Actualités Néphrologiques Jean HAMBURGER 2024

Dialyse verte: Du concept à la pratique

Green Nephrology

Tarik SQALLI HOUSSAINI - Fès

Green Dialysis: From Concept to Practice

GUIDE DES BONNES PRATIQUES DE LA DIALYSE VERTE

SFNDT

2023

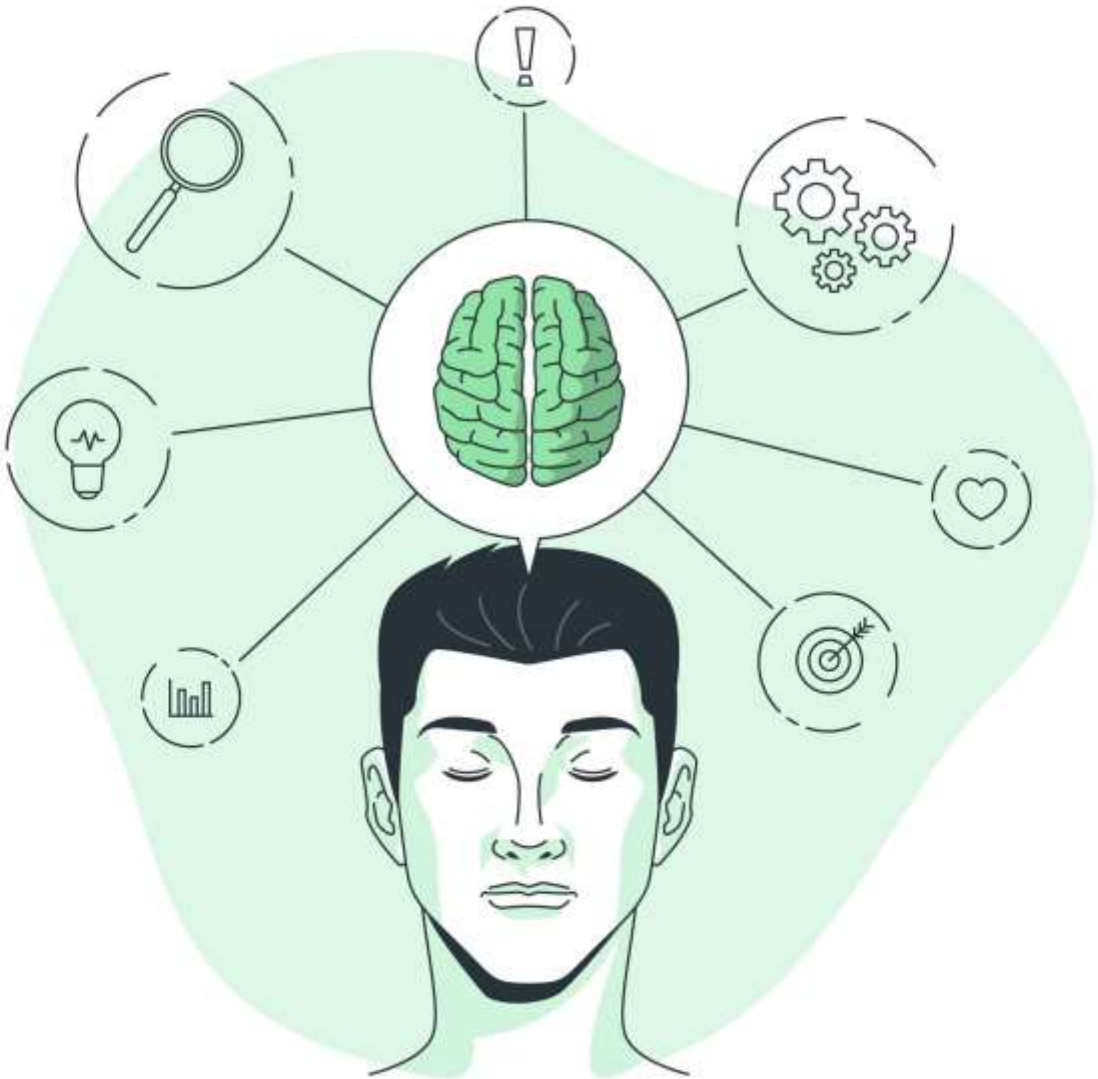
RECHERCHE EN SANTÉ RÉNALE

TABLE DES MATIÈRES

SFNDT

RECHERCHE EN SANTÉ RÉNALE

Green Dialysis: From Concept to Practice



Reasons for the interest in green dialysis in Morocco?

Chronic hemodialysis in Morocco

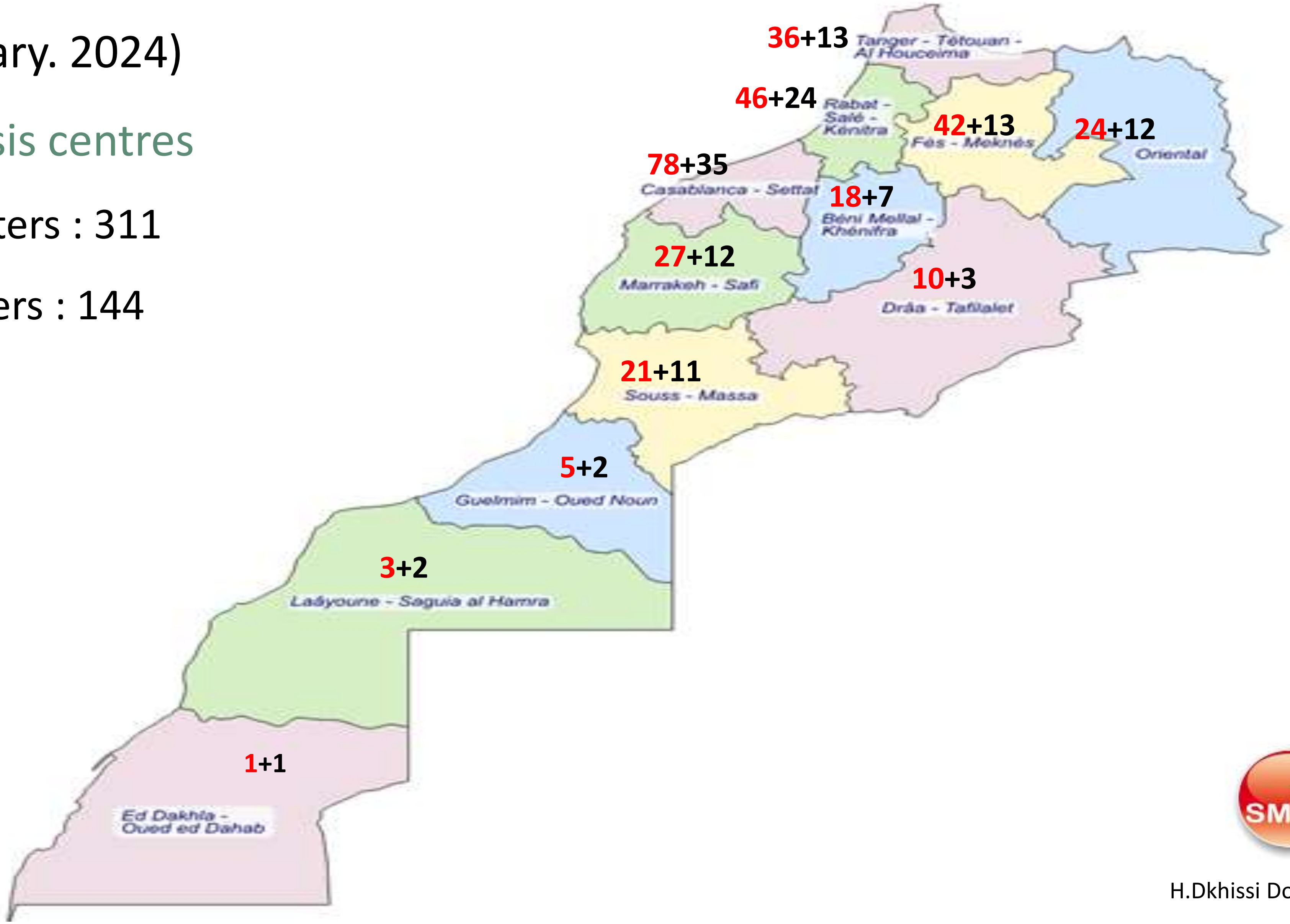
40,000 dialysis patients → > 6 million dialysis sessions per year

Chronic hemodialysis in Morocco

Morocco (January. 2024)

455 hemodialysis centres

- Private centers : 311
- Public centers : 144



H.Dkhissi Données SMN

Green Dialysis: From Concept to Practice

From the architectural design stage

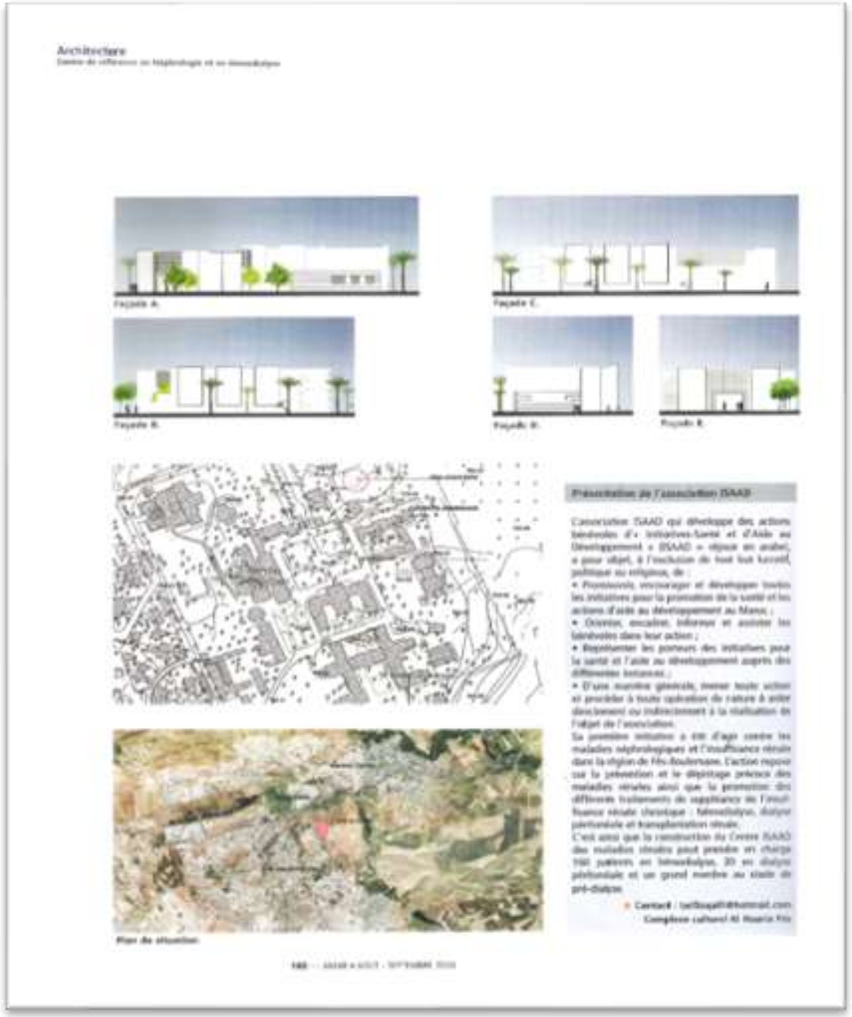
Architecture

Extension du service Néphrologie et Hémodialyse à Fès

C'est pour porter secours aux plus défavorisés que l'association caritative ISAAD a confié à l'architecte Youssef Benjelloun l'extension du service néphrologie et hémodialyse de Fès. En cela, il retrouve à la fois les traditions de l'Hôtel-Dieu du Moyen Age (où des bénévoles s'occupaient des malades), mais aussi la démarche moderne des architectes aux pieds nus. Et si le bénévolat permet de pratiquer son métier tout en volant au secours des malades, pourquoi pas ? Voici le concept, signé de l'auteur même du projet.

« Loin de moi l'idée de prétendre avoir apporté une innovation à travers ce projet, mais il me tient tout particulièrement à cœur car il déborde d'humanisme.
Je tenais aussi à saisir cette occasion pour deux raisons. La première est que je voulais saluer l'initiative d'Archimedia dont l'action tend à sensibiliser le public à l'architecture. La deuxième est que j'ai vu que c'était peut-être la divine providence qui m'offrait la chance de médiatiser cette action sociale et associative pour la construction du centre de néphrologie à l'hôpital Al ghassani. En effet, sa construction est entièrement financée par l'association ISAAD et ma contribution est tout à fait bénévole.
En effet, tout le projet centre sa réflexion autour de deux axes majeurs que sont l'homme et la nature. A travers la réalisation de ce centre, nous avons pris comme objectif principal la mise à niveau de la qualité de l'aire de réception tout en augmentant la capacité d'accueil du

Vue entrée

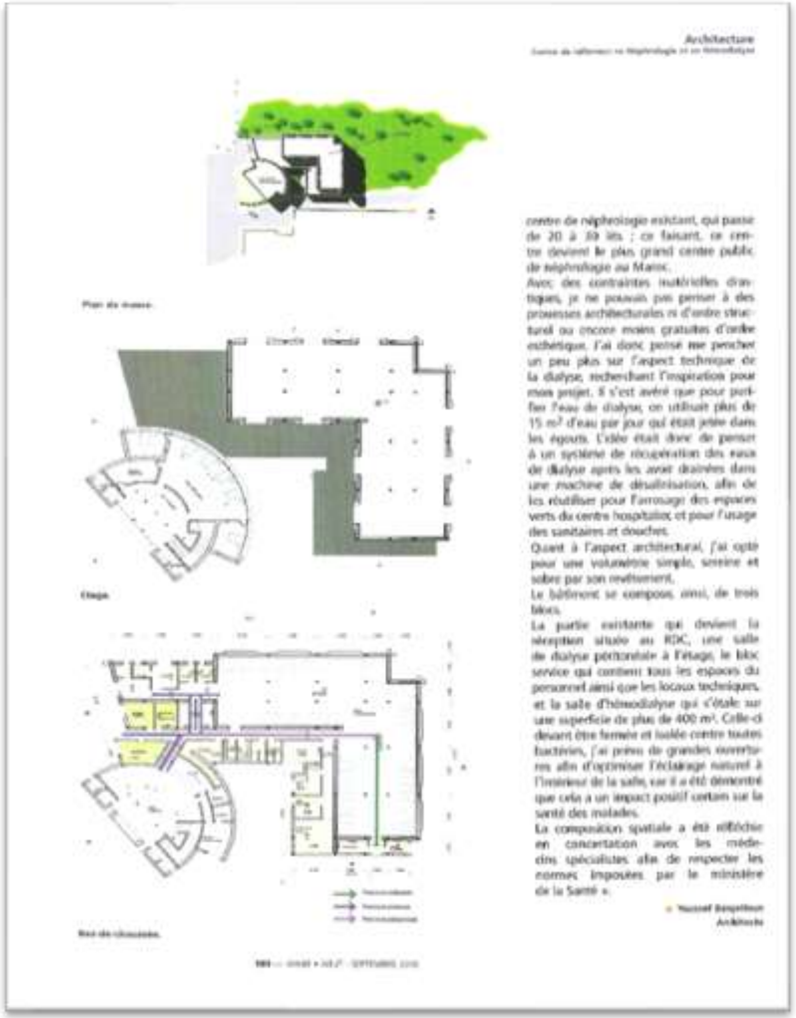


Architecture

Façade A. Façade C. Façade B. Façade D. Façade E.

Plan de situation

Présentation de l'association ISAAD



Architecture

Plan de masse

Etage

Rez-de-chaussée

centre de néphrologie existant, qui passe de 20 à 30 lits ; ce faisant, ce centre devient le plus grand centre public de néphrologie au Maroc.
Avec des contraintes matérielles drastiques, je ne pouvais pas penser à des prouesses architecturales ni d'ordre structurel ou encore moins gratuites d'ordre esthétique. J'ai donc pensé me pencher un peu plus sur l'aspect technique de la dialyse, recherchant l'inspiration pour mon projet. Il s'est avéré que pour purifier l'eau de dialyse, on utilisait plus de 15 m³ d'eau par jour qui était jetée dans les égouts. L'idée était donc de penser à un système de récupération des eaux de dialyse après les avoir drainées dans une machine de désalinisation, afin de les réutiliser pour l'arrosage des espaces verts du centre hospitalier et pour l'usage des sanitaires et douches.
Quant à l'aspect architectural, j'ai opté pour une volumétrie simple, sereine et sobre par son revêtement.
Le bâtiment se compose, ainsi, de trois blocs.
La partie existante qui devient la réception située au RDC, une salle de dialyse péritonéale à l'étage, le bloc service qui contient tous les espaces du personnel ainsi que les locaux techniques, et la salle d'hémodialyse qui s'étale sur une superficie de plus de 400 m². Celle-ci devant être fermée et isolée contre toutes bactéries, j'ai prévu de grandes ouvertures afin d'optimiser l'éclairage naturel à l'intérieur de la salle, car il a été démontré que cela a un impact positif certain sur la santé des malades.
La composition spatiale a été réfléchie en concertation avec les médecins spécialistes afin de respecter les normes imposées par le ministère de la Santé ».

Youssef Benjelloun
Architecte

CENTRE *for* SUSTAINABLE HEALTHCARE

Green Nephrology

LABELED PROJECT مشروع معتمد

MARRAKECH

COP22 | 2016 | CMP12

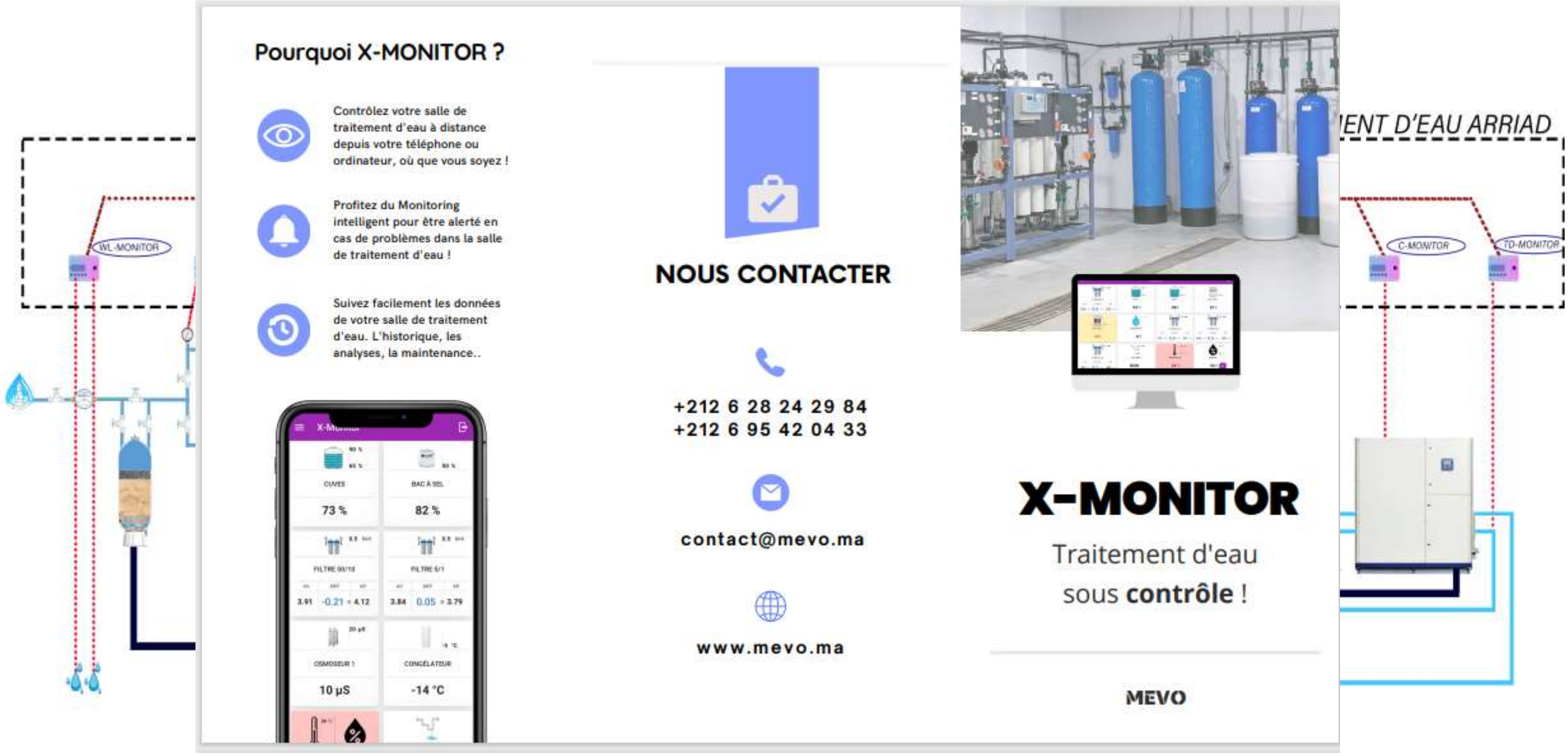
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

Know what you are doing = how to collect indicators?

- Measuring what you do is the only way to put in place relevant corrective measures. This applies to all human activities and applies to the field of environmental protection.

- In dialysis, 3 indicators are easily accessible and at the heart of sustainability concerns:
  - **electricity consumption** and the production of **healthcare-related waste**, each with a significant carbon footprint,
  - and **water consumption**, which has a low carbon footprint but is an essential and significant resource consumed, by HD in particular.

Know what you are doing = how to collect indicators?



Know what you are doing = Collect indicators

Consumption of water for haemodialysis in the centre			
Number of generators	Duration	Water Consumption	
		2*/d	3*/d
01 generator	1j/7	240L	360L
	6j/7	1440 L	2160L
	26d~1Month	6240L	9 360L
	12 Months	74 880L	112 320L
34 generators	6d/7	48 960L	73 440L
	26d~1Month	212 m^3	318 m^3
	12 Months	2 545m^3	3 818m^3

Know what you are doing = Collect indicators

Parameters	Units	Concentrate	Water for irrigation (FAO*/WHO*)
pH	-	7.23	6.5-8.4
Conductivity	**µS/cm**	**1899**	**300-700**
Hardness	°F	0	-
Bicarbonate (TAC)	mg/L	0	91.5-518.5
Nitrate	mg/L	9.1	30
Ammonium	mg/L	0	-
Chlorides	mg/L	31.24	142-355
Sulfate	mg/L	1.22	250
Calcium	mg/L	0	-
Magnesium	mg/L	0	-
Germes revived at 22°C	CFU/ml	120	2-10 x 10^4
Germes revived at 37°C	CFU/ml	110	2-10 x 10^4

FAO: Food and Agriculture Organization ; WHO: World Health Organization.

Assessment and classification of healthcare waste

Rejected material (1 session)	Weight (Kg/session)	Weight (Kg/100 sessions)	Category
Line + capillary	0.9	90	1
Tubing	0.024	2,4	1
Connection set	0.125	12,5	1
Saline 9%.	0.035	3,5	4
Two needles	0.025	2,5	1
Heparin syringe	0.02	1,2	1
Pair of disposable gloves	0.0108	1.08	4
Bicarbonate can	0.6	60	4
Acide can	0.4	40	4
Lines Cardboard (25 Units)	0,6	2,4	4
Dialyzers Cardboard (23 Units)	0,650	2,826	4
Tubular Cardboard (20 Units)	0,500	2,5	4
Dialysis sets (104 Units)	1,3	1,25	4
Box of serum bags (20 Units)	0,4	2	4
Box of red needles (50 Units)	0,150	0,3	4
Box of green needles (50 Units)	0,150	0,3	4
Heparin Box (6Units)	0 ,03	0,5	4
Disposable glove box (50 pairs)	0,06	0,12	4

Assessment and classification of healthcare waste

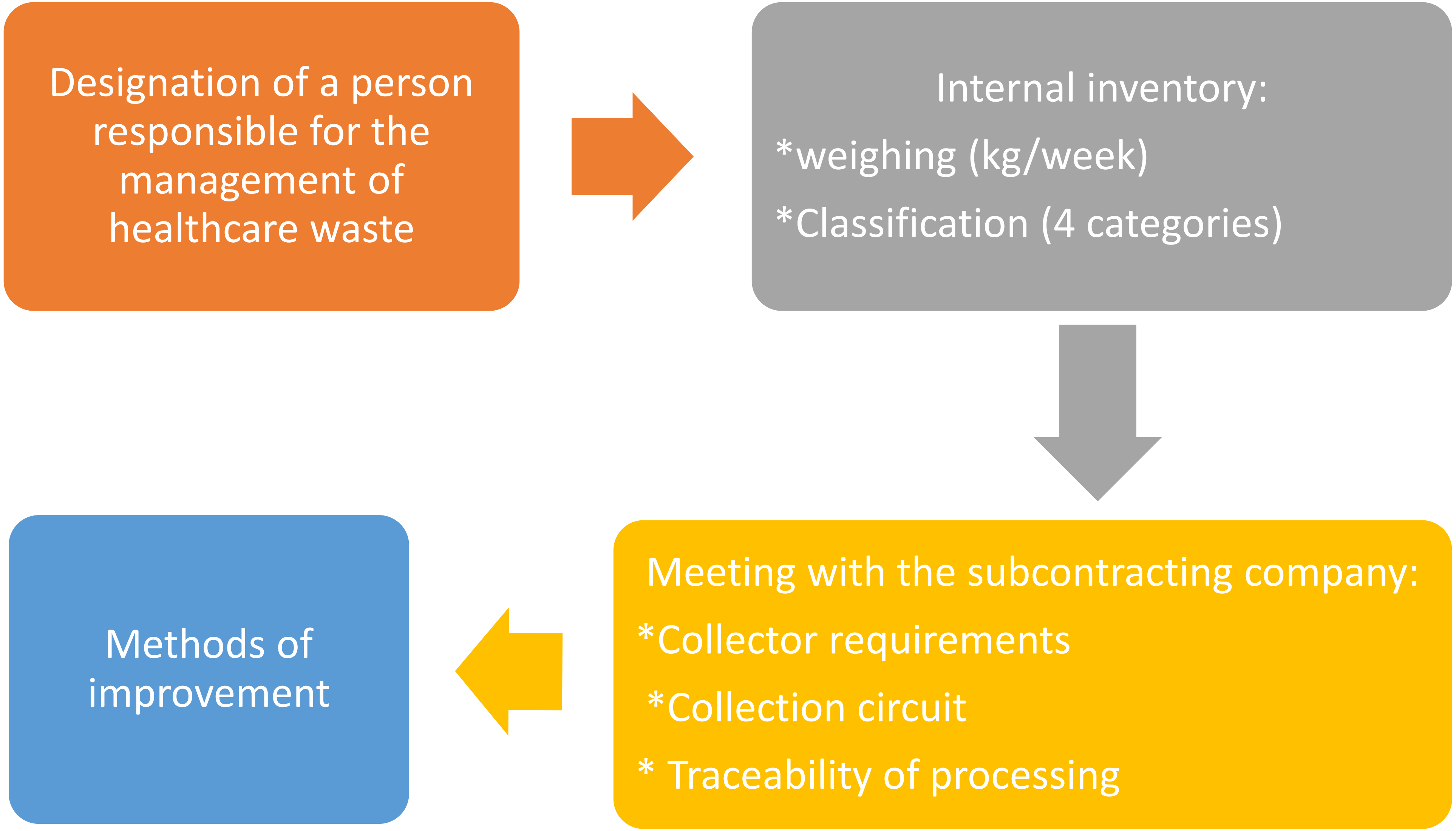
Table: Quantification of healthcare waste per 100 haemodialysis sessions.

Total Waste/ 100 sessions	Toutes catégories	225.4 Kg
	Category 1	108.6 Kg 48.2%
	Category 4	116.7 Kg 51.8%

35,158.5 Kg of waste produced per year

10.44% of category 4 waste is in the form of packaging cartons

IMPROVEMENT OF THE WASTE MANAGEMENT STRATEGY



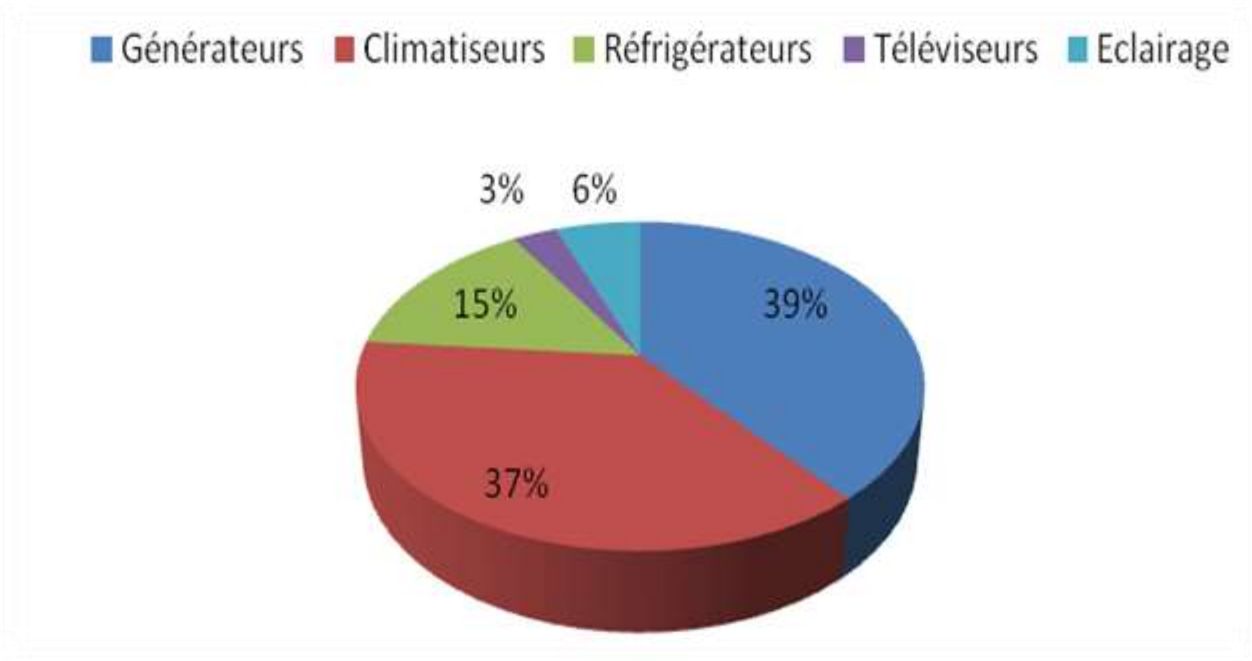
IMPROVEMENT OF THE WASTE MANAGEMENT

- Réduire la fréquence de changement de la membrane de l'osmoseur
- Réduire les désinfections par prévention de la formation de biofilm (huiles essentielles)
- Survie des générateurs ; 2ème vie…

Système anti-calcaire électronique

ENERGY SAVING

- The annual electricity consumption of the center is 258,336 KW, dominated by dialysis generators and air conditioners



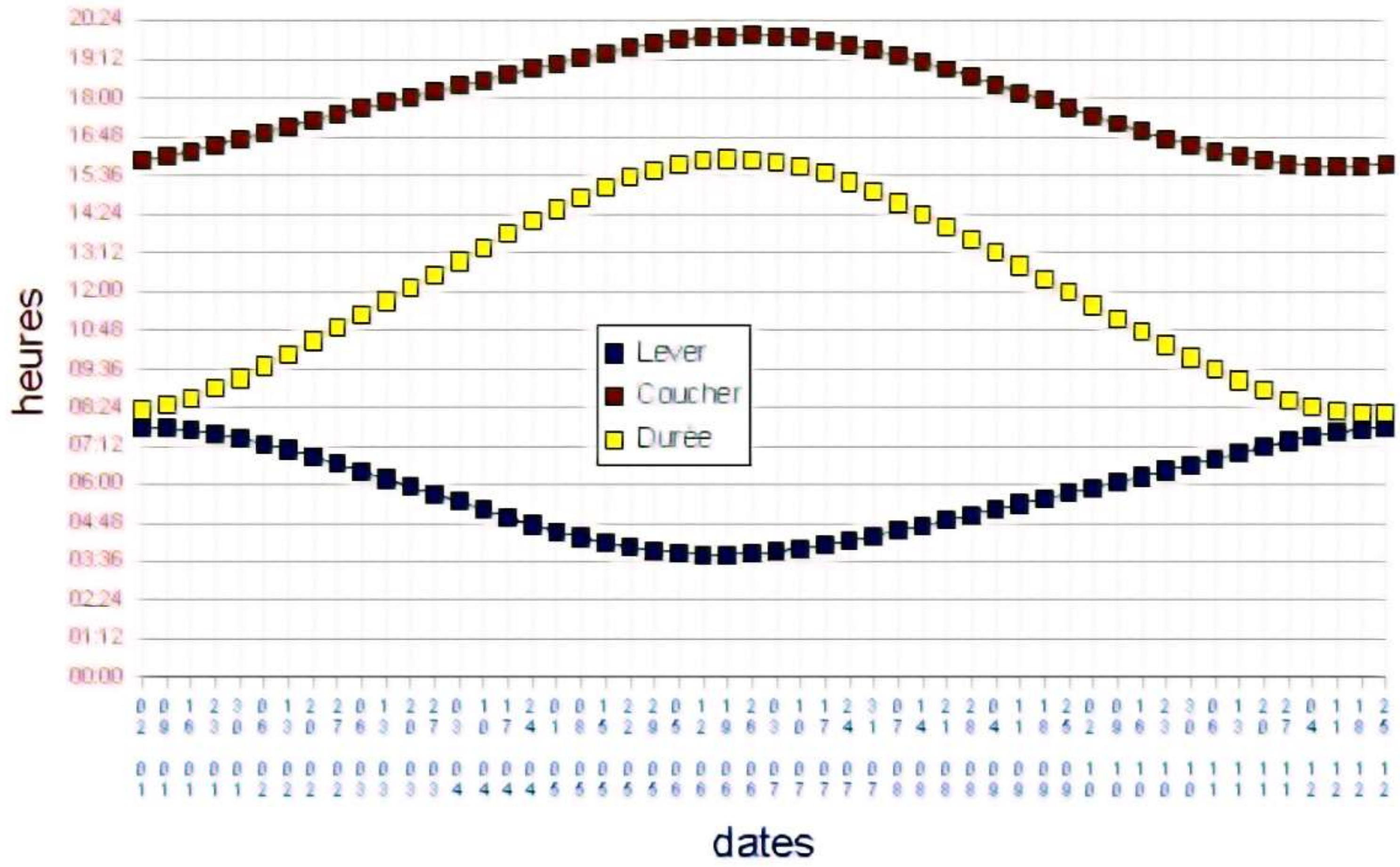
ENERGY SAVING

Pour une meilleure gestion de l'énergie, nous avons agit sur l'architecture du bâtiment au moment de la construction:

- implantation du centre sur un vide sanitaire avec la double cloison de ses enveloppes jouant un rôle d'isolant thermique.
- Puits creusé au sous-sol du centre: source de dilution du concentrât rejeté par la double osmose inverse.
- Salle de maintenance des générateurs, équipée de façon à permettre la réparation et le diagnostic d'une panne de générateurs loin des patients optimisant le bien être sonore et visuel des patients lors des séances de dialyse.
- lieu de stockage local des produits et matériaux consommables, réduisant les déplacements rapprochés des fournisseurs
- Implantation haute des fenêtres favorisant la lumière naturelle dans les salles
- installation d'un mur photovoltaïque monocristallin d'une surface de 50 m^2 à la façade du centre permettant une réduction (calculée) de 6% de notre consommation moyenne d'énergie et une contribution à l'auto production de l'énergie

ENERGY SAVING

ENERGY SAVING



ENERGY SAVING

Bilans et résultats principaux

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	E_Grid	EFrGrid
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Janvier	90.3	31.44	9.93	138.6	137.5	3939	18600	3849	14.39	14751
Février	107.0	39.19	10.84	145.7	144.4	4112	16800	4006	25.54	12794
Mars	151.7	60.34	13.48	180.8	178.6	5021	18600	4896	25.17	13704
Avril	181.9	64.37	15.53	192.6	189.8	5282	18000	5127	46.61	12873
Mai	207.1	82.74	19.81	198.6	195.2	5368	18600	5254	2.66	13346
Juin	224.9	79.13	23.85	206.9	203.5	5495	18000	5378	-0.29	12622
Juillet	230.2	78.83	27.25	216.2	212.8	5658	18600	5538	-1.55	13062
Août	211.0	72.32	27.72	215.9	213.0	5639	18600	5519	-1.70	13081
Septembre	170.9	54.56	23.39	196.5	194.2	5226	18000	5097	17.70	12903
Octobre	136.3	43.90	20.17	177.9	176.2	4823	18600	4709	14.29	13891
Novembre	98.4	30.18	13.93	148.8	147.4	4154	18000	4067	4.42	13933
Décembre	86.4	27.55	10.99	141.4	140.3	4012	18600	3935	0.26	14665
Année	1896.2	664.57	18.12	2159.9	2132.9	58729	219000	57377	147.50	161623

GlobHor Irradiation globale horizontale
DiffHor Irradiation diffuse horizontale
T_Amb Température ambiante
GlobInc Global incident plan capteurs
GlobEff Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages

EArray Energie effective sortie champ
E_User Energie fournie à l'utilisateur
E_Solar Energie du soleil
E_Grid Energie injectée dans le réseau
EFrGrid Energie du réseau

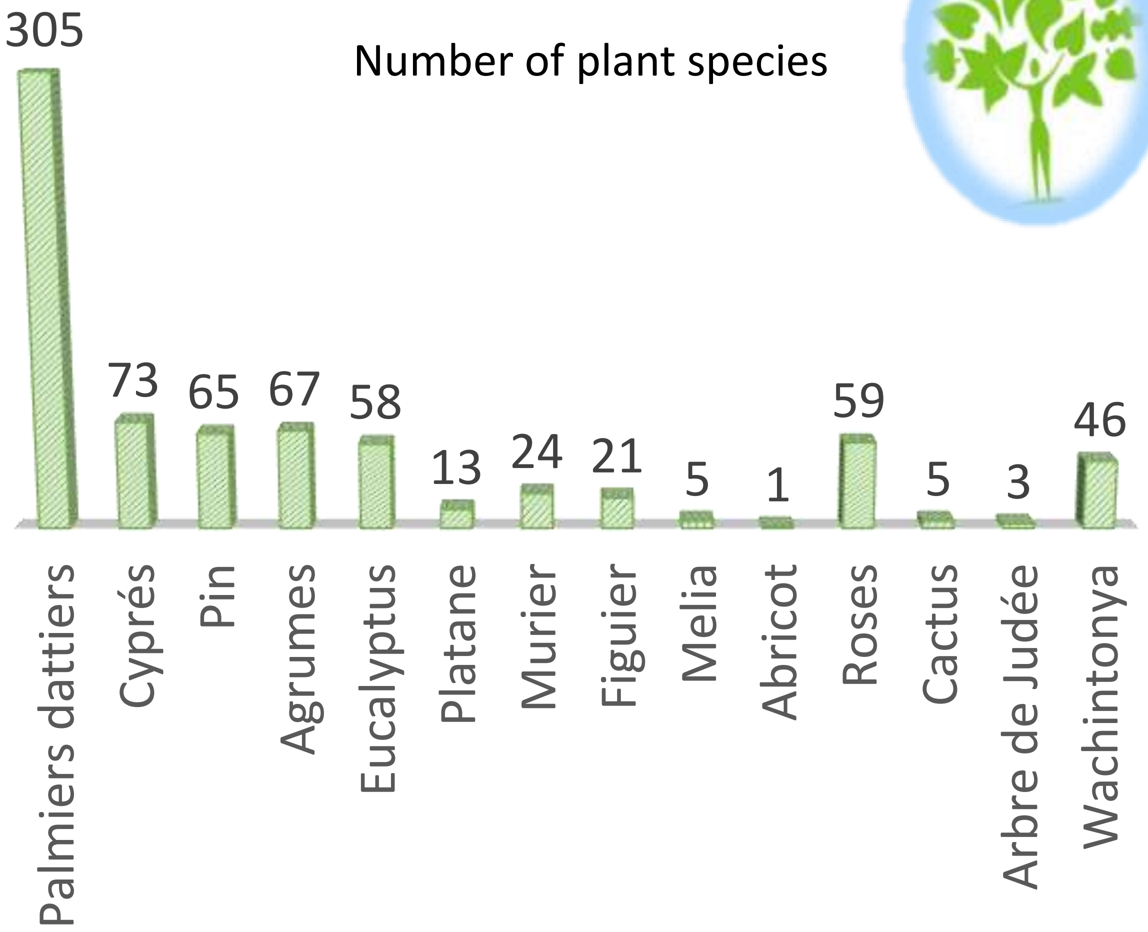
ENERGY SAVING

Résultats économiques détaillés (MAD)

An	Vente d'électricité	Capitaux propres	Coût exploit.	Dotati. amorti.	Bénéf. imposab.	Taxes	Bénéfice après impôt	Eco. autoconso	Bénef. cumul.	% amorti
0	0	164208	0	0	0	0	0	0	-164208	0.0 %
1	170	0	10200	7390	0	0	-10030	68852	-105386	35.8 %
2	175	0	10710	7390	0	0	-10535	70918	-45002	72.6 %
3	181	0	11246	7390	0	0	-11065	73045	16978	110.3 %
4	186	0	11808	7390	0	0	-11622	75237	80593	149.1 %
5	192	0	12398	7390	0	0	-12207	77494	145880	188.8 %
6	197	0	13018	7390	0	0	-12821	79819	212878	229.6 %
7	203	0	13669	7390	0	0	-13466	82213	281625	271.5 %
8	209	0	14352	7390	0	0	-14143	84679	352162	314.5 %
9	216	0	15070	7390	0	0	-14854	87220	424527	358.5 %
10	222	0	15824	7390	0	0	-15601	89836	498762	403.7 %
11	229	0	16615	7390	0	0	-16386	92532	574908	450.1 %
12	236	0	17445	7390	0	0	-17210	95308	653006	497.7 %
13	243	0	18318	7390	0	0	-18075	98167	733097	546.4 %
14	250	0	19234	7390	0	0	-18984	101112	815225	596.5 %
15	258	0	20195	7390	0	0	-19938	104145	899433	647.7 %
16	265	0	21205	7390	0	0	-20940	107269	985762	700.3 %
17	273	0	22265	7390	0	0	-21992	110488	1074258	754.2 %
18	281	0	23379	7390	0	0	-23097	113802	1164963	809.4 %
19	290	0	24548	7390	0	0	-24258	117216	1257921	866.1 %
20	299	0	25775	7390	0	0	-25476	120733	1353178	924.1 %
Total	**4575**	**164208**	**337273**	**147800**	**0**	**0**	**-332698**	**1850084**	**1353178**	**924.1 %**

Improvement of green spaces

- Inventory of plant heritage: floristic richness, but low diversity.
- Because of their resistance and the little care they require, trees are the most dominant.
- The shrub stratum and plants: almost absent
- The dominance of the tree stratum gives, in places, a sad and monotonous appearance.



Actions for the restoration of the green spaces of the Al Ghassani Hospital

	Plantes à introduire	Commentaires
Arbres	Arbres du Maroc : Arganier, Chêne vert, Thuya, Caroubier, Saule pleureur, Taxus, Pistachier de l'Atlas.	Introduction d'arbres autochtones du Maroc et ceux ayant une haute qualité ornementale.
Arbustes, lianes, rosiers	Laurier rose, Aubépine, Oléastre, Arbousier, Atriplex, Datura, Bambous, Poinsettia, Glycine, Jasmins.	Les rosiers méritent une attention particulière.
Graminée pérennes		Offrent pour certaines espèces des qualités écologiques et esthétiques évidentes.
Plante des haies	Haies	Les haies délimitent les contours des parcelles et améliorent le paysage tels : Grenadiers nains, lavandes, Romarin.
Fleurs de saison	Introductions des vivaces et d'annuelles herbacées : Pétunias, Pensées, Astéracées vivaces, Iris…	L'introduction de surfaces engazonnées, n'est pas compatible avec l'approche écologique adoptée. Toutefois, une espèce particulièrement résistante et moins gourmande en eau est envisagée (Chiendent).

The problem of water in dialysis

- HD water consumption is very important for this universal vital resource.
- This is an additional responsibility for nephrologists, with these goals: reduce, reuse and recycle.

1- Have an economical water treatment

- It is fundamental = the most important lever for water saving.
- Survey on water treatment by the Green Nephrology group of the SFNDT:
  - 68 units replied → 1/3: water plants > 15 years old
  - Significant potential for water savings (if choice of latest generation water plants).
- Sizing of the water treatment room (example: CHU HII – Fez)

1- Have an economical water treatment

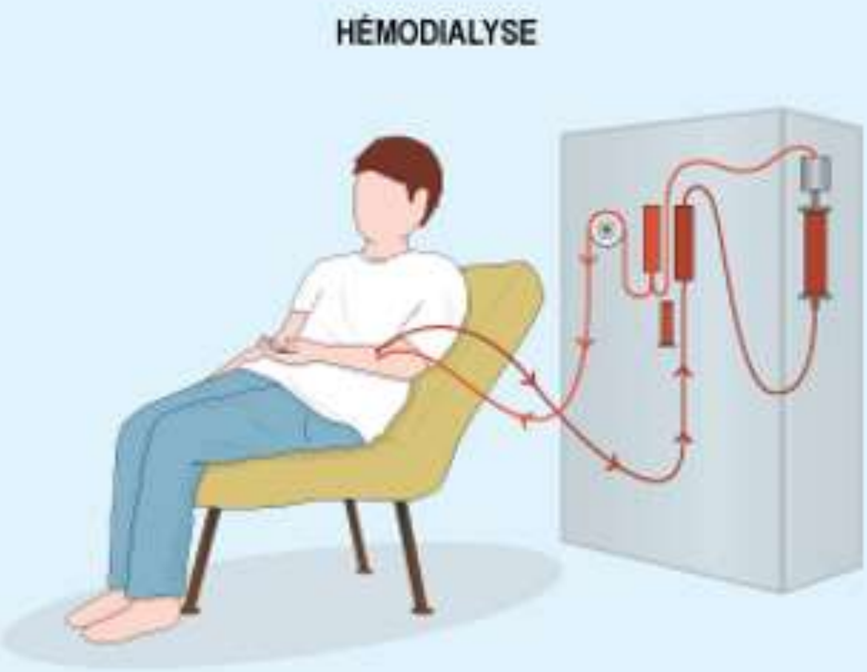
1- Have an economical water treatment

Réf.	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^{-}	CH_3COO^{-}	H[illegible]	Glucose
311	101	3	1,75	0,50	108,50	3	3	0
311G	101	3	1,75	0,50	108,50	3	3	5.55
312	101	3	1,50	0,50	108,00	3	3	0
312G	**101**	**3**	**1,50**	**0,50**	**108,00**	**3**	**3**	**5.55**
313	101	3	1,60	0,50	108,20	3	3	0
313G	101	3	1,60	0,50	108,20	3	3	5.55
314	101	3	1,25	0,50	107,50	3	3	0
314G	101	3	1,25	0,50	107,50	3	3	5.55
275 M	107	2,50	1,75	0,50	114	3	3	0
310	100	1,50	1,50	0,50	105,50	3,50	3,50	0

2- Reconsider the role of other modalities

- In standard HD (3x 4 h/week; Dialysate 500 mL/min) : 360 L of dialysate/week/patient.
- With a latest-generation water plant, the amount of water needed to produce the 120 L of ultrapure water needed to make the dialysate per session is about three times the volume of the dialysate, or 360 L

→ **1,080 L of water/week/patient.**



2- Reconsider the role of other modalities (PD)

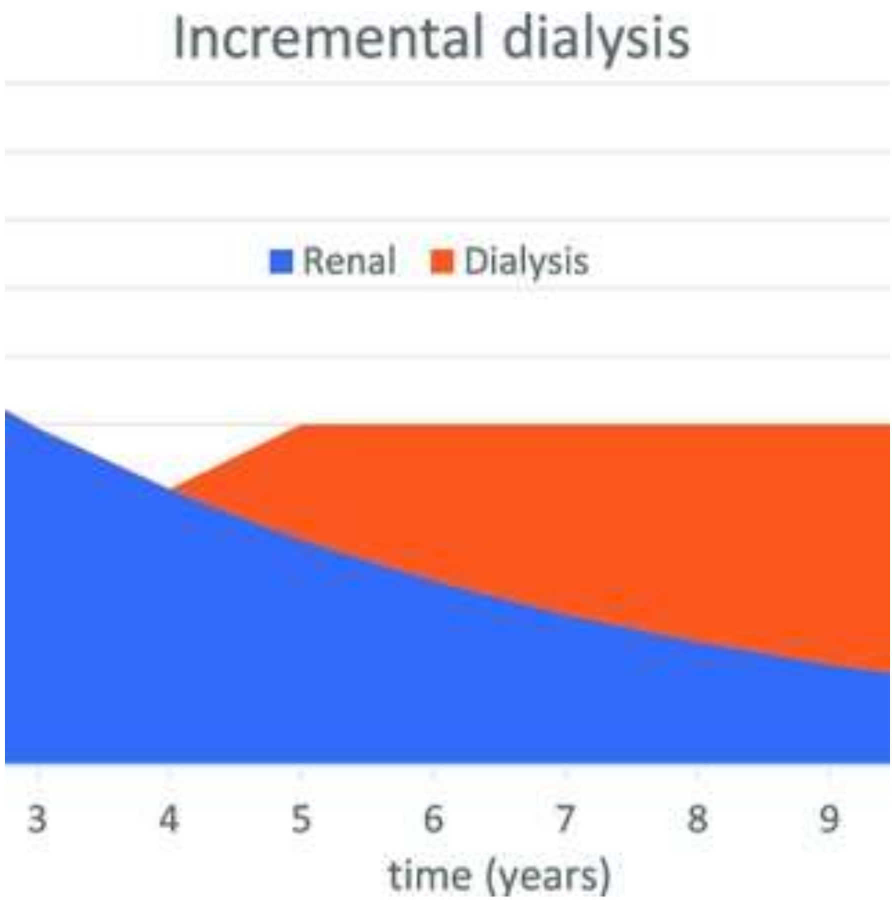
- PD is a dialysis technique that consumes less water if we refer to the amount of dialysate needed for a weekly treatment.
- In CAPD, on a basis of 6-8 L per day, the amount of dialysate consumed is 42-48 L/week.
- If the same factor of 3 is applied as in HD for the manufacture of dialysate bags, DP treatment consumes **126-144 L of water per week/patient.**

2- Reconsider the role of other modalities (PD)

- DP dialysate plastic bags require a lot of water to manufacture (180 L/kg).
- The HD session also generates at least 3 kg of plastic waste per week (lines and dialyzers) in an amount almost equivalent to the PD bags (3.25 kg per week).
- As a result, PD is significantly more economical than HD in terms of water consumption.

Barraclough KA, Agar JWM: Green nephrology. Nat Rev Nephrol 2020, 16(5):257-268.

2- Reconsider the role of other modalities



3- Reducing the flow rate of dialysate in haemodialysis – how far can we go?

- Since the 1960s: dialysate rate most often prescribed at 500 mL/min
- Last decade: emergence of the reduction of the dialysate flow rate to meet environmental and economic expectations and thanks to the arrival of generators capable of adapting the dialysate flow rate to the effective blood flow, called **"auto-flow" (AF).**
- The higher the prescribed dialysate rate, the greater the volume of dialysate consumed.

Maduell F, Ojeda R, Arias-Guillen M, Fontsere N, Vera M, Masso E, Gomez M, Rodas L, Bazan G, Jimenez-Hernandez M et al: Optimization of dialysate flow in on-line hemodiafiltration. Nefrologia 2015, 35(5):473-478.

Ahrenholz P, Winkler RE, Zendeh-Zartochti D: The Role of the Dialysate Flow Rate in Haemodialysis. In: IntechOpen. edn. Edited by Suzuki H; 2015.

3- Reducing the flow rate of dialysate in haemodialysis – how far can we go?

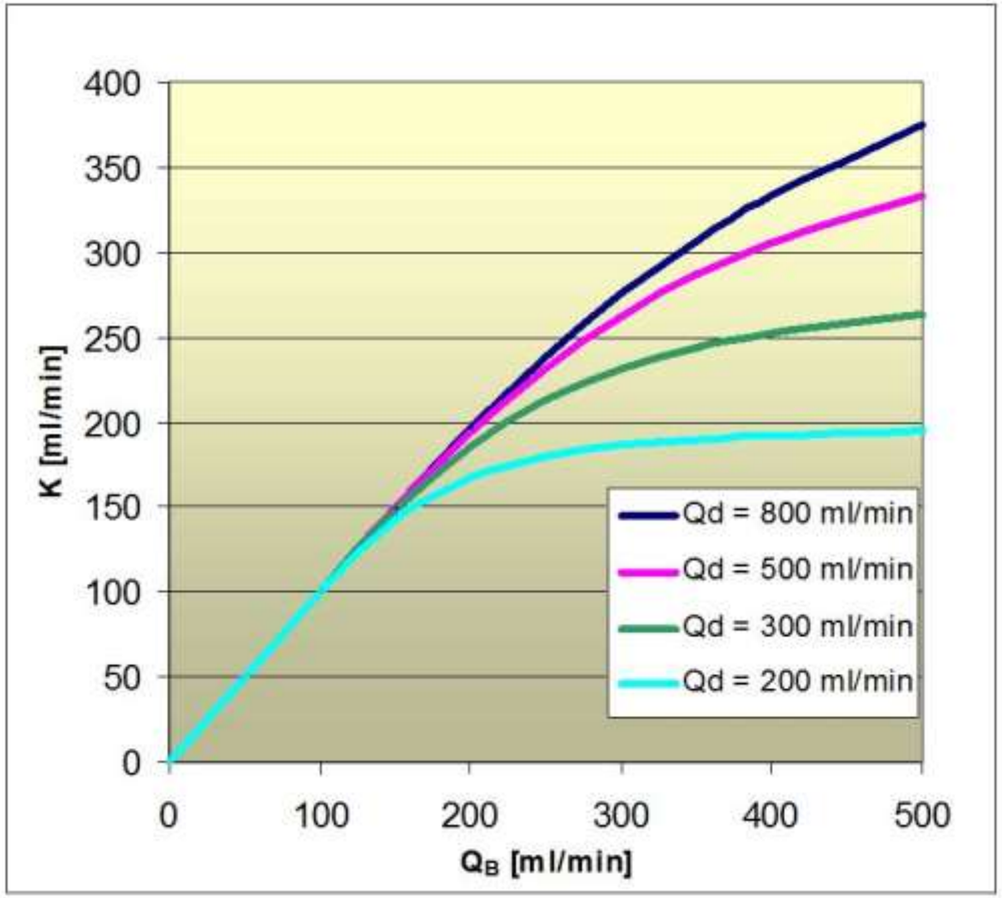
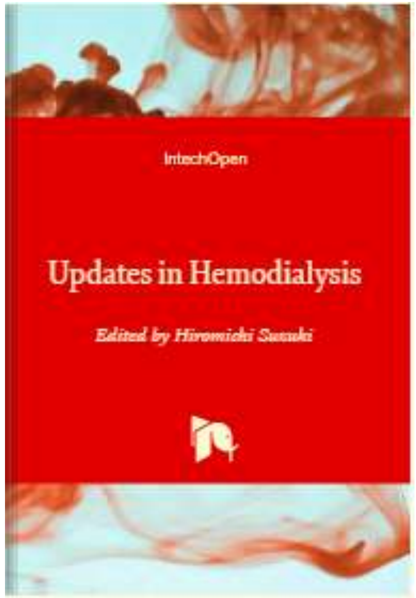


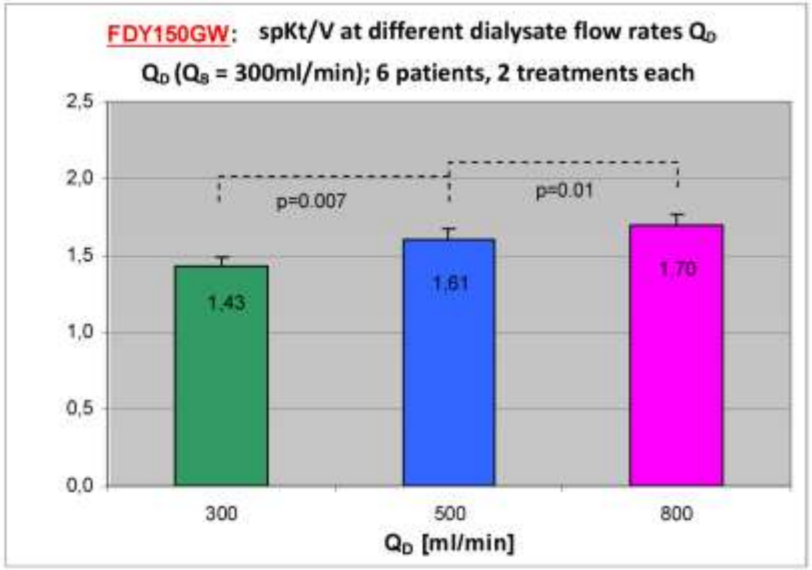
Figure 1.
Dependence of clearance K on the flow rates of blood Q_B and dialysate Q_D (KoA=1000 ml/min)



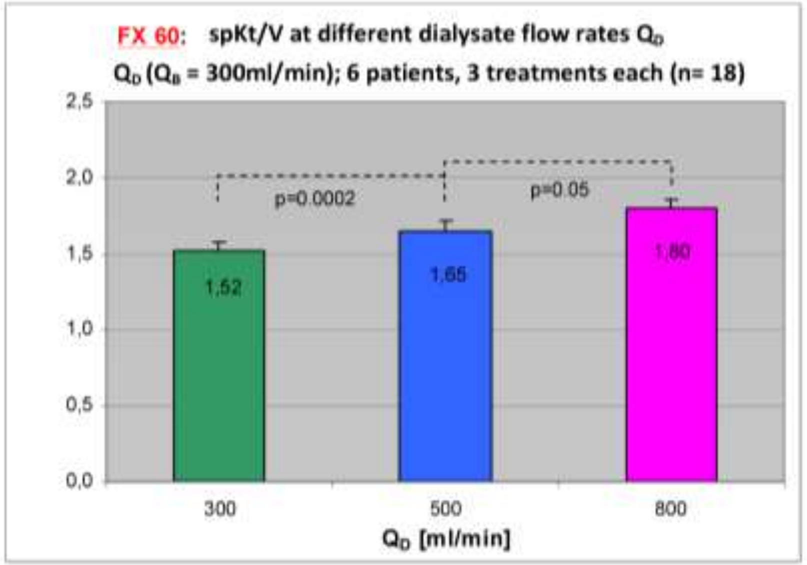
Ahrenholz P, Winkler RE, Zendeh-Zartochti D: The Role of the Dialysate Flow Rate in Haemodialysis. In: IntechOpen. edn. Edited by Suzuki H; 2015.

3- Reducing the flow rate of dialysate in haemodialysis – how far can we go?

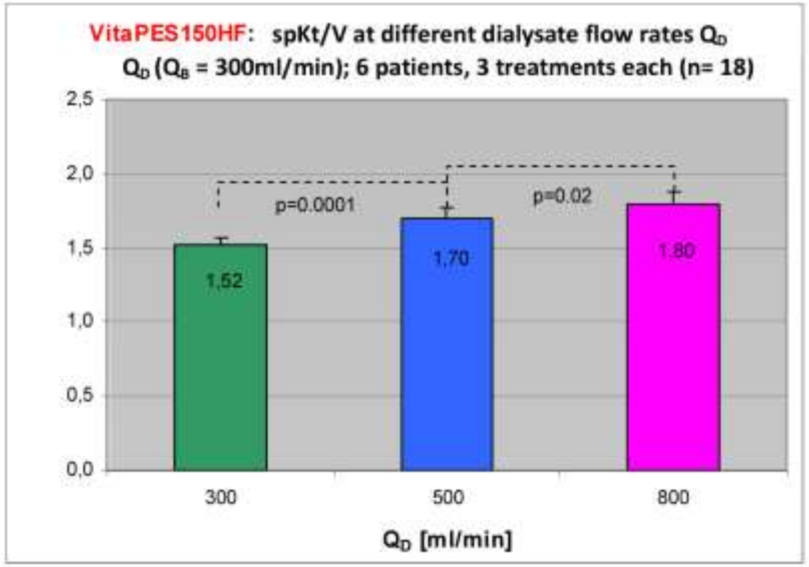
Q_B=300 ml/min **Q_B=300 ml/min** **Q_B=300 ml/min**



(a)



(b)



(c)

(a): Dialysate flow rate dependence of the spKt/V value in dialyser FDY150GW (b): Dialysate flow rate dependence of the spKt/V value in dialyser FX60 (c): Dialysate flow rate dependence of the spKt/V value in dialyser VitaPES150HF

Ahrenholz P, Winkler RE, Zendeh-Zartochti D: The Role of the Dialysate Flow Rate in Haemodialysis. In: IntechOpen. edn. Edited by Suzuki H; 2015.

3- Reducing the flow rate of dialysate in haemodialysis – how far can we go?

Therapeutic Apheresis and Dialysis

A Model to Predict Optimal Dialysate Flow

Ahmed Alayoud, Mohammed Benyahia, Dina Montassir, Amine Hamzi, Yassir Zajjari, Abdelali Bahadi, Driss El Kabbaj, Omar Maoujoud, Taoufik Aatif, Kawtar Hassani, Zouhir Oualim

First published: 02 February 2012 | https://doi.org/10.1111/j.1744-9987.2011.01040.x | Citations: 12

	Qd with AF	Qd 500	Qd 700
K.th (mL/min)	221 ± 22	224 ± 20 NS	224 ± 24 NS
K.ocm (mL/min)	200 ± 18	202 ± 16 NS	205 ± 18*
Kt.ocm (L)	50.3 ± 6	50.8 ± 6 NS	51.3 ± 6*
Kt/Vw.ocm	1.49 ± 0.15	1.50 ± 0.16 NS	1.52 ± 0.16*
Patients with (Kt/Vw.ocm) > 1.2	100%	100% NS	100% NS

*Significant ($P < 0.05$). Comparison for Qd of AutoFlow (AF) versus 500 mL/min, and for Qd of AF versus 700 mL/min. NS, Not significant ($P > 0.05$).

Predict an appropriated AutoFlow factor

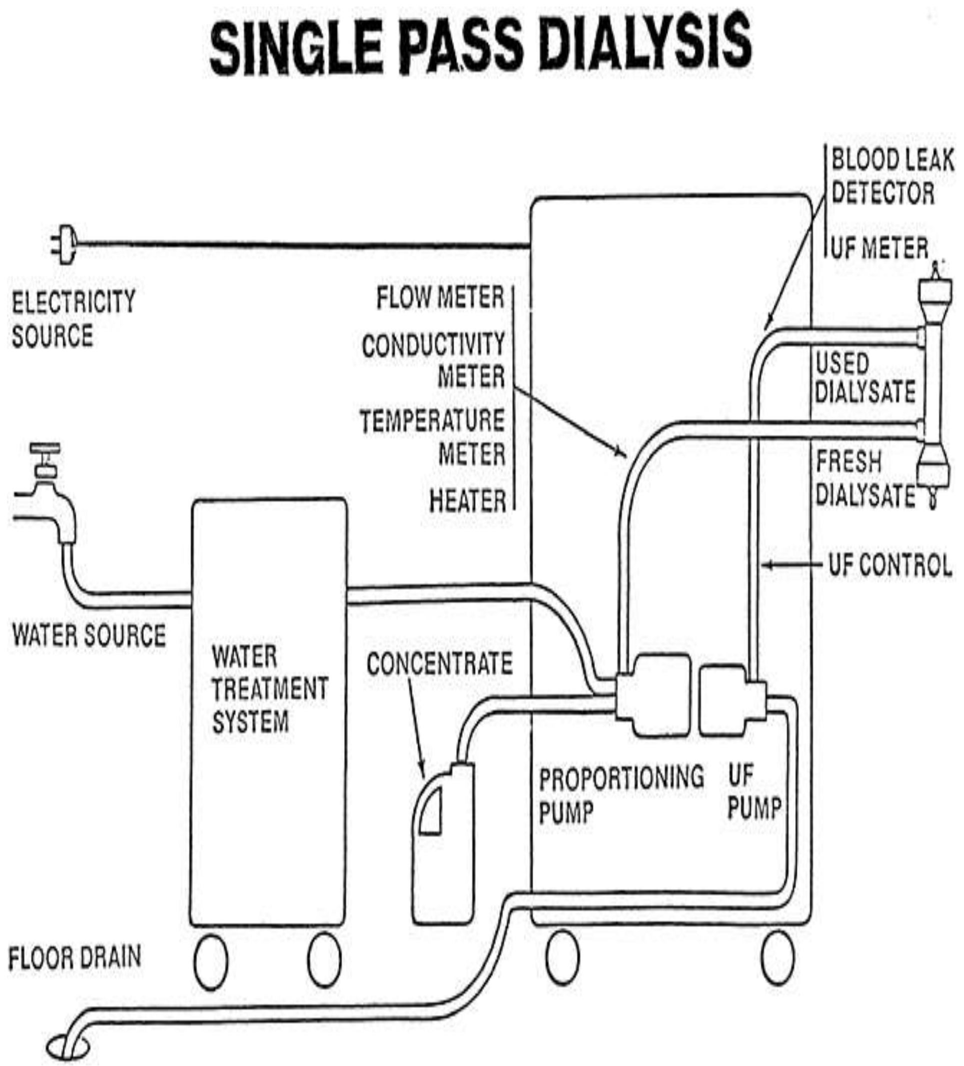
(AF factor = Ratio Qd/Qb)

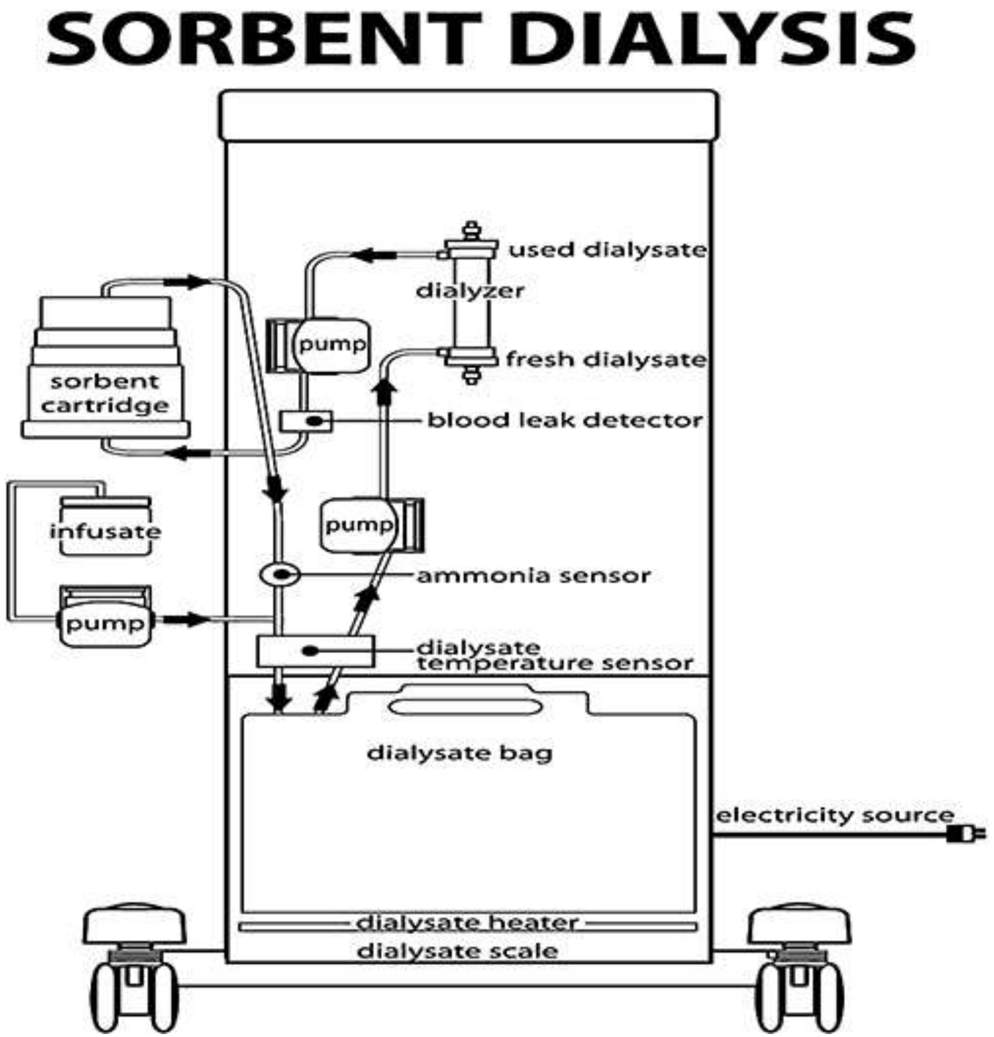
"The use of the AF function leads to a significant saving of dialysate fluid".

4- Regenerating the dialysate online: "Back to the future?"

The URS SorbSystem (REDY) Dialysis Machine, with Sorb Column (middle, top) and 6 L dialysate reservoir (1979)

4- Regenerating the dialysate online: "Back to the future?"





John WM AGAR. Review: Understanding sorbent dialysis systems. Nephrology2010;15(4):406-11,

4- Regenerating the dialysate online: "Back to the future?"

- Dialysate regeneration is currently used in "portable dialysis" models:
  - WAK (Wearable Artificial Kidney) in HD
  - AWAK (Automated Wearable Artificial Kidney) in DP.
- The technical possibilities are significant, even if their application on the scale of dialysis will require significant investments in R&D.

Gura V, Rivara MB, Bieber S, Munshi R, Smith NC, Linke L, Kundzins J, Beizai M, Ezon C, Kessler L et al: A wearable artificial kidney for patients with end-stage renal disease. JCI Insight 2016, 1(8).

Htay H, Gow SK, Jayaballa M, Oei EL, Chan CM, Wu SY, Foo MW: Preliminary safety study of the Automated Wearable Artificial Kidney (AWAK) in Peritoneal Dialysis patients. Perit Dial Int 2022, 42(4):394-402.

Regenerating Dialysate Online

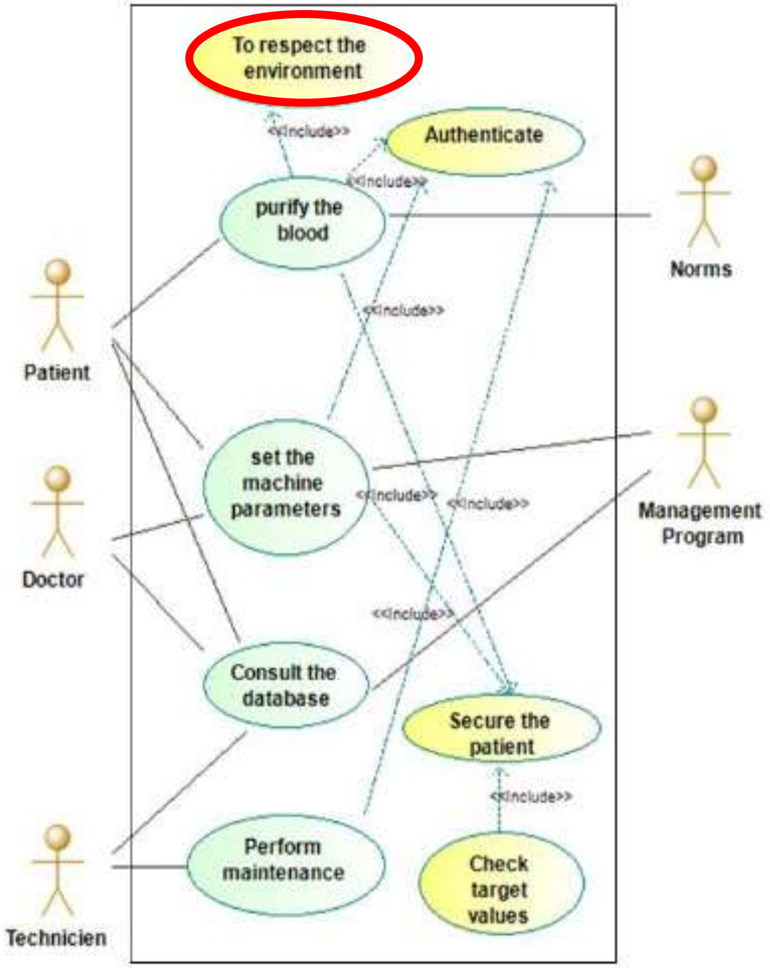
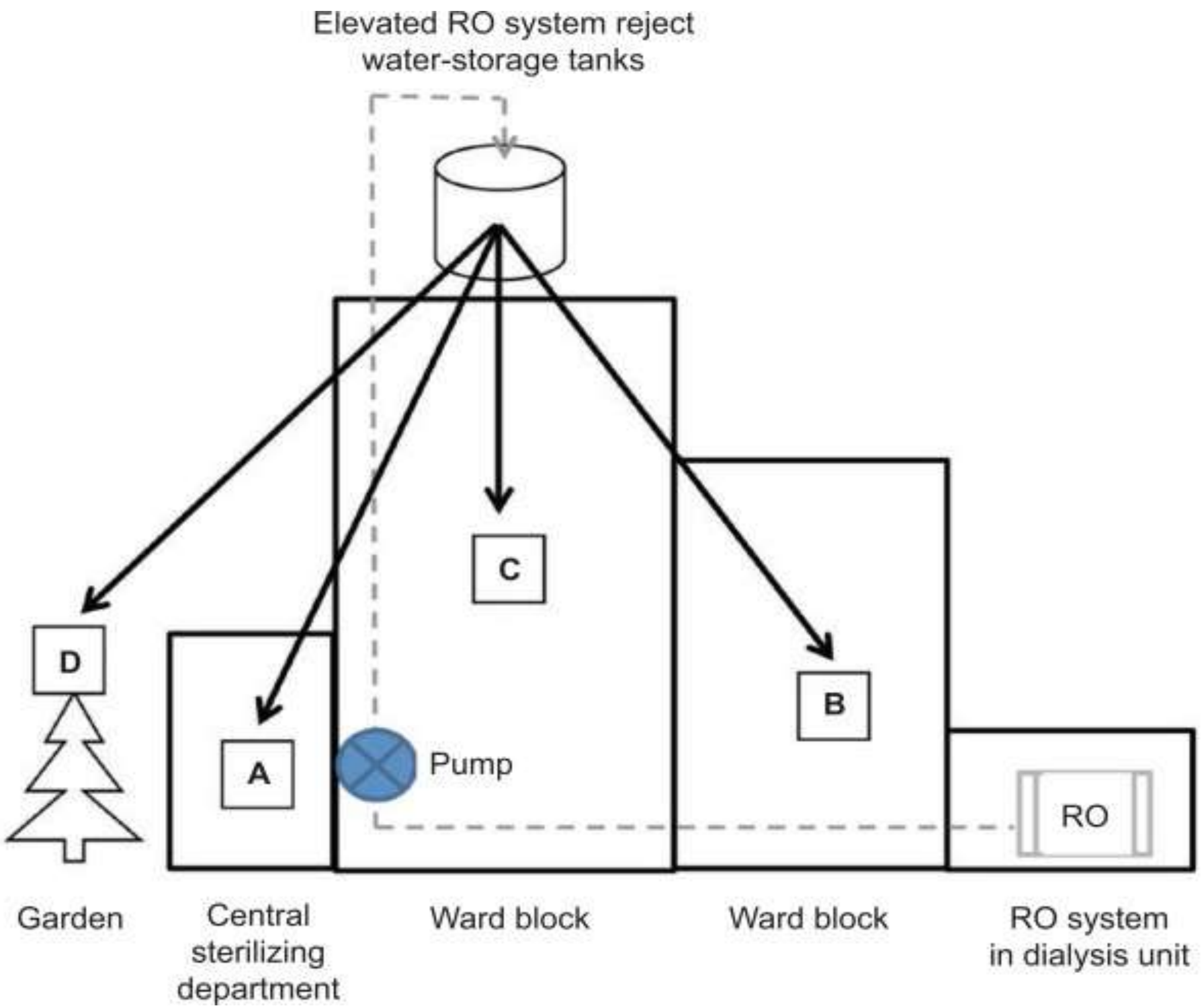


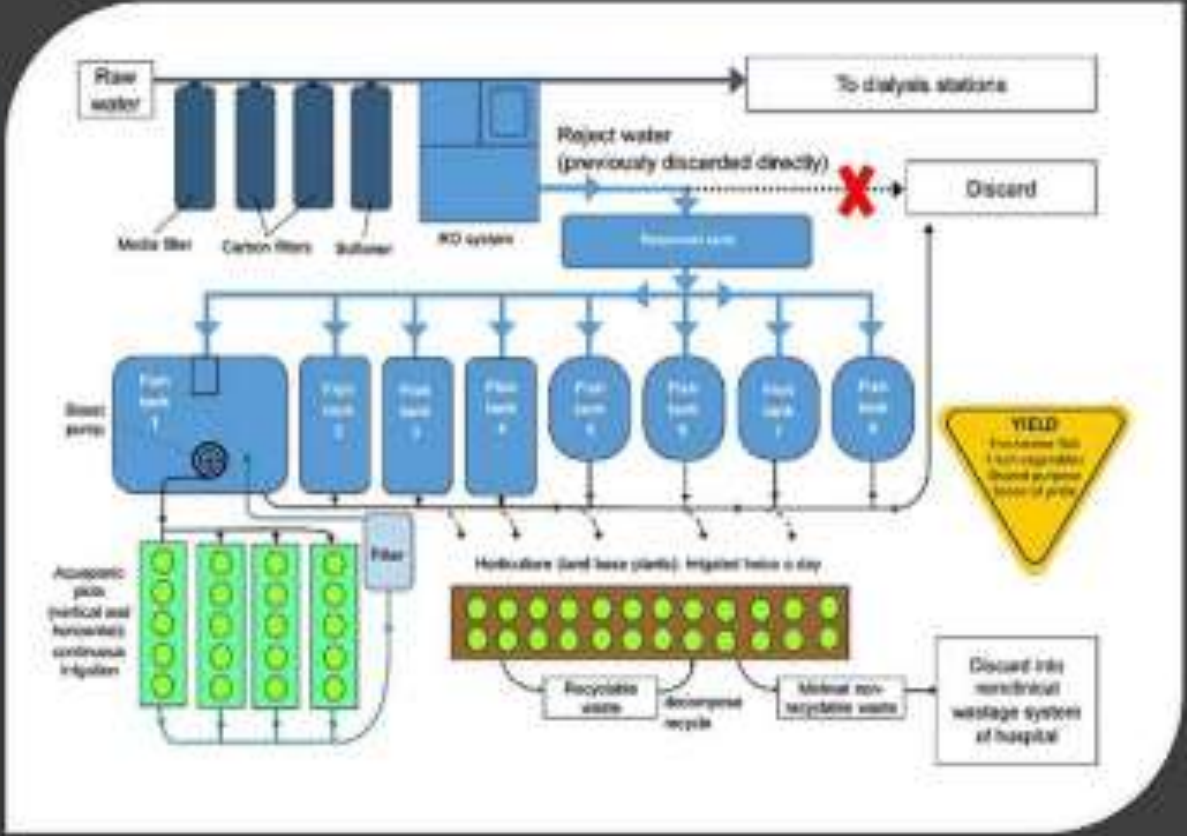
Figure 11: MorWAK Use case diagram

5- Reuse water from osmosis discharge



Agar JW: Reusing and recycling dialysis reverse osmosis system reject water. Kidney Int 2015, 88(4):653-657.

Reuse of Dialysis Reverse Osmosis Reject Water for Aquaponics & Horticulture



- ✓ Reduce carbon footprint
- ✓ Reduce water wastage
- ✓ Sustainable food source: fresh organic fish and vegetables
- ✓ Income generation
- ✓ Sense of pride and joy among staff & patients

5- Reuse water from osmosis discharge

membranes

MDPI

Article

Electrodialysis Can Lower the Environmental Impact of Hemodialysis

Ahmed Abarkan [1,2], Nabil Grimi [3], Hubert Métayer [4,5], Tarik Sqalli Houssaïni [2,6] and Cécile Legallais [1,*]

1 Biomechanics & Bioengineering Laboratory, CNRS, Université de Technologie de Compiègne, 60203 Compiegne, France; ahmed.abarkan@utc.fr
2 Laboratory of Epidemiology and Research in Health Sciences (ERESS), Faculty of Medicine and Pharmacy, Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Fez 30050, Morocco; tarik.sqalli@usmba.ac.ma
3 Transformations Intégrées de la Matière Renouvelable (TIMR), Université de Technologie de Compiègne, ESCOM, 60203 Compiegne, France; nabil.grimi@utc.fr
4 Hemodialysis Service, Polyclinique Saint-Côme, 7 Rue Jean-Jacques Bernard, 60204 Compiegne, France; hubert.metayer@stcome.com
5 La Dialoise Self-Dialysis Center, 5 Rue Jean-Jacques Bernard, 60200 Compiegne, France
6 Department of Nephrology, University Hospital Hassan II, Fez 30050, Morocco
* Correspondence: cecile.legallais@utc.fr

Abarkan A, Grimi N, Metayer H, Sqalli Houssaini T, Legallais C: Electrodialysis Can Lower the Environmental Impact of Hemodialysis. Membranes (Basel) 2021, 12(1).

5- Reuse water from osmosis discharge

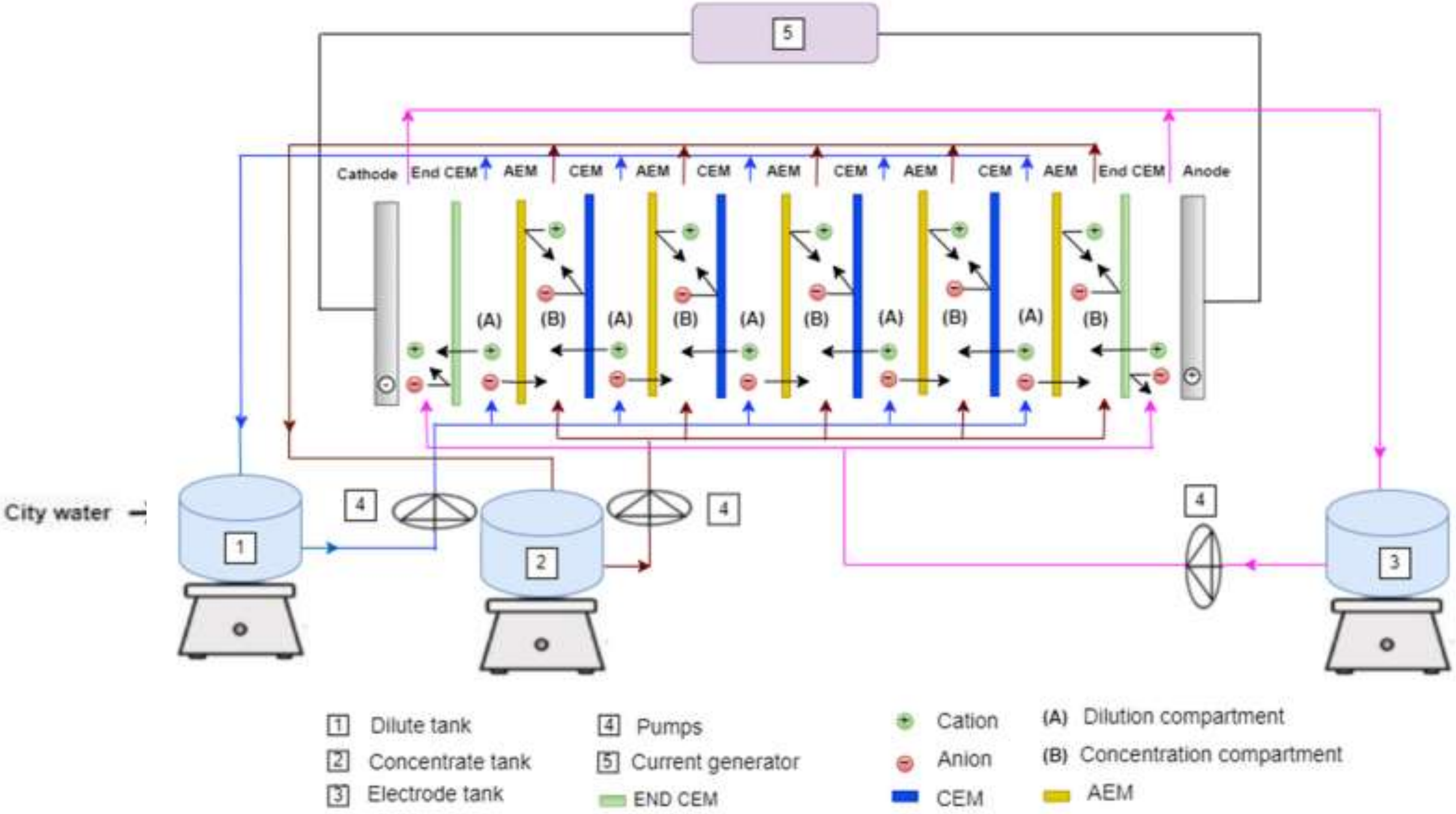
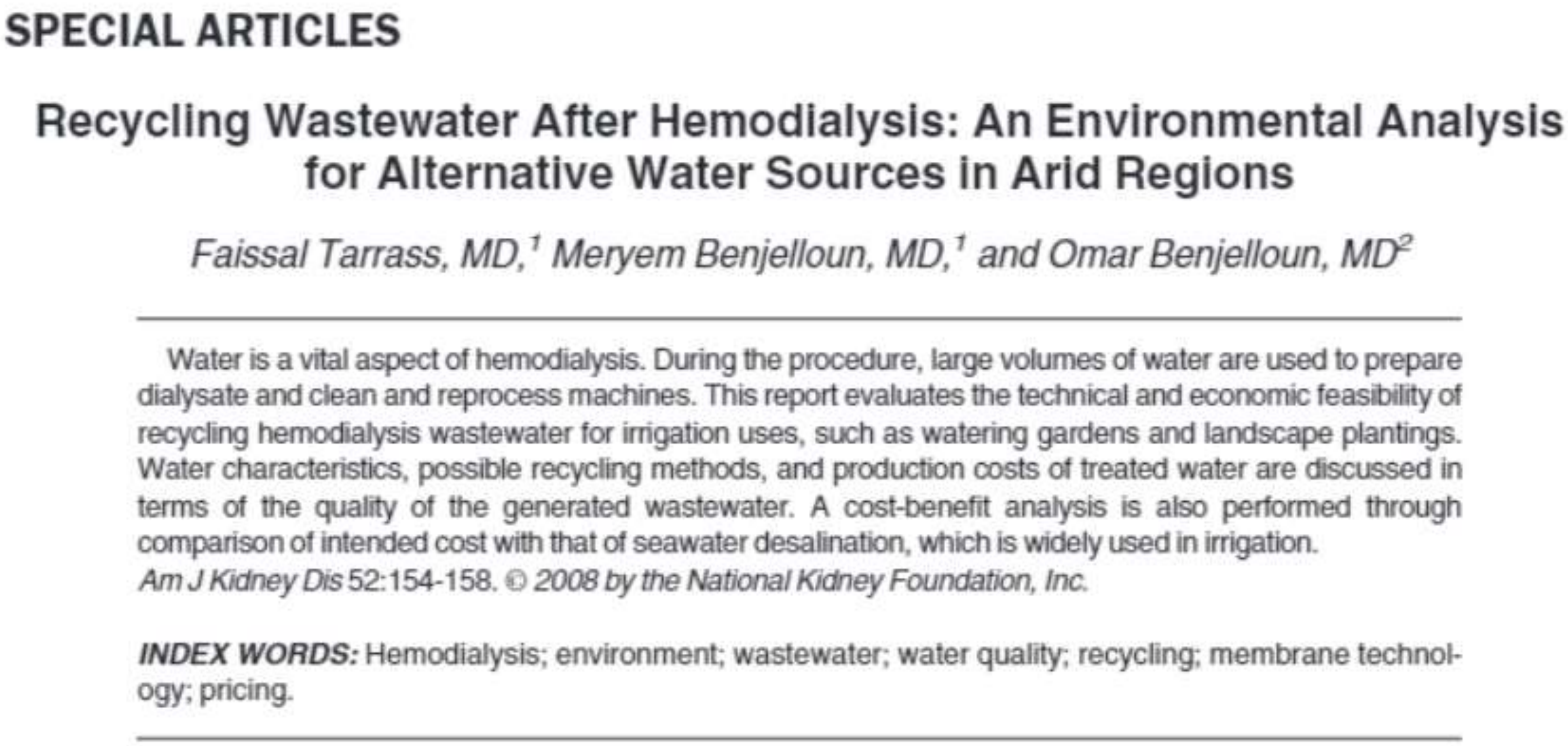


Figure 2. Schematic of the ED system: batch recirculation mode.

Abarkan A, Grimi N, Metayer H, Sqalli Houssaini T, Legallais C: Electrodialysis Can Lower the Environmental Impact of Hemodialysis. Membranes (Basel) 2021, 12(1).

5- Reuse water from osmosis discharge

6- Reuse used dialysate


SPECIAL ARTICLES

Recycling Wastewater After Hemodialysis: An Environmental Analysis for Alternative Water Sources in Arid Regions

Faissal Tarrass, MD,[1] Meryem Benjelloun, MD,[1] and Omar Benjelloun, MD[2]

Water is a vital aspect of hemodialysis. During the procedure, large volumes of water are used to prepare dialysate and clean and reprocess machines. This report evaluates the technical and economic feasibility of recycling hemodialysis wastewater for irrigation uses, such as watering gardens and landscape plantings. Water characteristics, possible recycling methods, and production costs of treated water are discussed in terms of the quality of the generated wastewater. A cost-benefit analysis is also performed through comparison of intended cost with that of seawater desalination, which is widely used in irrigation.

Am J Kidney Dis 52:154-158. © *2008 by the National Kidney Foundation, Inc.*

INDEX WORDS: Hemodialysis; environment; wastewater; water quality; recycling; membrane technology; pricing.

Tarrass F et al. Recycling wastewater after hemodialysis: an environmental analysis for alternative water sources in arid regions. Am J Kidney Dis 2008,52(1):154-158.

6- Reuse used dialysate

Item	Nanofiltration	Reverse Osmosis
Equipment (US $)	16,500	18,000
Operation and maintenance		
Energy/working h (US $)	0.0946	0.129
Labor/y (US $)	14,400	15,600
Membrane replacement/y (US $)	1,050	900
Cleaning chemicals/wk (US $)	0.90	—
Repair and maintenance/y (US $)	175	220
Total costs/y (US $)	3,253	3,423
Cost of production (US $/m^3)	0.70	0.74

Estimation of Costs for Wastewater Recycling Calculated Based on 288 Working Days per Year and 20 Working Hours per Day

Tarrass F et al. Recycling wastewater after hemodialysis: an environmental analysis for alternative water sources in arid regions. Am J Kidney Dis 2008,52(1):154-158.
Kim C et al. Performance Evaluation and Fouling Propensity of Forward Osmosis (FO) Membrane for Reuse of Spent Dialysate. Membranes (Basel) 2020, 10(12).

6- Reuse used dialysate

Review

Towards zero liquid discharge in hemodialysis. Possible issues

Faissal Tarrass, Omar Benjelloun, Meryem Benjelloun*

Center of Hemodialysis 2 Mars, Casablanca, Morocco

ARTICLE INFO

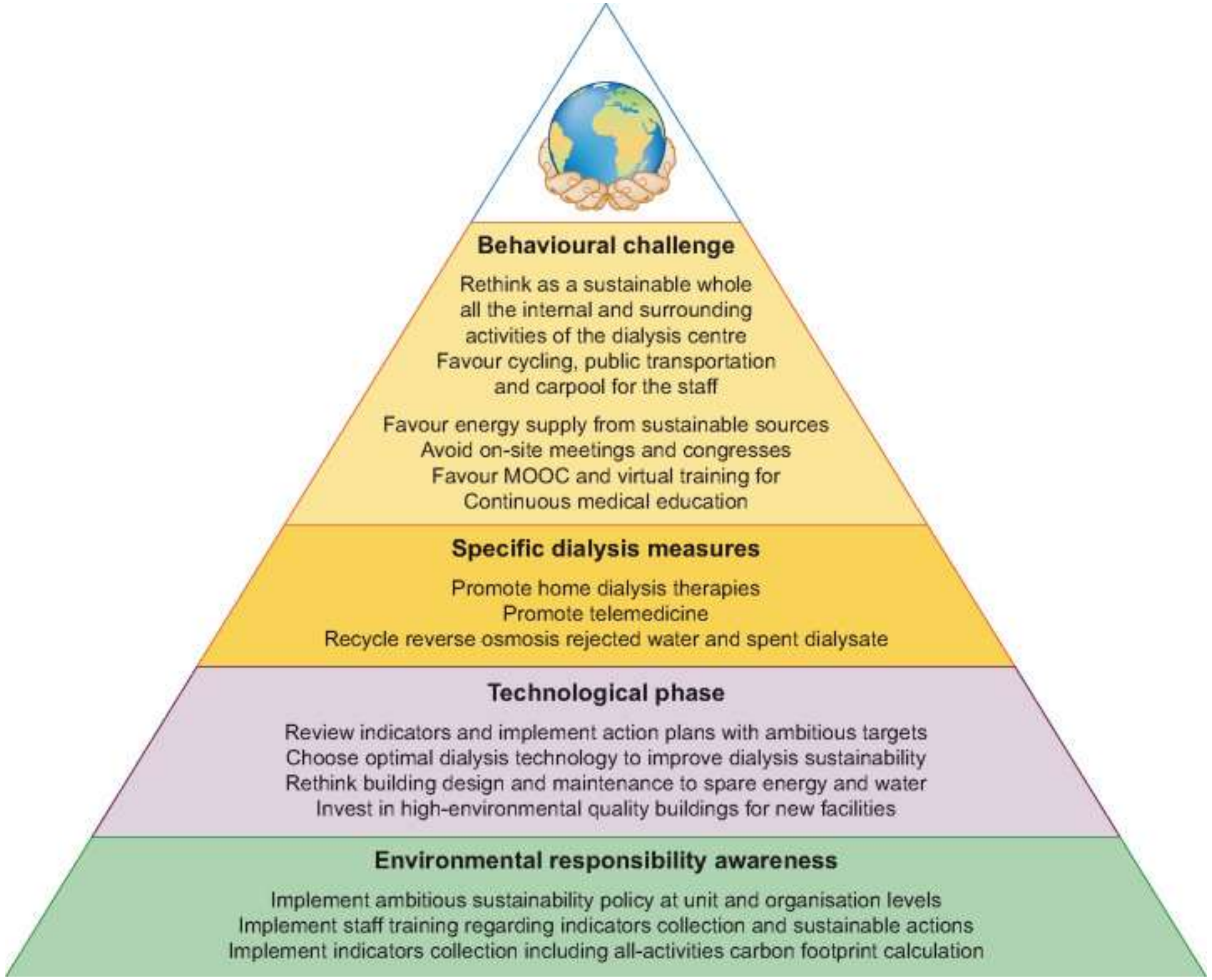
Article history:
Received 28 October 2020
Accepted 20 December 2020

Keywords:
Water conservation
Hemodialysis effluents
Reject reverse osmosis water
Spent dialysis effluent
Dialysate fluid regeneration
Zero discharge

ABSTRACT

Scarcity of water and energy, and legal requirements for discharge of waste and wastewater are forcing hemodialysis facilities to change their approach to a more integrated concept of connecting the residual output (in terms of waste, wastewater and energy loss) to the input (in terms of water and energy). Zero liquid discharge is an expanding water treatment philosophy in which hemodialysis wastewater is purified and recycled, leaving little to no effluent remaining when the process is complete, thereby saving money and being beneficial to the environment. This article explores the possible ways to treat hemodialysis wastewater, thus achieving ZLD conditions.

Dialysis and the carbon footprint



= 11 500 flights

Bendine G et al. Haemodialysis therapy and sustainable growth: a corporate experience in France. Nephrol Dial Transplant 2020, 35(12):2154-2160.

Comparison of studies on the assessment of the carbon footprint of hemodialysis

Référence	Pays, Année	Caractéristiques de la structure	Émissions patients/an (t CO_2e)	Trois principaux postes d'émission : % du total
Connor et al.	Angleterre, 2008	Unité de dialyse de l'hôpital de Dorset 225 patients en HD et 54 patients en DP	**7,1**	Achats de biens et services[a] : 46,7 %; Transport patients et personnels : 25,8 %; Électricité et chauffage : 14,2 %
Lim et al.	Australie, 2011	Unité de dialyse satellite de la banlieue de Victoria 12 patients en HD (3 séances de 4 h par semaine)	**10,2**	Consommables, dispositifs médicaux : 59 %; Électricité et chauffage : 18,6 %; Transport patients et personnels : 8,8 %
Mtioui et al.	Maroc, 2019	Unité de dialyse du CHU de Casablanca 80 patients en HD (3 x 4 h par semaine)	**5,1**	Électricité : 28 %; Achats de biens et services[b] : 27 %; Transport patients et personnels : 22 %
Sehgal et al.[c]	États-Unis, 2020	15 centres en Ohio 13 965 séances d'HD par centre (3,8 h en moyenne/séance)	**8,6[d]**	Électricité et gaz naturel : 42,6 %; Transports patients et personnels : 28,3 %; Gestion des déchets : 17,6 %
Costelloe	Angleterre, 2022	Unité de dialyse de l'hôpital de Newcastle	**3,1**	Énergie : 31,5 %; Transport des patients : 27,2 %

a Médicaments, dispositifs/consommables médicaux, examens complémentaires, papeterie, restauration et aliments, blanchisserie, construction, informatique, eau, buanderie.
b Médicaments, dispositifs/consommables médicaux, papeterie, fourniture de bureau, service de maintenance.
c L'étude utilise une méthodologie basée sur l'analyse en cycle de vie.
d En considérant que chaque patient bénéficie en moyenne de 156 séances annuellement (3 séances hebdomadaires).

Dialysis and the carbon footprint (Morocco)

Therapeutic Apheresis and Dialysis

ORIGINAL ARTICLE

Carbon footprint of a hemodialysis unit in Morocco

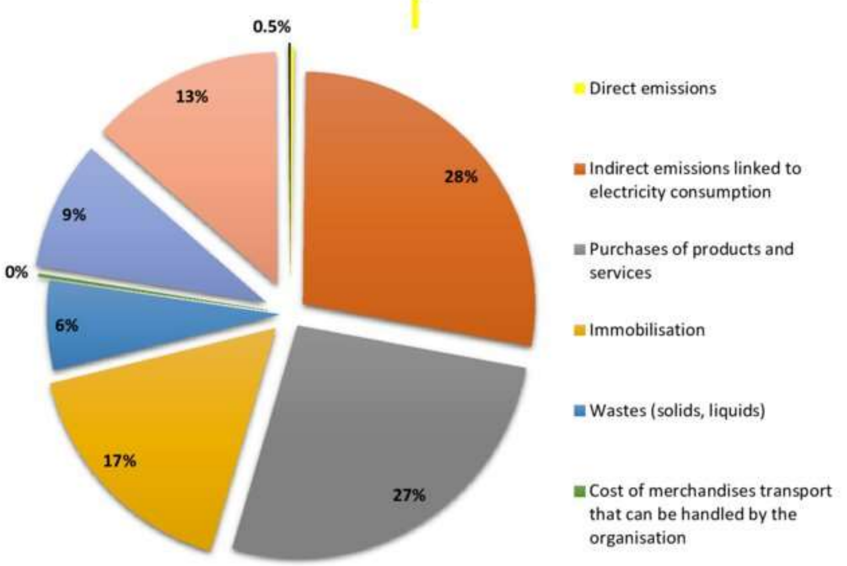
Naoufal Mtioui, Mohamed Zamd, Abdellah Ait Taleb, Abdellah Bouaalam, Benyounes Ramdani

First published: 07 November 2020 | https://doi.org/10.1111/1744-9987.13607 | Citations: 1

CO_2 emission by sector	Amount of emission ($t\ CO_2$-eq)	Emission factor	Unit	Uncertainty rate
Electricity	Amount of electricity (kWh)xEmission factor	0.712	Kg CO2-eq kWh^{-1}	10 %
Water	Amount of water (m^{-3})x emission factor	0.273	Kg CO2-eq m^{-3}	10 %

Waste type	Amount of emission ($t\ CO_2$-eq)	Emission factor	Unit	Uncertainty rate
Household waste	Amount of annual waste (Ton) x Emission Factor	1.579	kg CO_2-eq/Ton	30 %
Paper	Amount of annual waste (Ton) x Emission Factor	2.296	kg CO_2-eq/Ton	30 %
Carboard	Amount of annual waste (Ton) x Emission Factor	1.820	kg CO_2-eq/Ton	30 %
Plastique	Amount of annual waste (Ton) x Emission Factor	33	kg CO_2-eq/Ton	30 %
Care activity waste	Amount of annual waste (Ton) x Emission Factor	8.8	kg CO_2-eq/Ton	50 %

Figure 1: Emissions GHG t CO_2-eq per year
Reference year 2019



Mtioui N, Zamd M, Ait Taleb A, Bouaalam A, Ramdani B: Carbon footprint of a hemodialysis unit in Morocco. Ther Apher Dial 2021, 25(5):613-620.

Carbon Footprint Calculation (Morocco)

Carbon footprint of different hemodialysis modalities

	t (t CO_2e)
3 x 4 h per	
3 x 4,5 h p	
5 x 4 h per	
3 x 7 h we	
6 x 7 h we	
5,5 x 3 h p	
6 x 7 h per	

Connor A, Lillywhite R, Cooke MW: The carbon footprints of home and in-center maintenance hemodialysis in the United Kingdom. Hemodial Int 2011, 15(1):39-51.

Carbon footprint in peritoneal dialysis

Int Urol Nephrol (2017) 49:337–343
DOI 10.1007/s11255-016-1418-5

CrossMark

NEPHROLOGY - ORIGINAL PAPER

The carbon footprints of home and in-center peritoneal dialysis in China

Mindong Chen[1] · Rong Zhou[1] · Chongbo Du[2] · Fulei Meng[2] · Yanli Wang[2] · Liping Wu[2] · Fang Wang[2] · Yahong Xu[1] · Xiufen Yang[2]

Received: 3 May 2016 / Accepted: 8 September 2016 / Published online: 15 November 2016

1,4 t CO_2e par patient et par an.

Initiatives to reduce the carbon footprint of dialysis

- 1st dialysis center to be labelled "passive house" in Europe (near Saint-Etienne).
- New 4,500 m^2 structure, operational since 2020.
- 150 HDCs: 44 in the medical unit on the ground floor and 106 in self-dialysis upstairs.
- "Passive" building: triple glazing, geothermal energy, heat recovery produced by human and technical activity, etc. → **Energy consumption: < 15 kWh/m^2/year (-55%)**.
- Additional construction cost: 4% (total: 8.0 M Euros)

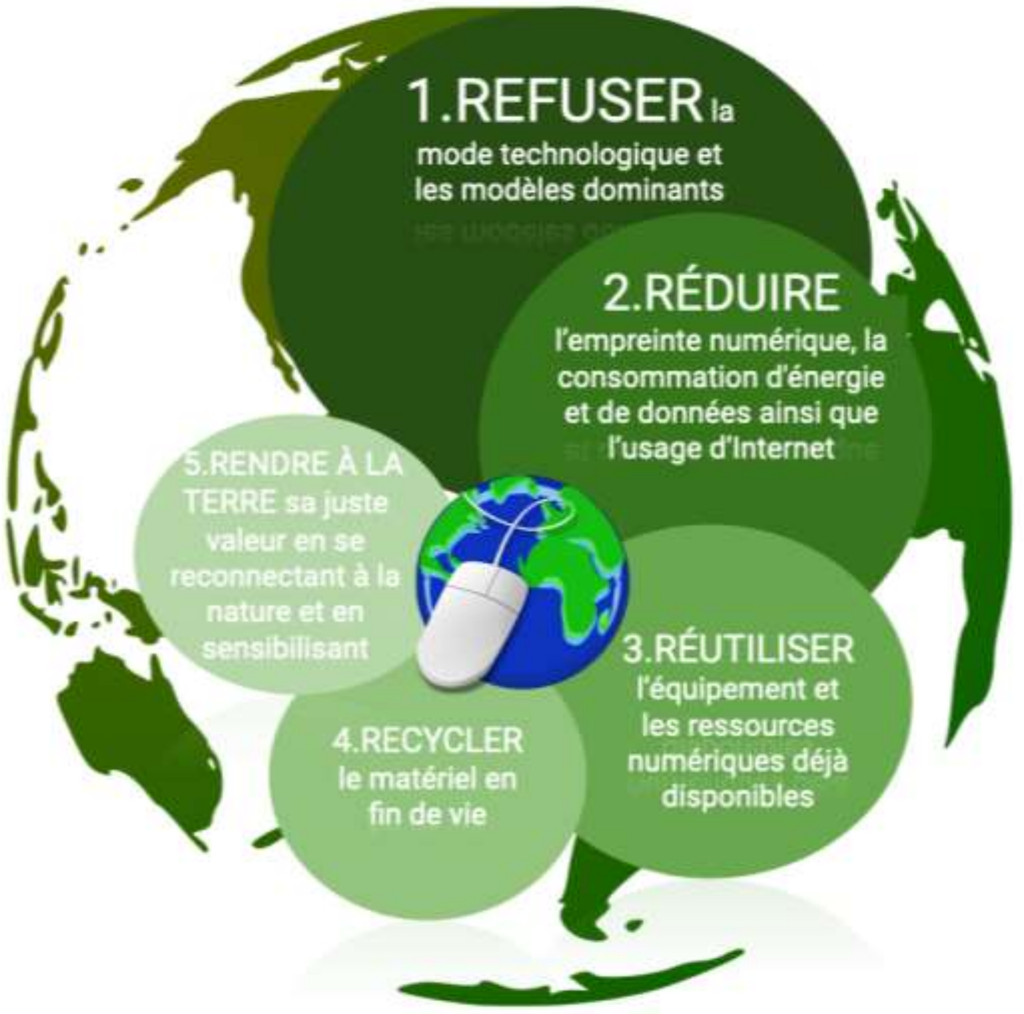
Jullien P, Rey J, Mariat C: Vers une néphrologie plus verte : appliquer le modèle des maisons passives à un établissement de dialyse. Néphrologie & Thérapeutique 2021, 17(5):272-273.

OTHER ISSUES

- **Obligations to industry**
- Digital sobriety
- Reuse of dialyzers

OTHER ISSUES

- Obligations to industry
- **Digital sobriety**
- Reuse of dialyzers



OTHER ISSUES

- Obligations to industry
- Digital sobriety
- **Reuse of dialyzers**

Reprocessing Management Software

Sterilant for Dialyser

Reuse of dialyzers

REFERENCE : B.O n° 5096 - 30 moharrem 1424 (3-4-2003), page 273

Arrêté du ministre de la santé n° 808-02 du 25 hija 1423 (27 février 2003) fixant les normes techniques des centres d'hémodialyse.

ART. 10. - La pratique des séances d'hémodialyse est soumise aux règles suivantes:

- utilisation du tampon bicarbonate ou acétate ;
- désinfection des générateurs entre deux séances;
- désinfection trimestrielle de la boucle de distribution avec changement régulier de filtre;
- non-réutilisation des membranes d'échange et des lignes artérielles et veineuses ainsi que des aiguilles à fistule.

The reuse of dialyzers → drinking water

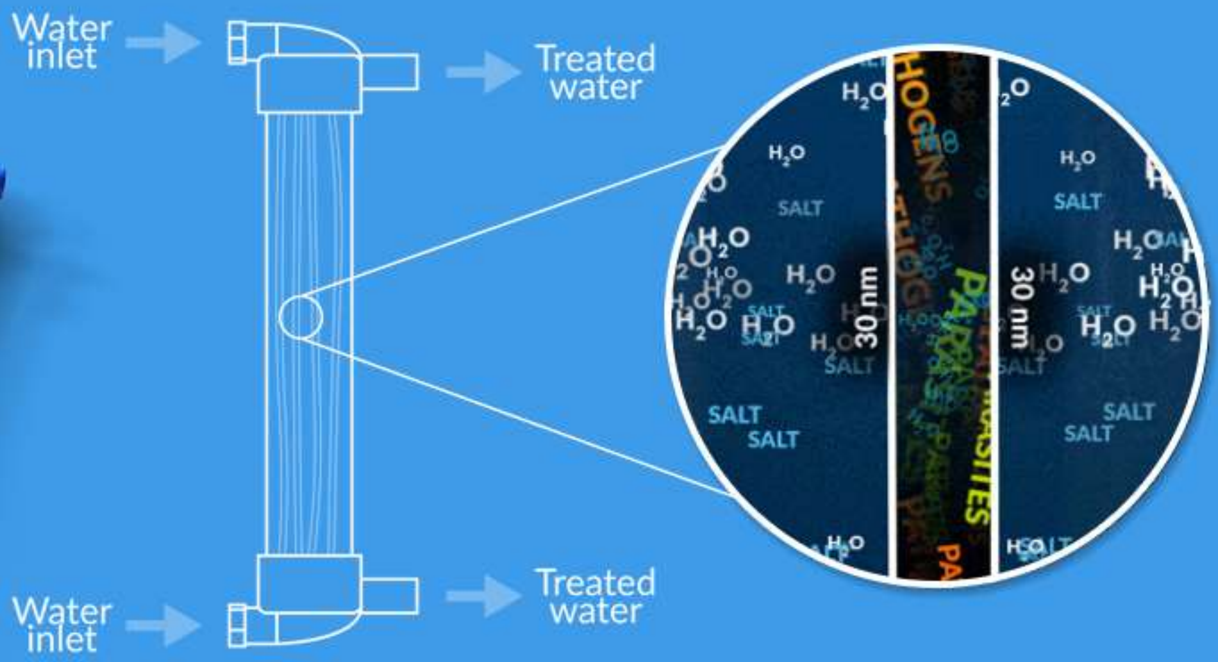
- Reusing dialyzers → filter wastewater
- NUFiltration© in Israel on the very arid Golan Heights
- Industrial unit: 2560 dialysis filters → treat the wastewater of the villagers and the surrounding cows.
- 10% of the dialyzers used in the country would be recycled.
- The energy used to treat the water comes from the farm's biogas.
- Prof. Yoram Liass Patent – Tel Aviv University
- 10 similar plants in Israel and others in Africa

De Malet C: Quand des filtres à dialyse traitent les eaux usées et les bouses de vaches du Golan. https://www.lefigarofr/entrepreneur/quand-des-filtres-a-dialyse-traitent-les-eauxusees-et-les-bouses-de-vaches-du-golan-20221104 2022.

NUF FILTRATION

Home Solutions Technology :: Media&News Contact

TECHNOLOGY



FROM A MEDICAL GRADE DIALYZER

TO AN ABSOLUTE WATER ULTRA FILTER


NUF

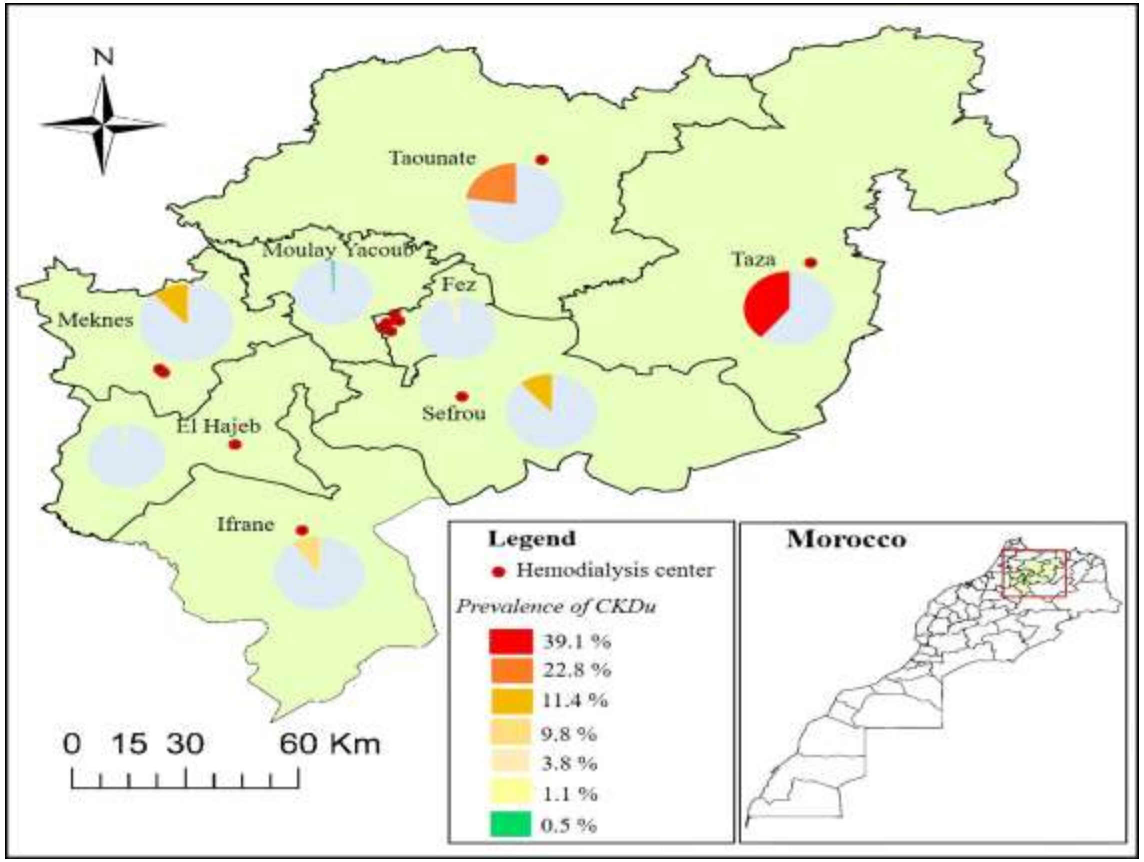

NUF
new way of filtration

Pour conclure…

Dialyse verte

ANJH Paris 2024

Pour conclure…



Matière active	Chemical Family	WHO class of pesticides by hazard	N	(%)
2, 4 D	A. Phenoxy-alkanoics	II	55	68.75
2, 4 D+2,4 MCPA	Phenoxy-alkanoics	II	37	46.25
Abamectin	Avermectins	III	4	5
Acétamipride	Chloronicotiniles	-	2	2.5
Azoxystrobine	Strobilurins	U	10	12.5
Captan	Phtalimides	U	6	7.5
Carbendazim	Benzimidazoles	U	11	13.75
Chloropyriphos ethyl	Organophosphorus	II	1	1.25
Cypermethrin	Pyrethroids	II	8	10
Cyproconazole	Triazoles	II	5	6.25
Difenoconazole	Triazoles	II	7	8.75
Deltamethrin	Pyrethroids	II	3	3.75
Demithoite	Organophosphorus	II	6	7.5
Dodine	Guanidines	II	1	1.25
Glyphosate	Amino phosphanates	III	29	36.25
Imidaclopride	Neonicotinoids	II	5	6.25
Indoxacarb	Indoxacarb	II	1	1.25
Lambda cyhalothrin	Pyrethroids	II	10	12.5
Malathion	Organophosphorus	III	4	5
Mancozeb	Dithiocarbamates	U	9	11.25
Maneb	Dithiocarbamates	U	8	10
Methomyl	Carbamates	Ib	1	1.25
Oxyfluorfen	Diphényl ethers	U	2	2.5
Cuivre	Minerals	-	5	6.25
Paraquat	Bipyridyl	II	10	12.5
Propargite	Sulfites	III	1	1.25
Sulphur	Minerals	-	2	2.5
Thiophanate Methyl	Benzimidazoles	III	3	3.75
Thiram	Dithiocarbamates	II	4	5
Thiacloprid	Chloronicotiniles	II	1	1.25
Ziram	Dithiocarbamates	II	6	7.5


CHU HASSAN II
Hôpital Necker Enfants malades AP-HP
11èmes
Néphrologiques Confrontations
Fès-Necker
07-08 juin 2024
Faculté de Médecine, de Pharmacie et de Médecine Dentaire de Fès

Souad Dahri

Redouane El Habbani

Ahmed Aberkan

Cécile Legallais

Hamza Ouenjli

Ayoub Taki

Merci