritinémie .....	15
3. Parathormone .....	15
4. Bilan lipidique .....	15
5. Albumine .....	16
6. CRP .....	16
4. Données échographiques .....	17
1. En pré-dialyse .....	17
2. En post dialyse .....	18
5. Analyse des données .....	21
1. Corrélacion entre les données cliniques et les données échographiques .....	21
2. Corrélacion entre les données échographiques avant et après la séance d'HD .....	21
3. Corrélacion entre le score de lignes B et le diamètre de la VCI .....	22

<b>DISCUSSION</b> .....	<b>23</b>
I. La maladie rénale chronique .....	24
1. Définition et classifications .....	24
2. Epidémiologie de l'IRCT .....	27
3. Physiopathologie de la maladie rénale chronique .....	31
4. Causes et facteurs de progression de la MRC .....	32
5. Complications de la MRC .....	33
II. Techniques d'évaluation de l'état d'hydratation .....	36
1. Evaluation clinique .....	36
2. Evaluation du volume sanguin .....	37
3. Radiographie pulmonaire .....	38
4. Bioimpédancemétrie .....	39
5. Échographie au chevet du patient (POCUS) .....	39
III. Discussion des résultats .....	52
1. Données sociodémographiques .....	52
2. Données cliniques .....	53
3. Données biologiques .....	56
4. Données échographiques .....	57
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>63</b>
<b>RÉSUMÉS</b> .....	<b>65</b>
<b>ANNEXE</b> .....	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>74</b>



# INTRODUCTION



La maladie rénale chronique, une condition de santé d'ampleur mondiale, constitue un défi complexe dans le domaine de la santé publique en raison de sa prévalence croissante et de sa prise en charge coûteuse pour les services publics. Projetée comme la cinquième cause de décès dans le monde en 2040, cette maladie nécessite des traitements intensifs [1].

En 2019, la dialyse chronique a permis de traiter en moyenne 343 personnes sur un million dans le monde, constituant l'une des principales modalités de prise en charge de l'insuffisance rénale chronique arrivée au stade terminal. Parallèlement, l'incidence des nouveaux cas de stade terminal de l'insuffisance rénale chronique a été estimée à 144 personnes sur un million, indiquant une augmentation de cette condition à l'échelle mondiale, indépendamment des disparités socio-économiques entre les pays [2].

Au Maroc, l'étude MAREMAR (Maladie Rénale Chronique au Maroc) a mis en lumière une prévalence de 5,1 % de l'insuffisance rénale chronique au sein de la population, dont 7,2 % se trouvaient au stade terminal de cette pathologie [3].

L'estimation correcte du poids sec est cruciale pour les patients en hémodialyse (HD) afin de maintenir l'euvolémie. La plupart des centres de dialyse pratiquent le jugement clinique pour l'estimation du poids sec, ce qui est subjectif et peut différer significativement du poids réel [4].

L'objectif de cette étude est de contribuer à l'estimation du poids sec des patients en hémodialyse en utilisant l'échographie pulmonaire au chevet du patient « Nephro-POCUS » (Point of care ultrasound), un examen non invasif qui a été récemment utilisé pour l'évaluation de l'état hydrique des patients dialysés par la caractérisation quantitative des lignes « B » pulmonaires [5].

En plus, nous discutons la place de cette technique dans la panoplie des examens complémentaires utilisés dans l'évaluation de l'état d'hydratation de ces patients.



MATÉRIEL ET MÉTHODES





## **I. Type d'étude :**

Il s'agit d'une étude prospective continue portant sur une série de 50 patients hémodialysés chroniques provenant du service de néphrologie de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech ainsi que d'autres centres de dialyse de la même ville, sur une période de 6 mois allant de septembre 2023 jusqu'à février 2024.

## **II. Population :**

### **1. Critères d'inclusion :**

Nous avons inclus dans notre étude les sujets répondants aux critères suivants :

- Patients âgés de plus de 18 ans.
- Patients hémodialysés chroniques (Durée de dialyse  $\geq$  3 mois).
- Patients ayant 3 séances de dialyse par semaine.

### **2. Critères d'exclusion :**

Nous avons exclu de notre étude :

- Patients avec antécédents d'atteinte pulmonaire (interstitielle ou fibrose ou autre).
- Patients avec antécédents d'atteinte cardiaque (Insuffisance cardiaque ou coronaropathie dans les 4 derniers mois).

### III. Collecte des données :

#### 1. Elaboration d'une fiche d'exploitation : (Annexe)

Notre travail a été basé sur une fiche stéréotypée établie pour chaque patient, remplie par le même opérateur et contenant plusieurs paramètres :

➤ **Les paramètres sociodémographiques :**

- L'âge.
- Le sexe.
- La couverture sociale.

➤ **Les paramètres cliniques :**

- Poids.
- Pression artérielle systolique, diastolique et moyenne.
- Présence de râles à l'auscultation pulmonaire.
- Présence d'œdèmes.
- Présence de dyspnée.
- La néphropathie causale.
- Les comorbidités des patients :
  - Hypertension artérielle (HTA).
  - Diabète.
  - Hypercholestérolémie.
  - Insuffisance cardiaque.

- Coronaropathie.
- AOMI.
- Tabagisme.

➤ **Les paramètres biologiques :**

- Hémoglobine.
- Ferritinémie, Protéine C réactive (CRP).
- Taux d'albumine.
- Bilan lipidique : Cholestérolémie totale, HDL-c, LDL-c.

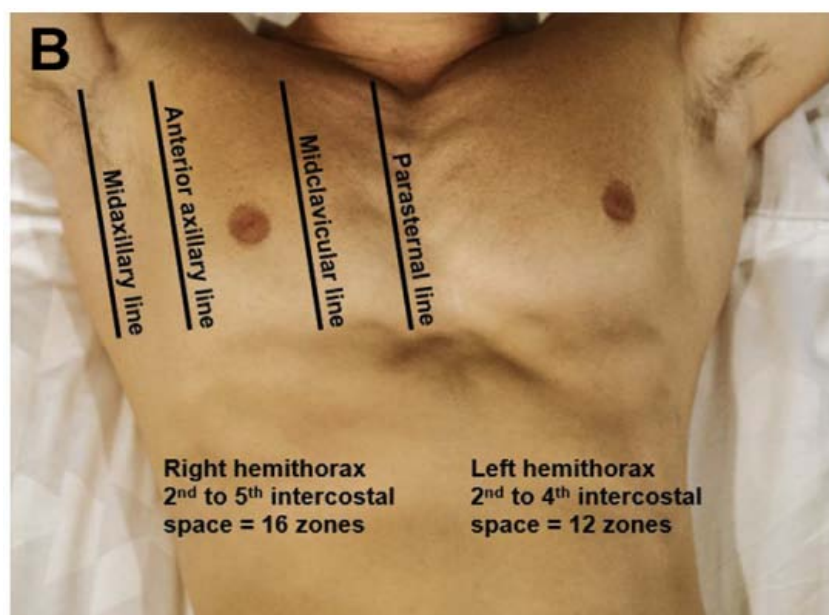
➤ **Les paramètres échographiques avant et après la séance d'HD :**

- Score de lignes B.
- Diamètre de la VCI en fin d'expiration.
- Diamètre de la VCI en inspiration profonde.
- Présence d'épanchement pleural.
- Présence d'épanchement péricardique.

## **2. Méthodes :**

L'échographie pulmonaire et les mesures de la veine cave inférieure ont été effectuées immédiatement avant et après la séance de dialyse. L'appareil d'échographie utilisé est « Samsung avec une sonde linéaire de 7.5 MHz et une sonde convexe 5MHz ». Les patients étaient en décubitus dorsal pendant les examens.

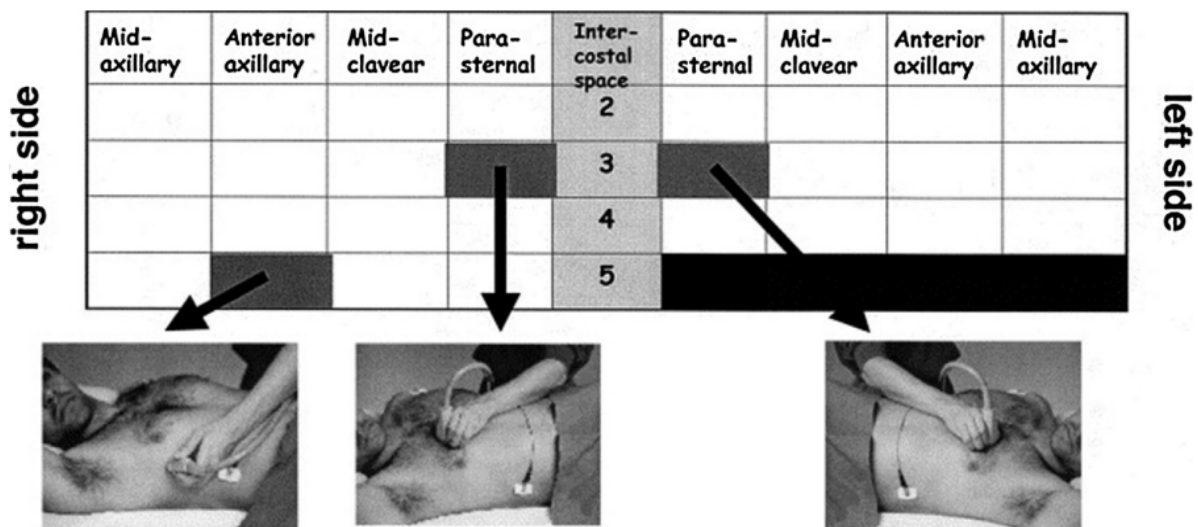
L'examen échographique de la partie antérolatérale de la poitrine a été effectué avec des balayages longitudinaux des espaces intercostaux des hémithorax droit et gauche, du deuxième au quatrième espace intercostal (jusqu'au cinquième espace intercostal sur l'hémithorax droit) au niveau des lignes parasternales, médio-claviculaires, axillaires antérieures et médio-axillaires (soit 28 secteurs au total par examen) (Figure 1) [6].



**Figure 1; Schéma montrant les différentes positions de la sonde d'échographie utilisées [6].**

La ligne B a été défini comme un artefact échogène avec une origine étroite sur la ligne pleurale, se prolongeant jusqu'au bord inférieur de l'écran (en queue de comète) et en cohérence avec les mouvements respiratoires. Dans chaque espace intercostal, le nombre de lignes B a été compté au niveau des lignes parasternales, médio-claviculaires, axillaires antérieures et médio-axillaires, pour un total de 28 secteurs examinés (Figure 2) [7].

Le nombre total de lignes B correspondait à la somme des artefacts enregistrés dans les 28 secteurs explorés. La somme des lignes B a permis d'obtenir un score de lignes B, sur la base duquel les patients ont été répartis en trois catégories selon la sévérité croissante de la congestion pulmonaire : légère : entre 5 et 15, modérée : entre 15 et 30, et sévère : >30. Un nombre total de lignes B inférieur à 5 était considéré comme normal.



**Figure 2: Méthode utilisée pour la réalisation de l'échographie pulmonaire [7].**

La veine cave inférieure (VCI) a été explorée dans la fenêtre sous-xiphoidienne en vue sagittale. Les diamètres du vaisseau ont été mesurés lors des phases de fin d'expiration (IVCDmax) et de fin d'inspiration profonde (IVCDmin) à moins de 1 cm de la jonction entre la VCI et les veines sus-hépatiques. Un patient est considéré en surcharge volumique si IVCDmax > 20mm.

### **3. Analyse statistique :**

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS 21 pour Windows®. Les variables quantitatives ont été décrites en utilisant les moyennes, l'écart type (ET) et les limites. Les variables qualitatives ont été décrites en utilisant des proportions et des pourcentages.

### **4. Considérations éthiques :**

L'étude a été menée en respectant l'anonymat des patients ainsi que la confidentialité des informations médicales.



RÉSULTATS

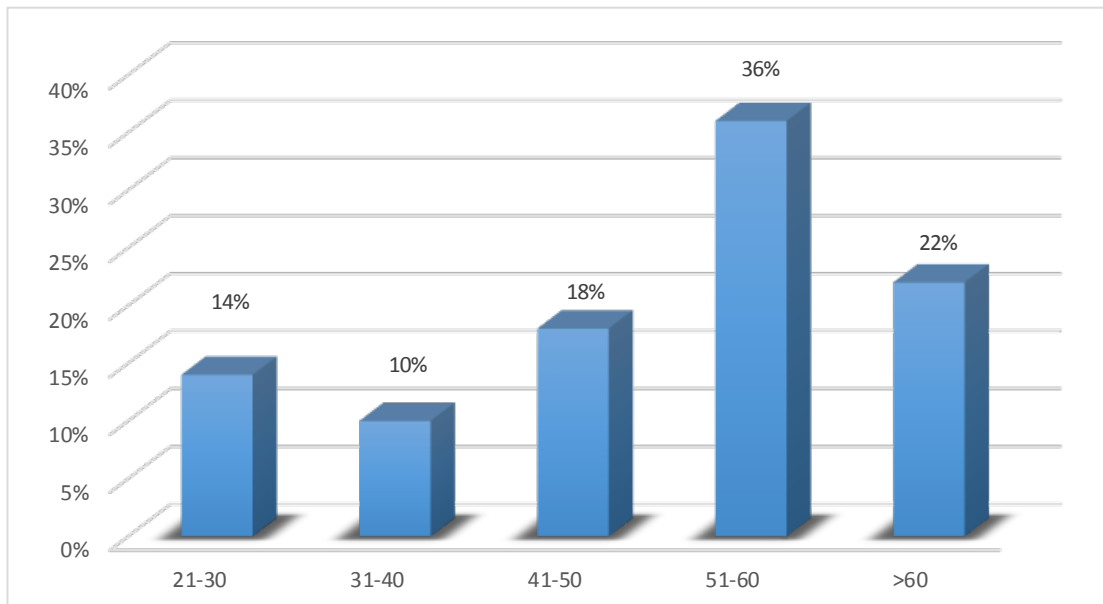


Nous avons colligé 50 patients hémodialysés chroniques depuis plus de 3 mois et répondant aux critères d'inclusion.

## I. Données sociodémographiques :

### 1. Répartition selon l'âge :

Dans notre série, l'âge des patients était compris entre 21 et 67 ans. La moyenne d'âge était de  $53,5 \pm 12,89$  ans. La répartition des patients en fonction de l'âge a montré que 18 de nos patients soit 36% appartenaient à la tranche d'âge 51-60ans. (Figure 3)



**Figure 3 : Répartition des cas selon les tranches d'âge.**

### 2. Répartition selon le sexe :

Les 50 patients de notre étude comprenaient 19 femmes (38%) et 31 hommes (62%). Le sexe ratio H/F était de 1.63.

### 3. Répartition selon les données sociales :

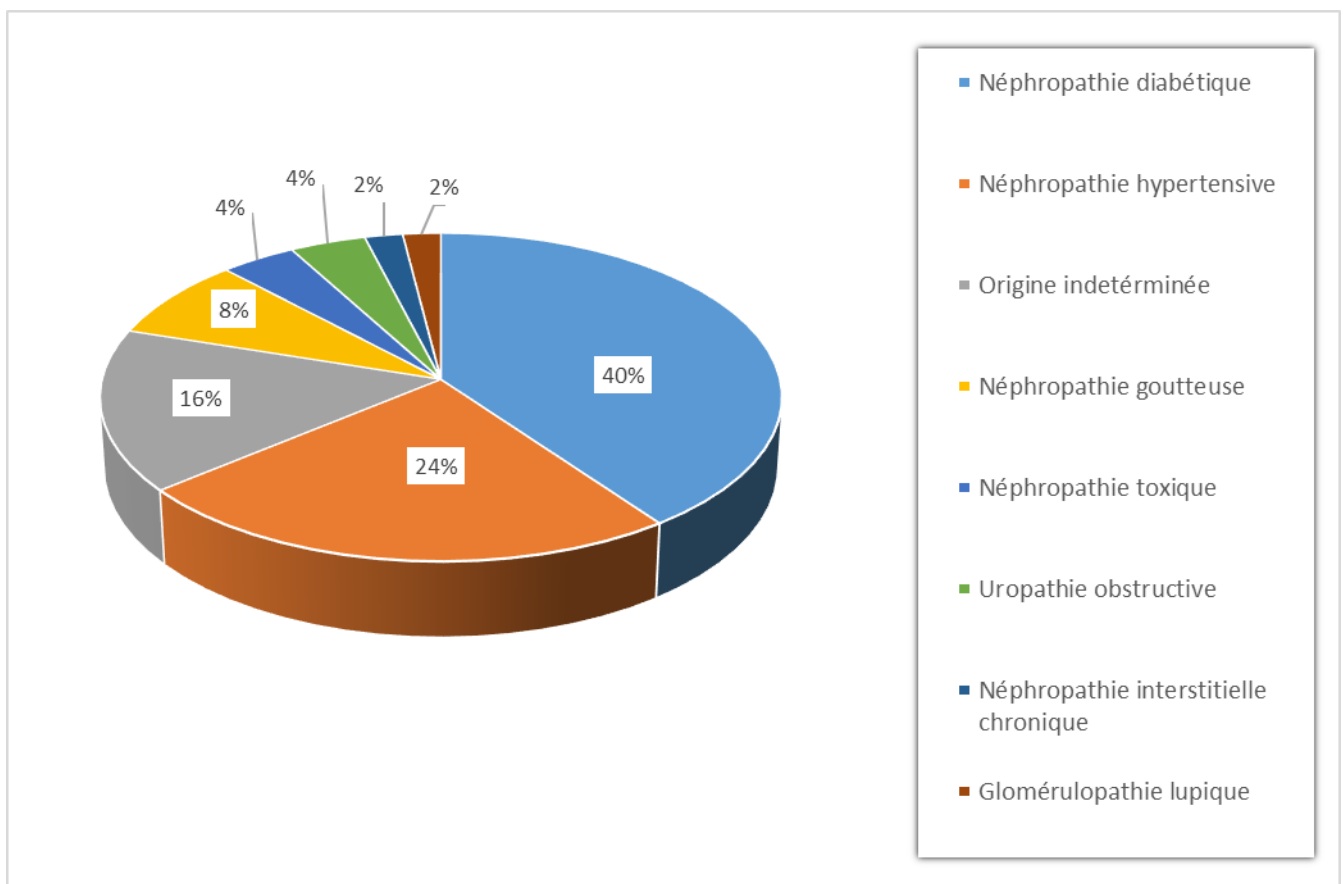
Tous nos patients avaient une couverture médicale (FAR, CNOPS, CNSS ou RAMED).



## II. Données cliniques :

### 1. Néphropathie causale :

La néphropathie causale la plus fréquente était la néphropathie diabétique dans 40% des cas, suivie de la néphropathie hypertensive dans 24% des cas. La répartition des patients en fonction de l'étiologie de l'IRCT est représentée dans la Figure 4.



**Figure 4: Répartition des patients hémodialysés selon l'étiologie de l'IRCT.**

## 2. Ancienneté de l'hémodialyse :

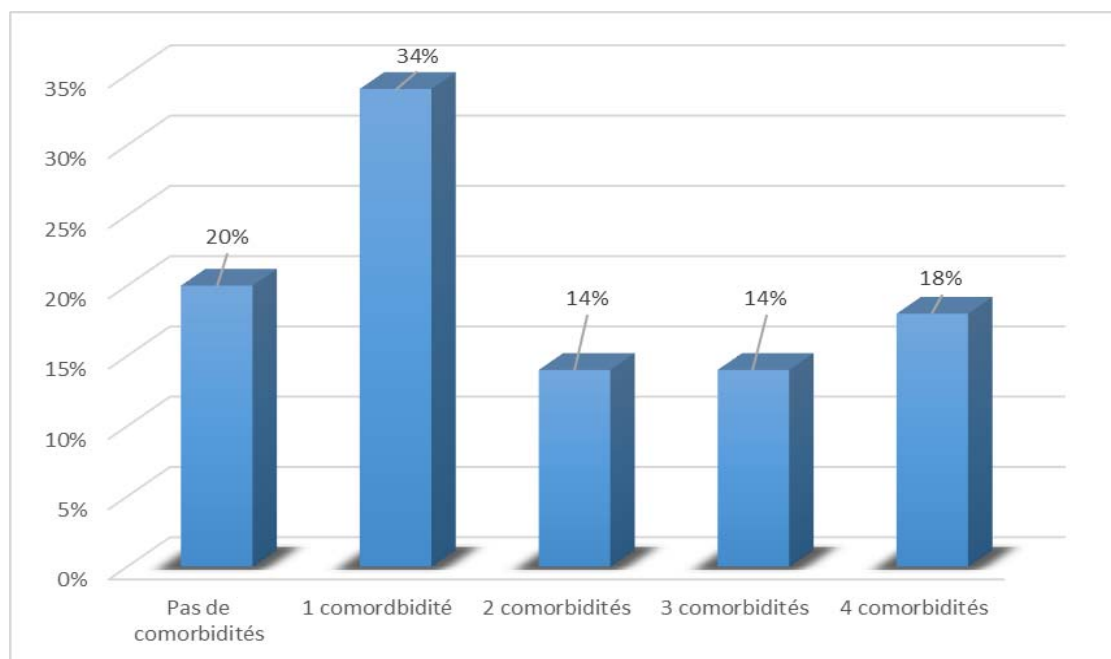
Dans notre étude, la médiane de l'ancienneté de l'HD était de 3 ans avec des extrêmes allant de 3 mois à 24 ans. La répartition des patients selon l'ancienneté de l'HD est représentée par le Tableau I.

**Tableau I: Répartition des cas selon l'ancienneté de l'HD.**

Ancienneté de L'HD (En années)	0.25-5	6-10	11-15	16-20	>20
Nombre de patients	33	9	4	3	1
Effectif (%)	66	18	8	6	2

## 3. Comorbidités :

Dans notre étude, 80% de nos patients avaient au moins une comorbidité associée (Figure 5). L'HTA représentait la comorbidité la plus fréquente (66%), suivie du diabète (50%) (Tableau II).



**Figure 5: Répartition des patients selon le nombre des comorbidités.**

Les différentes comorbidités sont affichées dans le Tableau II.

**Tableau II: Répartition des comorbidités chez les patients.**

Comorbidités	N	Pourcentage
Hypertension artérielle	33	66%
Diabète	25	50%
Tabagisme	15	30%
Hypercholestérolémie	13	26%
Insuffisance cardiaque	1	2%
Maladie vasculaire périphérique	1	2%

#### **4. Pression artérielle :**

Les moyennes de la pression artérielle systolique (PAS) et diastolique (PAD) avant la séance d'HD étaient respectivement de  $138.74 \pm 21.66$  mmHg et  $75.58 \pm 7.09$  mmhg.

#### **5. Poids :**

Les moyennes du poids avant et après la séance d'HD étaient respectivement de  $73.4 \pm 10.4$  kg et  $71.5 \pm 10.3$  kg, avec une moyenne de différence de poids de  $1.9 \pm 0.5$  kg.

#### **6. Examen clinique :**

Quelques râles crépitants basithoraciques étaient présents chez 26% des patients tout autant que la dyspnée (26%) alors que les œdèmes des membres inférieurs étaient présents chez seulement 2 patients (4%).

### III. Données biologiques :

#### 1. Hémoglobine :

La moyenne de l'hémoglobine (Hb) était de  $10.37 \pm 1,7$  g/dl avec comme valeur maximale 15g/dl et comme valeur minimale 7.4g/dl. Une anémie ( $Hb < 10g/dl$ ) a été retrouvée chez 46% des patients.

#### 2. Ferritinémie :

Dans notre série, la médiane de la ferritinémie était de 210.25 ng/ml, avec comme valeur maximale de 1965 ng/ml et valeur minimale de 13,06 ng/ml. 14 patients soit 28% des cas avaient une ferritinémie  $>400$  ng/ml.

#### 3. Parathormone :

Le taux moyen de la PTHi était de  $574,9 \pm 524,8$  pg/ml. Nous avons noté que 13 patients soit 26% des cas étaient en hyperparathyroïdie ( $>600$  pg/ml).

#### 4. Bilan lipidique :

Une dyslipidémie a été notée chez 60% des cas, dont une hypercholestérolémie chez 38% des cas, une hypocholestérolémie HDL chez 28% des cas, et une hypercholestérolémie LDL chez 20% des cas (Tableau II).

**Tableau III: Bilan lipidique chez les patients et ses anomalies.**

	Moyennes	Anomalies
Cholestérol total (g/L)	2.06 ± 0.6	Hypercholestérolémie (38%)
HDL-Cholestérol (g/L)	0.56±0.29	HDL bas (28%)
LDL-Cholestérol (g/L)	1.22±0.5	LDL élevé (20%)

### 5. Albumine :

La moyenne de l'albuminémie était de  $41,9 \pm 4,9$  g/L. Une hypoalbuminémie ( $< 35$ g/l) a été observée chez 12% des patients.

### 6. CRP :

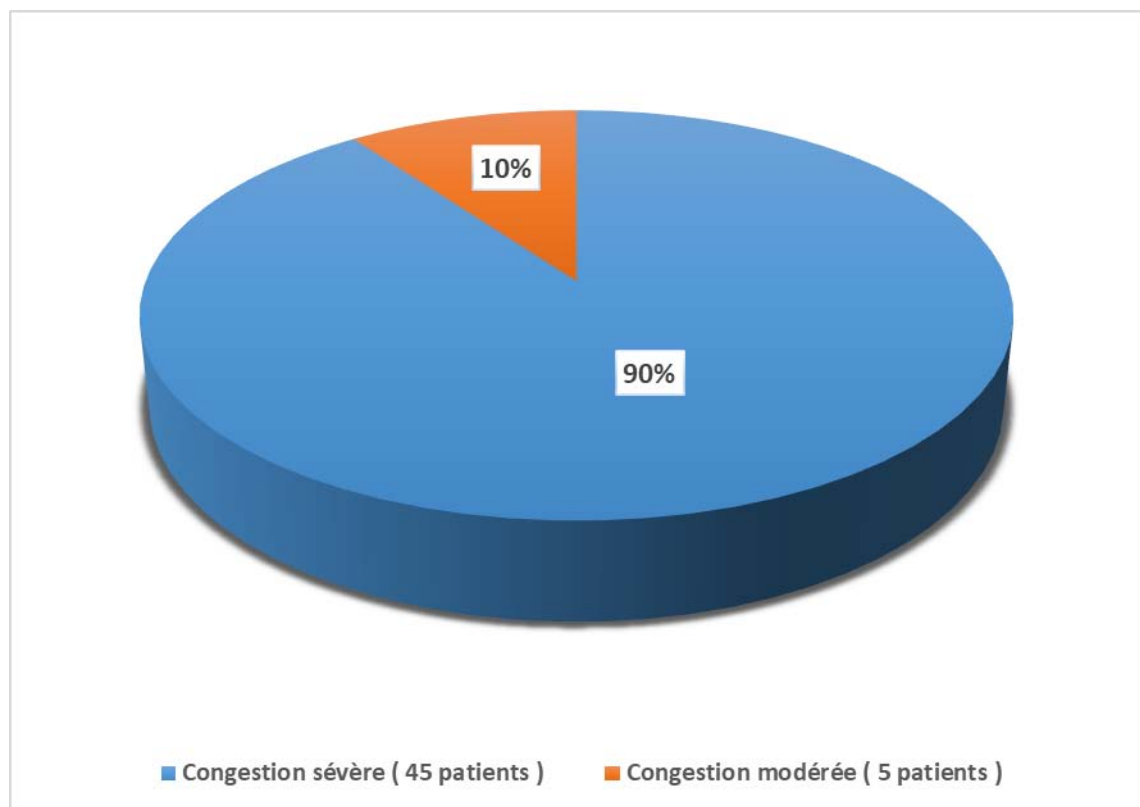
La médiane de la CRP chez nos patients était de 3 mg/L. Une CRP  $\geq 8$  mg/L a été objectivée chez 22% des cas.

## IV. Données échographiques :

### 1. En pré-dialyse :

#### 1.1. Score de lignes B :

La moyenne des lignes B avant la séance d'hémodialyse était de  $59.14 \pm 27.39$ . La congestion pulmonaire a été classifiée comme modérée (lignes B entre 15-30) chez 5 patients (10%), et sévère (lignes B >30) chez 45 patients (90%) (Figure 6).



**Figure 6 : Degré de congestion pulmonaire chez les patients avant la séance d'hémodialyse.**

### 1.2. Diamètre de la VCI :

Les moyennes du diamètre de la VCI en fin d'expiration et en inspiration profonde avant la séance d'hémodialyse étaient respectivement  $21.62 \pm 2.93$  mm et  $18 \pm 2.59$  mm.

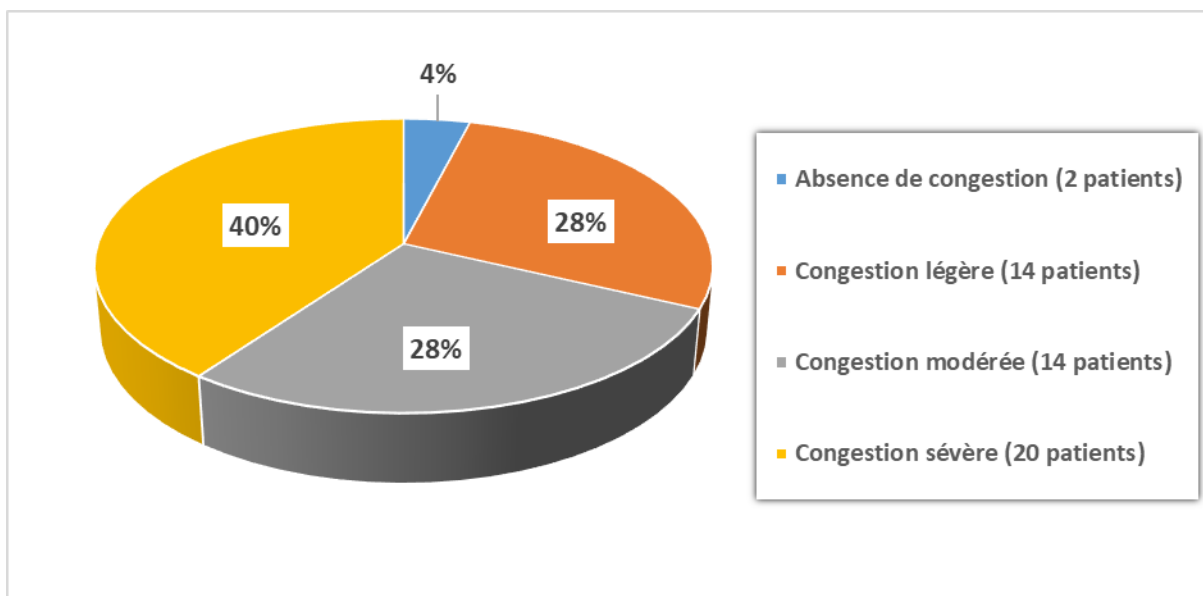
Sur les 45 patients qui étaient catégorisés en congestion sévère selon l'échographie pulmonaire, 39 d'entre eux étaient en surcharge volumique selon le diamètre de la VCI en fin d'expiration. (IVCD max > 20mm)

Concernant les 5 patients en congestion modérée, seulement 2 d'entre eux avaient un IVCDmax > 20mm.

## 2. En post dialyse :

### 2.1. Score de lignes B :

La moyenne des lignes B après la séance d'hémodialyse était de  $25.2 \pm 14.38$ . La congestion pulmonaire a été classifiée comme légère (lignes B entre 5-15) chez 14 patients (28%), modérée chez 14 patients (28%), sévère (lignes B > 30) chez 20 patients (40%) et absente (lignes B < 5) chez 2 patients (4%) (Figure 7).

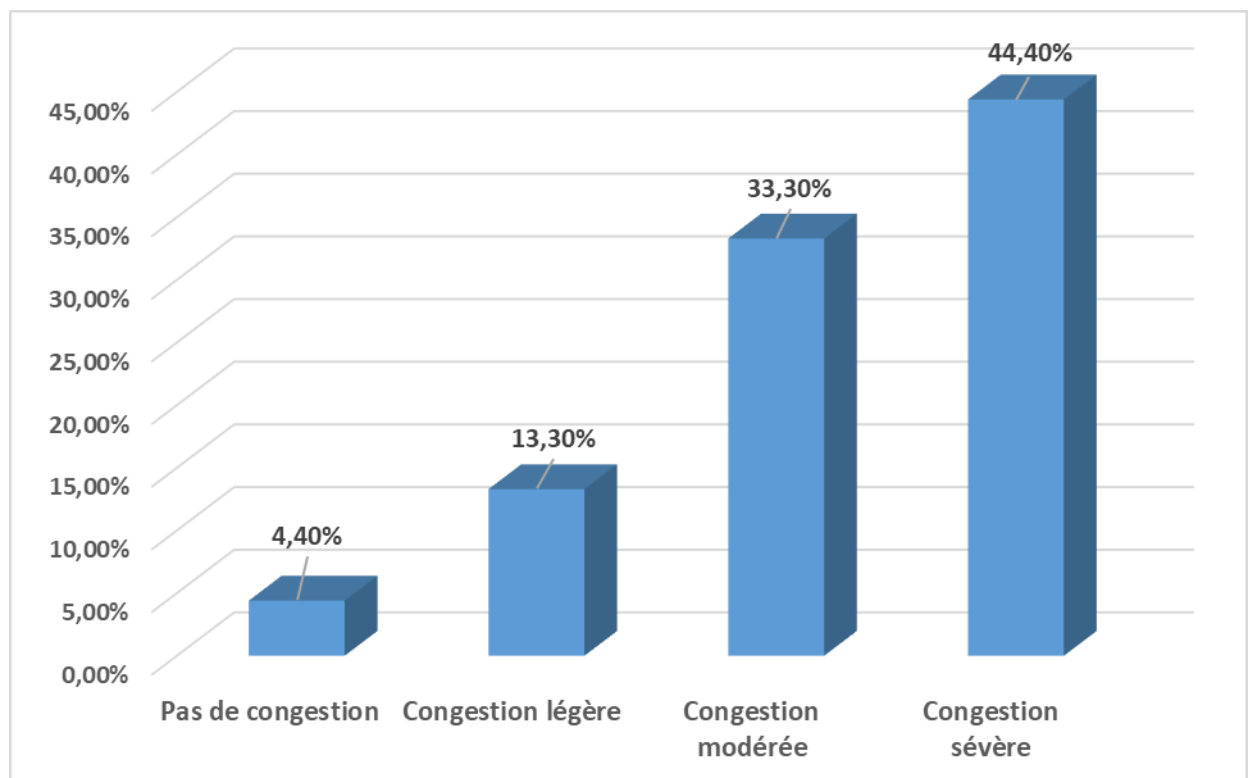


**Figure 7 : Degré de congestion pulmonaire chez les patients après la séance d'hémodialyse.**

Parmi les 45 patients souffrant de congestion sévère avant la dialyse, les résultats ont montré une évolution significative après le traitement. Plus précisément, après la dialyse, 15 patients (33,3 %) sont passés à un stade de congestion modérée, présentant une moyenne de perte de poids de 1,94 kg. De même, on a observé que 6 patients (13,3 %) se sont améliorés vers une congestion légère, avec une moyenne de perte de poids de 2,17 kg. En outre, 2 patients (4,4 %) ont complètement éliminé leur congestion, avec une moyenne de perte de poids de 2,35 kg.

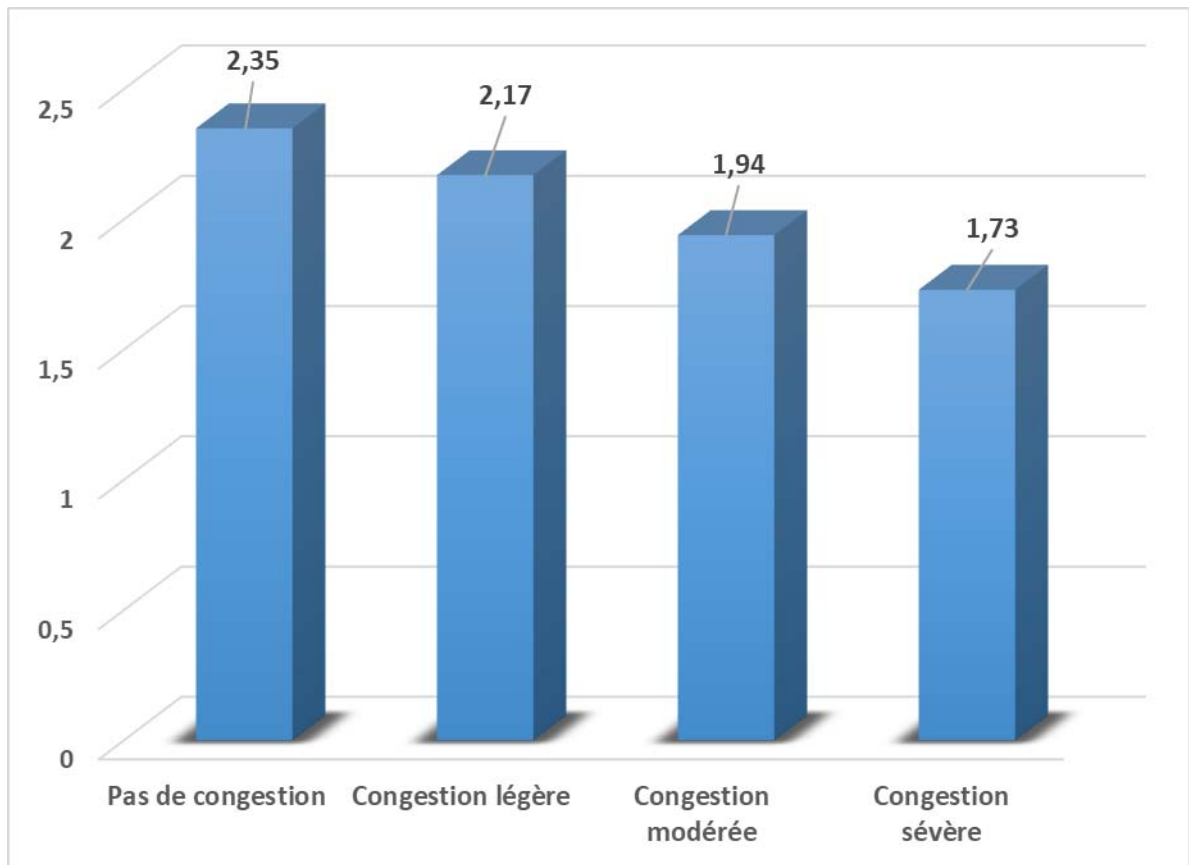
Vingt patients (44,4 %) ont continué à présenter une congestion pulmonaire sévère avec une moyenne de différence de poids de 1.73 kg (Figure 8 et 9).

Les 5 patients qui étaient en congestion modérée avant la séance d'hémodialyse sont tous passés en congestion légère après la séance.



**Figure 8 : Evolution après la séance d'HD des patients diagnostiqués en congestion sévère (Nephro-Pocus) avant la séance.**





**Figure 9 : Différence de poids en kg selon le degré de congestion après la séance d'HD.**

On remarque que plus la perte de poids entre avant et après la séance de dialyse augmente plus le degré de congestion diminue (Figure 9).

## **2.2. Diamètre de la VCI :**

Les moyennes du diamètre de la VCI en fin d'expiration et en inspiration profonde avant la séance d'hémodialyse étaient respectivement  $18.82 \pm 1.96$  mm et  $15.34 \pm 2.48$  mm.

Sur les 20 patients qui étaient en congestion sévère, 15 d'entre eux avait un IVCDmax > 20mm.

Concernant les 14 patients qui étaient en congestion modérée, seulement 4 d'entre eux étaient en surcharge volumique (IVCD > 20mm).

## V. Analyse des données :

### 1. Corrélation entre les données cliniques et les données échographiques :

On a noté qu'il n'y avait pas de corrélation entre l'hypertension artérielle, le diabète, la dyspnée et le degré de congestion pulmonaire chez les patients (Tableau IV).

**Tableau IV : Corrélation entre les paramètres cliniques et la congestion pulmonaire avant HD.**

Paramètre étudié	Congestion modérée	Congestion sévère	p
Non hypertendu	30%	70%	N.S
Hypertendu	15.2%	84.8%	N.S
Non diabétique	8%	92%	N.S
Diabétique	12%	88%	N.S
Absence de dyspnée	13.5%	86.5%	N.S
Présence de dyspnée	0%	100%	N.S

\*N.S : Non significative.

### 2. Corrélation entre les données échographiques avant et après la séance d'HD :

Après la dialyse, tous les patients ont présenté une diminution de leur nombre de lignes B et du diamètre de la veine cave inférieure (Tableau V).

**Tableau V : Paramètres échographiques avant et après la séance d'HD.**

	Avant HD	Après HD	p
<b>Nombre de lignes B</b>	59.14 ± 27.39	25.2 ± 14.38	<0.001
<b>Diamètre VCI en fin d'expiration</b>	21.62 ± 2.93	18.82 ± 1.96	<0.001
<b>Diamètre VCI en inspiration profonde</b>	18 ± 2.59	15.34 ± 2.48	<0.001

### **3. Corrélation entre le score de lignes B et le diamètre de la VCI :**

On remarque qu'il y'a une corrélation significative ( $p < 0.001$ ) entre le nombre de lignes B et le diamètre de la VCI en fin d'expiration (IVCDmax) avant et après la séance d'HD (Tableau VI).

**Tableau VI : Corrélation entre le nombre de lignes B et Diamètre de la VCI en fin d'expiration.**

	Nombre de lignes B	Diamètre VCI en fin d'expiration	p
<b>Avant HD</b>	59.14 ± 27.39	21.62 ± 2.93	<0.001
<b>Après HD</b>	25.2 ± 14.38	18.82 ± 1.96	<0.001



# DISCUSSION



La maladie rénale chronique (MRC) représente un important problème de santé publique de plus en plus important, particulièrement dans les pays en voie de développement. D'étiologies diverses, elle est le plus souvent liée au diabète et à l'hypertension artérielle et elle s'associe à une morbi-mortalité importante notamment cardiovasculaire et minéralo-osseuse. Les conséquences de la MRC amplifient son impact socio-économique et épuisent les ressources sanitaires publiques, plus particulièrement dans les pays en voie de développement.

## I. La maladie rénale chronique :

### 1. Définition et classification :

L'insuffisance Rénale Chronique (IRC) est définie par une diminution durable du débit de filtration glomérulaire en rapport avec une réduction permanente et définitive du nombre des néphrons fonctionnels. Elle est dite chronique lorsqu'elle est présente depuis au moins 2 mois [8].

L'IRC est divisée en plusieurs stades, sur la base du débit de filtration glomérulaire (DFG) estimé à partir de la clairance calculée de la créatinine.

Elle correspond au stade 3 de la maladie rénale chronique (MRC) selon la classification Internationale KIDNEY DISEASE IMPROVING GLOBAL OUTCOMES (KDIGO) qui est actuellement la plus adoptée, elle comprend 6 stades (tableau VII) [9-11].

**Tableau VII : Classification de la maladie rénale chronique selon KDIGO[9].**

Stades	Définition	DFG (ml/min/1.73m <sup>2</sup> )
Stade 1	Atteinte rénale sans IRC	≥ 90 + souffrance rénale*
Stade 2	Insuffisance rénale légère	60–89 + souffrance rénale*
Stade 3a	IR légère à modéré	45–59
Stade 3b	IR modéré à sévère	30–44
Stade 4	Insuffisance rénale sévère	15–30
Stade 5	Insuffisance rénale terminale	<15

\*Avec marqueurs d'atteinte rénale : protéinurie clinique, hématurie, leucocyturie, ou anomalies morphologiques ou histologiques, ou marqueurs de dysfonction tubulaire, persistants plus de 3 mois.

La classification KDIGO a introduit en plus du DFG, les causes et le niveau d'albuminurie (CGA classification) (Tableau VIII). Cette dernière classification a une meilleure valeur pronostique du fait d'une meilleure corrélation avec le risque de progression de la MRC, le risque cardiovasculaire et la mortalité. La cause de la maladie est généralement classée selon la présence ou l'absence de maladies systémiques (secondaires ou primaires) et la localisation présumée des lésions anatomo-pathologiques (glomérulaire, tubulo-interstitielle, vasculaire, kystique ou du greffon rénal) [12].

L'évolution de l'insuffisance rénale chronique d'un stade à un autre se fait de façon progressive et silencieuse, ce qui explique le nombre important de patients qui arrivent au stade terminal nécessitant par la suite un traitement de suppléance.

Cette classification souligne l'importance du dépistage précoce des maladies rénales et l'intérêt de la surveillance à une période débutante pour prolonger le délai de passage au stade d'insuffisance rénale terminale.

**Tableau VIII : Classification de la maladie rénale chronique selon la classification CGA [12].**

Catégorie	Taux d'albumine	Taux équivalent selon le rapport albumine/créatinine		Description
		mg/24h	(mg/mmol)	
A1	<30	<3	<30	Normal à légèrement élevé
A2	30-299	3-30	30-299	Modérément élevé
A3	> 300	≥ 30	> 300	Sévèrement élevé

La vitesse de progression de l'IRC est très variable. Elle dépend essentiellement [13] :

- Du potentiel évolutif de la maladie initiale et de l'efficacité ou non des thérapeutiques à visées étiologiques ;
- de la qualité du traitement néphroprotecteur débuté à un stade précoce ;
- des facteurs génétiques et environnementaux.

L'insuffisance rénale chronique terminale (IRCT) est définie par un débit de filtration glomérulaire  $DFG < 15 \text{ ml/min/1,73 m}^2$ . C'est un synonyme de « mort rénale » avec la nécessité vitale de recourir à une technique de suppléance de la fonction rénale. Ainsi, l'hémodialyse, la dialyse péritonéale et la transplantation sont les méthodes d'épuration extra-rénale de l'IRCT [14].

L'insuffisance rénale chronique est souvent méconnue et découverte au stade terminal ce qui explique le taux élevé des nouveaux cas nécessitant d'emblée le recours à la dialyse. En effet, plusieurs études ont montré qu'une prise en charge néphrologique tardive des maladies rénales réduisait le bénéfice des mesures préventives et du diagnostic étiologique [15].

## **2. Epidémiologie de l'IRCT :**

### **2.1. Mortalité de la MRC :**

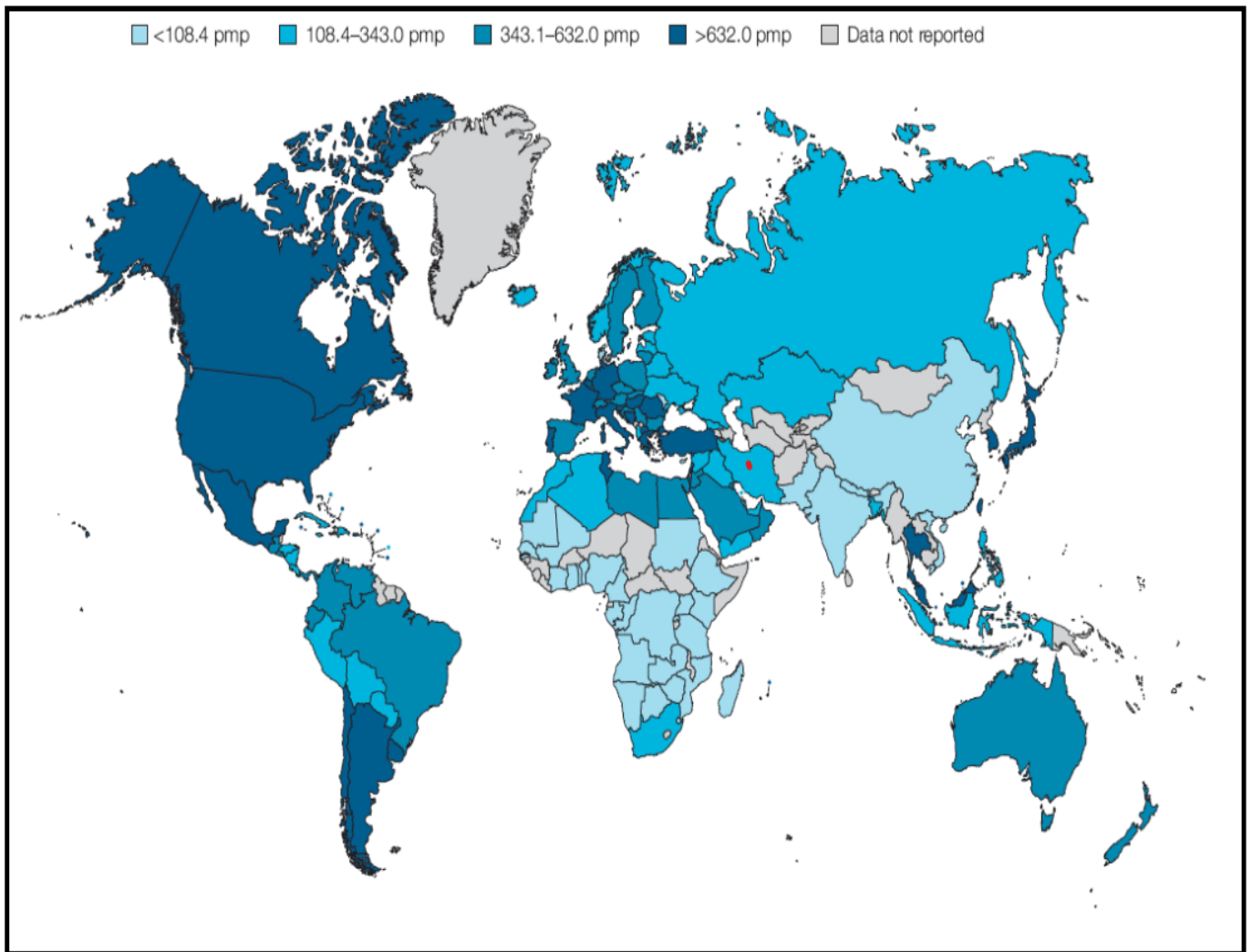
En 2019, le nombre total de patients atteints d'insuffisance rénale chronique (IRC), d'insuffisance rénale aiguë et de ceux ayant subi une transplantation rénale à l'échelle mondiale a dépassé les 850 millions. L'IRC a été responsable de 1,2 million de décès en 2017, la plaçant ainsi comme la 12e cause de mortalité mondiale, avec une augmentation de 41,5 % entre 1990 et 2017 [16]. On prévoit qu'elle deviendra la cinquième cause de décès dans le monde d'ici 2040[1]. En conséquence, l'IRC est désormais reconnue comme un problème de santé publique à l'échelle mondiale [17].

### **2.2. Prévalence de la MRC :**

La prévalence de l'IRC est généralement plus élevée chez les femmes que chez les hommes, et cette disparité s'accroît avec l'âge [18]. Toutefois, cette différence varie selon les régions. En Amérique du Nord et en Europe de l'Est, le ratio hommes/femmes est généralement inférieur à 1, tandis qu'en Asie du Sud et au Moyen-Orient, il est supérieur à 1 [19].

En 2019, la prévalence moyenne de la dialyse chronique dans le monde s'élevait à 343 pour un million d'habitants. Cette prévalence augmente avec le niveau de revenus des pays, et l'Afrique reste en dessous de la moyenne mondiale. En ce qui concerne l'incidence de nouveaux cas d'IRCT à l'échelle mondiale, elle a été estimée à 144 pour un million d'habitants (Figure 10) [2].





**Figure 10 : La prévalence de dialyse selon les pays [2].**

Le diabète et l'hypertension artérielle se positionnent en tête des principales causes des maladies rénales chroniques, tant dans les pays développés que dans de nombreux pays en développement. Cependant, dans les nations d'Asie et d'Afrique subsaharienne, les glomérulonéphrites et des causes inconnues prévalent davantage [20].

À titre d'exemple, en 2018 aux États-Unis, la prévalence de la maladie rénale chronique atteignait 242 cas pour 100 000 habitants. Le diabète représentait le facteur causal le plus fréquent, suivi de près par l'hypertension artérielle, la glomérulonéphrite et la maladie rénale kystique [21].

### 2.3. Incidence de la IRCT :

En ce qui concerne les pays d'Afrique du Nord, l'incidence moyenne des cas d'insuffisance rénale chronique traitée a été estimée à 182 cas pour 100 000 habitants. En parallèle, la prévalence moyenne signalée était de 522 cas pour 100 000 habitants, incluant environ 90 000 patients sous dialyse chronique et 6 000 patients ayant reçu une transplantation rénale. Parmi ces cas, 56 % et 70 % respectivement se concentraient en Égypte, 19 % et 6 % au Maroc, 9 % et 21 % en Tunisie, et 4 % et 2 % en Libye (Figure 11) [22,23].

	Egypt	Libya	Tunisia	Algeria	Morocco
Population (millions) <sup>a</sup>	83	7	11	35	32
GNI (US\$ as PPP) <sup>b</sup>	2070	12,020	3720	4420	2770
Incidence (pmp)	192	90	159	120	125
Prevalence (pmp)	650	323	734	475	300

**Figure 11 : L'incidence de dialyse au niveau de l'Afrique du Nord [20].**

Hormis l'étude de MAREMAR [3], il y a peu de données disponibles au Maroc concernant l'épidémiologie de l'insuffisance rénale chronique terminale (IRCT). Son incidence, similaire à celle des pays maghrébins, est estimée à environ 100 à 150 nouveaux cas pour 100 000 habitants par an, ce qui équivaut à environ 3 000 à 4 500 nouveaux cas par an. Quant à sa prévalence, elle atteint environ 167 cas pour 100 000 habitants.

Il est important de noter que 80 % des cas d'IRCT ne bénéficient pas d'une prise en charge en dialyse [24]. Pendant longtemps, l'accès aux thérapies de suppléance rénale (hémodialyse et dialyse péritonéale) était restreint à cause d'une couverture sociale très limitée dans notre pays. Cependant, suite aux directives royales, l'élargissement de l'assurance maladie obligatoire a permis de prendre en charge une plus grande partie de la population marocaine et de faciliter l'accès des patients en IRCT en HD [25].

#### **2.4. Coût de la MRC pour la société :**

La MRC constitue un véritable problème mondial de santé publique du fait d'une part de l'augmentation constante de ses taux d'incidence et de prévalence due à la croissance de ses principaux facteurs de risque à savoir le diabète sucré et l'hypertension artérielle et d'autre part du coût élevé de sa prise en charge au stade terminal [26], sans oublier la morbidité importante qui lui est associée dès les stades précoces avec une augmentation majeure du risque cardiovasculaire (risque 25 à 100 fois plus élevé d'accident cardiovasculaire que d'événement rénal), des troubles nutritionnels, du risque des complications métaboliques et de iatrogénie médicamenteuse [10,27,28].

En France, le coût annuel global de l'IRCT a été estimé à 4 milliards d'euros pour la prise en charge de 60 900 patients, soit 2% des dépenses totales de santé [29,30].

Aux États-Unis, l'insuffisance rénale terminale (IRT) affecte plus de 700 000 patients avec des dépenses annuelles estimées à environ 32,8 milliards de dollars [31] et elles atteindront probablement plus de 52 milliards de dollars d'ici 2030 [32].

Au Maroc, Le coût d'une séance d'hémodialyse se situe dans la moyenne africaine [30 et 100 Dollars US]. Cependant, en année-patient, ce coût (13684,21 Dollars US) est nettement plus élevé que dans certains pays comme l'Inde, le Sri Lanka, le Brésil, le Soudan et l'Iran. Il est au contraire plus bas que dans certains pays occidentaux comme la France, les États-Unis ou le Japon. Le Maroc étant un pays à ressources limitées, la prévention des MRC doit rester une priorité pour les pouvoirs publics [33].

### **3. Physiopathologie de la Maladie Rénale Chronique**

La fibrose rénale représente l'aboutissement final de toute maladie rénale chronique. Elle est caractérisée par des lésions de glomérulosclérose, d'atrophie tubulaire et de fibrose interstitielle [34].

La glomérulosclérose est induite par une agression et une dysfonction endothéliale avec prolifération des cellules musculaires lisses et des cellules mésangiales, et une destruction des podocytes. Les facteurs de risque de la glomérulosclérose sont l'hypertension artérielle, la dyslipidémie et le tabagisme [34].

L'atrophie tubulaire et la fibrose interstitielle sont étroitement corrélées à la baisse du débit de filtration glomérulaire et à l'aggravation de la protéinurie. Une protéinurie anormalement élevée faite de complément, de cytokines et d'albumine stimule la synthèse de molécules inflammatoires par les cellules épithéliales tubulaires (produits du stress oxydant et chemokines) avec infiltration tubulo-interstitielle consécutive par des cellules inflammatoires. Les cellules épithéliales altérées perdent alors leur capacité régénérative et évoluent vers l'apoptose [34].

Aux stades précoces de la maladie rénale chronique, les capillaires interstitiels deviennent hyper perméables permettant ainsi à plusieurs protéines d'accéder de façon inhabituelle à l'interstitium rénal et d'entraîner une réaction inflammatoire [34].

Un déclin progressif de la surface des capillaires interstitielles entraîne une hypoxie rénale avec dysfonction des protéines responsables de la dégradation du collagène synthétisé au sein du rein (matrice métalloprotéinase, sérines protéases, adamalysine, enzymes lysosomales). De ce fait, le collagène (surtout le collagène fibrillaire de type I et II), les protéines des membranes basales, les protéoglycanes et les glycoprotéines se déposent au sein des zones fibrotiques interstitielles [34].

#### **4. Causes et facteurs de progression de la MRC :**

Le diabète et l'HTA constituent les principales causes de la MRC dans tous les pays industrialisés et plusieurs pays en voie de développement [35]. Cependant, les glomérulonéphrites et les causes indéterminées sont plus fréquentes en Asie et dans les pays d'Afrique Sub-saharienne [36].

Au Maroc, les principales causes de la MRC sont le diabète, l'HTA et la maladie lithiasique [37].

Les maladies infectieuses demeurent fréquentes dans les pays en voie de développement, de même que la pollution environnementale, les pesticides, l'abus des analgésiques et les herbes médicinales [35].

Les facteurs de risque de développement et de progression de la MRC sont résumés dans le tableau IX.

**Tableau IVIII : Les facteurs de risque de développement et de progression de la MRC [35].**

<b>Modifiables</b>	<b>Non modifiables</b>
Albuminurie	Allèles APOL1
HTA	Race noire
Diabète	Sexe masculin
Obésité	Age avancé
Hyperlipidémie	Histoire familiale de diabète, de MRC ou d'IRCT
Tabagisme	Faible poids de naissance
Régime hyperprotidique	
Acidose métabolique	
Hyperphosphatémie	
Hyperuricémie	
Hyperglycémie	

Les facteurs de risque de progression de la MRC incluent des facteurs non modifiables tels que l'âge avancé, le sexe masculin et la race noire. Cependant, d'autres facteurs tels que l'HTA, la protéinurie et plusieurs épisodes récurrents d'IRA constituent des facteurs modifiables et peuvent être l'objet de mesures thérapeutiques permettant de ralentir l'évolution vers des stades plus sévères de la MRC [38].

## **5. Complications de la MRC :**

La MRC représente un facteur de risque important de morbidité et de mortalité cardiovasculaire et de toutes causes. Cette interaction entre la MRC et la morbi-mortalité globale des patients est liée aux nombreuses complications associées à la MRC. Les sujets présentant une MRC ont un risque de mortalité 5 à 10 fois plus élevé que d'évoluer vers l'IRCT. Ce risque augmente exponentiellement avec le degré d'altération de la fonction rénale [34].

Les principales complications de la MRC sont représentées par :

### **5.1. L'anémie :**

L'anémie normochrome normocytaire arégénérative est une complication habituelle de la MRC dont la prévalence augmente avec le déclin de la fonction rénale. Le rein représente la principale source d'érythropoïétine, qui est une hormone stimulatrice de la production des globules rouges au sein de la moelle osseuse. Les taux sériques d'érythropoïétine sont anormalement bas par rapport à des patients anémiques sans MRC qui ont des concentrations 10 à 100 fois plus élevées [34].

Les autres facteurs inhibant l'érythropoïèse et liés à l'anémie sont la survie réduite des globules rouges et le déficit martial favorisé par un excès en hepcidine qui altère l'absorption digestive du fer et bloque son utilisation par le système réticulo-endothélial.

## 5.2. Les troubles minéraux et osseux :

Les reins sains régulent étroitement les concentrations sériques du calcium et du phosphate en régulant leur absorption intestinale et leur excrétion tubulaire rénale [34].

Les troubles minéraux et osseux sont une complication fréquente de la MRC et peuvent se manifester à un stade précoce de la MRC [34]. Ces troubles peuvent se présenter sous plusieurs combinaisons : anomalies biologiques des concentrations sériques du calcium, du phosphate, de l'hormone parathyroïdienne et de la vitamine D ; anomalies du remodelage osseux, de la minéralisation osseuse, de la croissance ou de la résistance osseuse qui peuvent se manifester par des douleurs et une fragilité osseuse, ou par des calcifications extra-squelettiques (vasculaires et cutanées) [34].

Le défaut d'activation rénale de la vitamine D, notamment secondaire à l'accumulation de l'hormone fibroblast growth factor 23 et au déficit en cofacteur klotho sont des facteurs responsables des anomalies osseuses [34].

Une restriction diététique en phosphate est recommandée en association à des chélateurs calciques ou non calciques afin d'obtenir une concentration sérique en phosphate entre 0.87 et 1.49 mmol/l [39].

Les recommandations KDOQI (National kidney foundation kidney Disease Outcomes Quality Initiative) indiquent un traitement par la vitamine D active orale à partir des stades 3 et 4 de la MRC en cas de déficit en calcitriol avec augmentation consécutive des concentrations sériques de la PTH [39].

L'acidose métabolique constitue une autre complication habituelle de la MRC liée à une capacité rénale réduite à synthétiser l'ammonium et à excréter les ions hydrogènes [34]. Cette acidose métabolique peut contribuer à la maladie osseuse, l'amyotrophie et la perte progressive de la fonction rénale et donc il est recommandé de maintenir le bicarbonate au-delà de 22meq/l [34].

### **5.3. La maladie cardiovasculaire :**

La mortalité cardiovasculaire est 57% plus importante que dans la population générale chez les patients ayant un DFG de moins de 60ml/min/1.73m<sup>2</sup> et de 60% chez les sujets présentant une microalbuminurie [40,41]. Le risque d'avoir un infarctus du myocarde non fatal augmente de 33% lorsque le DFG baisse à moins de 60ml/min/1.73m<sup>2</sup> et de 48% en présence d'une microalbuminurie [42,43]. Sur le plan cérébrovasculaire, il existe une relation inversement linéaire entre le DFG et l'albuminurie d'une part et le risque d'accident cérébrovasculaire d'autre part. Le risque d'accident cérébrovasculaire augmente de 7% pour chaque baisse de 10ml/min/1.73m<sup>2</sup> de DFG et de 10% pour chaque augmentation de 25mg/mmol du rapport albumine/créatinine urinaire [44].

### **5.4. Malnutrition :**

La malnutrition est fréquente aux stades avancés de la MRC, elle se traduit par une baisse de la concentration sérique de l'albumine et s'associe à un risque de mortalité élevé [45,46].

L'albumine représente un mauvais marqueur nutritionnel car sa concentration sérique baisse tardivement et peut être faussée par un état inflammatoire aigu. De ce fait, l'évaluation de l'état nutritionnel ne peut être faite correctement en se basant uniquement sur des marqueurs biologiques mais nécessite l'expertise d'un diététicien [47].



## **II. Techniques d'évaluation de l'état d'hydratation :**

L'évaluation de l'état d'hydratation et de l'état hémodynamique est une compétence essentielle pour les néphrologues, c'est un pilier de presque toute consultation en néphrologie allant de l'hypertension et des troubles électrolytiques à l'insuffisance rénale aiguë et chronique [48].

Cette évaluation a une longue histoire dans laquelle les signes d'examen physique de distension des veines jugulaires, de bruit cardiaque surajouté, de râles et d'œdèmes périphériques ont été appris et reproduit par des générations de médecins [48].

### **1. Evaluation clinique :**

La prise d'antécédents médicaux précis et l'examen physique du système cardiopulmonaire sont les premières étapes dans la prise en charge des patients en surcharge liquidienne. Ils visent à détecter les pressions de remplissage cardiaque élevées et leurs conséquences. Cependant, une congestion hémodynamique peut exister en l'absence de congestion clinique [49].

Par conséquent, il est concevable que la sensibilité de ces constatations soit relativement faible pour détecter une congestion en cours ; s'appuyer uniquement sur elles pour la prise en charge des patients finit par entraîner une surcharge liquidienne cliniquement apparente et des hospitalisations récurrentes [49,50].

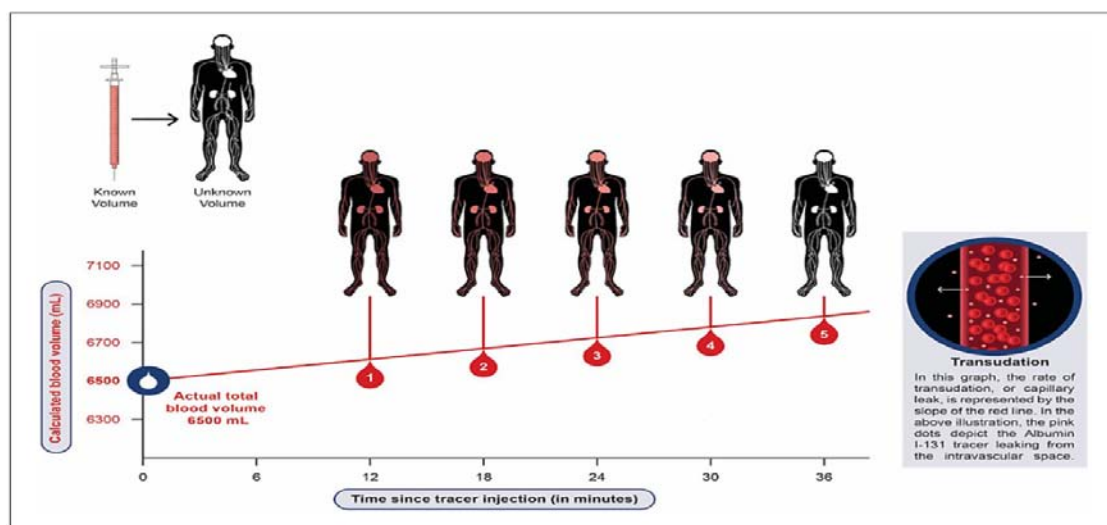
En résumé, la plupart des constatations de l'examen physique conventionnel sont utiles lorsqu'elles sont présentes, mais leur absence n'exclut pas la congestion [49].

## 2. Evaluation du volume sanguin :

L'analyse du volume sanguin est une méthode utilisée en médecine pour évaluer la quantité totale de sang circulant dans le corps d'un individu. Cette évaluation peut être réalisée de différentes manières, notamment par des techniques de mesure directe ou indirecte [51].

Les méthodes de mesure directe impliquent souvent l'utilisation de traceurs radioactifs ou de colorants spécifiques qui sont injectés dans le sang et suivis à mesure qu'ils se dispersent dans le système circulatoire. Par exemple, la mesure du volume plasmatique peut être réalisée en injectant un traceur marqué radioactivement dans le sang et en mesurant sa dilution à l'aide de techniques d'imagerie médicale telles que la tomographie par émission de positrons (TEP) ou la scintigraphie (Figure 12) [51].

D'autre part, les méthodes de mesure indirecte peuvent inclure des calculs basés sur des paramètres physiologiques tels que l'hématocrite (le pourcentage de volume occupé par les globules rouges dans le sang) ou des marqueurs sanguins spécifiques. Par exemple, certaines formules mathématiques utilisent l'hématocrite et la concentration d'hémoglobine pour estimer le volume sanguin total [51].



**Figure 12: Principe de l'évaluation du volume sanguin : une dose de traceur albumine I-131 est injectée par voie intraveineuse [49].**

En résumé, l'analyse du volume sanguin est une technique importante utilisée en médecine pour évaluer la quantité de sang circulant dans le corps d'un individu, ce qui peut être utile pour diagnostiquer et surveiller diverses conditions médicales telles que l'hypovolémie (faible volume sanguin) ou l'hypervolémie (expansion de volume sanguin) [51].

### **3. Radiographie pulmonaire :**

La radiographie pulmonaire, bien qu'elle soit traditionnellement utilisée pour diagnostiquer les affections pulmonaires, est considérée comme un outil dans l'évaluation du statut hydrique chez les patients atteints d'IRC. En effet, cette technique d'imagerie peut fournir des indices visuels de rétention hydrique, tels que la présence d'épanchements pleuraux, de redistribution vasculaire (lignes B de Kerley), d'opacités pulmonaires et de cardiomégalie. Ces caractéristiques radiographiques peuvent refléter directement les changements hémodynamiques associés à la surcharge hydrique chez ces patients [49].

Cependant, malgré les avantages potentiels de la radiographie pulmonaire dans cette population, il est important de reconnaître ses limites. En tant que méthode d'imagerie statique, la radiographie pulmonaire peut ne pas capturer les variations du volume sanguin et de la pression vasculaire, qui sont des aspects cruciaux de la gestion du statut hydrique. De plus, son interprétation est sujette à la variabilité interprétative et peut être affectée par d'autres conditions pulmonaires préexistantes chez les patients atteints d'IRC [49].

Dans la littérature, il existe une préférence pour l'échographie pulmonaire par rapport à la radiographie thoracique pour le diagnostic et la surveillance la congestion pulmonaire. Outre le fait qu'elle n'est pas irradiante, l'échographie offre une meilleure précision diagnostique pour la détection de l'œdème pulmonaire. Par exemple, dans une méta-analyse récente, la sensibilité et la spécificité de l'échographie pulmonaire par rapport à la radiographie thoracique étaient de 91,8 % contre 76,5 % et 92,3 % contre 87 %, respectivement [52].

#### **4. Bioimpédancemétrie :**

La bioimpédancemétrie repose sur la mesure de la résistance électrique des tissus biologiques, qui varie en fonction de la composition corporelle, notamment la quantité d'eau. Cette technique non invasive permet d'estimer la distribution de l'eau dans le corps, y compris la quantité d'eau intracellulaire et extracellulaire, ainsi que le volume total d'eau corporelle. Chez les patients atteints d'IRC, où les déséquilibres hydriques sont fréquents, la bioimpédancemétrie offre l'avantage d'une évaluation dynamique et continue du statut hydrique, permettant une surveillance étroite et une adaptation rapide du plan de traitement [53].

Cependant, malgré ses avantages potentiels, la bioimpédancemétrie présente également des limites. Les variations individuelles de la composition corporelle, telles que la masse musculaire et la graisse corporelle, peuvent influencer les résultats de la bioimpédancemétrie et nécessitent une interprétation prudente. De plus, des facteurs externes tels que l'hydratation récente et l'exercice physique peuvent affecter les mesures de la bioimpédancemétrie, ce qui nécessite une standardisation des conditions de mesure pour obtenir des résultats fiables [49,54].

#### **5. Échographie au chevet du patient (POCUS) :**

##### **5.1. Historique :**

L'échographie médicale a été développée à partir des principes du sonar mis au point pendant la Première Guerre mondiale, et les premières images échographiques d'un crâne humain ont été publiées en 1947 [55].

Les premières images échographiques de maladies abdominales ont été publiées en 1958, et l'échographie a été largement adoptée en radiologie, en cardiologie et en obstétrique au cours des décennies suivantes [55].

Bien que des cliniciens d'autres spécialités aient parfois déclaré utiliser l'échographie, l'échographie au chevet du patient (POCUS) n'a vraiment commencé à progresser que dans les années 1990, lorsque des appareils plus compacts et plus abordables ont été mis au point [55].

L'échographie pulmonaire a une histoire relativement brève, mais très importante, puisqu'elle est apparue comme un outil de diagnostic précieux au cours de la seconde moitié du XXe siècle. Les premières utilisations de l'échographie dans l'évaluation des poumons ont été rapportées à la fin des années 1950, en se concentrant sur les changements échogènes indiquant des zones ischémiques liées à des embolies pulmonaires [47].

Au début des années 2000, l'échographie pulmonaire a commencé à gagner en importance grâce à plusieurs développements clés :

- **Le protocole BLUE** : Élaboré en 2008, le protocole BLUE a introduit une approche systématique de l'échographie pulmonaire, fournissant des lignes directrices pour le diagnostic des pathologies pleurales et pulmonaires telles que l'œdème pulmonaire, le pneumothorax et la pneumonie [57].

- **Les déclarations de consensus internationales** : La première Conférence internationale de consensus sur l'échographie pulmonaire, qui s'est tenue en 2012, a formulé des recommandations pour une approche unifiée du diagnostic de l'échographie pulmonaire [58].

- **L'intégration clinique et formation** : L'échographie pulmonaire s'est imposée dans la pratique clinique, en particulier dans les services d'urgence, les unités de soins intensifs et les unités de soins cardiaques. Sa portabilité, ses capacités en temps réel et l'absence d'exposition aux rayonnements ionisants ont contribué à son adoption généralisée. Cependant, la formation à l'échographie pulmonaire n'a pas été traditionnellement une priorité dans les programmes de résidence en radiologie, mais des efforts ont été faits pour l'intégrer dans les programmes de formation [56,57].

### 5.2. Néphro-POCUS :

La popularité l'échographie au chevet du patient (POCUS) ne cesse de croître depuis un certain temps et elle est utilisée dans toutes les disciplines médicales. Elle est devenue la norme de soins pour de nombreux examens diagnostiques initiaux en médecine d'urgence depuis des décennies et constitue une compétence de base en médecine de soins intensifs. Plusieurs facteurs ont favorisé la croissance du POCUS, notamment la baisse des coûts et l'augmentation de la portabilité des appareils à ultrasons [59].

Par la suite, on observe que l'utilisation de l'échographie (POCUS) s'étend à d'autres spécialités médicales, notamment la néphrologie. Cette méthode permet une évaluation rapide et précise de la structure et de la fonction des reins directement au chevet du patient. Cela peut être particulièrement utile dans les cas d'insuffisance rénale aiguë, de troubles hydroélectrolytiques et d'autres affections rénales [59].

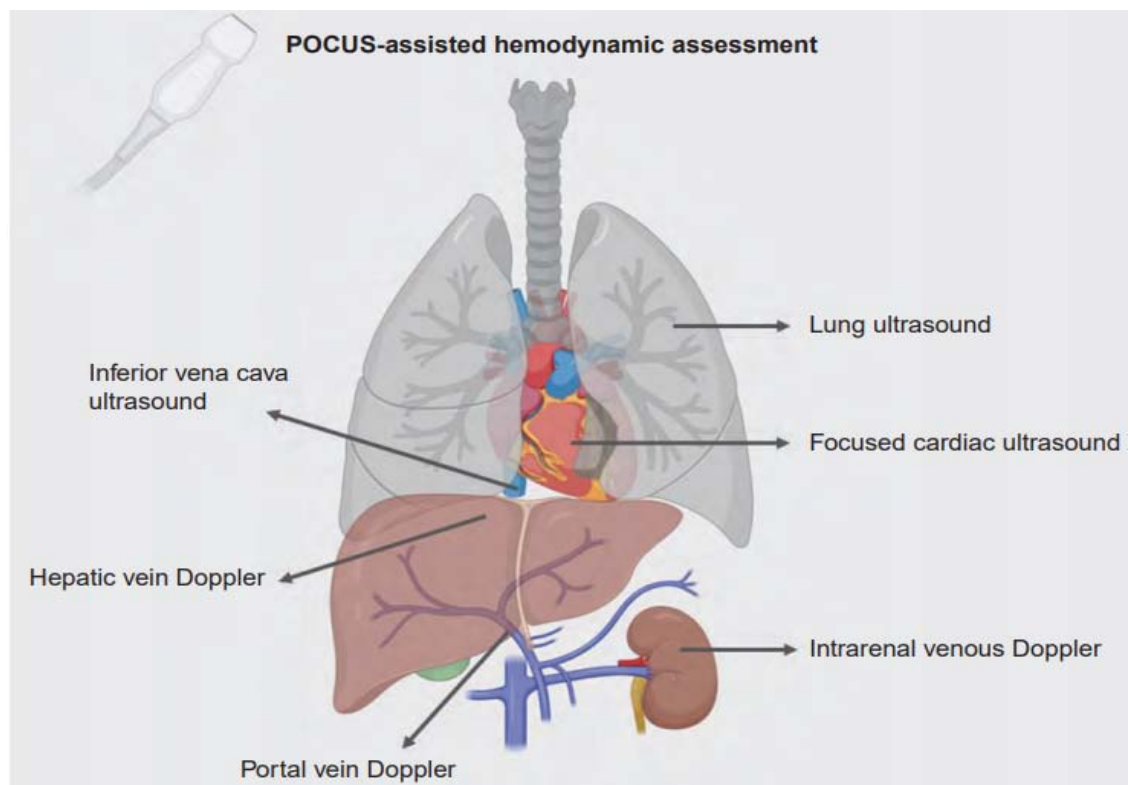
Les techniques utilisées dans le néphro-POCUS comprennent (Figure 13) [59] :

- **Évaluation de la taille et de la morphologie des reins** : L'échographie permet de mesurer les dimensions rénales et d'identifier toute anomalie structurelle, telle que la présence de kystes, de calculs rénaux ou de dilatations des voies urinaires.

- **Identification des anomalies obstructives** : L'échographie permet de détecter la présence d'obstructions des voies urinaires, telles que des calculs ou des masses, en visualisant l'uretère et les voies urinaires supérieures.

- **Visualisation du flux sanguin rénal** : L'utilisation du Doppler permet d'évaluer la vascularisation des reins, y compris le flux sanguin dans les artères rénales et les vaisseaux intrarénaux. Cette information peut être cruciale dans l'évaluation de la perfusion rénale chez les patients présentant une insuffisance rénale aiguë ou d'autres pathologies rénales.

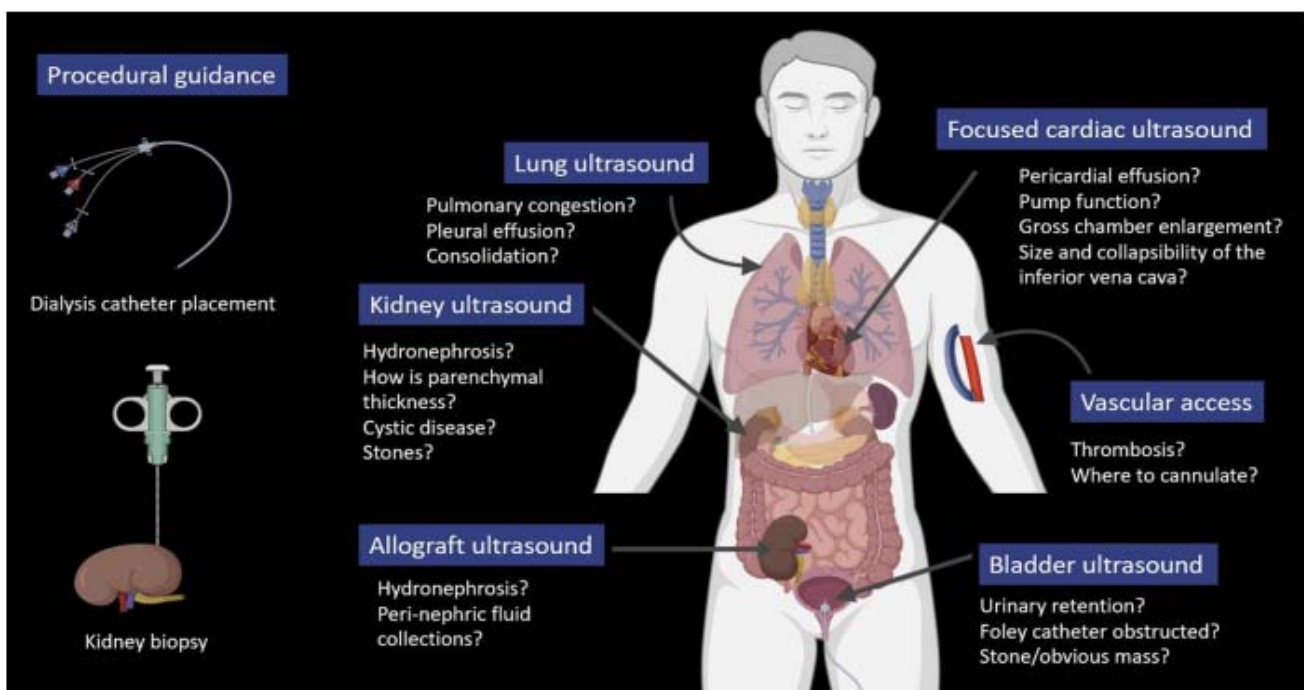
- **Détection de l'hydratation intravasculaire** : L'échographie peut aider à évaluer le statut volémique en mesurant la taille de la veine cave inférieure et en évaluant la variation de son diamètre respiratoire, fournissant ainsi des indices sur le volume intravasculaire et le statut d'hydratation du patient.



***Figure 13: Applications de l'échographie au chevet du patient (POCUS) liées à la néphrologie [48].***

Par ailleurs, le champ d'application du POCUS peut être divisé en deux catégories basique et avancée, en fonction du degré de compétences et de formation requis pour acquérir des compétences dans ces applications échographiques [50].

Le POCUS de base implique un examen en plusieurs points sans l'utilisation du Doppler spectral pour répondre à des questions cliniques ciblées susceptibles de modifier la prise en charge (Figure 14) [50].

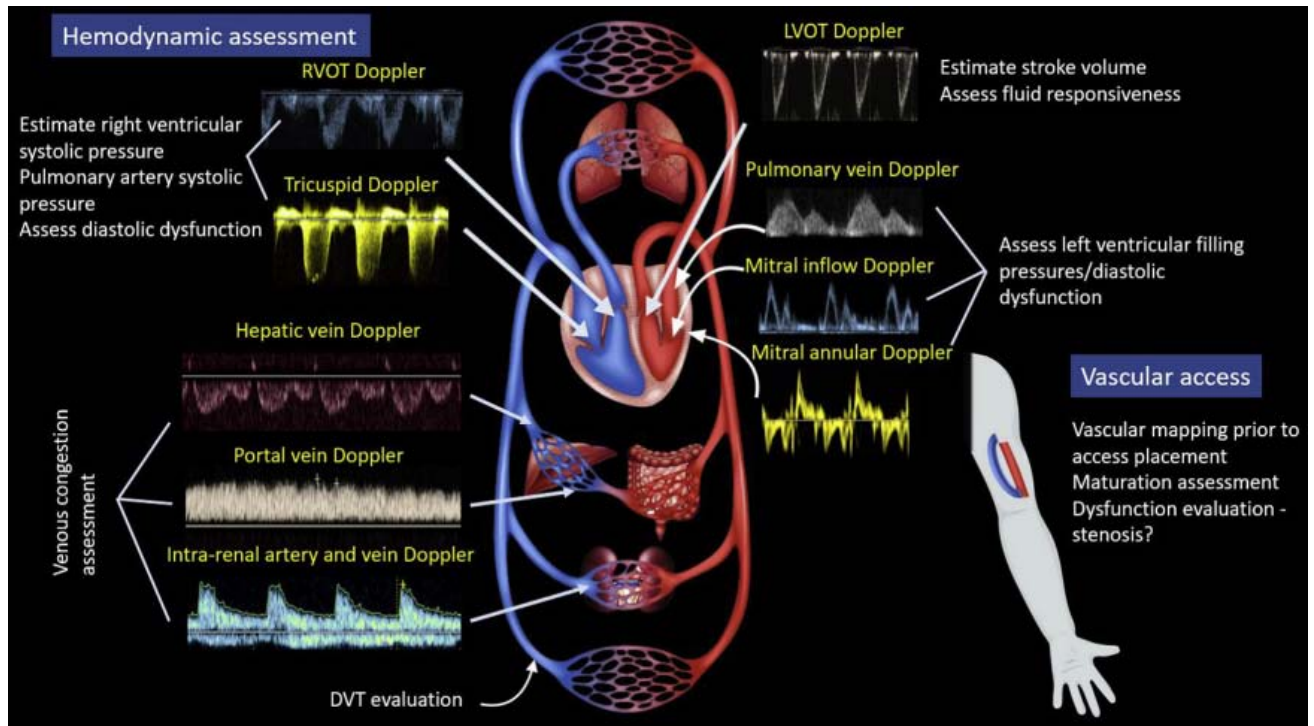


**Figure 14: Applications de bases de l'échographie au chevet du patient (POCUS) liées à la néphrologie [50].**

D'autre part, le POCUS avancé implique des applications Doppler spectrales et vise à répondre à des questions plus complexes. Les exemples incluent l'évaluation du débit sanguin dans un accès artérioveineux et l'évaluation complète de statut volémique à l'aide de l'approche "pompe, tuyaux et fuites", où la pompe représente l'échocardiographie Doppler, les tuyaux désignent l'échographie de la veine cave inférieure et le Doppler veineux, et les fuites indiquent l'évaluation de l'eau pulmonaire extravasculaire et de l'ascite (Figure 15) [50].



Le champ d'application du POCUS est dynamique et continue de s'étendre pour inclure d'avantage d'applications à mesure que l'expertise se développe, en fonction du contexte de la pratique [50].



**Figure 15: Applications avancées de l'échographie au chevet du patient (POCUS) liées à la néphrologie [50].**

Malgré qu'elle ait fait ses preuves dans d'autres spécialités, l'introduction de l'échographie au chevet du patient en néphrologie peut se heurter à divers obstacles, notamment :

- **Formation spécialisée** : Les néphrologues nécessitent une formation spécifique de la part des radiologues pour maîtriser l'échographie au chevet du patient, ce qui peut être une courbe d'apprentissage abrupte et exigeante [59].

- **Disponibilité des équipements** : L'accès à l'équipement d'échographie au chevet du patient peut être limité dans certains établissements de santé, ce qui peut entraver sa mise en œuvre dans la pratique clinique quotidienne [59].
  
- **Complexité technique** : L'échographie au chevet du patient requiert une compréhension approfondie de la technologie et des compétences techniques pour obtenir et interpréter correctement les images, ce qui peut être intimidant pour les praticiens moins familiers avec cette modalité [50].
  
- **Intégration dans la pratique clinique** : L'intégration de l'échographie au chevet du patient dans les protocoles de prise en charge néphrologique peut nécessiter des ajustements organisationnels et une adaptation des workflows cliniques existants [59].
  
- **Acceptation par la communauté médicale** : Convaincre les praticiens et les cliniciens de l'utilité et de la fiabilité de l'échographie au chevet du patient dans le domaine de la néphrologie peut prendre du temps et nécessiter une base de preuves solide et des initiatives éducatives [59].

### **5.3. Principes et méthodes de l'échographie pulmonaire :**

Les principes de base de l'échographie pulmonaire comprennent la compréhension des défis uniques posés par la présence d'air dans le poumon, qui affecte la transmission des ondes ultrasonores. Malgré la croyance initiale selon laquelle les ultrasons ne pouvaient pas pénétrer dans le poumon en raison de l'absorption de l'air, l'échographie pulmonaire s'est révélée utile pour évaluer diverses affections aiguës et chroniques.

Parmi les concepts fondamentaux de l'échographie pulmonaire, on retrouve :

- **Présence d'air** : Les ondes sonores sont fortement absorbées par l'air, entraînant une faible pénétration et des signaux faibles. Cependant, l'échographie pulmonaire se concentre sur les structures adjacentes à la plèvre, où l'air est absent ou minimalement présent, permettant la visualisation des structures pulmonaires de manière indirecte [60,61].

- **Disparité acoustique** : En raison des différences de propriétés acoustiques entre les tissus mous et l'air, les ondes ultrasonores se réfléchissent sur la surface pleurale, créant des artefacts caractéristiques [60,61].

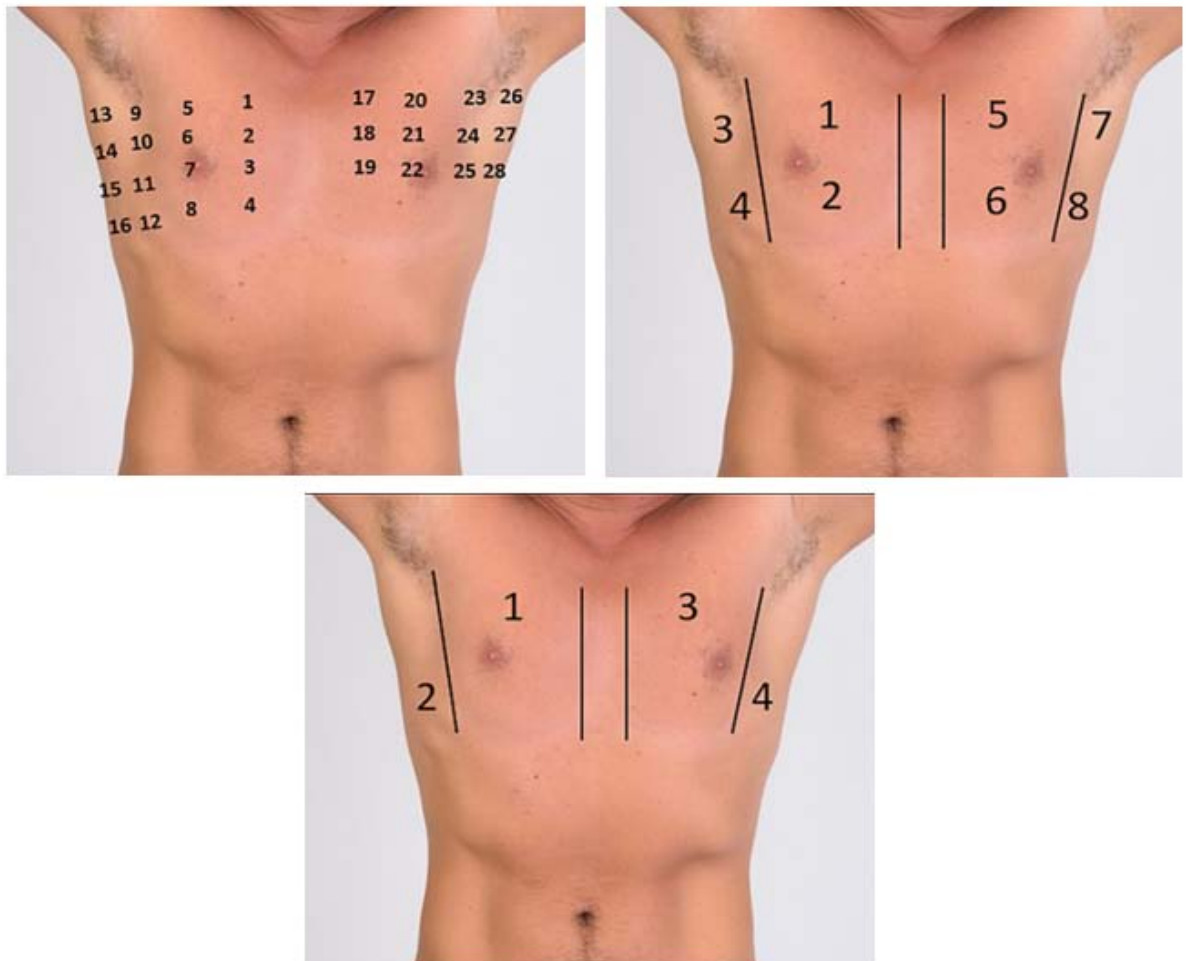
- **Artefacts** : Deux artefacts principaux observés en échographie pulmonaire sont les lignes A et les lignes B [62] :

- Les lignes A représentent des artefacts de réverbération verticale causés par la réflexion des ondes ultrasonores entre la plèvre et le diaphragme.
- Les lignes B indiquent la présence de fluide interstitiel ou alvéolaire, apparaissant sous la forme de multiples lignes hyper échogènes horizontales parallèles s'étendant de la ligne pleurale au bas de l'écran.

- **Ligne pleurale** : La ligne pleurale apparaît comme une ligne horizontale mince et hyperéchogène représentant la plèvre viscérale. Son mouvement se synchronise avec la respiration, connu sous le nom de glissement pulmonaire. L'absence de glissement pulmonaire indique un pneumothorax [63].

Concernant les méthodes utilisées, l'échographie pulmonaire implique l'examen de plusieurs sites ou zones dans chaque hémithorax. L'évaluation d'un nombre réduit de zones de balayage est suffisante chez les patients présentant des symptômes aigus, alors que la détection d'une congestion asymptomatique nécessite une évaluation plus détaillée [6].

Les études sur les patients dialysés ont été traditionnellement réalisées à l'aide d'une évaluation en 28 zones (Figure 4A)[6], bien qu'une méthode plus pratique à 8 zones (Figure 4B) soit couramment utilisée dans la pratique clinique [6]. Une autre méthode simplifiée à 4 zones a été récemment étudiée chez des patients souffrant d'insuffisance cardiaque (Figure 16) [64].



**Figure 16: Les différentes méthodes utilisées en échographie pulmonaire (28 zones, 8 zones et 4 zones) [64].**

#### 5.4. Aspect échographique normal :

##### 5.4.1. Le glissement pleural :

Signe majeur de normalité, c'est un scintillement visible au niveau de la ligne pleurale, correspondant à la cinétique crâniocaudale respiratoire du poumon. Il peut être objectivé en mode temps-mouvement, lequel donne le signe du « bord de mer » [63].

##### 5.4.2. Les lignes A :

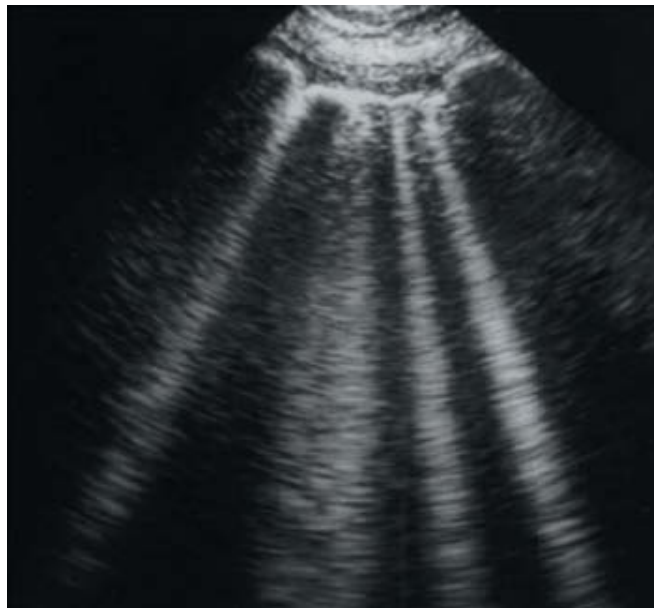
Le poumon normal présente un glissement pulmonaire avec des lignes A, qui sont des réflexions horizontales artéfactuelles, équidistantes les unes des autres sous la plèvre, à des points exacts de la ligne pleurale (figure 17). Les lignes A indiquent qu'il y a de l'air sous la ligne pleurale, soit de l'air à 99,5 % (c'est-à-dire le poumon normal en dessous, qui contient des traces d'eau) ou 100 % d'air (dans le cas d'un pneumothorax) [65].



**Figure 17: Echographie pulmonaire normale (Présence de lignes A) [65].**

### 5.5. Aspect échographique pathologique :

L'échographie pulmonaire permet d'évaluer l'eau pulmonaire extravasculaire en identifiant les lignes B, artefacts verticaux provenant de la ligne pleurale et s'étendant jusqu'au bord de l'écran (figure 18) [66].



**Figure 18: Echographie pulmonaire anormale (Présence de multiples lignes B) [65].**

Ces artefacts proviennent de la réflexion interne due à l'augmentation du liquide dans les lobes pulmonaires et les poumons [67].

Il existe de bonnes preuves de la corrélation entre ces lignes et l'eau pulmonaire extravasculaire évaluée par des méthode invasives [68,69].

La ligne B est définie selon 7 critères [65] :

- C'est un artefact vertical en queue de comète.
- Elle naît de la ligne pleurale.
- Elle se déplace en synchronisation avec le glissement pulmonaire (lorsqu'il y a glissement pulmonaire).
- Elle est bien définie et ressemble à un laser.
- Elle est longue et s'étend jusqu'au bas de l'écran sans s'estomper.
- Elle efface les lignes A.
- Elle est hyperéchogène.

#### 5.6. Avantages de l'échographie pulmonaire :

L'échographie pulmonaire offre plusieurs avantages par rapport à d'autres modalités d'imagerie telles que la radiographie thoracique ou la tomodensitométrie (TDM) dans la prise en charge des patients atteints de maladie rénale chronique (MRC) :

- **Portabilité et accessibilité** : L'échographie pulmonaire est portable et peut être réalisée au chevet du patient, permettant une évaluation immédiate sans nécessité de transporter le patient vers des installations d'imagerie, ce qui est particulièrement bénéfique pour les patients atteints de MRC gravement malades [70].

- **Imagerie en temps réel** : L'échographie offre une imagerie dynamique en temps réel, permettant aux cliniciens de visualiser rapidement les anomalies pulmonaires et de prendre des décisions thérapeutiques immédiates, ce qui est crucial dans la gestion de la surcharge hydrique et des complications respiratoires chez les patients atteints de MRC [71].

- **Rentabilité** : L'échographie pulmonaire est une modalité d'imagerie rentable par rapport aux scanners CT, offrant un test sensible à des coûts réduits, ce qui en fait un outil précieux pour le suivi et l'évaluation de routine chez les patients atteints de MRC [72].
  
- **Sécurité** : L'échographie pulmonaire ne nécessite pas de rayonnement ionisant, contrairement aux scanners CT, en faisant un outil de diagnostic sûr pour une utilisation répétée chez les patients atteints de MRC sans les risques associés à l'exposition aux radiations [71].
  
- **Évaluation en série** : L'échographie permet des évaluations sérielles répétées des anomalies pulmonaires, facilitant le suivi continu de la progression de la maladie et de l'efficacité du traitement chez les patients atteints de MRC au fil du temps [73].



### III. Discussion des résultats :

#### 1. Données sociodémographiques :

##### 1.1. Répartition selon l'âge :

La moyenne d'âge des patients de notre étude était de **53.5±12.89 ans**, ce qui est légèrement plus jeune que celles des études similaires sachant que la moyenne d'âge la plus élevée est celle de l'étude de **Vitturi et al.** [74] qui est de **65±13 ans**.

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau X.

**Tableau X: Comparaison de l'âge moyen avec les données de la littérature.**

Etude	Région	Nombre de patients	Âge (En années)
Mallamaci et al. (2010) [75]	Reggio de calabre (Italie)	75	62.76±13.56
Trezzi et al. (2011) [76]	Milan (Italie)	41	62.7 ± 18
Vitturi et al. (2013) [74]	Trévis (Italie)	71	65 ± 13
Siriopol et al. (2013) [77]	Iasi (Roumanie)	96	59.1 ± 14.2
Ngoh et al. (2020) [78]	Singapore	50	59.2 ± 13.8
<b>Notre étude (2023)</b>	<b>Marrakech (Maroc)</b>	<b>50</b>	<b>53,5 ±12.89</b>

## 1.2. Répartition selon le sexe :

Le pourcentage de patients de sexe masculin dans notre étude était de **62%**, ce qui s'apparente aux résultats des autres études où on retrouve une prédominance du sexe masculin, hormis l'étude de **Ngoh et al.** [78] où l'on retrouve une prédominance du sexe féminin avec un pourcentage de sexe masculin de **47,2%** [78].

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau XI.

**Tableau XI: Comparaison du sexe ratio avec les données de la littérature.**

Etude	Région	Pourcentage de sexe masculin
<b>Mallamaci et al. (2010)</b> [75]	Reggio de calabre (Italie)	66 %
<b>Trezzi et al. (2011)</b> [76]	Milan (Italie)	61 %
<b>Vitturi et al. (2013)</b> [74]	Treviso (Italie)	63 %
<b>Siriopol et al. (2013)</b> [77]	Iasi (Roumanie)	51%
<b>Ngoh et al. (2020)</b> [78]	Singapore	47.2 %
<b>Notre étude (2023)</b>	<b>Marrakech (Maroc)</b>	<b>62%</b>

## 2. Données cliniques :

### 2.1. Comorbidités :

Concernant les comorbidités retrouvés chez nos patients, on retrouve une prédominance de l'hypertension artérielle (**66%**) et du diabète (**50%**) ce qui concorde avec l'étude de **Ngoh et al.** [78] dont les prévalences étaient de l'ordre de **85%** pour l'hypertension artérielle et **72.8%** pour le diabète.

Pour le tabagisme, on retrouve dans notre étude une prévalence de **30%** alors que celle de **Mallamaci et al. [75]** était de l'ordre de **62%**.

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau XII.

**Tableau IX : Comparaison de la prévalence des comorbidités avec la littérature.**

Etude	Nombre de patients	Diabète	Hypertension artérielle	Tabagisme
Mallamaci et al. (2010) [75]	75	22 %	-	62 %
Trezzi et al. (2011) [76]	41	14.6 %	-	-
Siriopol et al. (2013) [77]	96	24 %	-	
Ngoh et al. (2020) [78]	50	72.8 %	85 %	-
<b>Notre étude (2023)</b>	<b>50</b>	<b>50%</b>	<b>66%</b>	<b>30%</b>

## 2.2. Pression artérielle :

Les moyennes de pression artérielle systolique et diastoliques dans notre étude étaient respectivement **138.74 ± 21.66 mmHg** et **75.58 ± 7.09 mmHg** ce qui concorde avec les résultats des autres études.

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau XIII.

**Tableau XIII: Comparaison de la pression artérielle avec la littérature.**

Etude	PAS (en mmHg)	PAD (en mmHg)
Mallamaci et al. (2010) [75]	137±25	71±11
Siriopol et al. (2013) [77]	147.6 ± 24.6	74.9 ± 15.3
Ngoh et al. (2020) [78]	146.3 ± 25.0	72.1 ± 17.0
<b>Notre étude (2023)</b>	<b>138.74 ± 21.66</b>	<b>75.58 ± 7.09</b>

### 2.3. Poids :

La moyenne des poids des patients de notre étude avant et après la séance d'HD étaient respectivement de **73.4±10.4 kg** et **71.5±10.3 kg** avec une différence de poids de **1.9±0.5 kg** ce qui concorde avec les résultats des autres études notamment celle de **Vitturi et al.** [74] dont les moyennes des poids des patients étaient respectivement **72.9±13.2 kg** et **70.6±12.8 kg** avec une différence de poids de **2.3±0.4 kg**

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau XIV.

**Tableau X : Comparaison du poids des patients avec les données de la littérature.**

Etude	Poids avant HD (En Kg)	Poids après HD (En Kg)	Différence de poids (En Kg)	p
<b>Mallamaci et al. (2010)</b> [75]	66.7 ± 18.0	64.4 ± 17.4	2.3 ± 0.6	<0.001
<b>Trezzi et al. (2011)</b> [76]	68.2 ± 13.3	65.8 ± 13.2	2.4 ± 0.3	<0.001
<b>Vitturi et al. (2013)</b> [74]	72.9 ± 13.2	70.6 ± 12.8	2.3 ± 0.4	<0.001
<b>Siriopol et al. (2013)</b> [77]	70.2 ± 17.3	68.4 ± 17.1	1.8 ± 0.2	<0.001
<b>Ngoh et al. (2020)</b> [78]	65.6 ± 15.1	63 ± 14.4	2.6 ± 0.7	<0.001
<b>Notre étude (2023)</b>	<b>73.4±10.4</b>	<b>71.5±10.3</b>	<b>1.9±0.5</b>	<b>&lt;0.001</b>

### **3. Données biologiques :**

Dans notre étude, la moyenne d'Hb était de **10.37 ± 1,7 g/dL**, ce qui concorde parfaitement avec les résultats des autres études notamment celle de **Ngoh et al. [78]** où la moyenne retrouvée était de **10.5 g/dL**.

Concernant l'albumine, nous avons trouvé une moyenne de **41,9 ± 4,9 g/L** parallèlement à l'étude de **Ngoh et al. [78]** dont la moyenne était de **34.8 ± 4.4 g/L**. Contrairement aux études de **Mallamaci et al. [75]** et **Siriopol et al. [77]** dont les moyennes d'albumine étaient respectivement **4.0±0.4 g/L** et **3.9 ± 0.3 g/L**.

Pour le cholestérol total, nous avons enregistré la plus haute moyenne qui était de l'ordre de **2.06± 0.6 g/L** comparée aux études de **Mallamaci et al. [75]** et **Siriopol et al. [77]** qui étaient respectivement **1.47±0.34 g/L** et **1,71 ± 0.42 g/L**.

En plus, nous avons trouvé une moyenne de CRP de **3mg/L** qui est la moyenne la plus petite comparée aux études de **Siriopol et al. [77]** et **Ngoh et al. [78]** qui ont retrouvé comme moyenne de CRP respectivement **12mg/L** et **54mg/L**.

Entre autres, la moyenne de ferritine dans notre étude était **210.25 ng/ml** et celle de la PTHi était **574,9 ± 524,8 pg/ml**.

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau XV.

**Tableau XV: Comparaison des données biologiques avec la littérature.**

Etude	Hémoglobine (en g/dL)	Albumine (en g/L)	Cholestérol total (en g/L)	CRP (en mg/L)	Ferritine (en ng/ml)	PTHi (en pg/ml)
Mallamaci et al. (2010) [75]	12±1.4	4.0±0.4	1.47±0.34	-	-	-
Siriopol et al. (2013) [77]	11.2±1.5	3.9 ± 0.3	1,71 ± 0.42	12	-	-
Ngoh et al. (2020) [78]	10.5 ± 1.9	34.8 ± 4.4	-	54	-	-
<b>Notre étude (2023)</b>	<b>10.37 ± 1,7</b>	<b>41,9 ± 4,9</b>	<b>2.06 ± 0.6</b>	<b>3</b>	<b>210.25</b>	<b>574,9 ± 524,8</b>

#### 4. Données échographiques :

##### 4.1. Nombre de lignes B :

Dans notre étude, la moyenne de lignes B était **59.14±27.39** avant la séance d'HD et **25.2±14.38** après cette séance, alors que les médianes avant et après la séance étaient respectivement de **49.5 (39–76.75)** et **24 (13 – 35)**.

Nos résultats concordent avec ceux de l'étude de **Ngoh et al.** [78] qui a retrouvé une médiane de lignes B de l'ordre de **46.5 (22.5-77.0)** avant la séance d'HD et **15.5 (9.9 -21.5)** après la séance. En revanche, les médianes de l'étude de **Siriopol et al.** [77] étaient nettement différentes puisqu'elles étaient avant et après la séance d'HD respectivement de l'ordre de **11 (4-19)** et **4.5 (2-9)**.

En ce qui concerne les moyennes de lignes B dans notre étude, elles étaient nettement supérieures par rapport à celles de l'étude de **Trezzi et al.** [76] qui a retrouvé des moyennes avant et après la séance d'HD respectivement de **24.8±25.3** et **8.6±9.8**.

Les moyennes les plus faibles dans la littérature ont été enregistrées par l'étude de **Vitturi et al.** [74] qui a retrouvé une moyenne de **3.13 ± 3.4** avant la séance d'HD et de **1.41 ± 2.47** après la séance, ce qui est nettement inférieur à celles retrouvées par l'étude de **Mallamaci et al.** [75], **Trezzi et al.** [76] et notre étude.

Ceci pourrait être expliqué par l'introduction de l'échographie pulmonaire avant le début de l'étude. En introduisant cette méthode de diagnostic plus tôt, il est possible que les patients aient reçu un traitement précoce ou des interventions qui ont influencé leurs résultats. Cela pourrait avoir conduit à des mesures de lignes B plus basses après la séance d'hémodialyse, en comparaison avec les études où l'échographie pulmonaire a été introduite plus tardivement. Cette explication souligne l'importance du moment de l'introduction des méthodes diagnostiques dans la recherche médicale et de la manière dont cela peut influencer les résultats observés.

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau XVI.

**Tableau XI : Comparaison du nombre de lignes B avec la littérature.**

	Nombre de patients	Moyenne de lignes B		Médiane de lignes B		p
		Avant HD	Après HD	Avant HD	Après HD	
Mallamaci et al. (2010) [75]	75	33	-	18	-	<0.001
Trezzi et al. (2011) [76]	41	24.8 ± 25.3	8.6 ± 9.8	-	-	<0.001
Vitturi et al. (2013) [74]	71	3.13 ± 3.4	1.41 ± 2.47	-	-	<0.001
Siriopol et al. (2013) [77]	96	-	-	11 (4-19)	4.5 (2-9)	<0.001
Ngoh et al. (2020) [78]	50	-	-	46.5 (22.5-77.0)	15.5 (9.9 - 21.5)	<0.001
<b>Notre étude (2023)</b>	<b>50</b>	<b>59.14±27.39</b>	<b>25.2±14.38</b>	<b>49.5 (39-76.75)</b>	<b>24 (13 - 35)</b>	<b>&lt;0.001</b>

#### 4.2. Etat de congestion pulmonaire :

##### 4.2.1. Avant la séance d'HD :

Dans notre étude, **90%** des patients avant la séance d'HD étaient en congestion sévère et **10%** étaient en congestion modérée. Ce qui se rapproche de l'étude de **Ngoh et al.** [78] qui a retrouvé **64%** des patients en congestion sévère, **24%** en congestion modérée et **12%** congestion légère ou en absence de congestion.



Par ailleurs, les pourcentages des patients qui étaient en congestion sévère, modérée, légère ou en absence de congestion dans l'étude de **Mallamaci et al.** [75] étaient respectivement **28%**, **35%** et **37%**. Alors que ceux de l'étude de **Siriopol et al.** [77] étaient de l'ordre de **12.5%**, **19.8%** et **67.7%**.

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau XVII.

**Tableau XII : Comparaison de l'état de congestion pulmonaire avant la séance d'HD avec la littérature.**

	Absence de congestion ou Congestion légère	Congestion modérée	Congestion sévère
<b>Mallamaci et al. (2010)</b> [75]	37%	35%	28%
<b>Siriopol et al. (2013)</b> [77]	67.7%	19.8%	12.5%
<b>Ngoh et al. (2020)</b> [78]	12%	24%	64%
<b>Notre étude (2023)</b>	<b>0%</b>	<b>10%</b>	<b>90%</b>

#### 4.2.2. Après la séance d'HD :

Dans notre étude, **40%** des patients après la séance d'HD étaient en congestion sévère, **28%** étaient en congestion modérée et **32%** étaient en congestion légère ou en absence de congestion. Ce qui se rapproche de l'étude de **Ngoh et al.** [78] qui a retrouvé **32%** des patients en congestion sévère, **28%** en congestion modérée et **44%** congestion légère ou en absence de congestion.

En revanche, les pourcentages des patients qui étaient en congestion sévère, modérée ou en congestion légère ou en absence de congestion dans l'étude de **Mallamaci et al.** [75] étaient respectivement **13%**, **18%** et **69%**. Alors que ceux de l'étude de **Siriopol et al.** [77] étaient de l'ordre de **5.2%**, **4.2%** et **90.6%**.

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau XVIII.

**Tableau XVIII : Comparaison de l'état de congestion pulmonaire après la séance d'HD avec la littérature.**

	Absence de congestion ou Congestion légère	Congestion modérée	Congestion sévère
<b>Mallamaci et al. (2010)</b> [75]	69%	18%	13%
<b>Siriopol et al. (2013)</b> [77]	90.6%	4.2%	5.2%
<b>Ngoh et al. (2020)</b> [78]	44%	24%	32%
<b>Notre étude (2023)</b>	<b>32%</b>	<b>28%</b>	<b>40%</b>

#### 4.3. Diamètre de la VCI :

Dans notre étude, les moyenne du diamètre de la VCI en fin d'expiration avant et après la séance d'HD étaient respectivement **21.6 ± 2.93 cm** et **18.8 ± 1.96 cm**. Alors que celles du diamètre de la VCI en inspiration profonde étaient respectivement **18 ± 2.59 cm** et **15.34 ± 2.48 cm**.

Cette nette diminution du diamètre de la VCI concorde avec celle retrouvée dans l'étude de **Vitturi et al.** [74] dont les moyennes retrouvées en fin d'expiration avant et après la séance d'HD étaient respectivement de **17.1 ± 5.8 cm** et **13.7 ± 5.5 cm**. Alors que celles du diamètre de la VCI en inspiration profonde étaient respectivement **11.9 ± 5.9 cm** et **9.5 ± 5.1 cm**.

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau XIX.

**Tableau XIII : Comparaison du diamètre de la VCI avant et après la séance d'HD avec la littérature.**

	Diamètre VCI en fin d'expiration		p	Diamètre VCI en inspiration profonde		p
	Avant HD (en cm)	Après HD (en cm)		Avant HD (en cm)	Après HD (en cm)	
<b>Vitturi et al. (2013)</b> [74]	17.1 ± 5.8	13.7 ± 5.5	<0.001	11.9 ± 5.9	9.5 ± 5.1	<0.001
<b>Notre étude (2023)</b>	<b>21.6 ± 2.93</b>	<b>18.8 ± 1.96</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>18 ± 2.59</b>	<b>15.34 ± 2.48</b>	<b>&lt;0.001</b>



## CONCLUSION



L'échographie pulmonaire, autrefois principalement associée à l'imagerie cardiaque et abdominale, est devenue un outil diagnostique incontournable dans l'évaluation des affections pulmonaires. Cette technique non invasive permet une visualisation dynamique et en temps réel des poumons, fournissant des informations précieuses sur leur structure et leur fonction. Contrairement aux méthodes traditionnelles telles que la radiographie pulmonaire et la tomodensitométrie, l'échographie pulmonaire ne nécessite pas d'exposition aux rayonnements ionisants et peut être effectuée directement au chevet du patient, permettant ainsi une évaluation rapide et répétable.

Notre étude a été entreprise dans le but de souligner l'importance de l'échographie pulmonaire dans l'évaluation du statut hydrique chez les patients atteints d'insuffisance rénale chronique. Dans un contexte où l'examen clinique traditionnel présente des limites, notamment en ce qui concerne l'évaluation du volume intravasculaire, notre objectif était de montrer comment l'échographie pulmonaire peut fournir des informations précieuses pour une gestion optimale de la surcharge hydrique chez ces patients.

Nos résultats soulignent la nécessité d'intégrer l'échographie pulmonaire dans les programmes de formation continue des praticiens médicaux, afin d'assurer une évaluation précise et une gestion efficace du statut hydrique chez les patients souffrant d'insuffisance rénale chronique. Cependant, malgré les avantages évidents de l'échographie pulmonaire, cette intégration en tant que pilier fondamental de l'examen clinique peut rencontrer des obstacles. Parmi ceux-ci figurent le besoin de formation approfondie pour les praticiens, les contraintes liées à l'accès à l'équipement d'échographie et les défis liés à l'interprétation des images échographiques dans un contexte clinique.



## RÉSUMÉS



## RÉSUMÉ :

**Introduction :** L'échographie pulmonaire se positionne comme une technique prometteuse pour l'évaluation précise du statut hydrique chez les patients atteints d'insuffisance rénale chronique (IRC). Notre étude avait comme objectif d'évaluer son efficacité et de discuter de son rôle dans la panoplie de méthode d'évaluation du statut hydrique.

**Matériel et méthodes :** Il s'agit d'une étude prospective incluant 50 patients IRC du service de Néphrologie-Hémodialyse-Transplantation rénale l'hôpital militaire Avicenne ainsi que d'autres centres de dialyse sur Marrakech, sur une durée allant de septembre 2023 à février 2024. Chaque patient a subi une évaluation clinique et biologique, une évaluation du diamètre de la VCI et une échographie pulmonaire, suivant un protocole défini (28 zones). Les données échographiques ont été analysées pour évaluer la présence de signes de congestion pulmonaire. La saisie et l'analyse statistiques ont été faites sur Excel ainsi que SPSS 21.

**Résultats :** L'échographie pulmonaire a révélé une corrélation significative entre la présence de lignes B, le statut d'hydratation et l'ultrafiltrat. Le nombre moyen de lignes B avant la séance d'hémodialyse (HD) était de  $59,14 \pm 27,39$ , avec 90 % des patients présentant une congestion sévère et 10 % présentant une congestion modérée. Après la séance, il y a eu une diminution significative du nombre moyen de lignes B (de  $59,14 \pm 27,39$  à  $25,2 \pm 14,38$ ), avec 40 % des patients souffrant de congestion sévère, 28 % de congestion modérée et 32 % présentant une congestion légère ou aucune congestion.

**Conclusion :** Notre étude met en évidence son rôle crucial dans l'évaluation du statut hydrique des patients atteints d'insuffisance rénale chronique, soulignant l'importance d'une formation continue pour les praticiens afin d'assurer une utilisation efficace de cette technique et d'améliorer les résultats cliniques pour cette population vulnérable.

## **ABSTRACT:**

**Introduction:** Pulmonary ultrasound emerges as a promising technique for accurately assessing hydration status in patients with chronic kidney disease (CKD). Our study aimed to assess its effectiveness and discuss its role among the array of methods for evaluating hydration status.

**Material and Methods:** This is a prospective study including 50 CKD patients from the Nephrology–Hemodialysis–Kidney Transplantation department of Avicenne Military Hospital as well as other dialysis centers in Marrakech, conducted from September 2023 to February 2024. Each patient underwent clinical and biological evaluation, assessment of the inferior vena cava diameter, and lung ultrasound, following a defined protocol (28 zones). Ultrasound data were analyzed to assess the presence of pulmonary congestion signs. Data entry and statistical analysis were performed using Excel and SPSS 21.

**Results:** Lung ultrasound revealed a significant correlation between the presence of B–lines, hydration status, and ultrafiltrate. The mean number of B–lines before the hemodialysis (HD) session was  $59.14 \pm 27.39$ , with 90% of patients experiencing severe congestion and 10% experiencing moderate congestion. After the session, there was a significant decrease in the mean number of B–lines (from  $59.14 \pm 27.39$  to  $25.2 \pm 14.38$ ), with 40% of patients suffering from severe congestion, 28% from moderate congestion, and 32% showing mild congestion or no congestion.

**Conclusion:** Our study highlights its crucial role in assessing the hydration status of patients with chronic kidney disease, underscoring the importance of ongoing training for practitioners to ensure effective utilization of this technique and improve clinical outcomes for this vulnerable population.



## ص خ لم

**مقدمة:** التصوير بالموجات فوق الصوتية للرئتين يظهر كتقنية واعدة لتقييم الحالة المائية بدقة لدى المرضى الذين يعانون من الفشل الكلوي المزمن.

الهدف من دراستنا هو تقييم فعاليتها ومناقشة دورها في مجموعة الطرق المستخدمة لتقييم الحالة المائية.

**المواد والطرق:** هذه دراسة مستقبلية شملت 50 مريضاً من مرضى الفشل الكلوي

الكلوي المزمن من قسم أمراض الكلى وغسيل الكلى وزراعة الكلى في مستشفى بن سينا العسكري بالإضافة إلى مراكز غسيل الكلى الأخرى في مراكش، أجريت في الفترة من سبتمبر 2023 إلى فبراير 2024. خضع كل مريض للتقييم السريري والبيولوجي، وتقييم قطر الوريد البابي السفلي، وفحص الرئة بالموجات فوق الصوتية، باتباع بروتوكول محدد ( 28 منطقة). تم تحليل بيانات الموجات فوق الصوتية لتقييم وجود علامات الاحتقان الرئوي. تم إجراء إدخال البيانات والتحليل الإحصائي باستخدام برنامج Excel و SPSS 21.

**النتائج:** كشف التصوير بالموجات فوق الصوتية للرئة عن وجود علاقة كبيرة بين

وجود الخطوط B وحالة الترطيب والترشيح الفائق. كان متوسط عدد الخطوط B قبل جلسة غسيل الكلى  $59.14 \pm 27.39$  (HD)، حيث كان 90% من المرضى يعانون من احتقان شديد و 10% منهم يعانون من احتقان متوسط. بعد الجلسة، كان هناك انخفاض كبير في متوسط عدد خطوط B (من  $59.14 \pm 27.39$  إلى  $14.38 \pm 25.2$ )، حيث يعاني 40% من المرضى من احتقان شديد، و 28% من احتقان متوسط، و 32% من احتقان خفيف أو لا يعانون من احتقان.

**الخلاصة:** تسلط دراستنا الضوء على دورها الحاسم في تقييم الحالة المائية لدى

مرضى الفشل الكلوي المزمن، مؤكدة أهمية التدريب المستمر للممارسين الصحيين لضمان استخدام فعال لهذه التقنية وتحسين النتائج السريرية لهذه الفئة الضعيفة.



# ANNEXE



## Fiche d'exploitation :

### I. Données anthropométriques :

Nom et prénom :

Âge :

Sexe : M  F

Mutuel : Oui  Non

### II. Données médicales :

#### 1. Antécédents :

- **MRC :** Stade : Cause : Ancienneté :

- **Cardiovasculaires :**

FDRCVx : Diabète : Oui  Non

HTA : Oui  Non

Tabac : Oui  Non

Hypercholestérolémie : Oui  Non

Insuffisance cardiaque : Oui  Non

Coronaropathie : Oui  Non

AOMI : Oui  Non

- **Pulmonaires :** Oui  Non

**2. Examen clinique :**

- État général :            Conservé :                             Altéré :
- Poids avant dialyse :
- Poids après dialyse :
- Différence de poids :
- PA systolique
- PA diastolique :
- PA moyenne :
- Fréquence cardiaque :
- Fréquence respiratoire :
- Sp O2 :
- Présence de râles : Oui                             Non
- Présences d'œdèmes : Oui                             Non
- Dyspnée : Oui                             Non

**3. Biologie :**

Urée :	Créat :	DFG :
Hb :	Ferritine :	PTH :
CT :	HDL :	LDL :
CRP :	Albumine :	

### III. Données échographiques :

❖ Avant dialyse :

1. Echographie pulmonaire :

➤ **Nombre de lignes B:**

Médio-axillaire	Axillaire antérieur	Médio-claviculaire	Parasternal	EIC	Parasternal	Médio-claviculaire	Axillaire antérieur	Médio-axillaire
				2ème				
				3ème				
				4ème				
				5ème				

➤ Nombre total de lignes B :

➤ Epanchement pleural : Présent :  Absent :

➤ Epanchement péricardique : Présent :  Absent :

2. Echographie abdominale :

➤ Diamètre de la VCI en fin d'inspiration :

➤ Diamètre de la VCI en fin d'expiration :

❖ Après Dialyse :

1. Echographie pulmonaire :

➤ Nombre de lignes B:

Médio-axillaire	Axillaire antérieur	Médio-claviculaire	Parasternal	EIC	Parasternal	Médio-claviculaire	Axillaire antérieur	Médio-axillaire
				2ème				
				3ème				
				4ème				
				5ème				

➤ Nombre total de lignes B :


➤ Epanchement pleural : Présent :  Absent :

➤ Epanchement péricardique : Présent :  Absent :


2. Echographie abdominale:

➤ Diamètre de la VCI en fin d'inspiration :

➤ Diamètre de la VCI en fin d'expiration :



BIBLIOGRAPHIE



1. **K. J. Foreman et al.**  
Forecasting life expectancy, years of life lost, and all-cause and cause-specific mortality for 250 causes of death: reference and alternative scenarios for 2016–40 for 195 countries and territories. *The Lancet*; 392,10159: 2052-2090.
2. **International Society of Nephrology.**  
ISN-Global Kidney Health Atlas. Disponible sur : <https://www.theisn.org/initiatives/global-kidney-health-atlas/>
3. **M. Benghanem Gharbi et al.**  
Chronic kidney disease, hypertension, diabetes, and obesity in the adult population of Morocco: how to avoid “over”- and “under”-diagnosis of CKD. *Kidney Int* 2016; 89,6:1363-1371.
4. **E. T. Arun Thomas, M. K. Mohandas, et J. George.**  
Comparison between clinical judgment and integrated lung and inferior vena cava ultrasonography for dry weight estimation in hemodialysis patients. *Hemodial. Int* 2019; 23,4:494-503.
5. **N. Vitturi et al.**  
Lung ultrasound during hemodialysis: the role in the assessment of volume status. *Int. Urol. Nephrol.* 2014; 46,1:169-174.
6. **A. Koratala, V. Teodorescu, et V. D. Niyar.**  
The Nephrologist as an Ultrasonographer. *Adv. Chronic Kidney Dis.*2020; 27,3:243-252.
7. **A. Seidowsky et al.**  
Échographie pulmonaire en dialyse. *Néphrologie Thérapeutique* 2018; 14:73-81.
8. **JACOBS et al.**  
Moyens thérapeutiques pour ralentir la progression de l'insuffisance rénale chronique chez l'adulte. *Néphrologie Thérapeutique* 2005; 1,2:84-89.
9. **P. Nathalie.**  
Guide du parcours de soins - Maladie rénale chronique de l'adulte (MRC), 2021.
10. **A. S. Levey et al.**  
Definition and classification of chronic kidney disease: A position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Kidney Int* 2005; 67,6:2089-2100.



11. **A. S. Levey, L. A. Stevens, et J. Coresh.**  
Conceptual Model of CKD: Applications and Implications. *Am. J. Kidney Dis.* 2009; 53, 3:S4S16.
12. **The International Society of Nephrology.**  
KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney international supplements* 2013; 3,1:1–26.
13. **F. Mignon.**  
Le diagnostic précoce de l'insuffisance rénale chronique. *Le Quotidien du médecin* 2003; 188, 7260:1–7
14. **A. S. Levey et al.**  
The definition, classification, and prognosis of chronic kidney disease: a KDIGO Controversies Conference report. *Kidney Int.* 2011; 80,1:17-28.
15. **J. Lee et al.**  
Early Nephrology Referral Reduces the Economic Costs among Patients Who Start Renal Replacement Therapy: A Prospective Cohort Study in Korea. *PLoS ONE* 2014; 9,6:e99460.
16. **B. Bikbov et al.**  
Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 2020; 395, 10225:709733.
17. **A. S. Levey et al.**  
Chronic kidney disease as a global public health problem: Approaches and initiatives – a position statement from Kidney Disease Improving Global Outcomes. *Kidney Int.* 2007; 72,3:247-259.
18. **K. T. Mills et al.**  
A systematic analysis of worldwide population-based data on the global burden of chronic kidney disease in 2010. *Kidney Int.* 2015; 88,5:950-957.
19. **B. Bikbov, N. Perico, G. Remuzzi.**  
Disparities in Chronic Kidney Disease Prevalence among Males and Females in 195 Countries: Analysis of the Global Burden of Disease 2016 Study. *Nephron* 2018; 139,4:313-318.
20. **V. Jha et al.**  
Chronic kidney disease: global dimension and perspectives. *The Lancet* 2013; 382,9888: 260-272.

21. **R. Gupta, K. Woo, et J. A. Yi.**  
Epidemiology of end-stage kidney disease. *Semin. Vasc. Surg.* 2021; 34,1:71-78.
22. **R. S. Barsoum.**  
End-stage renal disease in North Africa. *Kidney Int.* 2003; 63:S111-S114.
23. **R. S. Barsoum.**  
Burden of chronic kidney disease: North Africa. *Kidney Int. Suppl.* 2013; 3,2:164-166.
24. **M. Asserraji, O. Maoujoud, M. Belarbi, et Z. Oualim.**  
Profil épidémiologique de l'insuffisance rénale terminale à l'hôpital Militaire de Rabat, Maroc. *Pan Afr. Med. J.* 2015; 20.
25. **ANAM (Agence nationale de l'assurance maladie.**  
Publications – anam. Rapport annuel 2022.
26. **W. G. Couser, G. Remuzzi, S. Mendis, et M. Tonelli.**  
The contribution of chronic kidney disease to the global burden of major noncommunicable diseases. *Kidney Int.* 2011; 80,12:1258-1270.
27. **M. Laville, L. Juillard, P. Deléaval, S. Favé, A.-L. Charlois, et S. Touzet.**  
Rôle des réseaux de santé dans le dépistage et la prise en charge de la maladie rénale chronique. *Presse Médicale* 2007;36,12:1865-1874.
28. **S. I. Hallan et P. Stevens.**  
Screening for chronic kidney disease: which strategy?. *J. Nephrol.* 2010; 23,2:147-155.
29. **P.-O. Blotière, P. Tuppin, A. Weill, P. Ricordeau, et H. Allemand.**  
The cost of dialysis and kidney transplantation in France in 2007, impact of an increase of peritoneal dialysis and transplantation. *Nephrol. Ther.* 2010; 6,4:240-247.
30. **Haute Autorité de Santé.**  
Évaluation médico-économique des stratégies de prise en charge de l'insuffisance rénale chronique terminale en France. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_1775180/fr/evaluation-medico-economique-des-strategies-de-prise-en-charge-de-l-insuffisance-renale-chronique-terminale-en-france](https://www.has-sante.fr/jcms/c_1775180/fr/evaluation-medico-economique-des-strategies-de-prise-en-charge-de-l-insuffisance-renale-chronique-terminale-en-france)

31. **J. D Sullivan.**  
The State of Kidney Failure in the United States in 2018, *JOJ Urol. Nephrol.* 2018; 5,1.
32. **A. J. Collins et al.**  
United States Renal Data System 2011 Annual Data Report: Atlas of chronic kidney disease & end-stage renal disease in the United States. *Am. J. Kidney Dis. Off. J. Natl. Kidney Found.* 2012; 59,1:e1-420.
33. **M. Asserraji, G. Dohmi, et N. Abdelbaki.**  
Coût de l'hémodialyse au Maroc. *Néphrologie Thérapeutique* 2016; 12,5:271.
34. **A. C. Webster, E. V. Nagler, R. L. Morton, et P. Masson.**  
Chronic Kidney Disease. *The Lancet* 2017; 389,10075:1238-1252.
35. **Y. Zhou et J. Yang.**  
Chronic Kidney Disease: Overview, in *Chronic Kidney Disease*. J. Yang et W. He, Éd., Singapore: Springer Singapore, 2020:3-12.
36. **World Kidney Day 2024.**  
About kidney health. Disponible sur: <https://www.worldkidneyday.org/about-kidney-health/>
37. **CNOPS.**  
Résultats de l'enquête sur la maladie rénale chronique au Maroc | CNOPS.. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.cnops.org.ma/node/381>
38. **W. L. Whittier et E. Lewis.**  
51 – Development and Progression of Chronic Kidney Disease. *National Kidney Foundation's Primer on Kidney Diseases (Seventh Edition)*, , Philadelphia: Elsevier, 2018:466-475.e1.
39. **Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD-MBD Work Group.**  
KDIGO clinical practice guideline for the diagnosis, evaluation, prevention, and treatment of Chronic Kidney Disease-Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD). *Kidney Int. Suppl.* 2009; 113: S1-130.
40. **E. Di Angelantonio, J. Danesh, G. Eiriksdottir, et V. Gudnason.**  
Renal function and risk of coronary heart disease in general populations: new prospective study and systematic review. *PLoS Med.* 2007; 4, 9:270.

41. **V. Perkovic et al.**  
The Relationship between Proteinuria and Coronary Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS Med.* 2008; 5,10:207.
42. **Chronic Kidney Disease Prognosis Consortium et al.**  
Association of estimated glomerular filtration rate and albuminuria with all-cause and cardiovascular mortality in general population cohorts: a collaborative meta-analysis. *Lancet Lond. Engl.* 2010; 375,9731:2073-2081.
43. **R. T. Gansevoort et al.**  
Lower estimated GFR and higher albuminuria are associated with adverse kidney outcomes. A collaborative meta-analysis of general and high-risk population cohorts. *Kidney Int.* 2011; 80,1:93-104.
44. **P. Masson, A. C. Webster, M. Hong, R. Turner, R. I. Lindley, et J. C. Craig.**  
Chronic kidney disease and the risk of stroke: a systematic review and meta-analysis. *Nephrol. Dial. Transplant. Off. Publ. Eur. Dial. Transpl. Assoc. – Eur. Ren. Assoc.* 2015; 30,7:1162-69.
45. **K. Culp, M. Flanigan, E. G. Lowrie, N. Lew, et B. Zimmerman.**  
Modeling mortality risk in hemodialysis patients using laboratory values as time-dependent covariates. *Am. J. Kidney Dis. Off. J. Natl. Kidney Found.* 1996; 28,5:741-46.
46. **M. M. Avram, P. Goldwasser, M. Erroa, et P. A. Fein.**  
Predictors of survival in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients: the importance of prealbumin and other nutritional and metabolic markers. *Am. J. Kidney Dis. Off. J. Natl. Kidney Found.* 1994; 23,1:91-98.
47. **M. Nataatmadja, J. M. Graham, M. C. Beaulieu, N. Zalunardo, et A. Levin.**  
The Role of the Chronic Kidney Disease Clinic and Multidisciplinary Team Care. 8. *Chronic Kidney Disease, Dialysis, and Transplantation (Fourth Edition)*. Ikkizler. Philadelphia: Elsevier, 2019,121-135.
48. **E. R. Argaz, A. Koratala, et N. Reisinger.**  
Comprehensive Assessment of Fluid Status by Point-of-Care Ultrasonography. *Kidney360* 2021; 2,8:1326.
49. **A. Koratala, C. Ronco, et A. Kazory.**  
Diagnosis of Fluid Overload: From Conventional to Contemporary Concepts. *Cardiorenal Med.* 2022; 12,4:141-154.

50. **A. Koratala et A. Kazory.**  
An Introduction to Point-of-Care Ultrasound: Laennec to Lichtenstein. *Adv. Chronic Kidney Dis.* 2021; 28,3:193-199.
51. **The Blood Volume company Daxor.**  
How the BVA-100 Works. Disponible sur: <https://daxor.com/how-bva-100-works/>
52. **L. Chiu et al.**  
Meta-Analysis of Point-of-Care Lung Ultrasonography Versus Chest Radiography in Adults With Symptoms of Acute Decompensated Heart Failure. *The American Journal Of Cardiology* 2022; 174:89-95. ISSN 0002-9149.
53. **A. Piccoli et Italian CAPD-BIA Study Group.**  
Bioelectric impedance vector distribution in peritoneal dialysis patients with different hydration status. *Kidney Int.* 2004; 65,3:1050-1063.
54. **M. Onofriescu et al.**  
Bioimpedance-guided fluid management in maintenance hemodialysis: a pilot randomized controlled trial. *Am. J. Kidney Dis. Off. J. Natl. Kidney Found.* 2014; 64,1:111-118.
55. **C. L. Moore et J. A. Copel.**  
Point-of-Care Ultrasonography. *N. Engl. J. Med.* 2011; 364,8:749-757.
56. **Tate SJ, Lin J, McGahan JP.**  
Lung Ultrasound: A Practical Review for Radiologists. *Appl Radiol.* 2023; 52(3):8-19.
57. **P. H. Mayo et al.**  
Thoracic ultrasonography: a narrative review. *Intensive Care Med.* 2019; 45,9:1200-1211.
58. **A. Saraogi.**  
Lung ultrasound: Present and future. *Lung India Off. Organ Indian Chest Soc.* 2015; 32,3:250-257.
59. **N. C. Reisinger et A. Koratala.**  
Incorporating Training in POCUS in Nephrology Fellowship Curriculum. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol. CJASN* 2022; 17,10:1442-1445.

60. **Lichtenstein, D.A.**  
The Seven Principles of Lung Ultrasound. Lung in the critically ill : The BLUE Protocol. Springer International Publishing Switzerland 2016:45–49.
61. **L. Gargani et G. Volpicelli.**  
How I do it: Lung ultrasound. Cardiovasc. Ultrasound 2014; 12:25.
62. **D. A. Lichtenstein. et al.**  
Lung ultrasound in the critically ill, Ann. Intensive Care 2014; 4:1.
63. **D. A. Lichtenstein. et al.**  
Échographie pleuro–pulmonaire. Réanimation 2003; 12,1:19-29.
64. **E. Argaziz et al.**  
Bedside Ultrasound in the Management of Cardiorenal Syndromes: An Updated Review. Cardiorenal Medicine 2023; 13,1:372–384.
65. **E. Picano, M. C. Scali, Q. Ciampi, et D. Lichtenstein.**  
Lung Ultrasound for the Cardiologist. JACC Cardiovasc. Imaging 2018; 1, 11:1692-1705.
66. **D. Lichtenstein, G. Mézière, P. Biderman, A. Gepner, et O. Barré.**  
The comet–tail artifact. An ultrasound sign of alveolar–interstitial syndrome. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1997; 156,5:640-1646.
67. **G. Soldati, R. Copetti, et S. Sher.**  
Sonographic interstitial syndrome: the sound of lung water. J. Ultrasound Med. Off. J. Am. Inst. Ultrasound Med. 2009; 28,2:163-174.
68. **E. Agricola et al.**  
“Ultrasound comet–tail images”: a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. Chest 2005; 127,5:1690-1695.
69. **Z. Jambrik et al.**  
Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water. Am. J. Cardiol. 2004; 93,10:1265-1270.

70. **L. R. Fernández et al.**  
Usefulness of lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of respiratory diseases in neonate. *An. Pediatria Engl. Ed.* 2022; 96,3:252.e1–252.e13.
71. **A. Vieillard-Baron, A. Goffi, et P. Mayo.**  
Lung ultrasonography as an alternative to chest computed tomography in COVID-19 pneumonia?. *Intensive Care Med.* 2020; 46,10:1908-1910.
72. **A. J. Lopes et al.**  
Comparison Between Lung Ultrasound and Computed Tomographic Findings in Patients With COVID-19 Pneumonia. *J. Ultrasound Med.* 2021; 40,7:1391-1399.
73. **N. Xirouchaki et al.**  
Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. *Intensive Care Med.* 2011; 37,9:1488-1493.
74. **N. Vitturi et al.**  
Lung ultrasound during hemodialysis: the role in the assessment of volume status. *Int. Urol. Nephrol.* 2014; 46,1:169-174.
75. **F. Mallamaci et al.**  
Detection of Pulmonary Congestion by Chest Ultrasound in Dialysis Patients. *JACC Cardiovasc. Imaging* 2010; 3,6:586-594.
76. **M. Trezzi et al.**  
Lung ultrasonography for the assessment of rapid extravascular water variation: evidence from hemodialysis patients. *Intern. Emerg. Med.* 2013; 8,5:409-415.
77. **D. Siriopol et al.**  
Predicting mortality in haemodialysis patients: a comparison between lung ultrasonography, bioimpedance data and echocardiography parameters. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2013; 28,11:2851-2859.
78. **C. L. Y. Ngoh, H. L. Teng, Y. T. Chua, C. C. H. Leo, et W. K. Wong.**  
Comparison between lung ultrasonography and current methods for volume assessment in Asian chronic hemodialysis patients. *Hemodial. Int* 2020; 24,4:516

## قسم الطبيب

### أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف  
والأحوال باذلاً وسعي في انقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلاً رعايتي الطبية للقريب والبعيد،  
للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرني، وأكون أخا لكل زميل في المهنة الطبية

متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سرّي وعلانيتي،

نقية مما يشينها تجاه الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيد





كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

أطروحة رقم 134

سنة 2024

# دور الموجات فوق الصوتية للرئة في تقييم حالة السوائل لدى مرضى الفشل الكلوي المزمن

## الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2024/04/16  
من طرف

**السيد ابن جلون حرزيمي حسن**  
المزاد في 12 أكتوبر 1998 بمراكش  
**لنيل شهادة الدكتوراه في الطب**

### الكلمات الأساسية:

الفشل الكلوي المزمن - الموجات فوق الصوتية الرئوية - خطوط ب - الاحتقان الرئوي.

## اللجنة

الرئيس	السيد	ن. الزمراوي
المشرف	السيد	أستاذ في طب أمراض الكلي م. السراجي
الحكام	السيد	أستاذ في طب أمراض الكلي ع. محسن
	السيدة	أستاذ في الفحص بالأشعة م. شتاتي
	السيد	أستاذة في طب أمراض الكلي أ. ابن جلون حرزيمي
		أستاذ في طب أمراض الرئة