



GUIDE DES BONNES PRATIQUES POUR UNE NÉPHROLOGIE VERTE



2026

Version longue

Par le groupe Néphrologie verte de la SFNDT

2





—

—

—



INTRODUCTION



Le guide des bonnes pratiques pour une dialyse verte a été édité pour la première fois en mars 2023.

[!\[\]\(eafc244b53721dd1ec133f0772f70fc7_img.jpg\) Guide des des bonnes pratiques pour une dialyse verte 2023](#)

Son objectif était d'aider les structures d'hémodialyse à implémenter une démarche écologique en proposant des mesures de complexité variable, allant de simples changements de comportement à des mesures techniques, coûteuses mais ayant un impact plus significatif et étant souvent des économies de long-terme.

Les membres du groupe **Néphrologie Verte** ont été invités par de nombreuses associations de dialyse et centres hospitaliers à présenter le guide, assurant sa diffusion auprès des néphrologues mais aussi de tous les intervenants d'un établissement de dialyse.

Au-delà du milieu néphrologique, le guide a attiré l'attention d'instances décisionnaires (CNAM, ANAP, Ministère de la santé) et partenaires comme la Fédération Hospitalière de France qui lui a dédié un webinaire.

La reconnaissance du guide a dépassé la France, raison pour laquelle le groupe a rédigé une version anglaise, accessible sur le site de l'**European Renal Association** (ERA) et disponible pour tous

les néphrologues européens et au-delà.

[!\[\]\(73002692dd5e7a64e60946be3158e719_img.jpg\) Guide des des bonnes pratiques pour une dialyse verte 2023 version anglaise](#)

Le guide laissait certaines questions en suspens, avançait des idées qui avaient besoin d'être approfondies, validées. Le groupe **Néphrologie verte**, par ses différents sous-groupes de travail, a essayé d'apporter des réponses. La création de **Green Teams** dans les centres de dialyse a aussi fait émerger de nouvelles expériences qui méritent d'être partagées. Enfin, les publications concernant les soins environnementaux durables en néphrologie se multiplient à grande vitesse.

Une grande partie des mesures proposées dans cette nouvelle édition du guide concernent à nouveau la dialyse mais très souvent aussi la transplantation et toute la néphrologie. Des travaux du **Shift Project**, nous savons que les médicaments et dispositifs médicaux rendent compte à eux seuls de près de **50 %** des émissions de gaz à effet de serre du système de santé. Ils doivent donc être les cibles de sa décarbonation dans les années à venir.

Le calcul de l'empreinte carbone de toute la pharmacopée française ouvre le champ encore inexploré de l'éco-prescription et va nous inciter à prescrire autrement. De nouveaux domaines comme la recherche clinique ou les congrès sont aussi abordés.

Cette deuxième édition du guide se présente comme une grande revue de la littérature associée à des propositions d'actions concrètes. Il se décline en deux versions : une version courte pour une lecture rapide et pratique et une version longue, approfondie, qui explicite et donne des références sur les recommandations de la version courte.

Pour accéder aux articles référés dans la bibliographie, il faut cliquer sur le chiffre de la référence figurant dans le texte.

Rédacteurs du guide

Didier AGUILERA

Alain BIRBES

Anne-Laure CAMARROQUE

Guillaume CAMBIEN

Philippe CARENCO

Charles CHAZOT

Pauline DHALLUIN

Maxime ESPI

Isabelle ETHIER

Hafsah HACHAD

Maryvonne HOURMANT

Fabrice HURE

Perrine JULIEN

Catherine LASSEUR

Jonas MARTZLOFF

Pierre NIZET

Jocelyne REY

Tristan VERITE

Romain VIAL

Liste des membres

Le guide des bonnes pratiques pour une dialyse verte a été édité pour la première fois en mars 2023 .

Didier AGUILERA, Néphrologue. CH de Vichy

Thierry BARRANGER, Néphrologue. Clinique Bordeaux Nord. Bordeaux

Laurent BELVAL, Directeur administratif AFIDTN

Alain BIRBES, Technicien de la dialyse, représentant de l'Association des Techniciens de la Dialyse Toulouse

Flora BRUNNER, Néphrologue. Clinique Bouchard. Marseille

Anne-Laure CAMARROQUE,
Responsable du groupe
Développement Durable.
Association de dialyse Calydia. Vienne

Philippe CARENCO, Médecin
Hygiéniste. CHU de Nice

Charles CHAZOT, Néphrologue.
Clinique Charcot. Sainte Foy-Les-Lyons

Cécile COUCHOUD,
Néphrologue, administratrice du
registre REIN à l'Agence de
Biomédecine. La Plaine Stade de
France

Karim DARDIM, Pharmacien,
Président de l'Association des
Pharmaciens de la Dialyse. Alurad.
Limoges

Bruno DALLAPORTA, Néphrologue et
philosophe. Paris

Carole DAVID, Cadre en hémodialyse.
CHU de Nantes

Pauline DHALLUIN,
Néphrologue. CH de Bayonne

Maxime ESPI, Néphrologue. Hôpital
Lyon-Sud

Isabelle ETHIER, Néphrologue CHU de
Montréal, Canada

Pierre FILIPOZZI, Néphrologue.
Association UNEOS. Metz

Christophe FOUCAULT, Ingénieur à
l'association ECHO. Nantes

Hafsah HACHAD,
Néphrologue. Hôpital Tenon, Paris

Anne HIEGEL, Patiente, présidente
France-Rein Pays de Loire

Maryvonne HOURMANT,
Néphrologue. CHU de Nantes

Fabrice HURE,
Patient dialysé. Rennes

Perrine JULIEN, Néphrologue. Artic 42.
Saint Priest-en-Jarez

Catherine LASSEUR, Néphrologue
Maison du Rein. Aurad Aquitaine.
Gradignan

Cécile LEGALAIS, Enseignante-
chercheuse Université des
Technologies de Compiègne.
Compiègne

Jonas MARTZLOFF,
Néphrologue. CHU de Strasbourg

Romain PSZCZOLINSKI,
Néphrologue. CHU de Strasbourg

Hubert METAYER, Technicien de la
dialyse. Représentante de
l'association des Techniciens de la
Dialyse. Centre de dialyse La Dialoise,
Compiègne.

Jocelyne REY, Cadre Médico-
Technique. Représentante de
l'association des Techniciens de la
Dialyse. ARTIC 42. Saint Priest
-en-Jarez

Sébastien RUBIN, Néphrologue. CHU
de Bordeaux

Dominique SCHMITT,
Cadre Hémodialyse chronique.
Vice-présidente AFIDTN. CHU de
Srasbourg.

Tristan VERITE, Infirmier,
responsable du groupe
développement durable en
hémodialyse. CHU de Nantes

Emmanuelle VIAL,
Interne en Néphrologie. Présidente du
SNIN (Syndicat National des
Internes en Néphrologie)

Romain VIAL, Néphrologue.
Assistance Publique des Hôpitaux de
Marseille

Lexique

ACV

Analyse du cycle de vie

ADEME

Agence de la transition écologique

ANAP

Agence Nationale d'Appui à la
Performance des établissements de
santé et médicaux sociaux

ATD

Association des Techniciens de la Dia-
lyse

BEGES

Bilan des Emissions de Gaz à Effet de
Serre

CO₂

Dioxyde de carbone

CO₂e

CO₂ équivalent

DAE

Déchets d'Activités Economiques

DAS

Déchets d'Activité de Soins

DASRI

Déchets d'Activités de Soins à Risque
Infectieux

DASRIA

Déchets d'Activités de Soins à Risque
Infectieux et Assimilés

DRR

Déchets à Risque Radioactif

DRCT

Déchets d'activités de soins à Risques
Chimiques et Toxiques

DM

Dispositif médical

ETE

Eco Energie Tertiaire

GES

Gaz à effet de serre

MNU

Médicaments non utilisés

OI

osmose inverse

tCO₂e

Tonne de CO₂ équivalent

PARTIE 1

Rappel sur les enjeux environnementaux



Les risques du changement climatique pour la santé humaine

L'objectif fixé en 2015 lors des accords de Paris sur le climat était de limiter le réchauffement moyen à **1.5°C** d'ici 2100.

Moins de 10 ans après, cet objectif est déjà dépassé. Selon les scénarii d'émission de GES dans les prochaines années, le réchauffement moyen sera probablement entre **2°C** et **4°C** en 2100.

Les prédictions sont difficiles ; le scénario qui apparaît le plus probable aujourd'hui est de **3,8°C** en 2100. Parmi les zones du globe les plus touchées, se trouvent le pourtour méditerranéen et l'Europe, dans sa partie Est surtout, englobant la France. La hausse des températures aggravera les conditions de vie et pour les températures les plus élevées, on craint que **50 à 74 %** de la population mondiale soit confrontée, plus de 20 jours par an, à des conditions de température et d'humidité rendant impossible la vie humaine en extérieur.

L'impact des hautes températures sur la santé des populations est documenté et devient une réalité dans notre pays. La mortalité liée à la chaleur a été estimée à **47 000** décès en Europe en 2023 et à **62 775** en 2024.

En néphrologie, un article issu des données de REIN a récemment montré une augmentation de la mortalité des patients dialysés (mais non des transplantés) parallèlement à l'augmentation de la température.

Les patients les plus fragiles seront aussi les plus exposés.

Une étude nord-américaine a rapporté une augmentation significative, dans des périodes de chaleur, des admissions aux urgences pour insuffisance rénale aiguë et chronique, lithiases, infections urinaires. Le nombre d'admissions était corrélé à l'intensité du pic de température de la journée⁵.

Des pathologies nouvelles ou la multiplication des cas de pathologies rares sont déjà redoutées :

- **Infectieuses** : transmises par les rongeurs comme la néphropathie hématurique due au Hanta-virus, la leptospirose ou transmise par les moustiques comme la dengue, voire la malaria.
- **Liées au stress thermique** : elles sont soit aiguës associant IRA et troubles neurologiques, soit chroniques comme la Chronic interstitial nephropathy in agricultural community (CINAC) .
Décrite en Amérique centrale sous le nom de néphropathie méso-américaine chez des personnes travaillant en pleine chaleur sans accès à l'eau, elle a été ensuite diagnostiquée sur d'autres continents. Bien que moins répandue qu'en Amérique latine, il est probable qu'elle touche également des patients de régions viticoles en France et en Belgique.
- **Toxiques** : associées aux métaux lourds (cadmium), aux substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS), aux particules fines de la pollution atmosphérique, aux microplastiques (voir webinaire SFNDT du 02-12-2025)

Décarbonons le système de santé. Un rapport du Shift Project (2023)

Le Shift Project dans son rapport « Décarboner la santé pour soigner durablement » de 2021, revu en 2023, a estimé les émissions de gaz à effet de serre (GES) du système de santé à **49 millions** de tonnes de CO₂ équivalents (tCO₂e), soit **8 %** des émissions totales de la France pour la même année. **85 %** de ces émissions étaient indirectes, provenant de la chaîne d'approvisionnement. Les médicaments et dispositifs médicaux (DM) étaient responsables de **50 %** d'entre elles.



Pour atteindre les objectifs de décarbonisation fixés par l'Union Européenne, soit zéro émission (Net-Zero) de GES en 2050, le Shift Project propose une série d'actions, chiffrées et regroupées en quatre domaines [Figure 1](#).

On peut citer des actions centrées sur les prescripteurs (volumes de prescription), les industriels (diminution de l'impact des produits) mais aussi sur des mesures de santé publique (prévention, juste soin, etc). Elles ne devraient pas tout à fait atteindre le Net-Zéro mais elles ont le mérite de donner un cap.

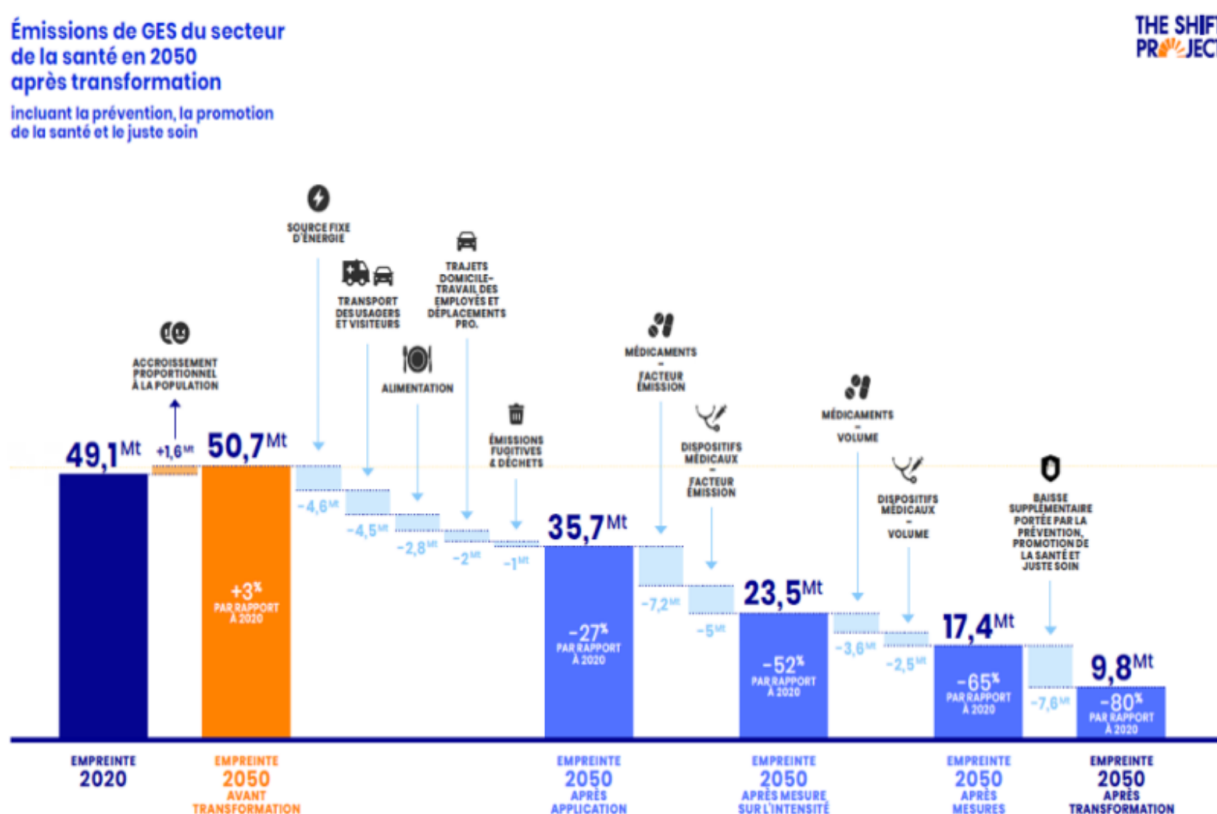


Figure 1 : Mesures de réduction des GES du système de santé pour atteindre Net-Zéro en 2050. Propositions du Shift Project (Figure extraite de « Le Shift Project. Décarboner la santé pour soigner durablement »).

[Rapport 2023 Le Shift Project](#)

PARTIE 2

Les bonnes pratiques



Mesurer son empreinte environnementale

La réglementation depuis 2023

Christophe Foucault

[!\[\]\(0678d1887db22e3f6b52fe38cd7e7b5b_img.jpg\) La réglementation Décret n°2022-982 du 1er juillet 2022](#)

La réglementation d'un bilan d'émission de gaz à effet de serre (BEGES ou bilan GES) a pour but d'évaluer la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère issue des activités humaines et en particulier des entreprises.

Le site bilan GES de l'**ADEME** (Agence de la transition écologique) explique les principes et donne une définition du bilan.

[!\[\]\(99af31d6d7b9b738106c66bf7ffde536_img.jpg\) Bilan GES de l'ADEME](#)

L'article L 229- 25 du code de l'environnement rend obligatoire l'établissement d'un BEGES tous les 4 ans pour :

- Les entreprises de plus de **500 salariés** en métropole.
- Les entreprises de **200 salariés** en outre-mer.

Le même article rend le bilan obligatoire tous les 3 ans pour :

- Les services de l'État.

- Les collectivités territoriales de plus de **50000** habitants.
- Les établissements publics et autres personnes morales de droit public de plus de **250** agents.

Comment faire le BEGES de son centre :

- Engager une **agence spécialisée**.
Le coût est à considérer.
- Utiliser l'outil «Mon empreinte carbone» de l'**ANAP**. Calculé à partir des données de comptabilité entrées sur une plateforme et qui ne concernent que les établissements de santé publics pour le moment. Pour le secteur associatif et le secteur privé, ces données comptables ne sont pas encore accessibles. Pour obtenir son empreinte carbone, il suffit d'entrer son numéro **FINESS** juridique. L'empreinte donnée est celle de l'ensemble de l'établissement de santé.

- **Le faire soi-même** en formant une ressource (conseillé même par l'Anap). Les données disponibles sont sur le site de l'ADEME (logiciel Shadow). Accès payant.

Les scores et index à connaître

- **Le Score DD de l'ANAP**

[Score DD de l'ANAP](#)

Ce score permet d'identifier les enjeux du développement durable d'un établissement, évaluer sa conformité réglementaire, faire un autodiagnostic puis planifier des actions en définissant des priorités. Il n'explore pas la partie spécifique de la dialyse.

- **L'Index DM durable (IDMD)**

index d'achat des DM. Voir chapitre Dispositifs médicaux.

- **ICHHD Carbon Calculator in hemodialysis**

[ICHHD](#)

C'est un outil en ligne, gratuit, de calcul de l'empreinte carbone d'un centre lourd d'hémodialyse. Il mesure l'empreinte globale de l'unité, d'une séance de dialyse d'un patient et identifie les principaux contributeurs.

Les domaines à renseigner sont : les caractéristiques générales du centre, les transports des patients et du personnel, les consommables, matériels, équipements, médicaments utilisés, les déchets produits. Ils doivent couvrir une année.

Le calculateur a été mis au point par le « Sustainable Healthcare coalition » britannique avec le soutien du **National Health Service** et du laboratoire Astra-Zeneca.

Le groupe **Néphrologie verte** n'a pas l'expérience de cet outil.

- **EcoHD : l'Ecoscore de l'HémoDialyse.**

Catherine Lasseur, Jocelyne Rey

De nombreux professionnels de la dialyse souhaitent réduire l'impact environnemental de leur activité. Ainsi, **79 %** d'entre eux expriment le besoin de disposer d'outils pour accompagner cette démarche. Dans cette optique, un sous-groupe multiprofessionnel du collectif « Néphrologie verte » a développé un outil d'auto-évaluation, permettant aux centres de dialyse de s'auto-évaluer, hiérarchiser leurs actions, élaborer des plans d'action concrets, et suivre leur évolution dans le temps.

À partir des 112 actions du Guide des bonnes pratiques de la dialyse verte, 97 ont été retenues et classées selon trois niveaux :

- **Critères obligatoires** : imposés par la réglementation (ex. : RE2020, solarisation, `décret BACS...) ou faciles à mettre en œuvre.
- **Critères recommandés** : à fort impact mais non obligatoires
- **Critères conseillés** : à impact moindre mais pertinents

Chaque action a été pondérée selon son niveau :

- **100 %** si obligatoire,
- **60 %** si recommandée,
- **25 %** si conseillée.

L'évaluateur (le centre de dialyse) indique l'état d'avancement de chaque action selon quatre niveaux (points de 0 à 3)

- Non initié
- Planifié
- En cours
- Atteint

Le calcul, réalisé automatiquement via un tableur (type Excel), permet d'obtenir un score par critère, un score global pondéré et une représentation graphique. L'évaluation peut être répétée dans le temps (par exemple une fois par an) pour suivre la progression. L'Ecoscore a été testé dans plusieurs structures de dialyse – publiques, privées, associatives ; centres lourds ou UAD ; débutantes ou avancées dans leur démarche écoresponsable .

Ces tests ont permis de :

- Valider la compréhension des items,
- Estimer le temps nécessaire à la complétion (entre 1h30 et 4h),
- Identifier le nombre de participants requis (de 1 à 4 personnes).

En résumé :

- EcoHD est fondé sur l'expertise de terrain
- Il est simple, visuel.
- Il est mis gratuitement à disposition des structures de dialyse souhaitant évaluer leur maturité environnementale.
- Il évalue la démarche écologique bien au-delà du bilan carbone
- L'objectif n'est pas la comparaison entre établissements, mais la mesure et la visualisation de sa propre progression.
- Accessible sur l'application de la **SFNDT**

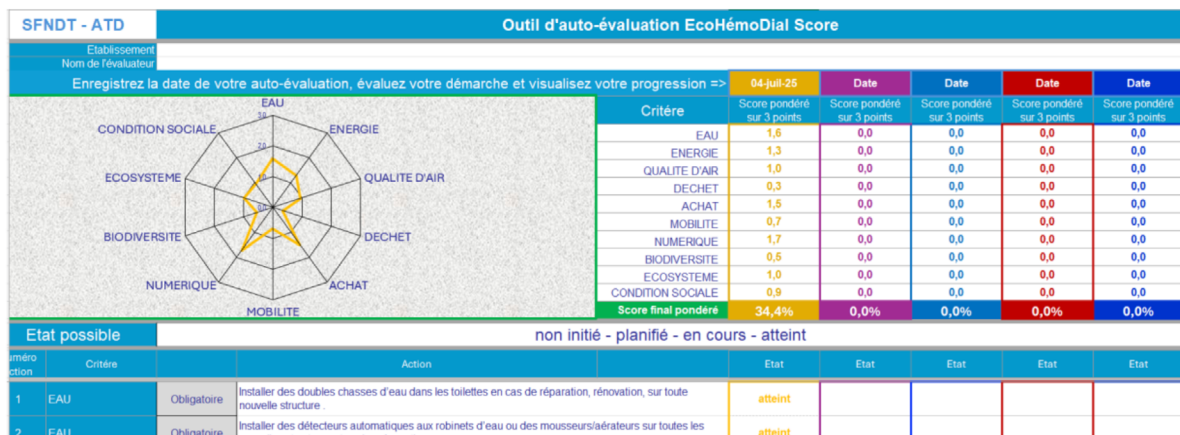


Figure 2 : Exemple de présentation des résultats de l'EcoHD

L'analyse du cycle de vie (ACL)

L'ACL va bien au-delà des émissions de GES. Elle mesure une série de paramètres :

- Le potentiel de réchauffement lié à l'émission des GES
- La déplétion de la couche d'ozone
- L'acidification des terres ou des eaux
- La formation d'un « smog » photochimique
- L'eutrophysation marine et des eaux douces : multiplication excessive par excès de nutriments. Le meilleur exemple est la multiplication des algues marines
- L'utilisation des terres
- La déplétion des ressources en eau
- La déplétion des ressources abiotiques (def : ressource liée au milieu, indépendante du vivant), ressources minérales, métaux, et énergie fossile
- La toxicité humaine et de l'environnement
- La formation de particules et pollution atmosphérique

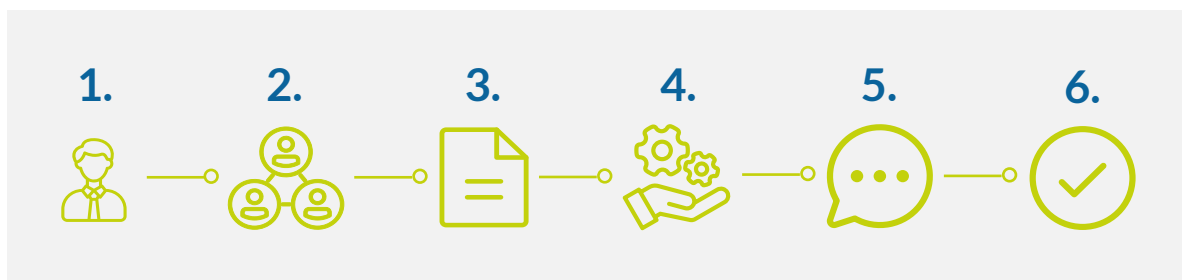
Créer sa green team

Mettre en place une stratégie de Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) : une démarche collective, progressive et engagée

Jocelyne Rey

La Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) consiste à intégrer des préoccupations sociales, environnementales, éthiques et économiques dans la stratégie et le fonctionnement global d'un établissement.

Il s'agit d'un véritable levier de transformation positive, à la fois pour renforcer la cohésion interne, améliorer la qualité des soins, et répondre aux attentes de la société et des parties prenantes. La réussite d'une démarche RSE repose sur différents piliers :





1. Une démarche portée par la direction

Une démarche portée par la direction à qui il revient de fixer les grandes orientations stratégiques, allouer les ressources nécessaires (humaines,

financières, matérielles), incarner et légitimer la démarche auprès de l'ensemble des acteurs de l'établissement.



2. Une organisation interne structurée

Désigner un·e référent·e RSE constitue une étape clé, quel que soit par ailleurs sa fonction dans la structure. Ce rôle permet de piloter et coordonner les initiatives, insuffler une dynamique transversale au sein des équipes, faire le lien entre toutes les parties prenantes.

Mettre en place des groupes de travail thématiques permet de faire circuler les idées et d'impliquer les équipes autour d'objectifs concrets, de favoriser l'émulation collective et l'implication directe des collaborateurs.



3. Un diagnostic pour bien démarrer

Un état des lieux initial permet d'identifier les pratiques existantes, les points forts et les axes d'amélioration ; de cerner les enjeux prioritaires : consommation d'énergie, production de déchets, gestion de l'eau, mobilité, qualité de vie au travail ; de recueillir la

perception et les attentes des parties prenantes, internes (équipes, patients) et externes (collectivités, fournisseurs...). Des outils comme EcoHD, le recours à des experts en accompagnement RSE et les unités hospitalières de développement durable, peuvent faciliter ce travail d'analyse.



4. Un plan d'action ciblé et réaliste

Il s'agit ensuite d'élaborer un plan d'action clair, adapté aux ressources et aux priorités de l'établissement : Définir les priorités, simples et mobilisatrices pour commencer, des

objectifs annuels concrets et une feuille de route opérationnelle (actions à mener, calendrier, budget estimatif, indicateurs de suivi, référents désignés).



5. Une mobilisation des équipes et communication

Créer une culture commune autour du développement durable. La réussite d'une stratégie RSE passe par l'adhésion active des équipes en donnant du sens à la démarche. Il s'agit de : informer régulièrement via affichages, lettres

internes, réunions, journées thématiques, valoriser les initiatives portées par les agents, impliquer les patients et les usagers dans certains projets, nommer des ambassadeurs RSE pour relayer les actions et encourager l'engagement.



6. Une mesure des résultats

Il est indispensable de suivre des indicateurs-clés de performance : réduction des consommations (énergie, eau), gestion des déchets, impact sur la qualité de vie au travail et la satisfaction des patients, taux de participation des

agents aux actions menées. Ces données permettent non seulement d'ajuster les actions, mais aussi de communiquer les progrès réalisés, en interne comme à l'externe, renforçant ainsi la légitimité de la démarche.

Témoignages

Exemple de l'équipe du Centre Hospitalier de la Côte Basque à Bayonne.

Pauline Dhalluin

Depuis plus d'un an nous avons créé une Green Team dans notre service de Néphro-Dialyse constituée de 4 référents (notre cadre, une infirmière, une aide-soignante et une néphrologue, dont 2 personnes formées à la « Transformation Ecologique : s'engager et devenir Unité Durable ».

IMS CHU Bordeaux *) et d'un groupe de travail plus étendu, les « Rainettes de la dialyse » (environ 20 personnes). Le but est de repenser collectivement nos actes quotidiens pour identifier des

actions à mener dans une démarche de transformation écologique. Pour chaque action proposée, les bénéfices et les désagréments attendus sont évalués sur 3 dimensions : environnemental, économique et social ; des indicateurs de mesure de l'impact sont identifiés (pour l'avant-après) ; l'action est structurée, mise en place, et réévaluée par la green team ; puis l'impact de cette action est mesuré et les résultats positifs sont partagés avec toute l'équipe.

D'un point de vue organisationnel :

- Nous avons une réunion des référents environ 1 fois par mois ; une réunion des Rainettes une fois par trimestre (ou quand cela est nécessaire par exemple lorsqu'une action modifie fortement les pratiques habituelles afin de valider collectivement celle-ci).
- Nous avons un autocollant « Rainette » sur nos badges pour nous identifier et mieux mobiliser toute l'équipe.
- Nous communiquons par groupe What'sApp
- Nous partageons un dossier dédié sur l'espace informatique commun et lors de nos journées de formations aux équipes soignantes et aux internes, un cours est donné sur les soins durables
- Nous publions la « Gazette des Rainettes » environ 1 fois tous les 2 mois sous forme d'une affiche papier avec des informations sur nos actions en cours, nos résultats mais aussi des informations plus générales sur l'écologie, cette affiche est visible par tous en salle de dialyse, à la tisanderie et en salle d'attente des patients.

La mise en oeuvre de nos premières actions a permis une diminution de notre impact environnemental mais aussi une baisse des coûts et une amélioration de qualité de vie au travail pour les soignants. Ceci favorise le cercle vertueux de la remobilisation de l'équipe des « Rainettes » pour poursuivre la démarche de Transformation Ecologique de notre service.

Afin de valoriser et partager nos actions et aussi de saluer le travail accompli nous espérons notre labellisation « Unité durable » très prochainement au sein de notre établissement.

* Ref : Formation Transformation Ecologique « s'engager et devenir Unité Durable »

IMS Académie CHU Bordeaux (Chargée de mission ARS : maud.galibert@chu-bordeaux.fr)¹

PARTIE 3

Les leviers d'action



Gérer la prévention et le traitement de l'insuffisance rénale avancée

Maxime Espi

Parcours de soin et impact environnemental en néphrologie

La meilleure manière de réduire l'impact environnemental de la dialyse est d'en limiter la nécessité, illustré par l'adage « la dialyse la moins impactante est celle dont on n'a pas besoin ». La dialyse est un soin vital qu'il est urgent de rendre sobre, non seulement dans sa pratique mais aussi dans ses indications. En effet, elle s'intègre pour le patient dans un parcours de soin, au cours duquel certaines règles de bonnes pratiques permettent de limiter la nécessité de recours à la dialyse :

Avant l'insuffisance rénale terminale

Les mesures préventives non médicamenteuses

L'hypertension artérielle et le diabète représentent les 2 pathologies les plus pourvoyeuses d'IRC terminale. Des mesures de prévention adaptées tout au long du parcours du patient permettent en effet de limiter ou de ralentir la progression vers l'IRC

terminale. Elles vont de la prévention primaire et conseils d'habitude de vie en population générale à l'optimisation du parcours nutritionnel, l'activité physique adaptée, et l'éducation thérapeutique des patients intégrés dans le parcours MRC.

Les mesures préventives médicamenteuses

L'avènement de thérapeutiques permettant de diminuer la progression de l'IRC vers l'IRC terminale (iSGLT2, bloqueurs du système rénine angiotensine, analogues GLP1, antagonistes des récepteurs aux minéralocorticoïdes) offre un espoir.

supplémentaire de diminuer le nombre de patients atteints d'IRC terminale. L'effet le mieux documenté et quantifié actuellement est celui des iSGLT2 qui, prescrits précocement, permettent de décaler de plusieurs années la

la survenue de l'IRC terminale et donc la mise en dialyse, avec un co-bénéfice théorique franc en terme d'impact carbone . La diminution du nombre de patients incidents en dialyse en France ces dernières années irait également dans ce sens .



En insuffisance rénale terminale

Une bonne orientation des patients :

Les patients doivent être informés de la manière la plus éclairée possible sur les différents traitements possibles en cas de progression vers l'IRC terminale. Bien qu'aucune comparaison directe de l'impact environnemental des différentes techniques ne soit actuellement disponible en France,

Afin de permettre la mise en place la plus précoce possible de ces mesures, il est indispensable de permettre un recours rapide au néphrologue dans la prise en charge des patients souffrant d'une pathologie dysmétabolique, et d'une connexion étroite entre néphrologues et médecins généralistes.

il semblerait, selon des publications australiennes et canadiennes, que l'hémodialyse chronique en centre constitue la modalité ayant l'impact global (carbone, déchets, eau, etc) le plus important.

Quelle que soit l'orientation décidée, de nombreuses actions sont possibles pour limiter l'impact de ces traitements.

La dialyse incrémentale

En plus du bénéfice pour le patient en termes de qualité de vie, elle permet également de limiter le nombre et la durée des séances si la fonction rénale résiduelle du patient le permet, et donc leurs impacts environnementaux.

La première étude randomisée, comparant des patients démarrant un programme de dialyse, ayant

une fonction rénale résiduelle, traités par 2 vs 3 séances d'hémodiafiltration par semaine a été publiée fin 2025 .

Elle conclut que la dialyse incrémentale est une option efficace, garantissant les mêmes résultats cliniques que l'HD conventionnelle ; le bénéfice sur la qualité de vie est modeste. La dialyse incrémentale concerne aussi la DP .

La dialyse à domicile

Que ce soit dialyse péritonéale ou hémodialyse, il est recommandé de privilégier chaque fois que possible (en accord avec le patient) la technique la moins impactante pour l'environnement.

La traitement conservateur

En parallèle du vieillissement de la population, de plus en plus de patients gériatriques arrivent au stade terminal. Chez ces patients, une évaluation gérontologique minutieuse associée à une information éclairée sur l'approche conservatrice

L'empreinte carbone de ces différentes modalités n'est pas encore solidement établie et pourrait être variable selon les paramètres employés, l'approvisionnement pour les traitements, etc.

permet de limiter le risque de recourir à un traitement invasif chez un patient qui ne pourrait pas le tolérer ou ne le souhaiterait pas.

Un groupe de travail de la **SFNDT** a structuré le parcours de ces patients .

La transplantation rénale

Elle doit rester le traitement de choix en 1ère intention et le plus rapidement possible pour tout patient ne présentant pas de contre-indication. La transplantation à partir d'un donneur vivant doit être privilégiée dès que possible, permettant à la fois de limiter les durées d'attente sur liste (voir

d'éviter la dialyse pour les greffes préemptives) et de maximiser la durée de vie des greffons. Les toutes premières publications sur le coût environnemental des parcours de transplantation semblent appuyer le bien-fondé de cette stratégie de traitement.

Enfin il est primordial de rappeler que la réduction de l'impact environnemental de la dialyse ou de la transplantation ne doit bien entendu en aucun cas s'accompagner d'une diminution de la qualité de la prise en charge du patient. Les bonnes pratiques rappelées ci-dessus permettent par ailleurs de mettre en évidence les bénéfices médicaux et environnementaux escomptés de la prévention primaire et secondaire, et de l'optimisation des prises en charges et parcours de soin des patients.

L'empreinte carbone du traitement de suppléance

Maryvonne Hourmant

Les quelques publications disponibles ont généralement comparé HD et DP et les études cherchant à évaluer l'empreinte carbone de la transplantation sont encore rares. Les chiffres d'une étude à l'autre peuvent paraître différents mais il est important de vérifier la méthodologie utilisée et surtout le périmètre (consommables inclus ? Médicaments inclus ? Etc ...)

Après une première estimation à **9 tCO₂e** par an et par patient dialysé en centre, l'empreinte carbone de l'HD, calculée sur une vingtaine de centres français, est mesurée à **7,5 +/- 1,8 tCO₂e** (Hafsah Hachad. Communication orale Congrès SFNDT 2024) « Le Bilan Carbone de l'hémodialyse en centre : résultats et perspectives d'une étude multicentrique française ».

Les postes principaux sont les DM et les transports des patients. Il n'a pas encore été réalisé en France d'étude similaire pour la DP, en dehors d'une courte série pédiatrique n'ayant pas trouvé de différence significative entre HD et DP sauf pour la consommation d'eau .

Des publications britanniques et australiennes sont cependant disponibles. Les Australiens en particulier ont comparé les différentes modalités de l'HD et de la DP .

- L'HD en centre est la plus émettrice de GES, **4814 kg CO₂e/an/patient** vs l'HD à domicile, **2980 kg CO₂e/an/patient (- 41 %)**.
- La DPA émet plus que l'HD à domicile, **3339 kg CO₂e**. La DPCA est la technique la moins émettrice, **1969 kg CO₂e/an/patient** (soit vs HD en centre **- 59 %**).

Dans cet article aussi, l'évolution des émissions de GES de l'HD à domicile a été calculée en fonction de la durée et de la fréquence des séances de dialyse, mais aussi en fonction du débit du dialysat. Il est constaté que passer la durée d'une séance de 4 à 6 ou 8 heures a peu de conséquences sur l'empreinte carbone contrairement à la fréquence des séances (3 à 6 par semaine) qui a un impact plus marqué. Quel que soit la modalité, le principal contributeur est le consommable (transporté parfois sur de très longues distances). Pour l'HD en centre, comme attendu, le transport des patients est le deuxième poste. Des nouveautés technologiques comme la fabrication du dialysat à domicile ou l'utilisation de sorbants permettant de dialyser avec des quantités réduites d'eau, à la fois en HD et en DP, devraient rendre ces traitements plus éco-responsables .

Deux études publiées en 2025 évaluent l'empreinte carbone de parcours de soins du patient en IRC avancée où est incluse la transplantation, ce qui est l'occasion de la comparer à la dialyse, HD et DP.

- L'étude de Garcia Sanchez avait pour but de définir un cadre pour l'étude d'un parcours de soins en prenant la MRC comme modèle. Pour cela, il a utilisé des données déjà publiées et de la base Ecoinvent de 10 pays. Sont aussi prises en compte les émissions de GES d'une journée d'hospitalisation en soins intensifs ou conventionnelle, un passage par les urgences, la consultation d'un médecin généraliste ou spécialiste.

Il confirme les émissions à **1,3-1,8 tCO₂e** pour la DPCA et **4,3-5,5 tCO₂e** pour la DPA.

Surtout il rapporte pour la première fois les émissions de la transplantation à **0,3-2,2 tCO₂e** par patient et par an.

La transplantation de donneur vivant est moins émettrice de GES que la transplantation à partir d'un donneur décédé.

- La deuxième étude est une ACL comparative de la transplantation rénale à partir d'un donneur décédé, l'HD en centre et la DP, réalisée sur une année à partir des données du Vancouver General Hospital (Colombie Britannique, Canada). L'HD a le plus fort impact environnemental et la transplantation le plus faible pour tous éléments de l'ACL considérés.

L'impact de l'HD sur le climat est **74 %** et **46 %** plus important que respectivement la transplantation et la DP. L'impact de la DP porte principalement sur la consommation en eau, équivalente à celle de l'HD, ainsi que sur la consommation de métaux. La transplantation a, elle, des conséquences d'écotoxicité terrestre. Dans tous les cas, le déplacement des patients et du personnel ainsi que les consommables sont les plus grands contributeurs à l'émission de GES. Cette étude apporte des informations intéressantes mais a ses limites dans la mesure où beaucoup de paramètres, comme le transport des consommables et surtout les médicaments, ont été exclus de l'analyse. De plus, celle-ci est présentée comme représentative d'une région avec ses pratiques, ses ressources et sa population de malades rénaux.

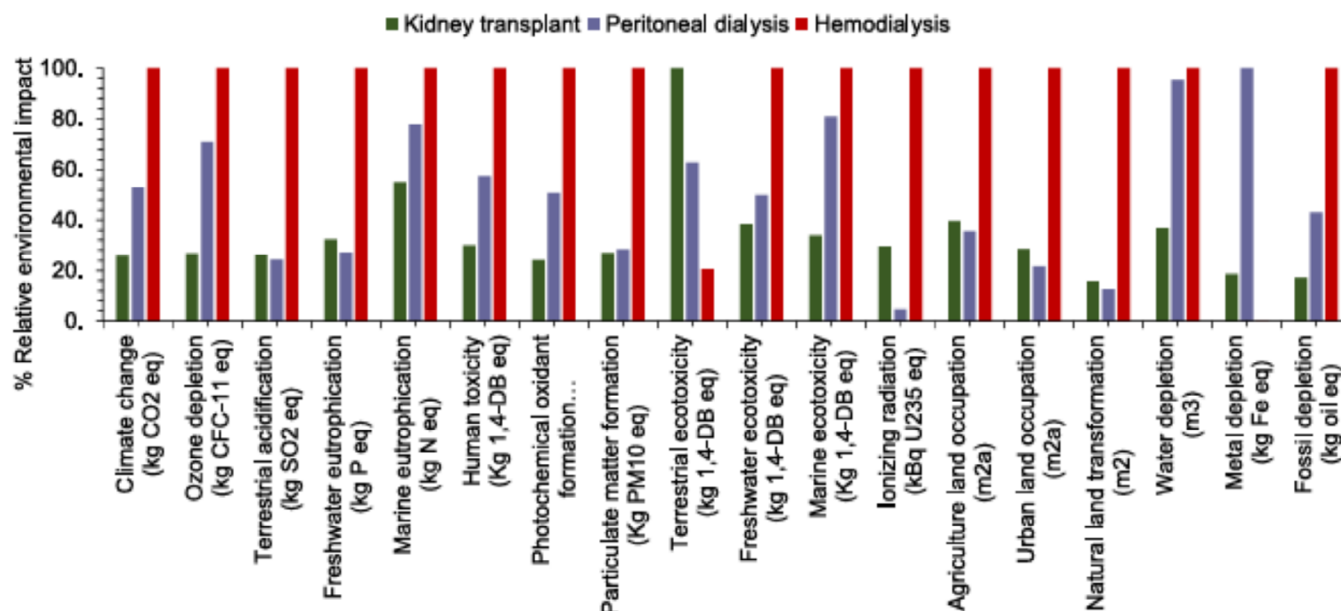


Figure 3 : Illustration of lifecycle environmental impacts of kidney replacement therapies (midpoint impact categories) measured for different environmental categories in addition to carbon emissions.

Au total

L'évaluation de l'empreinte carbone des techniques de remplacement rénal apporte des arguments en faveur de la DP et de la transplantation rénale. En France, la dialyse à domicile, qui est principalement basée sur la DP, est insuffisamment répandue : **7 %** des patients dialysés vs **14 %** en moyenne en Europe. Sa faible empreinte carbone au regard de celle de l'HD est un argument supplémentaire fort pour la développer. Sur un plan purement écologique, la DPCA devrait être privilégiée. Pour les patients qui en relèvent, la transplantation rénale est l'option la plus écologique.

Les leviers d'action pour gérer sa consommation d'eau

Charles Chazot, Alain Birbès, Romain Vial, Maryvonne Hourmant



Ces leviers reposent sur le motto « Réduire, Réutiliser Recycler » utilisé par Molano-Trivino et al en 2017³. La Figure ci-dessous montre la complexité du traitement d'eau nécessaire pour fabriquer le dialysat permettant l'épuration des toxines accumulées en raison de la MRC et apporter des éléments manquants (bicarbonates, calcium,...) en toute sécurité pour les patients. Chaque composant de cette cascade de dispositifs a son propre impact environnemental rapporté dans la figure³. Pour ce qui est de l'eau

consommée par cette installation, l'osmose inverse et la désinfection du dispositif sont les plus significatifs et développés ci-dessous.

À côté des petits gestes pour économiser l'eau largement décrits dans la première version du Guide, voici les actions qui nous apparaissent les plus marquantes pour l'économie d'eau. Il faut garder à l'esprit que l'évolution du matériel permet des améliorations significatives comme cela est décrit plus loin, en particulier pour les osmoseurs et les générateurs.

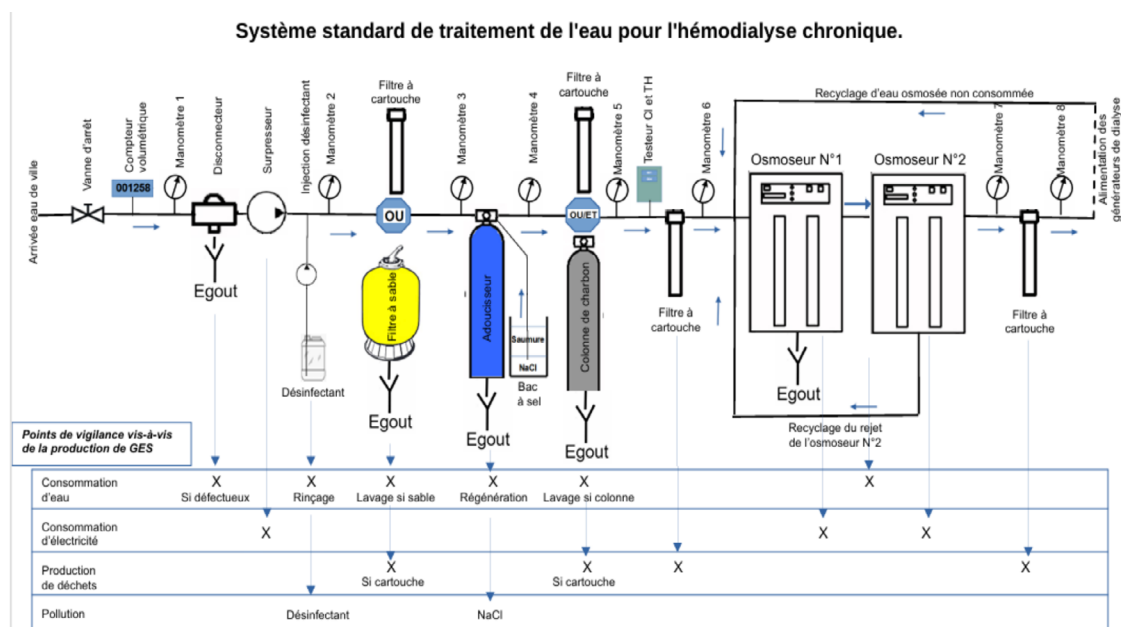


Figure 3 : Le traitement d'eau (Alain Birbès)

1. Choisir des générateurs de dialyse économes en eau

Certains générateurs de dialyse sont moins consommateurs en eau avec un système qui permet d'interrompre ou réduire la circulation du dialysat une fois que le dialysat et le générateur sont prêts après la phase de tests et avant que le patient ne soit branché. Ce temps peut être significatif (retard du transport, temps d'installation, de lavage du membre supérieur et désinfection de la zone

de ponction). L'arrêt automatique de la circulation du dialysat permet de limiter le rejet à l'égout de dialysat frais avant que le branchement ne soit effectué permettant une économie en eau et en concentré acide et bicarbonates. Cette fonctionnalité doit être prise en compte lors du renouvellement du parc de générateurs dans une unité de dialyse.

2. Renouveler les centrales de traitement d'eau

Les dernières générations de systèmes de traitement de l'eau pour l'hémodialyse présentent une meilleure efficacité (taux de récupération des membranes de l'ordre de **30 %** il y a quelques décennies à **80 %** environ actuellement) et donc des quantités de rejet plus faibles. En France selon une enquête récente du Groupe Néphrologie Verte éditeur du Guide, un tiers des structures étaient équipées avec un traitement d'eau de 15 ans ou plus. Ainsi, le choix d'un système d'OI avec un taux de récupération élevé et un faible taux de rejet est une stratégie très efficace pour réduire largement et durablement la consommation d'eau. De plus, les systèmes surdimensionnés entraînent un gaspillage excessif d'eau. D'autres mesures incluant la réparation des fuites, l'utilisation de régulateurs de débit, le recyclage du rejet du second osmoseur et l'optimisation de la sélection et de

l'agencement des membranes d'OI, l'optimisation du fonctionnement des dispositifs de pré-traitement, adoucisseurs et déchlorateurs ainsi que la surveillance des disconnecteurs, permettent de compléter ces économies (nous les estimons de l'ordre de 15-20%).

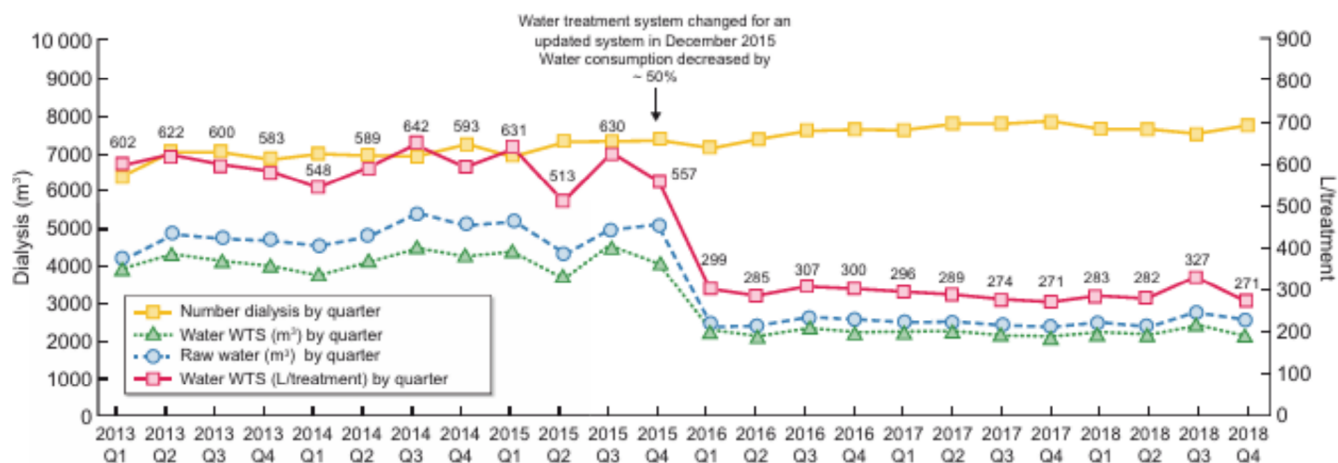


Figure 4 : Possibilité d'économie d'eau avec le changement du système d'osmose inverse pour un système plus récent selon l'expérience de NephroCare (Figure extraite de la référence)

3. Optimiser la désinfection des traitements d'eau et des générateurs

La désinfection régulière du système de traitement de l'eau, depuis le prétraitement jusqu'aux appareils d'OI) et aux machines de dialyse, par voie chimique, représente une autre cause importante de consommation d'eau en hémodialyse, en raison des besoins de rinçage. La désinfection thermique, plus économe en eau, doit être recommandée.

Récemment, Couret a rapporté une diminution de la consommation d'eau de **14 à 20 %** dans quatre unités de dialyse satellites grâce à l'ajustement de la fréquence hebdomadaire de désinfection des boucles et du système d'OI, à l'optimisation de l'efficacité de ce dernier et du volume de rinçage des boucles, sans incidence sur les exigences de qualité de l'eau.

Dans de nombreux centres de dialyse, des désinfections thermiques des générateurs sont réalisées le matin, avant l'arrivée des professionnels et des patients, afin de garantir une désinfection récente

du matériel avant son utilisation. Il semble utile de rappeler que, selon les recommandations des fournisseurs de générateurs de dialyse, une désinfection est considérée comme valide pendant un délai de **72 heures** entre deux séances de dialyse. La réalisation systématique d'une désinfection thermique le matin même n'apporte pas nécessairement de bénéfice supplémentaire en termes de sécurité. En revanche, ces pratiques ont un impact environnemental non négligeable, tant en consommation d'eau et de détartrant, qu'en consommation électrique.

La Société Australienne et Néo-Zélandaise de néphrologie a rapporté que l'ajustement du calendrier de désinfection des appareils de dialyse dans une unité de **100 patients** hémodialysés (équivalent de 15600 séances par an), a permis de réduire de plus de **8000** le nombre de procédures de désinfection sur un an, avec une diminution significative de la consommation d'eau de plus

de **160000 litres** (sans compter les économies de **6,4 MWh** d'électricité et **720 litres** de solution d'acide citrique, représentant une économie de **2 400 \$** sur les produits). A domicile, le nombre de procédures a été réduit de moitié.

Enfin, la norme A0 (mesure de l'inactivation microbienne lors de la désinfection par chaleur humide) automatisée dans certains dispositifs est une source d'économie d'eau et d'énergie (voir le chapitre Energie).

4. Réduire le débit du dialysat et comment prescrire son hémodialyse

La clairance de l'urée est associée au débit du dialysat (QD) mais ce dernier n'a pas d'impact significatif sur celle des molécules de poids moléculaire plus élevé telle que la B2-microglobuline. Dans une enquête récente de notre groupe sur la prescription du débit de dialysat dans les centres de dialyse français (77 réponses), l'hémodialyse standard était réalisée avec QD uniforme chez **83 %** des répondants, à **500 ml/min** chez **91 %** d'entre eux. Un QD défini en pourcentage du débit sanguin (QB), grâce à un système permettant d'ajuster automatiquement le débit de dialysat en fonction du débit sanguin effectif pendant le traitement (par exemple système Autoflow de Fresenius Medical Care), était utilisé chez **16 %** des patients sous hémodialyse standard, et plus fréquemment lors de la prescription d'hémodiafiltration en ligne (**30 %**), généralement avec un ratio QD fixé à **1,2-1,5 x QB**. Théoriquement, la réduction du QD de **500 à 400 ml/min** permet d'économiser **24 litres** de dialysat lors d'une séance d'hémodialyse de 4 heures, soit une économie potentielle d'environ **60 à 100 litres** d'eau prétraitée par séance, selon l'efficacité du système d'OI

prétraitée par séance (économie de **9 à 16 m³**/patient/an). Les résultats des études de réduction du débit de dialysat publiées sont résumés dans le tableau . Dans l'étude **FLUGAIN**, incluant **46** patients de moins de **65 kg**, Molano-Trivino et al n'ont pas observé, en comparant deux périodes de 4 semaines, d'impact délétère de la réduction du QD de **500 à 400 ml/min** sur le Kt/Vurée, le potassium et les phosphates. Une analyse à long terme (5 ans) n'a pas mis en évidence de diminution de la survie avec un QD réduit à **400 ml/min** mais sur une population de patients sélectionnés sur le poids. Des études plus récentes ont rapporté l'effet d'une réduction du QD de **500 à 300 ml/min**, avec des résultats contradictoires concernant le Kt/Vurée et le potassium . Dans l'attente d'essais prospectifs et de long terme, nécessaires pour évaluer la sécurité d'un QD réduit, avec l'accord des patients dûment informés, le QD peut être réduit et individualisé à des fins environnementales en fonction des besoins de dialyse et avec une stricte surveillance clinico-biologique

pour ne pas exposer le patient à une épuration insuffisante. Une étude multicentrique française sur **13** centres et incluant **250** patients randomisés pour un Qd à **400** vs **500 ml/min** aura lieu en 2026. Le travail aura lieu sur 1 mois pour s'assurer que cette réduction de débit garde les patients en sécurité en termes de qualité de dialyse.

L'hémodiafiltration en ligne (HDF-OL) augmente la consommation d'eau, en ajoutant au volume de dialysat habituel, celui nécessaire pour optimiser la part convective des échanges. Selon Maduell et al. , les bénéfices cliniques de l'HDF-OL post-dilution, méthode le plus utilisée, sont obtenus si le volume convectif est d'au moins **23 litres** par séance, comme l'a confirmé ultérieurement l'étude **CONVINCE**. Ceci correspond approximativement à un minimum de **21 litres** de dialysat ultrapur infusé. À partir des données de l'étude **CONVINCE** et du réseau de dialyse **NephroCare®**, Canaud et al. ont calculé que l'HDF-OL post-dilution avec autoflow (QD ajusté au débit sanguin ; rapport de 1,1 à 1,4) permet de réduire la consommation de dialysat tout en préservant le volume convectif et sans altérer la performance de dialyse évaluée par le Kt/Vurée.

Les données simulées à partir de **CONVINCE** étaient les suivantes :

- les séances d'HD standard utilisaient **125 litres** de dialysat avec un Kt/Vurée de **1,65**
- les séances d'HDF-online : **150 litres et 1,74**
- les séances d'HDF-OL optimisées avec un rapport QD/QB de 1,4 : **125 litres et 1,71**
- les séances d'HDF-OL optimisées avec un rapport QD/QB de **1,1 : 99 litres et 1,65**

Les données réelles du réseau **NephroCare®** portant sur **21031** patients ont confirmé ces estimations. L'HDF-OL permet donc potentiellement de réduire la consommation de dialysat et d'eau sans altérer le volume convectif ni l'extraction des toxines. Les performances et les résultats de la dialyse restent à étudier prospectivement avec des prescriptions permettant une réduction significative de la consommation d'eau.

Tableau 1 : Réduction du débit du dialysat. Liste des principales publications et de leurs résultats.

Auteurs & référence	Méthodes/ Durée	N Patients	Réducti on QD	Résultats/Commentaires
Kirchner et al ;1984	Etude non contrôlée sur 2 ans	20	500 à 300 ml/min	- Pas d'impact sur le poids, pression artérielle, urée sanguine, hématoctrite, créatinine, bicarbonate, potassium... - Phosphatémie en hausse entre les mois 13 et 17 puis stabilisation - Economie : \$1.38 par séance
Carlisle et al ; 2013	Etude de cohorte non contrôlée sur 8 mois	ND* - Etude au niveau de la structure	Réduction de QD de 500- 800 ml/min à un AF** de ratio 1,5	-Pas d'impact sur la qualité de dialyse - Baisse de la consommation d'eau de 9% (760m3 en 8 mois)
Albalade et al ;2015	Etude croisée prospective sur 6 mois	31 patients	-4 séquences de 6 séances - 400/500/700 and AF***	- Kt augmentant significativement avec augmentation du Qd - Pas de différence significative entre les groupes concernant le % de patients atteignant la cible de Kt - Bénéfice-patient limité avec l'augmentation du QD > 400 ml/min avec les dialyseurs utilisés dans l'étude (commentaire des auteurs)
Molano-Trivino et al ; 2018 Molano-Trivino et al 2020	-Etude de cohorte non contrôlée sur 4 semaines -Etude de cohorte non contrôlée sur 5 ans 5-year	46 patients - ND*	-De 500 à 400 ml/min -De 500 à 400 ml/min	- Pas d'impact en termes de Kt/Vurea, prise de poids interdialytique, pression artérielle, et électrolytes - Patients sélectionnés sur le poids : poids de fin de dialyse ≤ 65 kgs - Economie de dialysat par séance : 24 litres
Mbeugue et al ; 2022	-Etude prospective séquentielle sur deux semaines	20 patients stables	500 à 300 ml/min	- Reduction du Kt/Vurée avec QD à 300ml/min, sauf pour les patients avec un poids <60 kilos - Pas de variation significative du K+
RydzewskaRosolowska et al 2024	-Etude croisée rétrospective -1 à 3 mois par séquence de QD	24 patients non sélectionnés	500- 300-500 ml/min	- Kt/Vurea stable - Augmentation significative du K+ sérique - Prudence pour les patients avec kaliémie élevées
Parikh et al 2025	-Etude contrôlée rétrospective de 12 mois	433 patients	500 versus 300 ml/min	- QD : 686 versus 300 ml/min - Urée sanguine moyenne et K+ sérique comparables entre les groupes -Volume hebdomadaire d'eau par séance : 865 versus 378 litres
*: Non disponible **: Autoflow; ***: AF directement fixé par le générateur selon QB et performance du dialyseur avec un QD moyen de 507 ml/min				

5. Distribution centralisée de concentré acide et économie d'eau

La distribution centralisée d'acide est détaillée dans le chapitre « Les leviers d'action pour améliorer la gestion des déchets ».

Le choix de cette installation permet une économie d'eau substantielle.

Dans de nombreux centres de dialyse, le concentré acide est délivré au générateur à partir d'un bidon ou d'une poche en plastique de quelques litres. Dans une étude récente, Murcutt et al. ont rapporté que **80 %** des patients utilisant ce système terminaient leur séance de dialyse avec au moins **25 %** de concentré acide restants et donc gaspillés. Le passage à un système de distribution centralisée permet de réduire le volume

annuel de concentré acide nécessaire de **140** à **100 m³**, soit une économie de **40 m³**. Au Canada, le volume de concentré acide non utilisé en fin de séance a été estimé à **37 %** du contenu des bidons de 4,5 litres. Couret et al. ont remplacé les poches de concentré acide par une distribution centralisée dans un centre traitant **37** patients, ce qui a permis d'économiser **2 m³** de concentré acide par an. Selon l'étude réalisée par l'association Santelys dans son centre de Sens, l'économie de concentré serait de **6412 litres/an** (unité de 18 postes; Dr P Fricker. Communication au congrès de l'Association des Techniciens de la Dialyse. Beaune. Novembre 2025).

6. Réutiliser les rejets de l'osmose inverse

Avec les osmoseurs obsolètes, les rejets d'eau d'OI peuvent se chiffrer à plusieurs centaines de litres d'eau par séance et par patient. Cette eau perdue pourrait bénéficier à l'agriculture, particulièrement en périodes de stress hydrique. L'utilisation des rejets de l'OI est interdite en France. Dans le but de récupérer toutes les sources d'eau, un décret dit de réutilisation des eaux non conventionnelles impropres à la consommation humaine, qui incluerait les rejets de l'OI, est en cours de préparation et devrait être promulgué en 2026.

Que sait-on de la composition du rejet de l'osmose inverse ?

C'est une eau conforme aux critères de l'eau potable mais ayant une concentration élevée en sel, qui limite son utilisation. Nous donnons à titre d'exemple les résultats d'une étude de la Clinique La Dialoise à Compiègne, non publiée, rapportant une teneur en sel et en nitrates supérieure à la normale (Hubert Métayer, technicien de dialyse. Communication personnelle). La teneur en sel étant dépendante de celle de l'eau de ville et de la qualité de l'osmoseur, des dosages similaires dans

d'autres structures de dialyse sont nécessaires. Le groupe Néphrologie Verte y travaille

à la demande de la DGOS. Des données ont été recueillies dans plusieurs centres en France alimentant les possibilités de réutilisation.

Figure 5 : Composition de l'eau des rejets d'osmose inverse au centre de dialyse La Dialoise à Compiègne (H Metayer, communication personnelle)

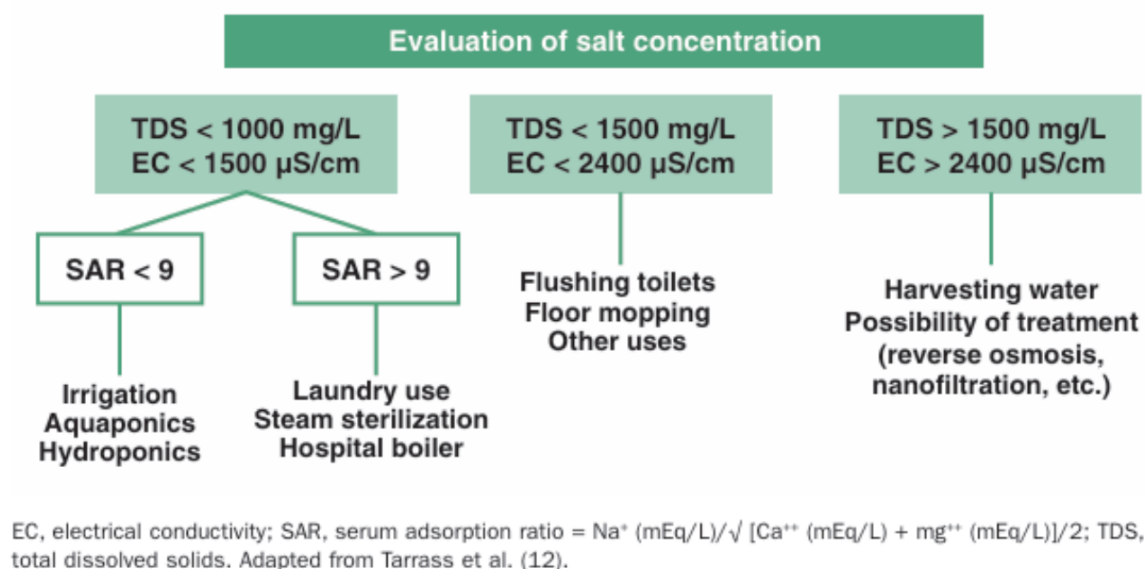
Paramètre (unités)	Eau brute = eau du réseau de distribution	Limites qualité Références de qualité EDCH CSP Arrêté du 11/01/2007	Rejets étage 1
pH	7,2		7,6
Conductivité à 25°C (µS/cm)	808	200 à 1100	1900
Aluminium (µg/L)	5	200	2,6*
Ammonium (mg/L)	0,02	0,1	0,02
Calcium (mg/L)	119		1,2*
Chlorures (mg/L)	30,6	250	72,1
Fluorures (mg/L)	0,26	1,5	0,7
Indice permanganate (mg/L)	< 0,5	5	< 0,5
Magnésium (mg/L)	21,2		0,1*
Mercure (µg/L)	<0,2	1	<0,2
Métaux lourds (mg/L)	<0,1		<0,1
Nitrates (mg/L)	23,3	50	53,3
Potassium (mg/L)	4,7		2,7
Sodium (mg/L)	13,6	200	444*
Sulfates (mg/L)	72,2	250	174
Zinc (µg/L)	< 5		< 5

Algorithme de réutilisation de l'eau issue du traitement d'eau pour hémodialyse

Bien que la réutilisation de l'eau de la dialyse soit aussi interdite au Maroc, pays fortement exposé au stress hydrique, F Tarrass propose l'algorithme ci-dessous

ci-dessous pour le choix de la réutilisation de l'eau en fonction de son niveau de conductivité et de sa composition en sodium et cations divalents .

Figure 6 : Réutilisation des rejets de l'osmose inverse. Proposition d'un algorithme d'orientation en fonction de leur composition (figure extraite de la référence)



Le décret attendu des eaux non conventionnelles impropres à la consommation humaine

Bien qu'il ne soit pas encore sorti, ses grandes lignes sont déjà connues. Les eaux rejetées par l'OI seraient, selon toute vraisemblance, autorisées pour la réutilisation au sein mais pas hors établissement. Seraient exclues les eaux issues du lavage des membranes d'osmose et les eaux de rejets des phases de désinfections chimiques de ces osmoseurs, de même que le dialysat utilisé pour le moment.

Les usages autorisés seraient : le lavage des sols intérieurs et surfaces extérieures, les toilettes, l'arrosage des espaces verts et murs végétalisés. Tout système expérimental d'utilisation d'eaux impropres à la consommation humaine ferait l'objet, avant sa première mise en service, d'une autorisation du préfet. L'autorisation devrait être renouvelée tous les 5 ans et des critères de qualité de l'eau et la fréquence de sa surveillance seront définis.

Les expériences de réutilisation

- Les études marocaines :
Tarrass montrent que la récupération des rejets de l'OI est associée à un gain d'eau et financier rapporté dans la . Dans une étude de faisabilité à grande échelle, il a calculé les gains possibles si les rejets de l'OI étaient utilisés pour la culture des pommes de terre.

La quantité d'eau disponible étant de **1,1 million m³/an** et la quantité de pommes de terre produites de **29-48 tonnes/hectare**, le gain financier serait de **8000-10 000 US dollars /hectare** et de **638 000 US dollars d'eau/an**.

Figure 7 : Gains en volume d'eau et financiers en cas de réutilisation des rejets d'osmose inverse (Tableau extrait de la référence)

Water reuse factors	Canterbury Hospital (NHS UK)	Countess of Chester Hospital (NHS UK)	Lister Hospital (NHS UK)	Midland Regional Hospital (Ireland)	Sultan Abdul Halim Hospital (Malaysia)
Reuse option	Flushing toilet	Flushing toilet, laundry, others	Hot water	Flushing toilet	Aquaponics, horticulture
Volume of water saved, m ³	0.8/hour	1460/year	3140/year	5240/year	12/day
Implementation costs, \$	19,000	14,000	7600	13,100	1047
Financial savings, \$/year	9530	3990	8000	13,600	524
Payback period, months	24	42	12	12	24

NHS, National Health Service. Adapted from Tarrass et al. (13).

En France :

- La Clinique Saint-Exupéry à Toulouse a engagé dès 2016 une réflexion sur l'utilisation des rejets de l'OI pour d'autres usages (consommation d'eau annuelle **31 000 m³** pour **57 postes**).

Deux solutions ont été mises en place : l'utilisation de bio-osmoseurs qui réinjectent l'eau dans le circuit de pré-traitement et la construction d'une cuve tampon de **3 m³**, recevant **2000 litres d'eau** à l'heure. Le circuit est en PVC. L'eau est utilisée pour alimenter les toilettes.

L'économie d'eau a été modeste (**1128 m³/an**) car toute l'eau rejetée ne pouvait être utilisée. Par contre, elle le sera en cas d'agrandissement de la clinique. L'investissement a été de **30 000 euros**, rentabilisé en 5-6 ans.

- A Marseille, la fondation de l'AP-HM, Phocéa, lance une étude pour réutiliser les **45000 m³** d'eau des dialyses évacués chaque année depuis l'hôpital de la Conception. Dans un premier temps, le rejet de l'OI pourrait être utilisé pour l'arrosage interne et pour le nettoyage de voirie (avec accord de la Mairie). Des pistes pour l'arrosage des espaces verts externes restent d'actualité et en discussion.

Le stockage de l'eau et ses contraintes

La Grande-Bretagne et l'Australie utilisent l'eau des rejets de l'osmose inverse pour l'arrosage des espaces verts. Le stockage de l'eau récupérée dans une cuve avant usage nécessite l'installation d'un circuit parallèle n'ayant aucun contact avec celui de l'eau potable. Ceci est réalisable lors de la construction d'un bâtiment neuf ou lors d'une rénovation mais s'avère difficile et coûteux dans le cas d'un bâtiment déjà construit. Il est nécessaire de mettre en balance le coût et l'usage. Le volume de la cuve de stockage doit être adapté au volume d'eau récupérable et il doit aussi être tenu compte des usages envisagés.

Un guide australien précise d'autres conditions :

- Le projet est viable pour une quantité d'eau rejetée **> 2000 litres** par semaine
- La distance entre le service de et la cuve doit être inférieure à **100 mètres**
- Pour prévenir toute prolifération bactérienne et l'eau n'étant pas chlorée, la durée du stockage ne doit pas excéder **72 heures** et la température de l'eau ne doit pas être supérieure à **18°C**. Il est donc fortement déconseillé d'installer la cuve en extérieur, exposée au soleil.

7. Récupérer le dialysat utilisé

Le recyclage des eaux usées pour sa transformation en eau potable n'est pas couramment pratiqué en France contrairement à certaines villes d'Europe (Barcelone **30 %**) ou nord-américaines (Los-Angeles **80 %**). Une étude réalisée en 2021 par le CHU de Bordeaux a révélé que le paracétamol était le médicament le plus retrouvé au niveau des stations d'épuration de la ville et que la consommation de la population en était très largement la source principale. La problématique des eaux usées hospitalières comme la récupération éventuelle du dialysat utilisé est qu'elles sont contaminées par des médicaments (antibiotiques, cytotoxiques ...).

Les dosages faits sur le dialysat utilisé lors d'une étude de faisabilité par l'Assistance Publique des Hôpitaux de Marseille montrent la présence, à des concentrations variables selon les temps de prélèvements de Paracétamol (de quelques nanogrammes à quelques microgrammes par millilitre) et des traces de benzodiazépines. Le reste des molécules testées est négatif au niveau des -prélèvements de dialysat utilisé du centre.

L'utilisation du dialysat utilisé à des fins collectives, industrielles ou agricoles est limitée par sa composition, même si la charge bactérienne répond aux normes établies. Sa conductivité élevée le rend

incompatible avec certaines activités, et sa forte teneur en sulfates et phosphates limite son utilisation pour l'irrigation. Le mélange du dialysat usé avec des eaux de rejet ou de l'eau de pluie collectée pourrait être une solution.

Le prétraitement du dialysat usé (osmose inverse, nanofiltration, déionisation, ultrafiltration) en vue de sa réutilisation n'est pas encore une pratique courante et ses impacts techniques et financiers restent à évaluer.

Par ailleurs, le dialysat usé présente d'autres propriétés intéressantes pour l'obtention d'engrais (struvite et nitrates)

et pour la récupération potentielle d'énergie thermique et hydraulique. La présence de médicaments, en particulier dans la struvite, demeure un problème à résoudre.

8. L'innovation : la régénération du dialysat

La Forward Osmosis

Une nouvelle biotechnologie basée sur la pression osmotique (forward osmosis), utilisant une membrane enrichie en aquaporines, est en cours d'élaboration. Le concept repose sur la possibilité de transférer l'eau du dialysat usé grâce aux aquaporines, à partir d'une solution de concentré acide («draw solution») permettant ainsi de régénérer du dialysat frais. À notre connaissance, cette nouvelle technologie n'est pas encore appliquée en pratique en dialyse.

La régénération du dialysat

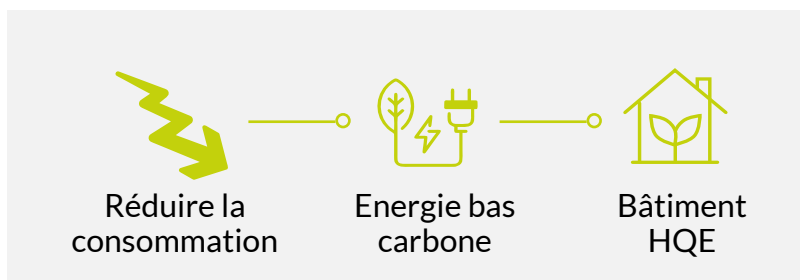
On savait avec le **REDY** (REcirculating DialYsis) que la régénération du dialysat, utilisant la technique des sorbants, est possible. Le sorbant Le **Neokidney™** reprend

ce principe. L'équipe de Caen a présenté, au cours d'une réunion sur la dialyse à domicile, la première expérience mondiale d'une machine de dialyse portable pour le domicile (Maxence Ficheux. La Dialyse à Domicile. Paris 2025). Cette machine, pesant **13 kg** (au lieu des **24-36 kg** du matériel actuel), réalise une séance de dialyse avec **4,5 litres (vs 20-30 litres)**. L'épuration obtenue est comparable à celle des machines de dialyse habituelles ; le profil sodé est stable ; les effets indésirables observés ont été mineurs (hyperammoniémies asymptomatiques et transitoires, acidose métabolique facile à corriger). Les résultats sont très prometteurs.

La gestion de l'énergie

Christophe Foucault

Les grands principes



La loi éco-énergie tertiaire

Le dispositif Eco-Energie Tertiaire (EET) (issu du Décret Tertiaire n°2029-771 du 23 juillet 2019)

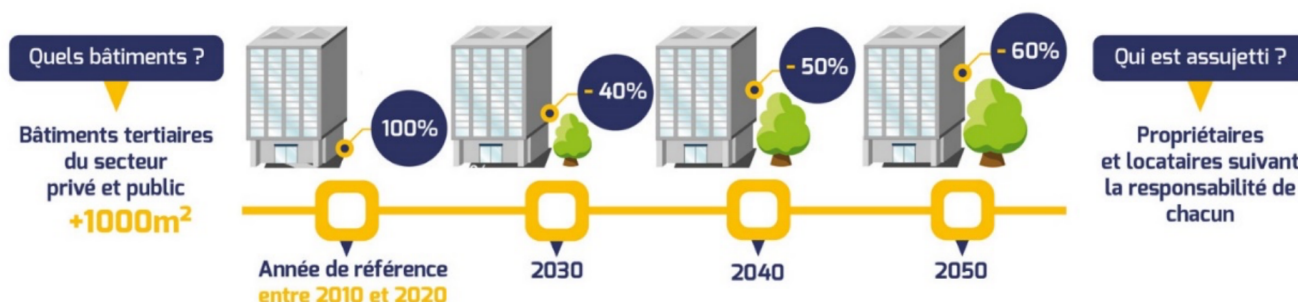
[Legifrance.fr](https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decree/2019/7/23/2019-771)

Une réglementation progressive impose une réduction des consommations d'énergie finale de l'ensemble du parc tertiaire de **-40 %** en 2030, **-50 %** en 2040 et **-60 %** en 2050 (par rapport à l'année de référence 2010). Toutes les branches du secteur tertiaire y sont contraintes. Sont

concernées toutes les constructions existantes ou neuves, dont les bâtiments ont une surface d'activité tertiaire (ou un cumul de surfaces) égale ou supérieure à **1000 m²**. Une obligation de reporting chaque année via la plateforme en ligne **OPERAT** permet de mesurer les progrès accomplis en termes d'économie d'énergie.

[Operat.ademe.fr](https://operat.ademe.fr)

Figure 8 : Schéma du dispositif Eco-Energie tertiaire



Diminuer la consommation par l'isolation des bâtiments

Quels sont les leviers d'action ?

- Amélioration de la performance du bâtiment via des travaux sur son enveloppe : isolation, menuiserie, protection solaire, etc.
- Installation d'équipements performants (chauffage, eau chaude, éclairage, etc.) et de dispositifs de contrôle et de gestion active de ces équipements.
- Optimisation de l'exploitation des équipements : contrat d'exploitation avec objectif de résultat, suivi de la gestion active des équipements, etc.
- Adaptation des locaux à un usage économe en énergie : adaptation de l'éclairage au poste de travail, extinction automatique de l'éclairage et des postes après fermeture, etc.
- Incitation des occupants à adopter un comportement écoresponsable : réduction du stockage de données informatiques, extinction des équipements, etc.

Liens pratiques :

[Ecologie.gouv.fr](https://ecologie.gouv.fr)

[Ecologie.gouv.fr](https://ecologie.gouv.fr)

calculateur-cee.ademe.fr

Les Certificats d'Economie d'Energie ou prime CEE peuvent financer les travaux d'isolation de bâtiment.

Des investissements qui sont des économies de long-terme

Les travaux d'isolation des bâtiments font partie de ces investissements qui sont des économies à long terme mais on peut aussi parler des mises en place de panneaux photovoltaïques en toiture ou en ombrière (sur les parkings). Ce sont des investissements importants mais qui sont souvent rentabilisés entre 8 à 10 ans.

Autoconsommation de la production photovoltaïque. Début 2025, **60 %** des installations photovoltaïques

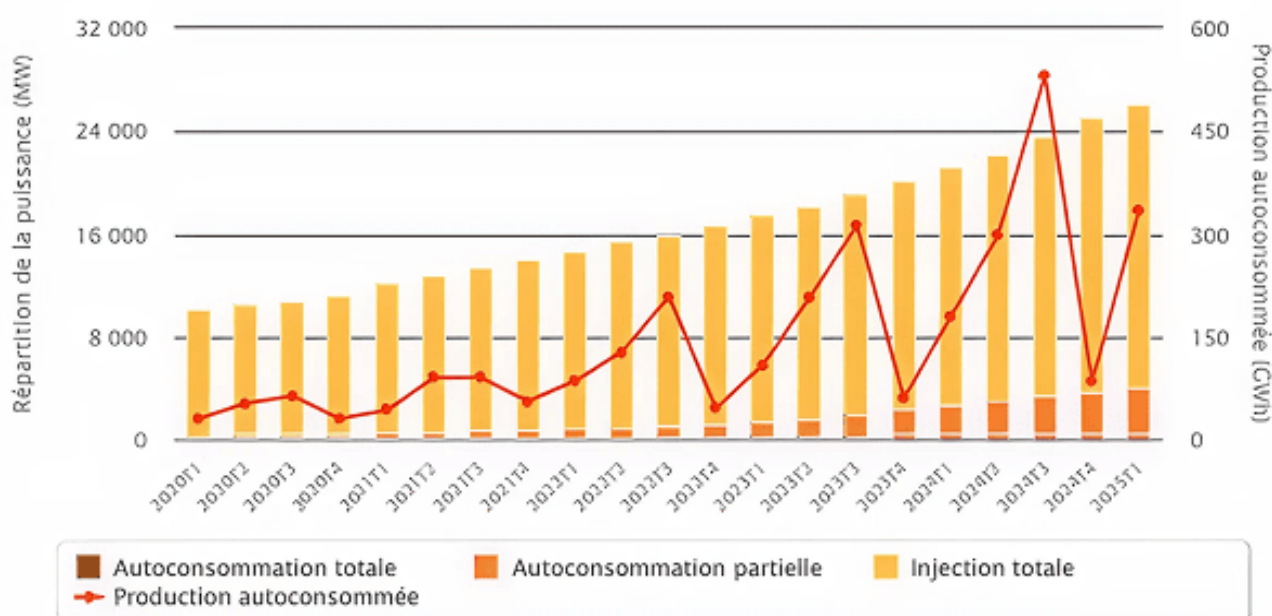
(+ **1 point** vs 2024), représentant **15 %** de la production installée (+ **0,3 point** vs 4ème trimestre 2024), produisent de l'électricité qui est entièrement ou partiellement autoconsommée. Au premier trimestre 2025, **334 GWh** d'électricité ont été autoconsommés par les producteurs soit **6,2 %** de la production photovoltaïque du trimestre.

Les installations en autoconsommation ont produit **57 GWh**, soit **17 %** autoconsommés. Elles représentent **17 %** du parc métropolitain en

autoconsommation et **10 %** du parc métropolitain total. Les panneaux photovoltaïques ont une durée de vie de **25 à 30 ans** (selon les modèles) et nous savons que le coût de l'électricité augmentera dans les années à venir,

il y a donc un potentiel d'économie à long terme. Il existe plusieurs formules soit en autoconsommation totale, soit en autoconsommation partielle et en revente du surplus mais aussi en autoconsommation collective.

Figure 9 : Autoconsommation de la puissance photovoltaïque selon le mode d'injection sur le réseau (MW, axe de gauche) et production photovoltaïque autoconsommée (Qwh, axe de droite).



Champ : France métropolitaine

Source : SDES, d'après Enedis, RTE et CRE

Les bâtiments à haute qualité énergétique

Perrine Julien, Jocelyne Rey

Le centre François Berthoux de l'Artic 42

Rappel du contexte et des objectifs initiaux.

Le centre François Berthoux (FB), mis en service à la fin de l'année 2019, a été conçu comme un bâtiment à haute qualité énergétique, s'inscrivant dans la démarche des bâtiments passifs.

Les objectifs initiaux étaient conformes aux standards les plus exigeants :

- Besoin de chauffage **< 15 kWh/m²/an**
- Étanchéité à l'air avec un indice **n50 < 0,6 vol/h**
- Consommation énergétique globale **< 150 kWh/m²/an** tous usages confondus

Ces choix répondaient à un double enjeu : performance environnementale et maintien de conditions de confort élevées pour les patients et les professionnels.

Principes techniques mis en œuvre

Le bâtiment FB repose sur une combinaison cohérente de leviers de performance :

- Enveloppe thermique renforcée suppression systématique des ponts thermiques, étanchéité à l'air soignée.
- Choix architecturaux et matériaux
- Utilisation de matériaux éco-responsables, notamment le bois, orientation optimisée du bâtiment et protection solaire par brise-soleil orientables.
- Apports solaires
- Triple vitrage sur l'ensemble des ouvrants, favorisant les apports passifs tout en limitant les déperditions
- Ventilation et confort d'été (système de climatisation dans les salles de dialyse).
- Ventilation double flux avec récupération des calories, intégration de la géothermie permettant de limiter le recours à la climatisation. La difficulté de maintenir dans la durée les paramètres optimaux de cette ventilation mécanisée complexe dans un volume le plus isolé possible (triple vitrages, condamnation des ouvertures) doit être soulignée.

- Pilotage énergétique. Gestion technique du bâtiment (GTC), assurant le suivi, l'optimisation et l'adaptation des consommations aux usages réels.

Retour d'expérience sur 5 années de fonctionnement

- Stabilité et robustesse des performances énergétiques, malgré l'évolution des usages, les contraintes spécifiques d'un centre de dialyse, et le contexte de crises sanitaires et énergétiques.
- Évolution des consommations et actions correctives

Le suivi annuel des consommations a permis d'identifier des marges d'optimisation continues.

- Actions mises en œuvre en 2024 sur le site **François Berthoux** :

- Suppression de **35** dalles chauffantes, énergivores et peu adaptées à l'usage réel
- Mise en place d'un rideau d'air d'air chaud, améliorant le confort thermique tout en réduisant les pertes
- Pistes d'amélioration identifiées pour 2025 :
 - Optimisation de l'ouverture des fenêtres du patio en période de canicule
 - Installation de détecteurs temporisés pour l'éclairage
 - Installation d'un système de climatisation dans certains locaux

Ces ajustements traduisent le passage d'une logique de performance théorique à une performance d'usage, fondée sur l'expérience réelle du bâtiment.

Enseignements après 5 ans de fonctionnement.

Les résultats observés sur la période 2020-2024 montrent une tendance globale de baisse des consommations (potentiellement jusqu'à **30 %**), malgré des fluctuations annuelles, une trajectoire compatible avec les objectifs réglementaires, la nécessité d'un pilotage fin et continu pour consolider ces résultats à long terme.

Après cinq années d'exploitation, plusieurs enseignements majeurs peuvent

- La conception passive est adaptée aux bâtiments de santé, à condition d'être accompagnée d'un suivi rigoureux.
- L'analyse des usages réels est déterminante pour maintenir la performance dans le temps.
- Les actions correctives progressives (suppression d'équipements inadaptés, optimisation de l'éclairage et du chauffage) sont plus efficaces que des investissements lourds ponctuels.
- L'implication des équipes est un facteur clé de réussite et de pérennité.

L'association **Santelys** a aussi construit à Sens un de ces bâtiments (746 m², 18 postes de dialyse) et rapporte, par rapport à un bâtiment plus ancien classique, une économie de **68 %** sur le nombre de kW h/m² consommées et **8 fois moins** de tCO₂e émises (Y Janson. Communication au congrès annuel de l'Association des Techniciens de Dialyse. Beaune. Novembre 2025). Le coût d'un tel bâtiment est de **15-20 %** supérieur au coût d'un bâtiment classique.

Des mesures spécifiques à la dialyse

- Utiliser des pompes, en particulier pour les osmoseurs, économes en électricité, exemple pompes à haut rendement et/ou à débit variable .
- Optimiser la désinfection des dispositifs par la chaleur, application de la méthode du AO^{*1}, norme EN ISO 15883

La méthode du AO permet de garantir l'adéquation du couple durée/température dans le processus de désinfection thermique. Les fabricants de systèmes de traitement d'eau préconisent généralement une dose désinfectante de 12 000 AO, correspondant par exemple à 3 h 20 à 80 °C ou à 20 minutes à 90 °C. Ces couples durée/température sont suffisants pour assurer une désinfection efficace et n'ont pas vocation à être dépassés, afin de maîtriser la consommation d'énergie électrique.

Les leviers d'action pour optimiser la qualité de l'air

Optimiser la qualité de l'air intérieur dans les établissements de santé et médico-sociaux

Jocelyne Rey, Philippe Carencio

La qualité de l'air que nous respirons à l'intérieur des bâtiments a un impact direct sur la santé, le confort et les capacités cognitives de chacun. Cet enjeu devient particulièrement crucial dans les établissements accueillant des populations fragiles, comme les crèches, écoles, maisons de retraite, hôpitaux et structures médico-sociales. Dans le contexte hospitalier, l'utilisation de nombreux produits biocides utilisés pour l'entretien des locaux et des dispositifs médicaux conduit à une dégradation de la qualité de l'air aggravée par le recyclage sans traitement chimique approprié, traitement qui n'a pas encore de

solution technique aboutie économiquement viable. Cela conduit au «syndrome des bâtiments malsains» (sick-building syndrome) identifié dès les années 1980 par les Canadiens (qui vivent enfermés l'hiver) puis en France .

Depuis le 1er janvier 2025, la réglementation sur la qualité de l'air intérieur (QAI) s'étend également aux établissements de santé, soulignant l'importance d'une surveillance rigoureuse et continue dans ces espaces de soins.

Cadre réglementaire et démarche structurée

La surveillance de la QAI est encadrée par les articles L.221-8 et R.221-30 à R.221-37 du Code de l'environnement. Elle repose sur une approche progressive et documentée, comprenant plusieurs volets complémentaires.

- La première étape consiste en une évaluation annuelle des moyens d'aération. Cette évaluation comprend le contrôle du bon fonctionnement des systèmes de ventilation, mécaniques ou naturels, la mesure du taux de dioxyde de carbone (CO₂), qui constitue un indicateur de confinement, et la vérification de l'ouverture effective des fenêtres et autres

ouvrants dans les locaux régulièrement occupés. Pour ce faire, l'utilisation d'un capteur CO₂ autonome ou l'intervention d'un prestataire spécialisé est recommandée.

- Tous les 4 ans, un autodiagnostic QAI doit être réalisé via la plateforme officielle Diag'QAI. Cette étape ne nécessite pas de mesures de polluants, sauf en

cas de doute ou de rénovation, et permet l'élaboration d'un plan d'action personnalisé, consigné dans un registre QAI accessible aux usagers et aux autorités sanitaires.

- Enfin, des mesures ponctuelles de polluants peuvent être nécessaires dans certains contextes, tels que des travaux lourds (peinture, changement de

mobilier, matériaux nouveaux), des suspicions de risques sanitaires (odeurs, plaintes, irritations) ou une non-conformité persistante au CO₂. Les principaux polluants ciblés incluent le formaldéhyde, le benzène, les particules fines (PM), le CO₂ et le radon. Ces analyses doivent être réalisées par un laboratoire accrédité **COFRAC**.

Outils et ressources disponibles

Pour accompagner les établissements, plusieurs outils gratuits et officiels sont accessibles.

- La plateforme [Diag'QAI.fr](https://diag.qai.fr) permet de réaliser l'autodiagnostic, de générer le plan d'action et de tenir le registre QAI.
- Des fiches et guides pratiques par l'ARS, de la Santé et

l'ADEME apportent également un soutien technique.

- Des simulateurs comme [Jurad-bat.fr](https://jurad-bat.fr)
- La cartographie IRSN permettent d'évaluer le risque radon des bâtiments.

Recommandations pour une mise en œuvre efficace

L'épidémie covid-19 a montré que la ventilation naturelle régulière par les ouvrants du bâti est le système le plus économique et le plus efficace pour maintenir une bonne qualité de l'air dans les centres de dialyse. Il est bon de le rappeler.

Au niveau organisationnel, il est conseillé de nommer un référent QAI par site et de centraliser tous les documents dans un registre partagé, idéalement numérique. La formation des équipes aux notions de base est essentielle :

- lecture des capteurs CO₂ diagnostic et entretien des systèmes d'aération, remplacement et nettoyage des filtres et bouches d'aération.

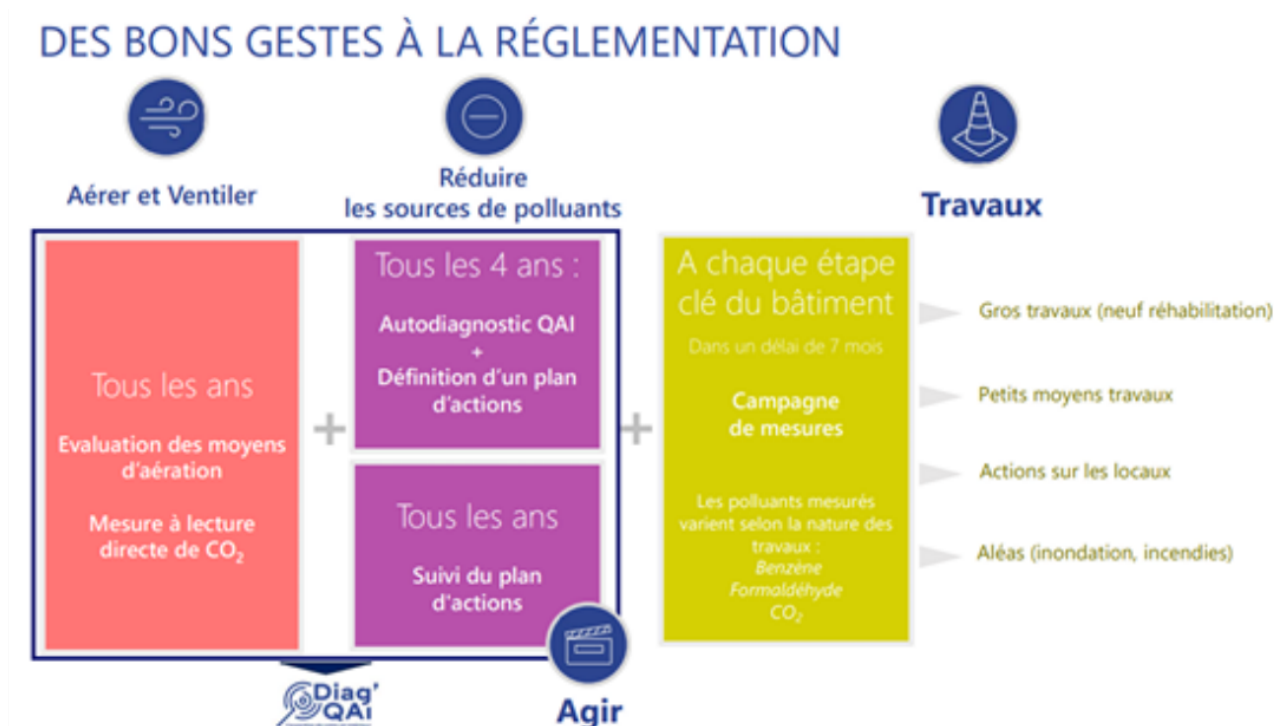
- La maintenance des systèmes de ventilation doit être rigoureuse. Les débits d'air doivent respecter les normes, les filtres être changés tous les six à douze mois selon l'usage, et des capteurs CO₂ fixes ou mobiles installés dans les zones très fréquentées. Un registre de maintenance doit être tenu à jour. La planification technique inclut la cartographie des équipements, la programmation des interventions préventives annuelles et la prévision d'un budget dédié à la QAI. En cas de pollution persistante, l'intervention d'un laboratoire **COFRAC** est

recommandée.

- Dans le cadre des marchés et projets de travaux, il est conseillé d'inclure des clauses QAI dans les appels d'offres, de privilégier des matériaux faiblement émissifs et de réaliser un diagnostic QAI après travaux avant réouverture des espaces.
- Enfin, la communication et la sensibilisation des usagers et du personnel sont essentielles :

affichage des mesures de CO₂, panneaux d'information et journées annuelles de sensibilisation.

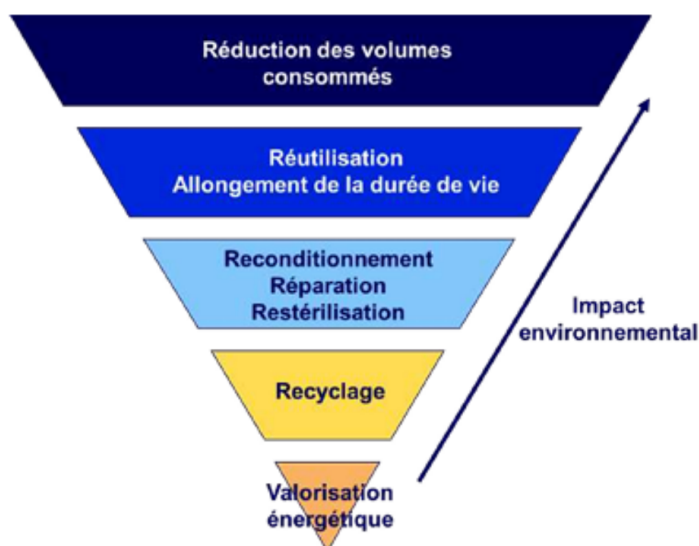
Figure 10 : Résumé de la réglementation concernant la qualité de l'air dans les établissements de santé.



Les leviers d'action pour améliorer la gestion des déchets

Didier Aguilera, Maryvonne Hourmant

Figure 11 : Levier de décarbonation des DM (Figure extraite du rapport du Shift Project « Décarbonons les industries des dispositifs médicaux »)



Réduire la production de déchets

Voici une liste d'actions qui n'est pas exhaustive.

Respecter la définition des DASRI et assimilés inscrite dans le Code de santé publique

Didier Aguilera

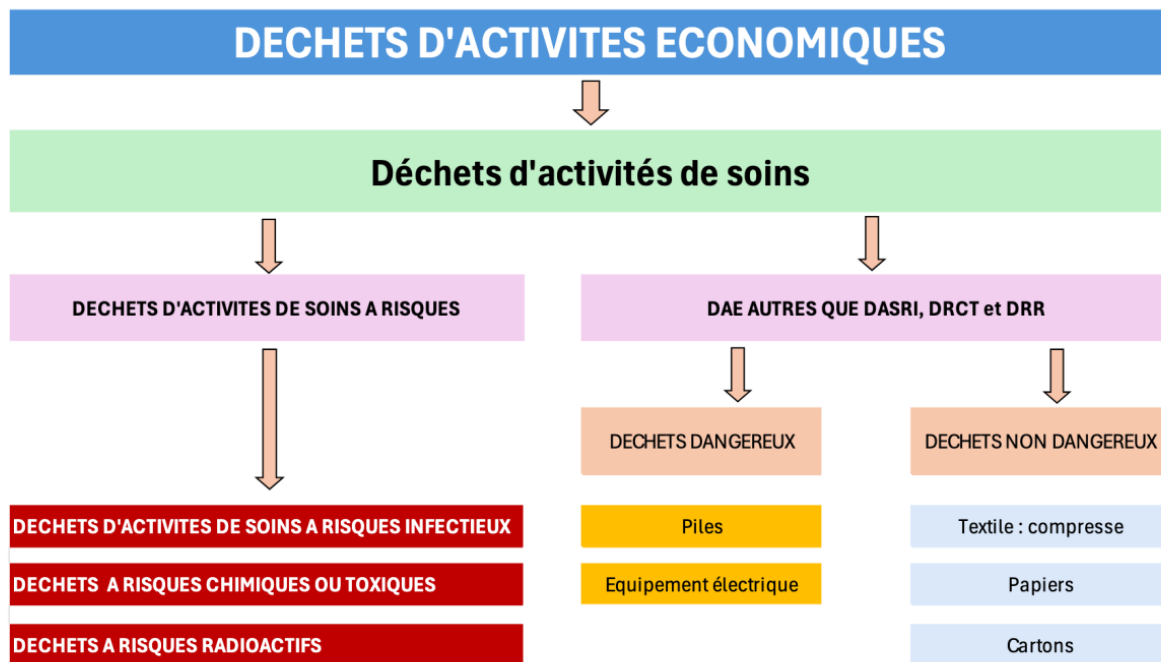
Le classement des déchets est catalogué par une nomenclature précise. Toute la difficulté est de définir précisément ce qui doit être considéré comme présentant un risque infectieux. Dans cet exercice chacun, chaque acteur représentatif a son interprétation des lois et réglementations. Les « DAE autres que DASRI, DRCT et DRR » classés « non dangereux » sont de même nature que les déchets ménagers (produits par tout un chacun) non dangereux et peuvent subir les mêmes traitements (ex : recyclage pour les déchets papiers, cartons ou plastiques).

A l'inverse, certains « DAE autres que

DASRIA, DRCT et DRR » peuvent constituer des déchets dangereux (ex : piles, les déchets d'équipements électriques et électroniques, etc.).

La gestion de ces déchets d'activités économiques est de la responsabilité du producteur initial de ces déchets introduisant de fait une prudence légitime.

Figure 12 : Les différentes catégories de déchets



La **DGOS** a publié en juillet 2025 un rapport rédigé par un groupe de travail multiprofessionnel, qui a validé la définition inscrite dans l'article R. 1335-1 du code de la santé publique mais qui donnait sujet à discussion de la part des professionnels eux-mêmes. La définition validée des DASRI est la suivante :

Les déchets d'activités de soins à risques infectieux sont des déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif, curatif ou palliatif dans les domaines de la médecine humaine (et vétérinaire) qui :

- 1° soit présentent un risque du fait qu'ils contiennent des micro-organismes viables ou leurs toxines, dont on sait ou dont on a de bonnes raisons de croire qu'en raison de leur nature, de leur quantité ou de leur métabolisme, ils causent des maladies chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants ;
- 2° soit, même en l'absence de risque infectieux, relèvent de l'une des catégories suivantes :
 - matériels et matériaux piquants ou coupants destinés à l'abandon, qu'ils aient été ou non en contact avec un produit biologique ;
 - produits sanguins à usage thérapeutique incomplètement utilisés ou arrivés à péremption
 - déchets anatomiques humains correspondant à des fragments humains non aisément identifiables.

Doivent aussi être considérés comme DASRI : les déchets d'activités de soins fortement imprégnés de sang, de sécrétions ou d'excrétions avec même en l'absence de risque infectieux.

Evaluation du risque infectieux

(avis Haut Conseil à la santé Publique)

Seuls les déchets d'activités de soins qui ont été, après évaluation clinique et/ou microbiologique, directement en contact avec un foyer infectieux avéré avec signes cliniques locaux, voire généraux, ou suspecté d'une multiplication active d'agents biologiques pathogènes nécessitent d'être orientés vers la filière DASRIA. Si l'évaluation est impossible, le déchet doit être considéré comme DASRIA. Les déchets d'activités de soins (DAS) qui proviennent d'un patient guéri de son infection ne font pas l'objet de prescriptions particulières de collecte.

Les DAS issus d'un patient BMR ne doivent pas systématiquement être orientés vers la filière DASRI. C'est uniquement si le patient, porteur de BMR, présente un foyer infectieux avéré ou suspecté.

Des exemples de DASRI :

- Un masque de soins utilisé par un patient souffrant d'une infection respiratoire ;
- Un abaisse langue utilisé pour un patient présentant une infection du rhino-pharynx ;
- Un pansement utilisé pour un patient présentant une infection cutanée ou une plaie colonisée pouvant s'infecter.
- Mais surtout :
 - Les plaies colonisées nécessitant des soins de détersion mécanique avec débridement de zones de nécrose.
 - Les DAS contenant des selles provenant des patients présentant une diarrhée d'origine infectieuse.

Par contre :

Les équipements utilisés en pratique courante pour protéger des personnes autres que le patient présentant une pathologie infectieuse (tels que les masques chirurgicaux ou les

gants utilisés pour protéger les autres patients hospitalisés) ne sont pas à considérer comme des DASRI. Le choix de leur filière de gestion est basé sur les mêmes critères que les autres déchets d'activités de soins. On peut aussi classer comme DAE.

- Les seringues non montées d'une aiguille ;
- Les sondes vésicales et poches vidangées ;
- Les tubulures de perfusion **non déconnectées** de la poche vide de perfusion.
- Les canules, masque à oxygène, sondes...
- Les sachets d'examen, plâtres...

Plus spécifiquement en dialyse

- Les lignes et membranes de dialyse d'un patient non infecté ou ayant une infection localisée sans contamination sanguine ne sont pas des DASRI.
- Le matériel de soins branchement débranchement ou pose de cathéter (hors piquant) chez un patient non

infecté n'est pas un DASRI.

- Le matériel de soins utilisé chez un patient connu comme HCV + ou porteur de l'antigène HbS doit être éliminé dans la filière DASRI.

Le rapport aborde aussi le sujet des DASRI produits à domicile, soit par les professionnels de santé, soit par les patients.

Enfin, le rapport décrit la filière que doivent suivre les DASRI afin d'être éliminés.

Réduire les DASRI dans les déchets permet de réduire la proportion des déchets dont l'élimination est la plus difficile, la plus onéreuse et celle qui émet le plus de GES. Une étude réalisée au Centre Hospitalier de Hyères montre qu'en adoptant cette définition, le pourcentage de DASRIA dans les déchets passaient de **27 à 4,5 %** (Philippe Carencio. Communication personnelle).

[🔗 Rapport](#)

[🔗 Document associé : Plaquette d'information](#)

Remplacer le matériel de soins à usage unique par du réutilisable

Maryvonne Hourmant

Le remplacement de l'usage unique par du matériel de soins réutilisable est une question incontournable dans la démarche de développement durable. Une base internationale centralisée de données, d'accès libre, dédiée à l'impact environnemental de produits de santé, HealthcareLCA database, conclut sans conteste que l'empreinte carbone du réutilisable est plus faible que celle de l'usage unique. Le réutilisable permet de réduire les émissions de GES du matériel de soins ainsi que la quantité de déchets produits. Inversement, il s'associe, dans le cas des textiles des équipements individuels, à une augmentation significative de la consommation d'eau liée à l'irrigation nécessaire à la production du coton des textiles mais aussi par le biais de la blanchisserie et de la stérilisation dont les conditions de fonctionnement

doivent être optimisées sous peine de perdre le gain écologique. Des innovations prometteuses dans la composition des textiles sont cependant susceptibles de réduire encore plus leur impact environnemental, en augmentant le nombre de lavages possibles (jusqu'à 252) et de par leur méthode de fabrication à partir de plastique recyclé consommant peu d'énergie et peu d'eau. Le groupe **Néphrologie verte** a publié une revue de la littérature sur le remplacement de l'usage unique par du réutilisable dans Néphrologie & Thérapeutique.

Identifier dans son centre de dialyse, son service et encore plus dans son unité de soins intensifs les « hotspots » de consommables pour essayer de les réduire.

Tristan vérité, Pierre Filipozzi,

Des études visant à identifier les consommables les plus utilisés et les plus émetteurs de GES de par leur nombre ont été réalisées en réanimation surtout. Cinq « points chauds » ont été identifiés : **gants non-stériles, surblouses, draps, masques chirurgicaux, seringues**. Ce type d'étude est reproductible pour un service de néphrologie, unité de soins intensifs, unité de dialyse. Les ayant identifiés, une évaluation de leur utilité réelle doit être mise en place dans le but de réduire les usages. Il a été réalisé par des membres du groupe **Néphrologie verte**. La totalité des déchets émis lors de 4 séances de dialyse témoin a été analysée, mobilisant **3** personnes sur **5** heures environ, ce qui est raisonnable. Selon le type de séance, **83** à **98,6 %** des déchets totaux récoltés étaient en matière plastique.

En dehors du rein et de la ligne de dialyse qui représentent environ la moitié du poids des déchets en dialyse (et dont la vidange doit être optimisée), les principaux déchets retrouvés lors de notre audit des déchets étaient :

- la cartouche de bicarbonate (environ 300 gr mais le poids final peut varier selon différents paramètres à savoir le poids initial de la cartouche et le volume total de dialysat généré pour la séance).

- les emballages (80 à 200 g selon le type de dialyse). le papier représentait **33** à **42 %** du poids total des emballages, le reste étant en plastique.
- la casaque chirurgicale stérile, en polypropylène : (135 g sans compter l'emballage et le papier essuie-main joint)
- les champs stériles (65 à 70 g)
- le bidon ou le sac d'acide de dialyse
- Une mention pour les lingettes, oubliées dans les recommandations de bonne pratique. Elles sont très souvent jetées sans avoir été utilisées soit parce qu'elles sont desséchées, soit parce que plusieurs lingettes sont retirées alors qu'une seule suffit. Des alternatives existent avec des lingettes réutilisables qui conviennent pour le nettoyage de la plupart des surfaces. Les lingettes imbibées peuvent être réservées à la désinfection des matériels sensibles (sondes, appareils électroniques...)

Voir aussi :

- le replay du webinaire de la **SFNDT** du 26/11/2024
- les « Green cards » du site de la **Société Française d'Anesthésie Réanimation** (SFAR)

Utilisation raisonnée des gants stériles ou non stériles.

Réduire la consommation des gants, stériles ou non, devrait avoir un impact environnemental favorable important. Les britanniques mènent actuellement une campagne appelé « Take your gloves off » et dont nous devrions prendre exemple. Le message véhiculé est que le port des gants n'est nécessaire qu'en cas de contact avec le sang ou autre liquide corporel et en cas d'effraction de la peau ; en cas de contact avec

un agent chimique comme un désinfectant ; en cas de soin chez un patient infecté. Des mains lavées et propres avec de l'eau et du savon ou nettoyées à l'alcool sont aussi efficaces que des gants dans les autres cas de figure. Le **Sustainability Nephrology Task Force de l'ERA** (European Renal Association) a publié un post sur les réseaux sociaux avec un message similaire [Figure 13](#).

Figure 13 : Quand mettre ou ne pas mettre de gants ?

[ERAkidney](#)



Repenser son set de branchement/débranchement en hémodialyse

Tristan Vérité, Pauline Dhalluin, Carole David, Pierre Filipozzi,

La réflexion sur le bien-fondé de l'utilisation de matériel à usage unique et notamment sur la composition des sets de branchement/débranchement s'intègre donc dans une démarche d'écoconception des soins et peut être réalisé au sein de chaque équipe. L'optimisation des sets de branchement et du petit matériel à usage unique est donc un moyen de diminuer la quantité de déchets émise.

Les soignants des centres de dialyse sont tous d'accord pour dire que les

sets de branchement/débranchement, même lorsqu'ils sont faits sur mesure, n'évitent pas le passage à la poubelle d'une partie de leur contenu (43 % selon le mémoire d'une étudiante en pharmacie). Une enquête réalisée par le groupe Néphrologie verte montre que le nombre de compresses utilisées pour un branchement/débranchement est extrêmement variable. Diminuer la quantité de déchets de **100 g** par dialyse permet d'éviter **15,6 kg/patient/an** de déchets ce qui à l'échelle d'un centre peut rapidement devenir systématique.

Des pratiques très diverses pour le matériel de branchement/ débranchement

Un travail (non publié) a été réalisé par le groupe Néphrologie Verte pour questionner les centres de dialyse sur leur emploi de matériel à usage unique. Nous avons obtenu de septembre 2023 à février 2024 les réponses de **62** structures (dont 57 structures en France, 2 au Luxembourg et 3 au Maroc) prenant en charge près de **4500** patients hémodialisés. Ce travail non représentatif a mis en évidence d'importantes disparités au niveau des pratiques des centres de dialyse.

Nous avons en effet relevé :

- des poids de sets de branchement pour fistule artério veineuse de **26 à 200 g** (Moyenne 92,9 g ± 46,2)

- des poids de sets de débranchement pour fistule artério veineuse de **24 à 229 g** (Moyenne 78,8 g ± 62,1)
- des poids de sets de branchement pour cathéter de **76 à 400g** (Moyenne 192,3 g ± 89,9)
- des poids de sets de débranchement pour cathéter de **30 à 300 gr** (Moyenne 152,4 g ± 94,5)

L'utilisation de casaque stérile était réalisée uniquement chez les porteurs de cathéter dans **78,8 %** des centres répondeurs. Cependant, **13 %** des centres déclaraient que l'utilisation de casaques stériles était nulle ou exceptionnelle. L'utilisation de surblouses non stériles était réalisée en cas d'isolement du patient dans une majorité de centres (61,5%). Certains centres rapportaient

toutefois une utilisation systématique ou pour les branchements et débranchement chez les patients porteurs de cathéters uniquement

L'utilisation de gants stériles était réservée majoritairement à chaque branchement et débranchement chez tout les patients quelque soit l'abord vasculaire (86,5 %) mais certains centres (13,5 %) déclaraient n'utiliser les gants stériles uniquement

les patients porteurs de cathéter.

Le nombre de champs stériles (1 à 3 au branchement et 1 ou 2 au débranchement), de compresses (moyenne $11,6 \pm 6,4$ au branchement et $8,7 \pm 3,9$ au débranchement), de seringues vides ($3,09 \pm 1,93$) et de seringues préremplies ($1,92 \pm 1,74$) utilisés était également très variable selon les centres.

Repenser les sets de branchement/débranchement : éléments de réflexion

Il ne sera pas préconisé l'utilisation d'un kit de branchement minimal. La confection d'un set de branchement/débranchement doit se baser sur les pratiques des centres et être réalisée en coordination avec les équipes médicales, paramédicales et d'hygiène.

Au delà du matériel, on rappellera que l'emploi de l'usage unique ne doit pas être un palliatif à des procédures d'hygiène insuffisantes. La formation du personnel et l'hygiène des mains sont des mesures cardinales de la prévention des infections liées aux abords vasculaires de dialyse . Une hygiène des mains inadéquate a encore été rapportée comme associée à un surrisque majeur d'infections dans une méta-analyse récente .

Éléments de réflexion dans le but d'aider les structures d'hémodialyse à repenser leurs pratiques :

- Questionner la fréquence d'utilisation des matériels présents dans les kits de branchement. Si un item est utilisé rarement (moins de 20 % des séances), ou uniquement en cas de complication, il paraît raisonnable de le supprimer du kit de branchement et de ne l'utiliser qu'en cas de besoin.
- Les seringues :
Il est possible de diminuer le poids total des déchets en utilisant une seringue préremplie de plus gros volume. Aux centres hospitaliers de la côte basque et de Saint Palais (Pyrénées Atlantiques), les seringues préremplies de **10mL de NaCl 0,9 %** ont été remplacées par des seringues de **20mL** permettant

de diminuer le nombre total de seringues.

- Les compresses :
On peut chercher à diminuer leur taille et optimiser leur nombre en fonction des besoins d'utilisation.
- Emballages :
Certains centres de dialyse utilisent un plateau ou une cupule en plastique pour avoir un réceptacle pour vider les seringues et recueillir les liquides souillés. L'opercule plastique de l'emballage extérieur du set peut remplir cette fonction au besoin.
- Champs stériles :
l'utilisation de champs stériles est une recommandation de bonnes pratiques d'hygiène en HD (RBPHH) pour la prévention des infections sur fistule ou sur cathéters. Le nombre et la taille des champs peuvent être optimisés dans une optique pour une écoconception des soins.
- L'utilisation d'un masque de type chirurgical lors des ponctions fait partie des standards de soins . L'inclusion dans les sets de branchement d'un masque chirurgical ne semble pas pertinente dans la mesure où le port du masque en service de dialyse peut devenir obligatoire, notamment en période épidémique.

- Garrot :
Celui-ci doit être à usage unique. Les garrots réutilisables ne sont pas aisés à désinfecter. Cependant, l'utilisation d'un garrot stérile n'est pas explicitement recommandée dans les RBPHH. La nécessité d'utiliser un garrot dépend de l'abord vasculaire du patient, des pratiques et habitudes de l'IDE réalisant la ponction. L'inclusion d'un garrot stérile dans les kits de branchement est donc à discuter au sein des équipes.
- Casaque chirurgicale :
A ce jour, son utilisation est recommandée pour le branchement/débranchement des cathéters d'hémodialyse dans les RBPHH. Plusieurs centres en France ont rapporté ne pas les utiliser dans notre enquête. Il n'y a pas de donnée de la littérature permettant de recommander l'abandon de la casaque chirurgicale lors des branchement/débranchement des cathéters d'hémodialyse.
- Valve sécurisée à pression neutre et pansements occlusifs : L'utilisation de valves sécurisées changées une fois par semaine a été citée par certaines équipes comme moyen de simplifier les procédures pour limiter l'utilisation de matériel à usage unique. Ainsi, l'équipe de

néphrologie du centre hospitalier de Vichy a mis en place depuis plusieurs années de nouvelles pratiques pour les patients porteurs de cathéter. Trois mois après la pose d'un cathéter avec cuff, les procédures de branchement sont allégées en s'inspirant des pratiques de dialyse péritonéale. Les pansements ne sont plus mis en place de façon systématique entre les séances d'hémodialyse. Les branchements et débranchements sont réalisés avec des gants non stériles.

Les gants stériles sont conservés uniquement le jour du changement de la valve sécurisée. Les casaques ont également été supprimées. L'équipe n'a pas rapporté d'augmentation la fréquence des

bactériémies mais a rapporté une diminution de la fréquence des irritations cutanées en regard du cathéter. Des pratiques similaires ont été rapportées par des équipes au Québec. A ce jour, il n'existe cependant pas d'étude ayant apporté la preuve de la non infériorité de ces pratiques qui sont en décalage avec les RBPHH. Une surveillance attentive de la fréquence des infections d'abord vasculaire est donc nécessaire en cas de mise en place de procédures de branchement similaires. Il est à préciser que les valves sécurisées à pression neutre n'ont pas fait la preuve définitive de leur efficacité sur la prévention des infections.

Retours d'expérience d'équipes ayant repensé leurs sets de branchement/débranchement

Centres hospitaliers de la côte basque et de Saint Palais (Pyrénées-Atlantiques)

Les procédures de branchement et de débranchement ont été révisées à l'issue d'un travail impliquant 5 IDE, 2 aides soignantes, l'infirmière référente du CLIN, la cadre infirmière du service, 1 médecin hygiéniste, 1 néphrologue.

Ancien set de branchement pour FAV	Nouveau set de branchement pour FAV	Matériel supprimé/modifié
1 masque à élastique	1 champ de table	1 paire de gants stériles
1 champ de table	1 paire de gants stériles	5 compresses stériles sur 10
2 paires de gants stériles	5 compresses stériles	1 masque élastique
10 compresses stériles	1 seringue de 10mL préremplie de NaCl à 0,9 %	1 seringue de 10mL
1 seringue de 20mL préremplie de NaCl à 0,9 % ou 2 seringues	1 champ stérile 75x90cm (pour le patient)	
1 champ stérile 75x90cm (pour le patient)	4 bandelettes adhésives	
4 bandelettes adhésives Poids 121 grammes	Poids non précisé	

Ancien set de débranchement pour FAV	Suppression du set de débranchement pour FAV avec remplacement par matériel distinct	Matériel supprimé/modifié
1 champ stérile 75x90cm (pour le patient)	5 compresses stériles, 2 pansements	Suppression du set de débranchement (donc de l'emballage)
10 compresses stériles	1 paire de gants stériles	1 champ stérile 75x90cm
2 paires de gants stériles	Compresses hémostatiques au besoin	2 paires de gants stériles remplacées par 1 paire de gants non stériles
1 seringue de 20mL préremplie de NaCl à 0,9 % ou 2 seringues de 10mL		1 seringue préremplie 20mL
2 pansements		5 compresses stériles sur 10
Poids 107 grammes	Poids non précisé	

Ancien set de branchement pour cathéter	Nouveau set de branchement pour cathéter	Matériel supprimé/modifié
1 masque chirurgical	2 paires de gants stériles	1 masque chirurgical
1 casaque stérile	1 champ de table stérile 75x90cm	1 casaque stérile
2 paires de gants stériles	1 champ troué stérile 75x75cm	10 compresses stériles 10x10cm
1 champ de table stérile 75x90cm	10 compresses stériles 10x10cm	2 seringues de 5mL (remplacées par une de 10mL)
1 champ troué stérile 75x75cm	1 seringue de 10mL	2 seringues de 10mL (remplacées par une de 20mL)
20 compresses stériles 10x10cm	2 prolongateurs	1 trocart
2 seringues de 5mL	1 seringue de 20mL préremplie de NaCl 0,9 %	1 pansement (fréquemment apportés par le patient en raisons d'allergies)
2 prolongateurs		
2 seringues de 10mL préremplies de NaCl 0,9 %		
1 trocart		
1 pansement		
1 seringue de 3mL		
Poids 263gr	Poids 197gr	

Ancien set de branchement pour cathéter	Nouveau set de débranchement pour cathéter	Matériel supprimé/modifié
1 masque chirurgical	1 paires de gants stériles	1 masque chirurgical
1 casaque stérile	1 champ de table stérile 75x90cm	1 casaque stérile
1 paires de gants stériles	5 compresses stériles 10x10cm	1 masque élastique
1 champ de table stérile 75x90cm	1 seringue de 20mL préremplie de NaCl 0,9 %	1 trocarts
10 compresses stériles 10x10cm		2 pansements
1 seringue de 20mL préremplie de NaCl 0,9 %		1 seringue de 3mL

2 prolongateurs		5 compresses stériles 10x10cm
2 seringues de 20mL préremplies de NaCl 0,9 %		
1 trocart		
2 pansements		
1 seringue de 3mL		

Groupe GBNA santé (nouvelle Aquitaine)

Ancien set pour cathéter	Nouveau set pour cathéter	Matériel supprimé/ modifié
Emballage extérieur 30x42cm	Emballage extérieur 20x28cm	1 masque chirurgical
Partie branchement : • 1 champ ouate 70x90cm • 2 paires de gants T7/8 nitrile • 1 champ 50x75cm • 1 champ troué 45x75cm • 10 compresses 10x10cm • 2 seringues 20ml • 2 seringues 5ml • 2 écouvillons • 2 cupules 60ml • 3 bandelettes • 1 pansement adhésif 5,3x7cm	Partie branchement : • 1 champ enveloppant 55x75 • 1 champ troué 44x75 • 1 paire de gants T7/8 nitrile • 20 compresses 7,5x7,5cm • 2 seringues 5mL • 1 pansement adhésif 5x7.2cm	• 1 champ ouate 70x90cm • 2 seringues 20ml • 2 cupules 60ml • 2 écouvillons • 3 bandelettes • 1 paire de gants T7/8 nitrile • Réduction de l'emballage et de la taille des champs restants • Compresses de plus petites tailles mais augmentation du nombre
Partie débranchement : • 1 emballage 21x35cm • 1 champ ouate 70x90cm • 1 champ 50x75cm • 1 paire de gants T7/8 nitrile • 6 compresses 10x10cm • 2 seringues 20mL • 2 seringues 2,5ml • 1 aiguille jaune 20G 25mm • 1 bouchon rouge • 1 bouchon bleu • 2 bandelettes double • 1 Pansement adhésif 10x20cm	Partie débranchement : • 1 emballage 17x25cm • 1 champ enveloppant 44x75 • 1 champ troué 44x75 • 1 paire de gants T7/8 nitrile • 10 compresses 7,5x7,5cm	• 2 seringues 20mL • 2 seringues 2,5ml • Réduction de l'emballage et de la taille des champs restants • Compresses de plus petites tailles mais augmentation du nombre

Ancien set pour FAV	Nouveau set pour FAV	Matériel supprimé/modifié
Emballage extérieur 21x35	Emballage extérieur 17x25	
Partie branchement : • 1 champ ouate 45x45cm • 1 champ 50x75cm • 1 paire de gants T7/8 nitrile • 6 compresses 7,5x7,5cm • 1 cupule 30mL • 1 seringue 10mL • 4 bandelettes adhésives	Partie branchement : • 1 champ 44x75 • 1 paire de gants T7/8 nitrile • 10 compresses 7,5x7,5cm • 4 bandelettes adhésives • 1 champ enveloppant 44x75	• Réduction de l'emballage • 1 seringue 10mL • 1 cupule 30mL • Augmentation du nombre de compresses
Partie débranchement : • Emballage 15x27cm • 1 paire de gants T7/8 nitrile • 1 alèse 60x40cm • 6 compresses 7,5x7,5cm • 2 pansements 5,3x7cm	Partie débranchement : • Emballage 14x20cm • 1 paire de gants T7/8 nitrile • 2 pansements 5x7,2 • 10 compresses 7,5x7,5cm	• Réduction de l'emballage • Augmentation du nombre de compresses • 1 alèse 60x40cm

Centre hospitalier de Vichy

Ancien set pour FAV	Nouveau set pour FAV	Matériel supprimé/modifié
2 Emballages 20x28 (1 extérieur + 1 emballage débranchement)	1 Emballage extérieur 20x28 cm	
2 champs enveloppants ouatés 44x75	1 champ enveloppant ouaté 44x60	2 champs enveloppants ouatés 44x75 remplacés par 1 champ enveloppant ouaté 44x60
1 champ plié ouaté 44x75	1 champ plié ouate 44x75	1 champ plié ouaté 44x60
1 champ plié ouaté 44x60	8 compresses non tissées (3 au branchement et 5 au débranchement)	12 compresses non tissées
20 compresses non tissées (10 au branchement et 10 au débranchement)	4 bandelettes adhésives	Suppression du set de débranchement et de son emballage
4 bandelettes adhésives	2 pansements adhésifs	
2 pansements adhésifs		
Hors set : • 1 paire de gants stériles • 3 paires de gants non	Hors set : • 5 paires de gants non stériles	Remplacement d'1 paire de gants stériles par 2 paires de gants non stériles (gain d'emballage et de poids)
Poids 148,65gr	Poids 72,95 gr	

L' Australian and New-Zealand Society of Nephrology

Recommande, lors des procédures d'accès à l'HD, l'utilisation de **micro-champs**, qui n'existent pas en France mais qui méritent un instant de réflexion. L'utilisation de ces microchamps en lieu et place des champs habituels a réduit de **96 000** le nombre d'articles en plastique à usage unique envoyés en décharge chaque année. Le coût par séance de dialyse a chuté de **62 %**. Il s'y associait une baisse du taux d'infection des cathéters centraux.

Optimiser la consommation et la distribution d'acide

Perrine Jullien, Jocelyne Rey

L'intérêt de la délivrance centralisée est bien étayé maintenant par plusieurs publications . Les avantages sont multiples : moins d'émission de GES, moins d'impact sur la contamination et l'eutrophysation de l'eau et utilisation réduite d'énergie non-renouvelable .

Dans une publication britannique, l'installation d'un système de délivrance centralisée d'acide a permis d'économiser **22 900 livres** sur un an et de diminuer les émissions de GES de **16,03 tonnes**. Malgré un coût initial d'installation non négligeable (430 900 livres), le retour sur investissement semble de courte durée, **163 %** en 5 ans pour une unité de dialyse.

Expérience de l'association Artic 42

L'association **Artic 42** a comparé la délivrance d'acide par poches et la délivrance centralisée par cuve. Outre la réduction du gaspillage d'acide et du temps de manutention, la production de déchets passait de 5,7 à **1,4 kg** pour les plastiques et de 23 à **14 kg** pour les cartons (données de vie réelles pour 128 patients dialysés une fois).
En pratique pas à pas : Mettre en place un système de distribution (± production) centralisé d'acide

La mise en place d'un système de distribution +/- couplé à un système de production d'acide centralisé au sein d'un centre de

dialyse de taille suffisante présente de nombreux avantages en terme de développement durable. Le schéma ci-dessous résume de façon non exhaustive les principaux avantages.

Figure 14 : Avantages de la délivrance centralisée d'acide

Cette fiche a pour objectif de vous aider à évaluer la faisabilité de la mise en place d'un tel système, mais également de vous présenter les différentes solutions proposées actuellement sur le marché. L'expérience de **l'ARTIC 42** est basée sur une délivrance par 2 cuves de **600 litres** (Octabin TM).

Etat des lieux avant mise en place du système de distribution centralisée

- Evaluer les consommations d'acide : types d'acides utilisés, volumes annuels, nombre de postes.
- Estimer les quantités inutilisées (pesée des poches ou bidons avant et après séance pour un échantillon de patients), la production de déchets plastiques et cartons.
- Capacités de stockage à la PUI.
- Générateurs de dialyse utilisés : présence/absence d'arrivée adaptée pour acide centralisé.
- Colliger les difficultés rencontrées par le personnel : troubles musculo-squelettiques essentiellement (nombre de jours d'arrêt de travail par exemple).

Lister les impératifs :

Nombre de références d'acide souhaitées.
En pratique : 1 à 3 références possibles.

Volume nécessaire

Locaux possibles d'installation du système de distribution et/ou production d'acide.

Etude de la charge au sol, mise en place d'arrivées électriques et prise informatique
Installer la(les) boucle(s) de distribution :

- Au sol.
- Au plafond avec arrivée à chaque générateur par gravité.

Equipe technique impliquée dans le projet. Difficultés techniques éventuelles au démarrage :

- Personnel dédié identifié au sein du centre de dialyse en cas de production d'acide.

- Personnel dédié identifié au de la PUI pour la réception du vrac.

Comparer les solutions et choisir selon ses besoins : Production d'acide versus livraison d'acide déjà reconstitué.

Production sur place :

- A partir de poudre + eau osmosée
- A partir de gel + eau
- Avantages :
pas de transport de liquide, nombre de livraisons réduit, très peu de déchets.
- Inconvénients :
nécessite un puisage au niveau du traitement d'eau (proximité de l'installation, mise en œuvre du puisage), quid de la responsabilité concernant la qualité de l'acide (pharmacien vs fournisseur), intervention humaine nécessaire pour lancer la production (manipulations simples et relativement rapides).

Livraison d'acide déjà reconstitué : acide « en vrac »

- Cuves d'acide sur place, remplies via camions citernes : **1000 à 3000 Litres.**
- Big bag de **500 à 1000 Litres.**
- Avantages :
simplicité d'installation, système non captif d'un fournisseur, prix d'installation souvent moins important que le système de production, responsabilité du fournisseur sur la qualité de l'acide

nombre limité de livraisons, facilité et rapidité du remplissage des cuves (7 minutes pour 1000 litres).

- Inconvénients
transport de liquide (émissions de GES), nombre de livraisons supérieur si besoin de gros volumes, encombrement potentiellement plus important, déchets un peu plus importants avec « big bag ».

Evaluer le retour sur investissement :

Frais engagés :

- Installation du système de stockage et/ou de production d'acide.
- Installation de la boucle de distribution.
- Installation des arrivées d'acide centralisé sur les générateurs.
- Alimentation électrique +/- alimentation en eau osmosée.
- Maintenance éventuelle du système.

Economies réalisées (estimation):

- Prix d'une année d'acide en poches ou bidons vs prix d'une année avec le système d'acide centralisé.
- Elimination des cartons et plastiques (filère déchets recyclables).
- Temps de manutention (pharmacie, IDE, AS).

Aides financières éventuelles (intérêt environnemental) :

- Aides régionales
- ANAP, ADEME

Expérience de l'Unité de Dialyse de Sens-Santelys

Dr P Fricker. Communication au congrès de l'Association des Techniciens de la Dialyse. Beaune. Novembre 2025

L'unité, comportant 18 postes de dialyse, a lancé une étude sur l'utilisation de la délivrance centralisée d'acide, reprenant les objectifs de la fiche focus N°8 du guide des Bonnes Pratiques pour une Dialyse Verte. La consommation d'acide est de **112 litres/j**, ramenée à **90 litres** si les fonds de contenants sont bien utilisés. Parmi toutes les options possibles, l'équipe a retenu un système de 2 cuves de **2000 litres** chacune, ayant un débit de **35 litres** d'acide à l'heure ; une autonomie de **22 à 30 jours**. L'impact environnemental a été calculé :

- Impact sur les charges portées : **6286** poches d'acide de **5,7 kg** portées au minimum 2 fois par jour résultaient en **7,16 tonnes / personnel/an**. Le gain est important puisqu'avec le système centralisé, le port est réduit à **45 kg/personne/an**.
- Impact sur le gaspillage d'acide : **6412 litres** de concentré économisés par an, soit **10,78 tCO₂e/an** non émises
- Impact sur les livraisons : système **5,43 tCO₂e/an** non émises
- Impact sur les déchets : système la délivrance centralisée utilisée ici est **7,6** fois moins polluante que les poches d'acide et **2,68** fois moins que les poches jetables. **1,7 tCO₂e** non émises.
- Une poche d'acide de **4,7 litres** représente : **63,57 g** de plastic soit **190,7 g de CO₂e** et **121,42 g** de carton soit **95,2 g de CO₂e**. **1,797 tCO₂e** est donc économisée par an. Les 2 cuves, à base de matériaux non recyclés, émettent **1,36 tCO₂e** sur leur durée de vie soit **0,090 tCO₂e** par an.
- Impact financier : Le budget total, pour une structure comportant 18 générateurs, a été de **78 000 euros**, rentabilisés en 8-9 ans (sous réserve de la stabilité du prix des poches). Intéressant à savoir : en cas de réhabilitation d'un bâtiment, la charge au sol de ce système comportant 2 cuves de **2000 litres** est de **2000 kg/m²**.

On peut rapprocher de ces modes de réduction des déchets :

- La délivrance centralisée de bicarbonate
- La délivrance du dialysat de DP à partir de conteneurs et non de poches
- la production à domicile du dialysat en HD et en DP

Réutilisation des membranes d'HD.

Hafsah Hachad

La réutilisation des membranes d'hémodialyse est interdite en France depuis la fin des années 1990 mais elle s'est poursuivie dans quelques pays émergents ainsi que dans quelques centres états-uniens. Un progrès technique avec l'ajout d'un matériel pour le lavage et la conservation des membranes incite à se poser à nouveau la question de la réutilisation des membranes. Selon l'entreprise **Ecovamed** l'empreinte carbone d'un hémodialyseur (fabriqué au Japon) est de **7,8 kg CO2e**, dont **50 %** pour les matières premières et **35 %** pour les procédés de fabrication. Une membrane peut être réutilisée jusqu'à **40 fois** pour un même patient. Une analyse de l'ACL du procédé est nécessaire avant de se lancer dans une procédure de demande de révision de

l'interdiction de la réutilisation des membranes de dialyse.

A noter :

Le Décret n°2025-895 du 4 septembre 2025 relatif à l'expérimentation du retraitement de certains dispositifs médicaux à usage unique précise certaines modalités de mise en œuvre de l'expérimentation prévue à l'article 66 de la loi de finances pour 2024.

L'expérimentation durera 2 ans et débutera le 1er janvier 2026. L'annexe du décret précise le processus du retraitement et les catégories de matériel concerné. Les membranes de dialyse n'y sont pas incluses mais il s'agit peut être d'un début de cadre pour le projet de leur réutilisation.

Prolongation de la durée de vie des générateurs.

Perrine Jullien, Jocelyne Rey

Afin de faire bouger la réglementation sur la durée de vie des générateurs, le groupe **Néphrologie verte** a réalisé un benchmark qui montre que les règles

varient suivant les pays et que la France est particulièrement restrictive. Par ailleurs, le groupe a lancé un travail collaboratif avec une

entreprise de maintenance et l'**Université des Technologies de Compiègne** pour proposer de nouveaux critères.

Le cadre réglementaire est le suivant :

L'arrêté du 31 juillet 2015 du code de santé publique fixe la durée limite d'utilisation d'un générateur de dialyse à **10 ans** en centre lourd, et **12 ans** en unité de dialyse médicalisée, auto-dialyse et dialyse à domicile. Le nombre réel d'heures d'utilisation de ces appareils n'est pas pris en compte.

Une enquête réalisée auprès des techniciens de dialyse Français, via l'**ATD**, a permis de confirmer la pertinence de ce questionnaire. **69** techniciens y ont répondu. La majorité des répondants se disent satisfaits de la durabilité des générateurs. Le nombre d'heures d'utilisation d'un appareil semble un critère plus pertinent que la simple durée de vie du générateur. Beaucoup craignent cependant une augmentation des coûts de maintenance importante.

Un benchmarking des réglementations en vigueur dans d'autres pays a été réalisé :

La France se démarque par la rigidité de cette réglementation, qui n'existe pas dans de nombreux autres pays. Pour exemple, aux Etats-Unis, au Royaume Uni, en Suisse, ou en Italie, la réglementation autour de la durée d'utilisation des générateurs d'hémodialyse repose sur une analyse de risque, l'évaluation des performances du générateur et une maintenance préventive et

curative rigoureuse, basée sur les recommandations du fabricant. Au Maroc, la réglementation repose sur un nombre d'heures d'utilisation maximale des générateurs (30 000 heures).

Pour répondre de façon plus concrète à la question de la pertinence d'un allongement de la durée de vie des générateurs, un travail collaboratif est en cours. Cinq étudiants de l'**Université des Technologies de Compiègne** se sont mis en lien avec le développeur d'une **GMAO** largement utilisée en France dans les centres de dialyse. L'extraction des données de **GMAO** de plusieurs centres devrait permettre de répondre à différentes questions essentielles à ce sujet. Le nombre de panne des générateurs évolue-t-il de façon particulière à l'approche du délai de 10 ans d'utilisation ? Le temps d'indisponibilité des générateurs est-il important ? Le coût de la maintenance est-il supportable ?

Les données sont en cours de recueil et seront disponibles très prochainement.

Quelques bonnes idées venant du terrain

- Les mugs France-Rein pour la collation en dialyse :
Au Royaume-Uni, les patients apportent, à chaque séance, leur propre tasse, vaisselle et serviette nécessaires à la collation de la dialyse. **France-Rein Pays de Loire** a essayé de lancer cette nouvelle habitude en remettant aux patients dialysés dans l'unité d'Hémodialyse chronique du **CHU de Nantes** un mug estampillé **France-Rein**.
- La gestion des couvertures en hémodialyse en centre :
Témoignage de l'Unité **d'Hémodialyse chronique du CHU de Bordeaux**.
A chaque dialyse les patients souhaitent une nouvelle couverture que nous ne sommes pas toujours en capacité de fournir. De plus les couvertures sont changées à chaque dialyse, sachant que les patients restent entre 3 et 4h30 en dialyse. Une réflexion a été menée sur la pertinence de ces changements et sur le projet de mettre en place une organisation permettant d'utiliser, pour le même patient plusieurs fois la même couverture.
Pour cela, nous avons utilisé les vestiaires existants équipés de casiers. Un casier a été attribué à chaque patient valide pour y entreposer sa couverture. Les patients prennent leur couverture à l'arrivée et les remettent dans leur casier à leur départ. Un planning de changement des

couvertures est établi tous les mois.

Bilan

- économique :
moins de transports, lavages, usure des couvertures
- écologique :
Du 01/02/2022 au 31/08/2022 : **2483** couvertures ; pour la même période en 2023 : **1267** couvertures
- humain :
Pour les patients :
Une amélioration de la qualité de dialyse et de son vécu. Ils peuvent désormais bénéficier d'une couverture pour chaque dialyse. Au niveau relationnel, les patients échangent plus dans les vestiaires et s'entraident. Le passage par les vestiaires permet aux patients ayant un cathéter de dialyse de se mettre une chemise opératoire et pour ceux porteurs d'une fistule de se laver le bras. Ils laissent leur manteau, vestes, dans leur casier et plus sur le lit. Ils ont également accès à la douche si besoin.
- Pour les professionnels :
Moins de manutention de couvertures, moins d'interruption de tâches (les patients ne demandent plus une couverture les uns après les autres).

Éliminer les déchets.

Les obligations

Après les démarches de réduction et de prévention des déchets, le tri à la source est une étape essentielle permettant d'orienter les déchets vers la filière de gestion appropriée, en vue de leur valorisation. Au même titre que tous les professionnels et établissements recevant du public, les structures sanitaires productrices de déchets y sont soumises. La collecte séparée des « DAE autres que DASRI, DRCT et DRR » concerne :

- plastique (bouteilles, flacons, etc.)
- papier/carton
- métal
- verre
- bois
- déchets de plâtre et de fractions minérales (construction/démolition)
- textiles
- biodéchets et huiles alimentaires : déchets alimentaires, déchets verts
- déchets dangereux : solvants, acides, etc.

Une démarche en 7 points est présentée :

- Je communique sur les éco-soins : **20** actions gagnantes
- Je m'autoévalue : score DD
- Je fais les bons choix légaux et fiscaux
- Je pilote mon plan d'actions
- J'active les leviers d'économie : panorama synthétique des aides
- Je pilote mes filières
- Je m'inspire des autres

L'ANAP met à disposition sur son site des documents d'information complets

 [Anap.fr](https://anap.fr)

Les achats de matériel d'occasion font aussi l'objet d'une fiche

 [Anap.fr](https://anap.fr)

Filières d'élimination des DAS (document ANAP)

L'ANAP met à disposition sur son site des documents d'information complets :

- Pour une bonne gestion des déchets produits par les établissements de santé et médico-sociaux :

 [Anap.fr](https://anap.fr)

- Article sur les biodéchets : "Agir pour limiter et valoriser vos biodéchets dans le secteur de la santé"

 [Anap.fr](https://anap.fr)

Cas particulier des DASRI

Le rapport de la DGOS de juillet 2025 sur les DASRI aborde les modalités de leur élimination, incluant les banaliseurs.

Les banaliseurs

Les banaliseurs permettent de transformer les DASRI en DAOM. Les pièces métalliques de grande taille, les déchets souillés de cytotoxiques et les médicaments non utilisés sont exclus de cette modalité de destruction. La banalisation présente des bénéfices environnementaux (réduction des émissions de collecte, réduction du volume des déchets après banalisation, possibilité de valorisation des métaux). Il y a aussi un intérêt financier, du moins lorsque le volume traité dépasse **250 tonnes**, ce qui peut conduire à mettre le banaliseuseur en commun avec d'autres établissements.

Autre obstacle, le banaliseur nécessite un local adapté et des ressources humaines. Le **CHU de Rennes** a trouvé une solution sous la forme d'une plateforme logistique où arrivent des tuyaux (vide-ordures) déservant les blocs opératoires et qui acheminent

directement les DASRI vers le banaliseur. Les économies envisagées sont de **400 000 euros** par an. Le bénéfice pour les personnes chargées de la manutention est aussi très important. Les déchets classiques et le linge sale passent par le même circuit. L'ANAP a publié en 2022 deux documents d'aide à la décision d'acquisition d'un banaliseur :

Anap.fr

Les banaliseurs se vendent très peu en France, contrairement au Royaume-Uni, sans doute en raison de leur prix. Le respect de la définition des DASRI qui réduit leur pourcentage parmi les déchets rend aussi leur utilisation moins intéressante.

Former le personnel soignant et non-soignant:

Didier Aguilera, Alexandra Ysmal

Il est nécessaire d'actualiser au regard des avis **H CSP** du 1er juin 2023 et du 3 octobre 2024, les procédures de tri internes au sein des structures de soins par des illustrations claires et didactiques validées par les instances des établissements pour répondre au cadre de définition des DASRI et des DAS.

Ces procédures internes doivent classer les matériels utilisés au sein de chaque unité en fonction des risques.

Ces formations concernent l'ensemble des personnels et doivent inclure différents chapitres :

- Général sur les objectifs du juste tri
- Définition et réglementation des DAS, DASRI...
- Matériels concernés et destination d'élimination selon le risque (cf chapitre précédent)
- Conception de documents internes d'aide au tri (exemple de scénettes Tik-Tok de vichy)
- Une mise en situation sous forme de jeux

Une journée de sensibilisation contrôle à 3 mois de la mise en place puis tous les ans permet de remotiver les équipes. Cette journée peut être couplée à une évaluation non seulement qualitative mais aussi quantitative.

Gérer les déchets de la dialyse à domicile.

Didier Aguilera, Fabrice Huré, Isabelle Ethier

Le développement de la dialyse à domicile est fortement encouragé non seulement pour répondre au besoin d'autonomie des patients mais aussi pour des raisons économiques. Sur le plan écologique la limitation des transports patients générée aussi bien par la dialyse péritonéale que par l'hémodialyse quelques soient leurs formes est évident (impact kilométrique et financier mesurable en tCO₂ économisé). Une des toutes premières études à avoir comparé l'empreinte carbone (intégrant l'élimination des déchets) de l'hémodialyse en centre versus domicile a été réalisée en Grande Bretagne en 2011 . On peut en tirer deux enseignements : l'empreinte carbone de l'HD à domicile croît avec la fréquence des séances mais pas de leur durée ; Le coût carbone de l'utilisation de machines conventionnelles versus **NxStage™** associé à une production de dialysat par **PureFlow™** est plus économe de **50 %** quel que soit la

fréquence, par rapport à une dialyse standard de 3 fois 4 heures. L'impact de l'utilisation de dialysat en poche n'a pas été mesuré. Plus récemment, une étude australienne d'analyse du cycle de vie (détaillée dans le chapitre «L'empreinte carbone des différents traitements de l'IRC avancée») arrive à la même conclusion sur l'émission plus importante de GES par l'augmentation du nombre de séances de dialyse par comparaison avec la durée des séances . Une étude de l'association **AIDER** fournit des données plus actuelles (V Cantoni. Communication personnelle. SUN 2025). Elle compare l'HD classique avec générateur, l'HD quotidienne et l'HD avec **Pure Flow**. Si la dialyse à domicile évite dans tous les cas les émissions de GES liées au transport des patients et du personnel, la logistique défavorise l'HD quotidienne qui nécessite une livraison de matériel toutes les 2 semaines contre une par mois pour les autres techniques d'HD , la quantité mensuelle de matériel

nécessaire étant, dans cette étude, de **800-1000 kg** pour l'HD quotidienne, **200 kg** pour l'HD avec générateur et **80-100 kg** pour l'HD associé à un système permettant la fabrication d'un dialysat ultra pur à partir de l'eau de ville et de concentré (le **PureFlow™** dans cette étude) . Les chiffres sont de **180-200 kg** pour la DPCA et **500-600 kg** pour la DPA. L'HD à domicile a d'autres avantages et particulièrement le **PureFlow™** qui est plus économe en eau (1 litre d'eau par séance pour fabriquer un litre de dialysat vs **60 tonnes d'eau/an/patient** pour l'HD avec générateur et **7,8 tonnes** de dialysat pour l'HD quotidienne) et en énergie (**3 kW** par séance vs **16** pour l'HD avec générateur). La prescription de dialyse à domicile quel que soit sa modalité doit questionner le lieu et volume de stockage du matériel livré, du matériel et déchets échangés lors de chaque rotation, des déchets triés et éliminés en propre par le patient.

Notre système de santé à ce jour, n'a pas mis en place de système organisé de collecte des déchets de soins du domicile comme cela peut exister en Grande Bretagne malgré de nombreuses difficultés. En France cette organisation reste à la charge des professionnels, associations de soins à domicile, aux patients eux-mêmes.

Quelques pistes de recommandations :

- Informer les patients et leurs familles des contraintes logistiques
- Accompagner les patients dans une gestion éco responsable des déchets de soin (DASRI limité aux nécessités, tri adapté à la collecte du quotidien, dépôt en déchetterie de proximité si possible par exemple pour les cartons...).
- Regrouper et réduire le nombre de livraisons pour optimiser la logistique des flux
- Faire correspondre les adaptations de protocole chaque fois que possible au calendrier prévisionnel de livraison
- Mettre en place un système de reprise des déchets lors de la livraison (les déchets collectés doivent être strictement séparés des produits en livraison).

À travers le monde, quelques initiatives de recyclage ou de réutilisation des déchets générés par la dialyse à domicile ont été rapportées :

Déchets plastiques issus de la DP rapportés par les patients et déchiquetés pour le recyclage en nouvelle résine de PVC , réutilisation de déchets plastiques pour la production de galets de plastique, réutilisation de poches de dialysat vides pour la fabrication de sacs à main et autres produits par des artisanes locales .

Savoir à quoi on s'engage quand on prescrit

Didier Aguilera

L'organisation des soins à domicile et en particulier ceux concernant la dialyse est complexe. Depuis toujours l'installation d'un patient en DP ou HD à domicile est précédée d'une visite de faisabilité permettant de valider la zone de stockage des consommables et d'organisation des lieux de soins. Il est nécessaire de compléter cette expertise en identifiant les possibilités d'entreposage des différentes catégories de déchet jusqu'à

leur enlèvement. L'éducation et la formation doit donc intégrer la gestion écoresponsable des déchets de soin (tri, choix des contenants, dépôt en pharmacie de certaines DASRI, dépôt en déchetterie des volumineux si possible...). Le pré requis implique que les prescripteurs et les équipes IDE soient sensibilisés à ces aspects (volumes de déchet générés selon la prescription, difficultés locales des filières d'élimination des déchets...).

L'exemple d'une prescription de DPCA et volume de déchets générés :

(De principe le poids de remplissage d'un sac de 100l a été limité à 3,6 kg)

DPCA double poche

Poches	Vantive 2 l	Vantive 2,5 l	Fresenius 2 l
Emballage de la poche (kg)	0,03	0,03	0,05
Poids de la poche vide (kg)	0,183	0,210	0,138
Poids du carton (kg)	0,355	0,355	0,614
Nb de poches par carton	5		4
Poids de transfert/carton en Kg	11,4	11,3	9,4
Matériel annexe/échange	Vantive		Fresenius
Bouchon... (kg)	0,06		0,03
Emballage carton (kg)	0,29		0,048
Nombre d'éléments	60		40

Déchets générés en DPCA pour 7 jours de traitement

Déchets générés en DPCA pour 7 jours de traitement*	Vantive		Fresenius	
	3*2l/j	4*2l/j	3*2l/j	4*2l/j
Poids généré en Kg Volume généré équivalent sac de 100 l de 3,6 kg	5,73 1,6	7,64 2,1	4,62 1,3	6,16 1,7
Carton en Kg Nombre de carton Volume généré équivalent sac de 100 l de 3,6 kg	1,42 4,2 1	2,485 7 2	3,07 5,2 1-2	4,298 7 2

*Un sac plastique à déchet de 100 l peut contenir 14 poches de 2 litres + matériel annexe + déchets associés (200g) pour un poids de 3,6 kg.

On peut faire le même travail pour la DPA par exemple ici avec le matériel Vantive. L'augmentation de **0,5 l** du volume de quatre échanges nocturnes implique environ **10 %** d'augmentation du poids des déchets et la collecte d'un sac de **100 l** de déchets en plus. (cf tableau page suivante).



	DPA Vantive		
Poches	2l	2,5 l	5 l
Emballage de la poche (kg)	0,03	0,03	0,05
Poids de la poche vide (kg)	0,058	0,068	0,074
Poids du carton (kg)	0,321	0,321	0,424
Nb de poches par carton Poids de transfert/carton en Kg	5 10,8	4 10,7	2 10,7
Matériel annexe/échange Bouchon... (kg) Emballage carton (kg) Nombre d'éléments	0,06 0,29 60		
Poche de drainage (Kg)	0,393		
Lignes 4 branches (Kg)	0,471		
Rallonge (Kg)	0,081		

Variation selon le schéma de prescription

Déchets générés en DPA pour 7 jours de traitement*	2 échanges de nuit et 1 de jour de 2 l	4 échanges de nuit et 1 de jour de 2 l	4 échanges de nuit de 2,5 l et 1 de jour de 2 l
Poids généré	4,62	8,80	9,42
Volume généré équivalent sac de 100 l de 3,6 kg	1,3	2,4	2,6
Carton en Kg	1,5	3,0	3,4
Nombre de carton	4,2	7	8,5
Volume généré équivalent sac de 100 l de 3,6 kg	1,2	1,9	2,4

*Sac plastique déchet de 100 l peut contenir 14 poches de 2 litres + matériel annexe + déchets associés (200g) pour un poids de 3,6kg.

Les plastiques

Contexte

Le plastique est un composant essentiel d'une grande variété de produits médicaux (seringues, cathéters, poches de perfusion, gants, blouses ou encore emballages d'instruments stériles...), en général à usage unique. Ils génèrent une quantité importante de déchets (**23 000 à 170 000 tonnes/an**) qui, à l'heure actuelle, ne sont pas pleinement recyclés et valorisés et finissent souvent par être enfouis ou incinérés. Ils font pourtant l'objet d'une filière de valorisation. L'**ADEME** dans l'étude **EVAPLUS** a essayé de déterminer les facteurs clés pour en former de nouvelles. Des initiatives et projets pilotes se multiplient aussi pour trouver des solutions de recyclage : nouvelles compositions de plastiques (exemple : matériel de DP en polyoléfines, sans PVC), économie circulaire (fabrication de ciment, systèmes de tri automatisé). Mais à date, aucune filière n'est déployée à une échelle importante. Notons qu'on questionne ici les possibilités de recyclage du plastique, et que l'incinération permet une certaine valorisation de la matière (production de chaleur et d'électricité) mais ne constitue pas une

pas une solution de recyclage. A l'origine de micro et nano-plastiques, les plastiques sont une menace pour la santé. Ils ont été identifiés dans tous les organes et sont impliqués dans la cancérogénèse, les perturbations métaboliques, l'atteinte du système immunitaire, la reproduction et l'allaitement, les pathologies cardiovasculaires. En dialyse, le circuit d'eau peut être source de micro-nano plastiques mais les filtres, sauf si ils sont abîmés, empêchent leur passage.

Une vigilance sur l'HDF, dont le liquide de substitution peut en être source ainsi que sur les poches de DP (voir le replay du webinaire Néphrologie verte du 2 décembre 2025. « Micro-nanoplastiques et atteinte rénale » Anna Peired).

L'ONG Health Care without Harm propose aux structures de santé une démarche d'audit de la présence et de la composition en plastique des matériels de soins.

Recyclage des déchets plastiques d'hémodialyse : Etude Calydial

Anne-Laure Camarroque

- **CALYDIAL** a mené un audit des déchets plastiques produits en hémodialyse : composition, poids et nombre. Chaque élément a alors fait l'objet d'une recherche des possibilités de recyclage, des initiatives existantes dans le secteur de la santé, des acteurs du territoire et des conditions de mise en œuvre
- Sans surprise, la majorité, en poids et en nombre, provient des sets de branchement /débranchement, des sets de ponction, des cartouches de bicarbonate et des dialyseurs et dans une moindre mesure, les

seringues, les poches...

Il ressort que la majorité des dispositifs médicaux contiennent plusieurs types de plastiques imbriqués et souvent non séparables manuellement : principalement du PP et du PVC, mais aussi des PETE, HDPE et 7 autres de types.

- Les lignes représentent le plus gros volume, mais leur recyclage est encore expérimental du fait de la complexité de leur composition (PVC avec additifs chimiques et parfois phtalates) et de la nécessité de les séparer du dialyseur.
- La cartouche de bicarbonate est en PP, relativement simple à recycler – la question soulevée est l'élimination préalable de son contenu.
- Les plastiques d'emballage, composés de polyéthylènes ou de polypropylène, représentent un poids marginal et un volume important. Ils sont facilement recyclables, mais leur valeur marchande est faible. Certaines agglomérations acceptent de collecter ces plastiques qui ne présentent pas de caractère médical visible et peuvent donc être mélangés aux déchets ménagers recyclables (« bacs jaunes »).
- Une filière dédiée existe pour les « plastiques durs » (polyéthylène haute densité ou polypropylène), par exemple les bouchons, cupules, clamps, pipettes de sérum. Les volumes sont faibles

mais le tri est simple pour les soignants. De nombreuses associations locales proposent de collecter ces déchets, qui sont ensuite revendus à des industriels du recyclage à des fins caritatives.

- La composition des poches est variée et souvent multicouches (PVC, polyéthylène coextrudé, polyamide, polypropylène...), donc la recyclabilité est à considérer au cas par cas.

Dans l'absolu, une filière pourrait être créée pour chacune des 8 familles de plastique, mais dans les faits la séparabilité manuelle est parfois impossible et le risque d'erreur, donc de pollution des filières, est élevé. La faisabilité par les soignants est également contestable, en termes de charge de travail, de place logistique et de compétences. Une solution semble être la mise en place d'une filière industrielle, à coût maîtrisé, permettant la collecte commune de ces plastiques, leur démantèlement dans un cadre sécurisé et leur tri et orientation dans des procédés de recyclage spécifiques, le tout sur un territoire restreint pour ne pas dégrader l'empreinte carbone du recyclage de ces plastiques. L'un des prérequis reste la recyclabilité des dispositifs médicaux en amont (séparabilité, pas de PVC, pas de phtalates...), au stade de la conception. Les enjeux sont donc économiques, logistiques, industriels, réglementaires et territoriaux, échappant de fait, au moins en partie, aux établissements de dialyse.

Conclusion :

Finalement, « Moins, c'est mieux » reste le premier réflexe pour les déchets, bien avant leur recyclabilité.

Elimination des DASRI et valorisation des plastiques

L'association de dialyse Santelys, avec la création de l'entreprise Cosmolys, traite les DASRI, les effluents des laboratoires d'analyse médicale, les produits cytostatiques.

Cosmolys propose :

- La destruction des DASRI par banaliseuse, utilisant une technique d'induction moins énergivore que la technique micro-onde habituelle (60 % moins carbonée) et leur désinfection par chauffage **1 heure à 130 °**.
- Une récupération des plastiques dans une chaîne de séparation. Le recyclage des plastiques, doit intervenir à la fois en amont et en aval de la banalisation. A l'heure actuelle, **10 %** seulement du polypropylène est valorisé mais l'objectif est de **60 %** dans les années à venir.
- La banalisation permet de transformer les DASRI en déchets du domicile qui sont généralement incinérés mais selon **Cosmolys**, l'enfouissement des DASRI peut être à l'origine d'une boucle circulaire qui augmente les possibilités de récupération de **30-40 %**.

Comme dans l'expérience de **Calydial**, **Cosmolys** souligne que l'enchevêtrement des plastiques dans les DSM rend leur séparation et récupération impossibles. La balle est dans le camp des fabricants.

L'Impact environnemental des effluents liés à l'entretien des locaux en hémodialyse

Philippe Carencio

L'entretien des locaux en hémodialyse génère des effluents contenant détergents et désinfectants dont l'écotoxicité est **5 à 15 fois** supérieure à celle des effluents urbains . Ces biocides exercent un triple impact : environnemental par altération des capacités épuratoires des stations d'assainissement , sanitaire par sélection de bactéries antibiorésistantes via des mécanismes de corésistance génétique,^{4,5} et professionnel par leur potentiel irritant et allergisant .

L'efficacité de la désinfection des sols est limitée : 2 heures après l'entretien, le niveau de contamination se reconstitue identiquement avec ou sans désinfectant .

Les revues systématiques ne démontrent aucun bénéfice sur les infections

associées aux soins .

L'éco-nettoyage propose des alternatives validées :

microfibres humides sans produit, nettoyage mécanisé à l'eau, nettoyage vapeur . Ces méthodes, fondées sur le cercle de Sinner (compensation de la chimie par l'action mécanique ou thermique), ont permis une réduction de **45 %** des produits utilisés dans 267 établissements en région PACA .

Les désinfectants doivent être réservés aux surfaces hautes fréquemment touchées et aux situations épidémiques.

Les perturbateurs endocriniens et la dialyse

Guillaume Cambien

Un perturbateur endocrinien (PE) est défini par l'**OMS** comme « une substance ou un mélange de substances exogènes qui altère les fonctions du système endocrinien et, de ce fait, induit des effets néfastes sur un organisme intact, sa progéniture ou au sein de (sous-) populations ».

Les PE ont été reliés à une réduction de la fertilité masculine, un risque accru de syndrome ovarien polykystique chez la femme, de cancer du sein

ainsi qu'à des perturbations hormonales par modification des concentrations sanguines d'hormones ; ils sont également un facteur de risque dans l'apparition de maladies cardiovasculaires, d'hypertension et de troubles métaboliques tels que l'obésité.

A ce jour, **42** substances sont reconnues comme PE avérées et **70** sont en cours d'évaluation par l'**European Chemicals Agency** (ECHA).

En France, un arrêté du 28 septembre 2023 a identifié **128** substances présentant des propriétés de PE avérées ou présumées, parmi lesquelles figurent les bisphénols et les phtalates.

Dès 2015, l'exposition au Bisphénol A (BPA) a été identifiée comme un risque majeur chez les patients hémodialysés, d'une part en raison d'une diminution de l'excrétion urinaire de ces composés et d'autre part, parce qu'il a été démontré que les séances d'HD représentaient une source d'exposition supplémentaire par voie parentérale. D'autres PE, tels que les bisphénols S et B ou les phtalates contribuent à une exposition simultanée, susceptible de générer des effets cocktails.

Les travaux menés par le Laboratoire « Ecologie et Biologie des Interactions » de l'**Université de Poitiers** et le **Centre d'Investigation Clinique** du CHU de Poitiers ont montré que le BPA provenait de l'eau ultrapure utilisée pour produire le dialysat et du liquide de substitution mais également des générateurs de dialyse (par l'intermédiaire des circuits et ultrafiltres) ainsi que des cartouches de solutés. Cette contamination conduisait à une exposition parentérale pouvant atteindre **140 ng/kg/jour**, alors que la dose journalière tolérable après exposition orale est fixée à **0,2 ng/kg/jour**. L'HDF majorait cette exposition de **112 ng/kg/jour**.

Les conséquences de ces expositions environnementales sur les concentrations sanguines du patient au cours d'une séance d'hémodialyse ont ensuite été évaluées. Les concentrations plasmatiques de BPA étaient plus élevées chez les patients

dialysés que chez des volontaires sains et que chez les patients en IRCT non dialysés (respectivement 22,5 fois et 1,4 fois). De plus, des dérivés chlorés du BPA, formés lors de la potabilisation de l'eau et susceptibles d'induire des effets cocktails, ont été détectés et quantifiés chez **14** patients en IRCT non dialysés (38,8 %) et **24** patients dialysés (37,5 %) alors qu'ils n'ont jamais été détectés ou quantifiés chez les volontaires sains.

Par ailleurs, la dialyse s'est montrée inefficace pour éliminer le BPA et ses dérivés chlorés, quelle que soit la technique de dialyse utilisée au regard des résultats pré-post. Cette étude a également confirmé le rôle déterminant de la composition des dispositifs médicaux dans l'exposition des patients. En effet, les dialyseurs composés de coques en polycarbonate et/ou de membranes en polysulfone étaient significativement associés à une exposition au BPA plus importante des patients dialysés. Enfin, les patients en IRCT non dialysés semblaient également surexposés par rapport aux volontaires sains soulignant une exposition dans leur vie quotidienne et une difficulté d'élimination urinaire.

D'autres travaux sont en cours afin de proposer des solutions visant à réduire l'exposition des patients dialysés aux PE au cours des séances d'hémodialyse.

Les leviers d'action pour le développement de la mobilité durable

Didier Aguilera

Le contexte

En 2024 6,4 millions de patients ont eu un transport remboursé par l'assurance maladie pour un coût de 6,4 milliards d'euros, en progression de 6% par rapport à 2023 (les taxis conventionnés représentent 50% des dépenses). Le remboursement lié à la prise en charge de l'insuffisance rénale représente **16 %** de ce coût et celui spécifique à la dialyse **12 %**.

En 2024 le volume de remboursement des transports a représenté **784 millions d'€** soit un coût médian par patient de **9348 €**. L'estimation non consolidé pour 2025 devrait être sensiblement la même ou en légère baisse du fait d'une plus grande proportion de transports partagés. Les dépenses de santé ne cessent d'augmenter. Le Rapport au ministère chargé de la Sécurité sociale et au Parlement sur l'évolution des charges et des produits de l'Assurance Maladie au titre de 2024 (loi du 13 août 2004) fait état d'une dépense de **927 M€** de frais de transport remboursables par l'assurance maladie. L'objectif est d'obtenir grâce au transport partagé d'une économie de **141 M€** correspondant à un taux de **15 %** de transports partagés. De plus le rapport du **Shift Projet** de 2021 confirme que les transports sanitaires se situent en quatrième position pour l'émission des GES, soit **11%** des émissions liées à la santé. Les activités associant des forts coûts de transports itératifs comme la dialyse, les traitements,

du cancer (chimiothérapie radiothérapie peuvent s'inscrire dans cette démarche.

Afin de faciliter le déploiement du transport partagé le PLFSS 2024 a introduit des contraintes financières (Article 69 - LOI n° 2023-1250 du 26 décembre 2023 de financement de la sécurité sociale pour

legifrance.gouv.fr

« Lorsqu'un patient refuse le transport partagé que lui propose une entreprise de transport sanitaire ou une entreprise de taxi conventionnée, alors que son état de santé n'est pas incompatible avec une telle solution de transport et que la proposition répond à des conditions de mise en œuvre du transport tenant en particulier aux caractéristiques du trajet et à l'organisation de la prise en charge sur le lieu de soins, ses frais de transport sont pris en charge après application au prix facturé d'un coefficient de minoration. »

En d'autres termes un patient, éligible au transport partagé, ne peut le refuser, sauf à payer un reste à charge.

Cette décision de la Sécurité Sociale est un levier inattendu et fort pour alléger les conséquences environnementales du transport des patients MRC vers leurs centres de dialyse.

Des expériences de covoiturage en dialyse

Hôpital Privé de Sarcelles

(article du Parisien du 17/04/2017)

Mise en place du transport sanitaire en covoiturage avec un mono-prestataire entre 2015 et 2019, passage de **20 %** à **61 %** de patients covoiturés et de **200 000 kms** à **119 000 km** comptabilisés soit **200 000 €** d'économie sur 5 ans (Charles-Antoine NEBHAMOU, directeur général adjoint).

AURAL stasbourg

[Anap.fr](https://anap.fr)

Déploiement opérationnel en 2024 en partenariat avec l'ARS Grand EST et l'assurance maladie dans le cadre d'une expérimentation concernant uniquement la dialyse et basé sur neuf principes de fonctionnement :

- Principe 1
Le transport partagé ne se fait qu'entre les patients qui ont un roulement de 3 jours
- Principe 2
Si un patient fait du transport partagé, il est toujours transporté avec un seul patient
- Principe 3
Les surcoûts de temps sont plafonnés à 15 minutes
- Principe 4
Si 2 patients sont transportés séparément à l'aller ils le sont aussi au retour
- Principe 5
Si 2 patients sont transportés ensemble à l'aller, ils peuvent être transportés séparément au retour
- Principe 6
L'augmentation d'au moins **20 à 30 % du CA**
- Principe 7
Transport en binôme alternés entre les transporteurs historiques
- Principe 8
Répartition équitable entre transporteurs permettant une évolution équitable des CA
- Principe 9
Adaptation aux plannings des transporteurs

Les résultats à 6 mois montrent :

7 binômes pour 31 attendus

- **550 euros** économisés par semaine soit **28 600 €/an** (2 150 €/semaine et 112 000€/an attendus)
- **50 kg CO2** économisés par semaine soit **2,6 T/an** (9,2 T/an attendus)
- **250 kms** en moins soit **13 000 kms /an** (41 600 kms/an attendus)

Etude préliminaire au CH de Vichy en 2024

Une expérimentation incluant les patients dialysés du CH Vichy a été débutée en 2024. Elle a été réalisée avec un seul prestataire de transport et n'a concerné que les trajets aller sur le périmètre de l'agglomération de Vichy avec l'appui d'une infirmière de coordination.

Les résultats à 6 mois

Pour le centre lourd le transport partagé passe de **1 %** à **19 %** des trajets aller

Pour l'unité d'auto dialyse et dialyse assistée, le transport simultané passe de **12 %** à **45 %** des trajets aller.

Les économies sont d'environ **29 531 €/an** et de **2400 km** sur le périmètre de l'agglomération de **Vichy** avec l'appui d'une infirmière de coordination.

Les Freins

- Difficulté à organiser les retours en raison des décalages d'horaires de sortie limitant rapidement l'expérimentation aux trajets aller
- Facturation défavorable quand un patient hors agglomération est covoituré avec un patient pris en charge en proximité de l'établissement avec une perte pour le transporteur limitant l'expérimentation au secteur à tarification unique
- Motiver et faire participer l'ensemble des prestataires de transport

Les leviers

- Participation active des patients anciens et nouveaux et des refus anecdotiques
- Rôle primordial de l'infirmière de coordination

- Motivation de l'entreprise de transport (gestion de sa flotte de véhicule, difficultés RH, économie de km)
- Motivation de l'équipe (parcours, information pré dialyse et soignante) comme relais d'information.

La suite

Fort de cette expérience une expérimentation plus large va débuter en 2026 à l'échelle de l'établissement.

- Création d'une cellule de régulation de flux de transport s'appuyant sur un logiciel métier
- Élargissement de la population de patients éligibles en intégrant dans un premier temps l'hémodialyse du site, les patients d'oncologie en traitement, les hôpitaux de jour de médecine.
- En s'assurant des critères d'éligibilités des patients aux transports
 - Autonomie avec 4 variables (Marche, Déambulateur, Chaise roulante, Brancard)
 - Effets personnels (Valise, sac matériel médical encombrant)

- Facteurs associés
(accompagnant, restriction comportemental ou médicale...)
- Accord patient tracé
(avance de frais, retard accepté...)
- Et des contraintes opérationnelles
 - Le lieu
 - Le jour et l'heure
 - Le temps d'accompagnement sur place

Des règles de fonctionnement définies par avance sont contractualisées entre les différents intervenants (transporteur, établissement, Assurance maladie et ARS) selon 3 grands principes :

- Le covoiturage aller (de 2 voir 3 patients) par transporteur est programmé et stable à l'échelle de la semaine.
- Le covoiturage retour est organisé à l'échelle de l'heure chaque jour et selon la disponibilité des transporteurs
- L'équilibre des adjudications est effectué en toute transparence

La sobriété numérique

Fabrice Huré, Catherine Lasseur

A savoir sur le numérique pour mieux faire

Le numérique représente environ **4 %** des émissions mondiales des GES, avec une croissance annuelle de **8 à 9 %** (source : The Shift Project, 2021 ; GreenIT.fr, 2022).

Chaque équipement compte (Données issues de l'étude Empreinte environnementale du numérique mondial (GreenIT.fr, 2019) :

- Montre connectée :
10 kg CO2
- Ordinateur portable :
162 kg CO2
- Ordinateur fixe
468 kg CO2
- Télévision :
412 kg CO2

Les équipements représentent **79 %** de l'empreinte carbone du numérique, contre **16 %** pour les datacenters et **5 %** pour les réseaux. Et c'est la fabrication qui est responsable de **78 %** de ces émissions, bien plus que leur usage quotidien (21 %) — (ADEME, 2022). La réparation reste marginale : seuls **25 %** des Français déclarent réparer leur matériel au lieu de le remplacer (Baromètre GreenIT.fr, 2023).

Un impact invisible : la consommation d'eau

La consommation d'eau du numérique est souvent invisible mais tout aussi critique que sa consommation d'énergie. Elle touche directement les ressources en eau douce, souvent en concurrence avec les usages agricoles ou domestiques dans des régions déjà en tension hydrique.

(Source : France Stratégie – Rapport « Numérique et environnement : faire de la transition numérique un accélérateur de la transition écologique », fév 2022)

Chiffres clés issus du rapport :

- Les datacenters consomment entre **1,7 et 3 millions de m³** d'eau par an en France, principalement pour le refroidissement.
- À l'échelle mondiale, la consommation d'eau des datacenters (12 000 dont 50 % aux USA) est en forte hausse et pourrait atteindre plusieurs **milliards de m³** d'ici 2030, en particulier avec l'expansion de l'intelligence artificielle.
- Exemple cité :
Le datacenter de Google à The Dalles (Oregon, USA) a utilisé environ **1 milliard de litres d'eau** potable en 2021 (The Oregonian, nov. 2022). Autre estimation : la consommation mondiale d'eau par les datacenters équivaldrait à **4-7 fois** celle du Danemark.

Gestes simples, impact réel

Voici quelques gestes faciles à adopter pour réduire votre impact numérique :

- Limiter la taille et la redondance des fichiers
- Éviter les mails inutiles, notamment ceux avec de grosses pièces jointes ou signatures graphiques
 - Organiser des journées sans mail (journée internationale sans mail est le dernier vendredi de novembre depuis plus de 10 ans)
 - Mettre des liens plutôt que des pièces jointes quand le document est disponible sur le web
- Utiliser des outils de compression ou des services de transfert de fichiers quand les PJ sont volumineuses
- Utiliser des plates formes collaboratives.
- Nettoyer régulièrement sa boîte mail, se désabonner des newsletters non lues et archiver localement
- Stockage des données : attention à l'Infobésité = réfléchir à ce que l'on stocke. Plutôt que de recourir au Cloud, stocker localement.

- Éteindre les appareils inutilisés (ordinateurs, box, imprimantes)
- Privilégier les connexions filaires plutôt que le Wi-Fi ou la 4G
- Limiter la qualité vidéo en streaming et couper la caméra lors des visios passives
- Réparer, reconditionner, réemployer réemployer ses appareils pour allonger leur durée de vie ; en clair définir une politique des achats responsables.

La téléconsultation

La téléconsultation a profité de l'épidémie Covid pour s'implanter dans la pratique médicale. Intuitivement, on se doute qu'elle permet de réduire les émissions de GES par rapport à un suivi du patient en présentiel. Encore faut-il le mesurer.

L'empreinte carbone de la téléconsultation

Une étude a rassemblé les données de **48** études, regroupant **68 465 481** téléconsultations. **691 825 tonnes de CO2** et **3 318 464 047 km** de transport des patients ont été économisés.

Une autre étude britannique a sélectionné 14 publications, qui unanimement reconnaissent la capacité de la télé médecine à réduire les GES (0.70-372 kg CO2e par consultations). Le transport des patients est de très loin la plus grande source des émissions, l'utilisation du matériel de télé médecine ayant une part très faible. La réduction est dépendante du contexte géographique et de la spécialité médicale (un centre très spécialisé recrute des patients sur une surface plus importante). Cette étude ne concernait que les soins secondaires mais des réductions de GES dans le soin primaire sont aussi possibles.

La télésurveillance en dialyse

La télésurveillance est très utile en

dialyse pour la supervision à distance des dispositifs de traitement d'eau, générateurs et cycleurs de DP, limitant les déplacements des patients en DPA ou en HD à domicile ainsi que des soignants et techniciens.

L'impact carbone de la télésurveillance des transplantés

(Présentation C Mariat. Symposium Chiesi. Congrès Bordeaux 2024)

Dans cette étude, ont été comparés **700** transplantés rénaux suivis par télésurveillance ou par suivi conventionnel sur une période de 2 ans. Les consultations étaient divisées par 2 dans le groupe télésuivi. La diminution de l'empreinte carbone, à l'échelon individuel, a été de **28 %**. Quatre profils de patients ont été définis : télésuivi avec ou sans complications, suivi conventionnel avec ou sans complications. Dans tous les cas, les transports ont été le poste principal. L'impact du digital est négligeable. A l'échelle du centre, la réduction est de **30 %** passant de **7969** à **6424 tCO2e**.

L'Intelligence Artificielle : promesses, dérives et vigilance

L'IA transforme progressivement la néphrologie et la prise en charge des maladies rénales. Elle promet des gains d'efficacité en santé ; administratif, recherche, organisation des soins, comme l'ont décrit une publication de l'**ERA** et une publication de l'**ASN**. Grâce à l'analyse prédictive de grandes bases de données, l'IA permet :

- De détecter plus tôt les risques de dégradation de la fonction rénale
- D'anticiper les hospitalisations et les complications (cardio-rénales notamment, prédiction de la survenue d'une IRA en réanimation ou post-opératoire),
- D'affiner les diagnostics
- De personnaliser les traitements (choix du moment de la dialyse, ajustement des posologies)
- D'améliorer le suivi à domicile, via des outils connectés et des alertes intelligentes.

Ces innovations offrent des perspectives majeures pour aider à la prise en charge et la qualité de vie des patients, éviter les ruptures de parcours, et rendre les soins plus efficaces.

Mais l'IA pose aussi des **questions environnementales majeures** car son coût énergétique et sa consommation d'eau sont énormes.

- Une simple requête ChatGPT consomme environ **4 g de CO₂**, contre **0,2 g** pour une requête Google (Hugging Face & MIT Tech Review, 2023). Des scientifiques estiment que l'entraînement du modèle d'IA BLOOM émet **10 fois plus** de gaz à effet de serre qu'un Français en une année.
- La consommation énergétique et en eau des IA génératives est massive, et leur impact environnemental n'est pas compensé à ce jour. Une simple requête ChatGPT consomme environ **1 litre d'eau**.

L'IA pose aussi des **questions éthiques** essentielles ?

- Quelles données sont utilisées, et avec quel consentement ?
- L'anonymat est-il garanti ?
- Les patients ont-ils leur mot à dire ?
- La balance bénéfices-risques est-elle vraiment évaluée avant la diffusion de ces technologies, notamment en termes d'impact environnemental ?
- Comment garantir que l'IA reste un outil d'appui aux soignants, et non un substitut à la relation humaine ?

En 2024, l'Union européenne a adopté un compromis historique sur l'encadrement de l'IA (source : France Info, 2024)

[Franceinfo.fr](https://franceinfo.fr)

Objectifs :

- Interdire certains usages à risque
- Encadrer les IA « à usage général » comme ChatGPT
- Renforcer la transparence et la sécurité

De son côté, France Assos Santé appelle à des usages responsables dans son manifeste pour une IA éthique en santé.

[France-assos-sante.org](https://france-assos-sante.org)

La santé rénale est un domaine où le numérique et l'intelligence artificielle peuvent être de précieux alliés, à condition qu'ils restent écoresponsables et transparents sur leur impact environnemental.

On rappelle que le numérique doit rester un outil au service de l'humain et de la planète — pas l'inverse.

Au bout du compte, sur quelles actions faut-il surtout miser ?

Maryvonne Hourmant

Dans une publication de 2025, le consortium **KitNewCare** s'est donné pour objectif de reprendre les principales bonnes pratiques de la dialyse (eau, énergie, gestion des déchets, transport des patients) et de calculer leur ACV .

Une unité fonctionnelle est définie : 3 séances d'HD durant un an. Une base espagnole de données on-line est la source des informations de la dialyse mais les principales interventions de décarbonation sont celles appliquées en Grande-Bretagne. L'ACV va se focaliser sur l'eau et l'émission de GES (base Ecoinvent).

Cette analyse va montrer que certaines mesures ont un potentiel de décarbonation limité, comme la suppression des documents papier et la pose d'ampoules LED. Les postes les plus significatifs et les plus intéressants dans un plan de décarbonation et/ou de réduction de la consommation d'eau sont :

- Le transport des patients, les solutions proposées sont :
 - Les transports en commun ou partagés (des calculs sont faits avec l'utilisation d'un minibus pour **10 %** ou **50 %** des patients.
- La dialyse de proximité ou à domicile
- La télémédecine
- Dans le domaine de l'énergie, les panneaux solaires, particulièrement intéressants

dans les pays dont le mix énergétique reste très carboné. Les échangeurs de chaleur du dialysat sortant vers le dialysat entrant et l'arrêt des équipements informatiques dans les périodes de non utilisation ont un intérêt moyen.

- La dialyse incrémentale (émission de GES et eau)
- Les systèmes de distribution centralisée de concentrés d'acide

- Une bonne gestion des déchets dépendant en partie de leur catégorisation (DASRI), de la réduction de leur production (abandon de l'usage unique) et le remplacement de l'incinération par la pyrolyse.
- D'autres ont un impact inattendu, comme l'utilisation de couvertures en coton dont la fabrication est très consommatrice en eau.
- Une alimentation végétarienne

Une étude allemande propose un calculateur des émissions de GES d'un patient en HD en centre, mis au point à partir des données de 5 centres allemands .

L'empreinte carbone annuelle d'un patient a été chiffrée à **3,72 ± 0,44 tCO₂e** dans le périmètre retenu qui n'est pas complet (pas de données sur les médicaments, ni sur le transport des consommables etc). Les données du calcul ayant été collectées entre 2015 et 2023, il a été possible aux auteurs de constater une réduction de **9,1 %** de l'empreinte carbone.

Les mesures qui l'ont permis sont :

- La réduction du débit du dialysat : **0,16 tCO₂/patient/an**
- L'installation de panneaux solaires : **0,21 tCO₂/patient/an**
- L'évolution de l'alimentation distribuée en cours de dialyse vers une alimentation de fruits, légumes : **0,10 tCO₂e/patient/an**
- Le transport des patients ne ressort pas comme un enjeu important car les patients pratiquaient déjà le covoiturage et la distance moyenne entre leur domicile et le centre de dialyse était de **13 km**.

Les auteurs ont utilisé le calculateur pour déterminer le potentiel maximal de réduction de l'empreinte carbone. Ils calculent ainsi que, si tous les centres participants exploitent au maximum les solutions possibles dans chaque catégorie, mettent **40 %** de leurs patients en DP et adoptent une stratégie d'HD incrémentale à l'initiation de la dialyse (50 % des patients dialysés 2 fois par semaine durant les 6 premiers mois, 10 % durant 2 ans), la réduction serait de **38,7 %** soit **1,7 tCO₂e/ patient/an** et donc insuffisante pour l'objectif global fixé par l'Union Européenne de zéro émission en 2050.

Les médicaments

Maryvonne Hourmant

Le contexte environnemental

Selon les estimations du Shift Project, le secteur des médicaments a émis 9,1 millions de tCO₂e en 2023 (29 % de celles du système de santé), soit autant que **1 million** de français la même année . 3,3 milliards de boîtes ont été vendues, soit **48** par français et par an (140 kg CO₂e/français /an) .

L'augmentation de la consommation des médicaments est de **6 %** par an en France, due au vieillissement de la population, l'apparition de maladies chroniques secondaires à la pollution et au changement climatique et à la venue sur le marché de médicaments nouveaux, particulièrement émetteurs de GES, comme les anticorps monoclonaux.

Le poste le plus émetteur de GES est la fabrication du principe actif (25%), réalisée en Chine ou Inde pour **60-80 %**. Viennent ensuite les activités corporatives (17%), la Recherche& Développement (13%), la reformulation et le conditionnement (11%), les emballages (9%), les transports (9%), les excipients (4%). Chacun de ces postes agit par sa consommation d'énergie. Le **Shift Project** affirme que le potentiel de décarbonation du secteur des médicaments est de **68 %** d'ici 2050. Son rapport publié en 2025 propose les actions qui vont permettre d'atteindre cet objectif.

. On y trouve :

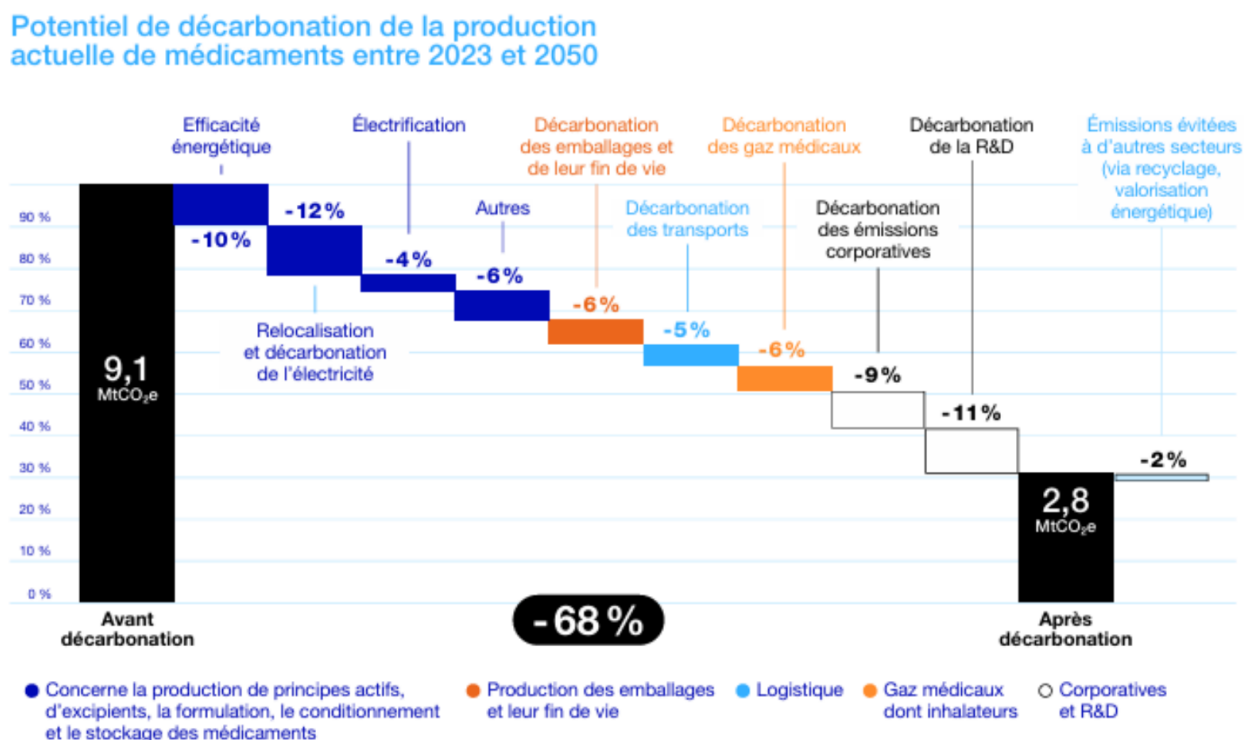
- La décarbonation de l'énergie

commune à toute la chaîne de valeur.

- La relocalisation, que ce soit de la production du principe actif, de l'excipient ou de l'emballage.
- L'intégration d'un critère carbone dans l'évaluation d'un médicament pour sa mise sur le marché (AMM) et la détermination de son prix, dans les appels d'offre des hôpitaux et des achats des pharmacies de ville, la facilitation des demandes de variation du dossier AMM en favorisant les mesures de décarbonation.
- l'implication de l'industrie dans les projets de décarbonation, mise en œuvre dans le projet Pactes du LEEM.

Ce premier axe concerne l'industrie mais il en existe un autre qui implique les médecins et leurs prescriptions avec un objectif de sobriété et de réduction des volumes. L'analyse du cycle de vie (ACL) des médicaments, commençant à être connue, le choix écoresponsable d'un médicament dans une prescription devient possible. Une réflexion sur la façon d'utiliser cette information doit être lancée car il s'agit pour les médecins d'apprendre à prescrire autrement (écoprescription).

Figure 16 : Potentiel de décarbonation de la production de médicaments de 2023 à 2050.
(Figure extraite de la référence)



Un plan d'engagement sociétal PACTES des entreprises du médicament

Rapport 2023

- Une baisse de **50 %** des émissions de CO₂ à l'horizon 2030 sur les scopes 1 et 2 (référence 2021)
- Une réduction de **25 %** des émissions de CO₂ à l'horizon 2030 pour le scope 3 (référence 2021)
- La substitution de **100 %** des blisters mono PVC/aluminium par des blisters recyclables à l'horizon 2030 pour les médicaments nécessitant les propriétés barrières les plus faibles.
- Des travaux R&D initiés pour développer des blisters en papier thermoformé à l'horizon 2040.

L'éco prescription

L'éco prescription est un sujet émergent mais dont la place sera grande dans les années à venir. Son intérêt a été clairement démontré au bloc opératoire avec les mesure de l'empreinte carbone des gaz anesthésiants qui conduit à des

décisions importantes. L'article 13 du Règlement 2024/573 du Parlement européen et du Conseil du 7 février 2024 relatif aux gaz à effet de serre fluorés prévoit qu'à partir du 1er janvier 2026, l'utilisation de des flurane comme anesthésique

par inhalation est interdite, sauf lorsque cette utilisation est strictement nécessaire et qu'aucun autre anesthésique ne peut être utilisé pour des raisons médicales.

Le site canadien **Choosing wisely** :

[Chooisingwiselycanada.org](https://choosingwiselycanada.org)

publie des recommandations concernant la prescription de médicaments, bilan et procédures. Le Royaume-Uni et la France vont plus loin car ces deux pays disposent des chiffres d'émission d'émission de GES des médicaments utilisés. Le site britannique est payant, ce qui n'est pas le cas du site français, au moins pour les cliniciens et chercheurs. L'entreprise Ecovamed a réalisé l'ACV de la naissance à l'arrivée en pharmacie (la dispensation est exclue) de toute la pharmacopée orale (12 646 médicaments) et intra-veineuse (3909 médicaments) utilisée dans notre pays).

L'accès à la base est gratuit :

[App.ecovamed.com](https://app.ecovamed.com)

Les bases de l'écoprescription

L'**Omedit** de Normandie a réalisé un travail pionnier, comparant, à partir de cette base, l'empreinte carbone des hypotenseurs, hypocholestérolémiants, antibiotiques et autres médicaments, où l'on peut retrouver des médicaments fréquemment utilisés en néphrologie. Une évaluation de l'empreinte carbone des médicaments de la dialyse réalisée à partir de la base de données Theradata et à laquelle participe le groupe **Néphrologie verte** est en cours. Une autre va déterminer celle des médicaments de la transplantation.

Les piliers de l'éco prescription

Nous reprenons les recommandations de Frédéric Bournoure, pharmacien de l'**Omedit** de Normandie, qui ont été présentées lors d'un webinaire de la **Fédération Française Hospitalière** (voir le site de la FHF) et lors de l'atelier **Néphrologie verte** du Congrès de la **SFNDT** à Tours disponible en repaly sur le site de la **SFNDT** (octobre 2025).

Les 4 piliers de l'éco prescription sont :

- Mieux prescrire en respectant les règles de bon usage du médicament
- Moins prescrire en s'interrogeant sur la balance bénéfice-risque du médicament
- Limiter la contamination environnementale de sa prescription
- Tenir compte de l'empreinte carbone de sa prescription.

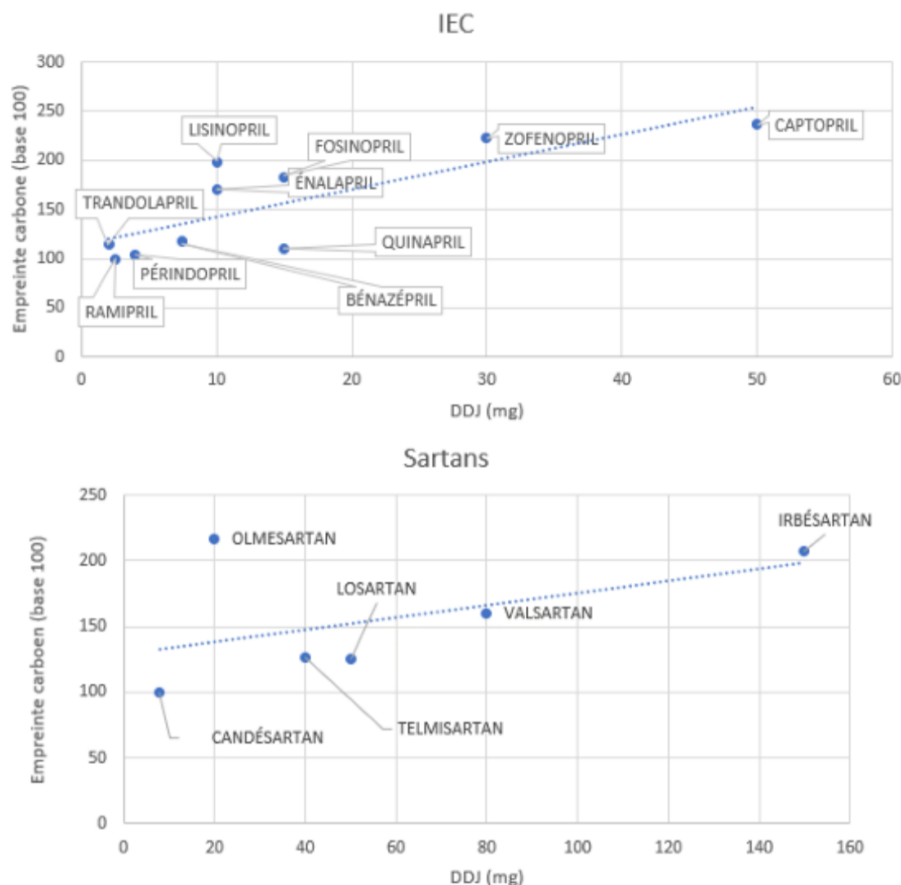
En pratique

- Privilégier les formes orales sèches sèches, exemple le paracétamol : 1 comprimé c'est **38 g** de CO₂e émis, la même dose buvable **151 g**, la forme IV 310-628 g. Soit un gain de **75-80 %** en prescrivant le comprimé.

Ces données, adoptées dans les services de réanimation, conduisent à la prescription de paracétamol PO plutôt que IV chez les patients sauf s'ils sont atteints de gastroparésie.

- Privilégier au sein d'une même classe thérapeutique les médicaments ayant l'empreinte carbone la plus faible. Prescrire un comprimé de candesartan **8mg** au lieu de un comprimé d'Irbesartan **150mg** divise l'émission de GES par **1,9**. La figure ci-dessous donne les émissions de GES dans la famille des inhibiteurs de l'enzyme de conversion et des inhibiteurs de l'angiotensine 2 (source : FBounoure. omedit Normandie)

Figure : Empreinte carbone des Inhibiteurs de l'Enzyme de Conversion (IEC) et des antagonistes des récepteurs de l'Angiotensine 2 (Sartans). Extraite de la référence



- Privilégier les formes combinées :
Exemples : Perindopril/
amlodipine, Ezetimibe/
simvastatine. Le gain de GES est de **29 %**.
- Privilégier les formes à libération prolongée.
Exemple : 1 comprimé de tramadol LP **100 mg** plutôt que 2 comprimés de **50 mg**
- Privilégier les dosages forts pour réduire le nombre de comprimés administrés, soit préférer **1/2** comprimé d'énalapril **20 mg** à 2 comprimés d'énalapril **5 mg**, 1 comprimé de paracétamol **1000 mg** plutôt que 2 comprimés de **500 mg** (37 % de GES en moins).
- Privilégier, dans les administrations IV, les administrations continues :
Exemple de l'orbénine : **12 g** en perfusion continue à la

seringue électrique émet **37 %** de GES de moins de la même posologie quotidienne en perfusion de 4 heures, par le biais d'un besoin moindre en matériel, sans compter la réduction de la charge de travail des IDE. Les antibiotiques ont fait l'objet de recommandations (voir brochure **Omedit**).

 Omedit-normandie.fr

- Privilégier les inhalateurs forme poudre plutôt que forme pressurisée

Comment utiliser l'information en pratique

Pour que l'éco prescription soit pleinement efficace, il est nécessaire de réfléchir à la transmission de l'information

La déprescription

Pierre Nizet

Un allègement raisonné de la charge médicamenteuse a des bénéfices environnementaux avérés. La déprescription est le processus de retrait d'un médicament inapproprié, supervisé par un professionnel de la santé dans le but de gérer la polymédication et d'améliorer les résultats de santé du patient. Elle concerne principalement les personnes âgées et les patients atteints de pathologies chroniques. En intégrant la stratégie des « 5R » (repenser, refuser, réduire, réutiliser, recycler), la déprescription contribue non seulement à la pertinence des traitements, à la limitation de la surconsommation médicamenteuse, mais également

aux médecins prescripteurs ainsi qu'aux pharmaciens négociant les marchés en milieu hospitalier comme en ville. L'élaboration par l'**Omedit** de Normandie d'un livret d'aide à la prescription chez le sujet âgé en EHPAD, comportant une information sur l'empreinte carbone des médicaments est une première démarche dans ce sens :

 Omedit-normandie.fr

On peut imaginer que le bon vieux Vidal pourrait s'enrichir d'une ligne Empreinte carbone et qu'elle soit présente sur tous les logiciels d'aide à la prescription, dossier informatisé intra-hospitalier par exemple. L'intelligence artificielle s'introduit de plus en plus dans les aides à la prescription et devrait faciliter les propositions de choix qui s'offrent au médecin.

à la réduction de leur impact environnemental. En allégeant la charge médicamenteuse, elle contribue à réduire la demande de production pharmaceutique, limitant ainsi la consommation d'énergie, de matières premières et la génération de déchets associés à la fabrication, à la distribution et à l'élimination des médicaments. Cette sobriété médicamenteuse, bien que difficile à quantifier, participe à la réduction des résidus médicamenteux dans l'environnement et à la préservation des ressources, répondant ainsi à un double enjeu de santé publique et de santé environnementale.

En pratique, la mise en œuvre de la

déprescription nécessite une démarche structurée, une expertise clinique et une collaboration étroite entre les professionnels de santé et les patients, moins dans le choix des molécules à arrêter que dans l'accompagnement du patient et l'organisation du suivi. La complexité de ce processus réside moins dans le choix des molécules à arrêter que dans l'accompagnement du patient et l'organisation du suivi. La prise en compte des caractéristiques individuelles (âge, comorbidités, pharmacocinétique, pharmacodynamie) est indispensable

Les médicaments non utilisés (MNU)

En ville :

Les pharmacies ont le devoir d'accepter les MNU et la population française est bien au courant de l'existence de **Cyclamed**, association qui les récupère. **77 %** des MNU ont été collectés en 2024, soit **7675 tonnes** pour une estimation de **170 827 tonnes** de médicaments vendus en France soit **6,3 %** (un peu moins de 2 boîtes non utilisées/personne/an).

Les MNU récupérés, périmés ou pas, sont incinérés, contrairement à ceux qui sont jetés dans les poubelles individuelles et qu'on va retrouver dans l'environnement. Selon les règles de **Cyclamed**, peuvent être rapportés en pharmacie les comprimés, pommades, crèmes, gels, sirops, ampoules, aérosols, inhalateurs, sprays. Les seringues et aiguilles sont collectées dans des boîtes sécurisées, distribuées gratuitement par les pharmacies. Les notices et cartons sont jetés dans la poubelle dédiée à domicile. Une expérimentation de dématérialisation des notices, remplacées par un QR code,

sevrage ou de décompensation. Une réduction progressive, notamment pour les traitements au long cours, est souvent indiquée. Cette approche concertée permet ainsi d'assurer la sécurité du patient tout en favorisant un modèle thérapeutique plus respectueux de l'environnement.

Des fiches pratiques de déprescription des inhibiteurs de la pompe à proton, antihyperglycémiant, benzodiazépines et psychotiques sont disponibles sur différents sites dont celui de l'**Omedit** Grand Est.

lancée par l'**ANSES** avec des entreprises pharmaceutiques, est en cours.

Contrairement à ce que beaucoup de personnes croient, ces MNU ne peuvent être utilisés dans un but humanitaire. Le don humanitaire de médicaments est interdit depuis 2009. Il faut passer par des associations comme **Pharmacie Internationale Humanitaire** ou l'association **Tulipe** (Transferts d'Urgence de l'Industrie Pharmaceutique).

Dans les structures hospitalières : une étude a été menée en 2019 au CHU de Besançon, montrant que **75 %** des MNU pourraient être utilisés. Une action a été lancée, dans laquelle les médicaments étaient redistribués après sur étiquetage. Un programme **Etiform** recense et reproduit les modèles de plaquettes et la présentation des médicaments dans leur forme initiale. Une feuille adhésive est ajoutée comportant en outre la date de péremption du produit. Le gain économique a été important, le gain

écologique n'a pas été spécialement calculé mais il paraît évident. Ce système est demandeur en ressources humaines et les traitements onéreux doivent être privilégiés.

Les interventions thérapeutiques non médicamenteuses

Les INM peinent à s'imposer en France alors qu'elles font partie intégrante de la prise en charge des patients dans d'autres pays européens. La création à l'Université de Montpellier d'une plateforme spécifique, de programmes de recherche et d'une société savante devrait favoriser leur essor. Les INM, non invasives, prennent la forme d'un produit, d'un programme ou d'un service. Leurs bénéfices et risques sont observables et mesurables, allant au-delà du simple avis du consommateur, sur des indicateurs de santé et de qualité de vie. Leur action peut être reliée à des mécanismes biologiques et/ou des processus psychologiques identifiés. Elle peut également avoir un impact positif sur des comportements de santé et des indicateurs socio-économiques. Les INM se subdivisent en cinq catégories :

- les interventions nutritionnelles santé,
- les interventions psychologiques santé,
- les interventions physiques santé,
- les interventions numériques santé,
- les autres interventions santé,

l'Article 86 de la loi n°2025-1403 du 30 décembre 2025 de financement de la sécurité sociale pour 2026 prévoit une expérimentation de redispensation de certains médicaments non utilisés.

Ce sont donc des thérapies fondées non pas sur l'efficacité d'un médicament mais sur l'efficacité d'une technique.

Recommandées par la HAS depuis 2011, ces approches s'appuient sur des connaissances scientifiques rigoureuses et des données probantes, avec un impact démontré sur la santé. En cela, elles doivent être distinguées des médecines parallèles ou ésotériques qui ne reposent sur aucun fondement scientifique. Les patients insuffisants rénaux, dialysés surtout, se plaignent souvent de symptômes qui altèrent leur qualité de vie et sont difficiles à traiter.

Que ces symptômes traduisent un état de stress ou qu'ils soient juste difficiles à vivre, les INM ont un rôle à jouer dans leur prise en charge, avec l'avantage de l'absence d'effets secondaires.

Une ACL de la pratique doit cependant être réalisée. Ainsi, dans le domaine de la psychiatrie, il a été montré que remplacer des médicaments par des séances de psychothérapie aboutissait à des émissions de GES plus importantes en raison de la multiplication des déplacements des patients.

Les dispositifs médicaux

Maryvonne Hourmant

Contexte environnemental

Selon le **Shift Project**, **7,4 millions tCO2e** ont été émis en France en 2023 par les DM consommés, soit autant que l'industrie agro-alimentaire . Le **Shift Project** propose des leviers d'action, estimant le potentiel de décarbonation à **72 %** d'ici à 2050 . Les DM sont rangés en 4 catégories :

- les consommables soit les consommables hospitaliers et autres (matériel...)

Le premier poste émetteur de GES est la matière première (41%), suivi de la transformation (19%), la logistique (10%), le fonctionnement de l'entreprise (12%) et sa Recherche & Développement (6%). A tous les niveaux, le poids de la consommation d'énergie est majeur, la dépendance aux énergies fossiles grande. Le poste des DM ne peut qu'augmenter pour les mêmes raisons que les médicaments.

Pour décarboner l'industrie des DM, il n'y a pas de solution unique et il faut agir sur toute la chaîne.

Les leviers proposés par le Shift Project sont : engager les fournisseurs, décarboner l'énergie et relocaliser, au moins pour certains DM stratégiques.

Si on se penche sur la décarbonation des consommables qui concerne notre pratique plus que les autres catégories (voir fiche du rapport), une des actions principales est le remplacement de

- Les orthèses incluant l'imagerie
- Les dispositifs implantables (dont instruments chirurgicaux) et diagnostics in-vitro

- Le numérique

l'usage unique par du réutilisable avec 4 leviers :

- consolider la recherche et les connaissances sur le sujet
- développer la culture du réutilisable
- retraiter les DM à usage unique
- s'appuyer sur des recommandations des sociétés savantes.

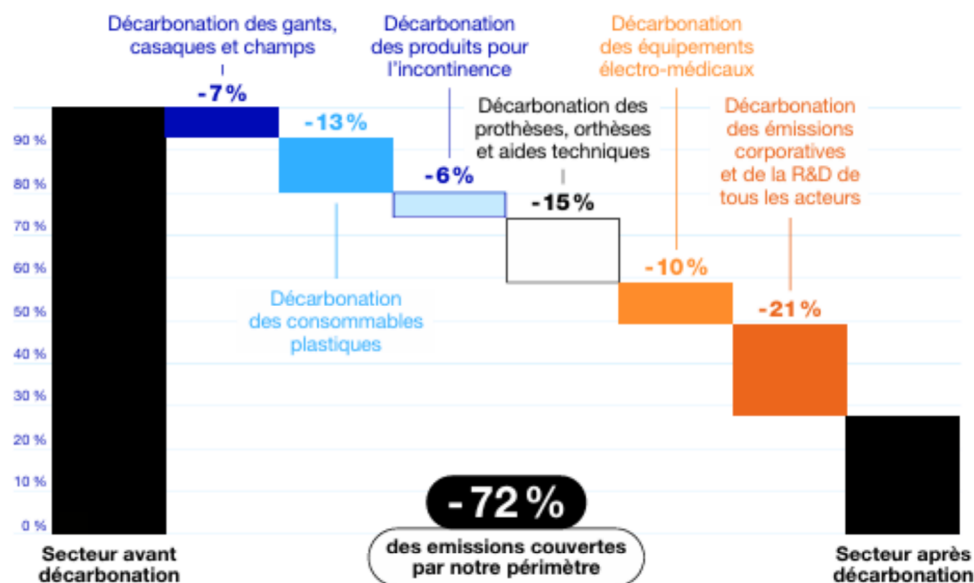
Le remplacement du matériel de soins à usage unique par du réutilisable ainsi que la réutilisation des membranes de dialyse ont été traités dans le chapitre Déchets.

Figure 17 : Potentiel de décarbonation des dispositifs médicaux (Figure extraite de la référence)

Dans ce rapport, nous ne tenons pas compte de ces évolutions d'ici 2050 tant elles peuvent être imprévisibles.



Nous estimons que d'ici 2050, les émissions induites par les consommations de dispositifs médicaux couverts dans notre périmètre peuvent **potentiellement diminuer de 72%** par rapport à 2023.



L'Index DM durable (IDMD)

[Boutique.afnor.org](https://boutique.afnor.org)

C'est un index conçu pour les acheteurs hospitaliers permettant d'évaluer les dispositifs médicaux selon des critères RSE. Il a été conçu par le **C2DS** (Comité pour le Développement Durable en Santé) et le **SNITEM** (Syndicat National de l'Industrie des Technologies Médicales), sous l'égide de l'**AFNOR**.

Il s'applique à tous les DM, incluant les générateurs de dialyse.

Il repose sur 27 critères répartis en 6 vulnérabilités :

- Émissions de gaz à effet de serre
- Bioaccumulation et toxicité
- Consommation en eau
- Santé, sécurité et conditions de travail
- Production et maîtrise des déchets
- Inclusion et diversité

Ces données sont renseignées sur une plateforme par les fabricants. Au delà de son utilité pour les acheteurs, il ne peut qu'inciter les industriels à améliorer l'impact écologique de leurs produits.

Il serait intéressant de vérifier comment cet index s'applique au matériel de dialyse.

Empreinte carbone des examens biologiques et radiologiques

Maryvonne Hourmant

Biologie médicale

Les laboratoires de biologie médicale sont particulièrement énergivores et consommateurs de ressources, consommant jusqu'à cinq fois plus d'eau que les activités de bureaux. Ils figurent également parmi les principales sources de déchets plastiques hospitaliers, avec **15 %** de déchets classés comme dangereux (infectieux, chimiques et radioactifs). L'Assistance publique **Hôpitaux de Paris** (AP-HP) a calculé que les consommables de laboratoire contribuaient à hauteur de **14 %** de ses GES derrière les médicaments (33 %) mais devant les dispositifs médicaux (7 %).

Le tableau ci-dessous donne l'émission de GES des différents examens. A noter que l'**APHP**, par son outil Carebone, fournit aussi l'émission de GES d'un examen biologique mais ces données ne sont pas encore publiées. La connaissance des GES émis par tel ou tel examen peut être une incitation à en prescrire moins, d'autant plus qu'un nombre significatif d'entre eux ne seraient pas justifiés.

En effet, pour ne citer qu'elle, l'étude référée ci-dessus a montré que **76 %** des patients subissant une chirurgie simple (appendicite, cholécystectomie etc) avaient des examens biologiques en sus des bilans recommandés, représentant **974 g de CO₂e** par personne (exemple : Urée, Na, K, créatinine, NFS : 332 grammes).

Il existe aussi un levier de réduction des GES dans les modalités du prélèvement sanguin. Le centre hospitalier de **Salon-de-Provence** a mené une action en 4 temps :

- évaluation de l'empreinte carbone d'un prélèvement dans toutes ses étapes (sauf celle de l'appareil de dosage) ;
- modification du matériel en remplaçant les aiguilles à ailettes à usage unique par des aiguilles droites (l'empreinte carbone a été réduite de 40 %) ;
- remplacement du matériel à usage unique par du réutilisable avec un focus sur le corps de pompe (vacutainer) résultant en **95 kg** de plastique DASRIA en moins, **33 000** corps de pompe réutilisés sur une année ;
- les corps de pompe peuvent être utilisés **10 fois** selon le laboratoire mais les services cliniques les ont réutilisés 2 mois ; Ils sont stérilisés dans des solutions décontaminantes, un système d'éjection de l'aiguille rend la manœuvre facile. Fait inattendu mais rejoignant la remarque précédente, cette innovation s'est accompagnée d'une réduction du nombre de prescriptions.

Au total : Prescription raisonnée des examens biologiques. Chacun émet peu de GES mais le nombre de bilans biologiques quotidiens est immense. Les néphrologues, dont le bilan de base comporte beaucoup de dosages, devraient être sensibles à cet argument.

Figure 18 : Emission de GES d'un bilan biologique (Figure extraite de la référence)

Table 3 Greenhouse gas emissions per phlebotomy, vial and laboratory test		
Phlebotomy (150 g CO₂e)	Green vial: Chemistry (32 g CO₂e)	Amylase (40.9 g CO ₂ e)
		Lipase (29.2 g CO ₂ e)
		ALP (80.5 g CO ₂ e)
		ALT (64.0 g CO ₂ e)
		AST (60.5 g CO ₂ e)
		GGT (25.0 g CO ₂ e)
		Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ (11.5 g CO ₂ e)
		Calcium (17.4 g CO ₂ e)
		Magnesium (25.2 g CO ₂ e)
		Phosphate (35.3 g CO ₂ e)
		Creatinine (67.8 g CO ₂ e)
		Urea (32.1 g CO ₂ e)
		Direct bilirubin (56.7 g CO ₂ e)
		Total bilirubin (80.8 g CO ₂ e)
		Albumin (27.9 g CO ₂ e)
	Blue vial: Coagulation factors (30 g CO₂e)	INR (18.1 g CO ₂ e)
		PTT (18.2 g CO ₂ e)
	Purple vial: Haematology (34 g CO₂e)	CBC (2.4 g CO ₂ e)
		Differential (2.2 g CO ₂ e)
	Gold vial: Total protein (32 g CO₂e)	Total protein (44.9 g CO ₂ e)

Colours in table correspond to the stated colours of the vials (green, blue, purple, and gold).
 ALP, alkaline phosphatase; ALT, alanine aminotransferase; AST, aspartate aminotransferase; CBC, complete blood count; Cl⁻, chloride; gCO₂e, grams carbon dioxide equivalents; GGT, gamma-glutamyl transferase; INR, international normalised ratio; K⁺, potassium; Na⁺, sodium; PTT, partial thromboplastin time.

Les examens radiologiques

Chiffres à l'appui, le livre blanc de la **Société Française de Radiologie** révèle que l'imagerie médicale représente **4 %** de la consommation d'énergie d'un hôpital. Parmi les examens radiologiques courants, l'IRM est particulièrement énergivore et émettrait par examen, beaucoup plus de GES qu'une échographie, un scanner ou un PET-Scan . De plus, la persistance du gadolinium dans l'environnement est un sujet de préoccupation. L'intérêt du patient dans le choix de l'examen radiologique primera toujours mais à valeur égale, il paraît évident que celui de l'IRM ne doit pas être le premier.

Au total : scanner plutôt que IRM

Figure 19 : Emissions de GES des principaux examens radiologiques (Figure extraite de la référence)

Table 1 – Annual energy consumption, carbon footprint, and energy-related costs for various imaging modalities, as well as potential cost and carbon emission savings when powering off imaging equipment overnight and during the weekend

Modality	FPHe	Energy consumption (kWh) ^a	Cost (€) ^b	Carbon emissions (kg CO ₂ e) ^c	Potential savings on switching off equipment		
					Energy (kWh)	Costs (€)	Carbon (kg CO ₂ e)
Ultrasound	0.5	2500	750	740	1000	300	296
Fluoroscopy	1.5–1.6	7500–8200	2250–2460	2220–2427	1200–3100	360–930	355–918
CT	4–7	20 000–35 000	6000–10 500	5920–10 360	8600–14 200	2580–4260	2546–4203
MRI	16–34	80 000–170 000	24 000–51 000	23 680–50 320	16 900–27 000	5070–8100	5002–7992
PET-CT	10–11	52 000	15 600	15 392	12 000	3600	3552
Household	1	5000	1500	1480	–	–	–

CO₂e = carbon dioxide equivalents; CT = computed tomography; FPHe = four-person-household equivalents; MRI = magnetic resonance imaging; PET = positron emission tomography.

^a Estimates based on data available in the literature [5–7] and unpublished measurement data from the authors' institution.

^b Estimates based on the average European electricity cost of €0.30 per kWh [8].

^c Estimates based on the average European carbon intensity of 0.296 kg CO₂e per kWh [8].

PARTIE 4

La recherche clinique



Dix propositions pour réduire l'empreinte carbone de la recherche clinique

Maryvonne Hourmant

La recherche clinique a une empreinte carbone sur laquelle on s'est encore peu penché. En 2021, les **350 000 études** enregistrées dans clinical trials.gouv auraient totalisé **27,5 millions de tonnes de CO₂ équivalents (tCO₂e)**, équivalant à un tiers des émissions du Bangladesh. Quelques études, dont une en néphrologie, ont montré qu'on pouvait les réduire considérablement par une digitalisation intensive de l'étude et la suppression totale des transports des patients et de l'équipe de recherche. Nous présentons 10 propositions pour réduire l'impact environnemental de la recherche clinique .

- Proposition 1 :
Ne pas faire d'études inutiles, n'apportant pas de connaissances nouvelles.
- Proposition 2 :
Réduire les déplacements de l'équipe de monitoring et des patients.
- Proposition 3 :
Digitaliser la procédure à tous les niveaux : Réunions virtuelles, réponses aux queries, télémédecine.
- Proposition 4 :
Intégrer les nouveaux outils digitaux et les concepts nouveaux comme :
 - les études en ombrelle (umbrella trial), panier (basket trial) ou plateforme (platform trial) qui, en mettant en commun des données d'essais cliniques, ménagent l'environnement.
- Proposition 5 :
Appliquer des mesures non spécifiques de réduction de l'impact environnemental.
- Proposition 6 :
Intégrer l'intelligence artificielle (IA) : l'IA permettra d'aller plus loin que la simple digitalisation mais ses grandes consommations d'eau et d'énergie ne peuvent être ignorées.

- Proposition 7 :
Informers les néphrologues et les chercheurs
- Proposition 8 :
Impliquer l'industrie pharmaceutique et des dispositifs médicaux. Sachant que 50 % des GES émis sont liés à ces deux secteurs.
- Proposition 9 :
Faire pression sur les financeurs institutionnels (PHRC, PREPS) et autres ainsi que sur les revues médicales pour intégrer un critère d'évaluation écologique dans les études financées ou publiées.
- Proposition 10 :
Alléger les contraintes réglementaires qui peuvent être un obstacle dans l'amélioration de l'empreinte carbone des études de recherche clinique.

Au total :

L'application des mesures proposées va demander un travail colossal, qui pourrait être mis en place en plusieurs étapes mais il est nécessaire pour que la recherche clinique participe à l'effort du système de santé dans la réduction des émissions de GES.

Il est important de noter que la **DGOS** est sur la même ligne puisque le dossier de demande d'un financement PHRC en 2025 comporte la recommandation :

« Impact environnemental de la recherche et transition écologique du système de santé. Il est souhaité de la part des candidats une description de la réflexion conduite sur la réduction de l'impact environnemental de leur projet de recherche et de sa construction (impact carbone, consommation de ressources, production de déchets, démarche de soins écoresponsables, transports, ressources informatiques ...). Il sera également attendu une mise en lumière des éventuels impacts du projet sur la transition écologique du système de santé. Ces éléments seront attendus pour la phase des dossiers complets. »

PARTIE 5

Les congrès



Les congrès

Maryvonne Hourmant

L'European Renal Association (ERA) a montré que ses congrès annuels contribuent de façon significative aux émissions de GES. Elle les a évaluées de 2022 à 2024 et le bilan du congrès 2024 (Stockolm, 7187 participants) fait l'objet d'une publication accompagnée d'un certain nombre de recommandations .

Les émissions de GES d'un participant ont été chiffrées à **2,083 tCO₂e** en 2024. Le poste principal a été le transport jusqu'à la ville du congrès (89 %), en l'occurrence Stockolm, ville excentrée en Europe et pour atteindre laquelle l'avion est le moyen de transport le plus rapide, tout en étant le plus émetteur de GES (voir). L'étude recommande de choisir une ville facile d'accès et par des moyens de transport bas-carbone comme le train. Un site de congrès bien desservi dans la ville par les transports en commun, en vélo ou à pied est aussi un avantage. Les congrès hybrides ou totalement virtuels sont à considérer sur un plan écologique pur, réduisant les émissions de GES de respectivement **60-70 %** et **94 %**.

L'hébergement des congressistes a représenté **8 %** des émissions. Les hôtels mettent de plus en plus avant leur démarche écologique et des mesures pourraient être exigées dans ce sens par les organisateurs du congrès mais cela paraît très difficile à l'heure actuelle pour un congrès de grande ampleur.

L'alimentation est un poste significatif qui peut être minimisé par la présentation de plats végétariens. La récupération de la nourriture non consommée et offerte à des personnes dans le besoin est aussi proposée.

Réduire la consommation d'énergie, pour l'éclairage, le chauffage ou la climatisation nécessite de passer par des énergies renouvelables. Réduire la production des déchets conduit à proposer des badges, des programmes en papier voire totalement virtuels. Le plastique doit être banni autant que possible et le tri sélectif obligatoire.

L'ERA a établi une charte à destination des exposants avec une liste de mesures écoresponsables à respecter (European Union Ecolabel). Afin d'encourager le

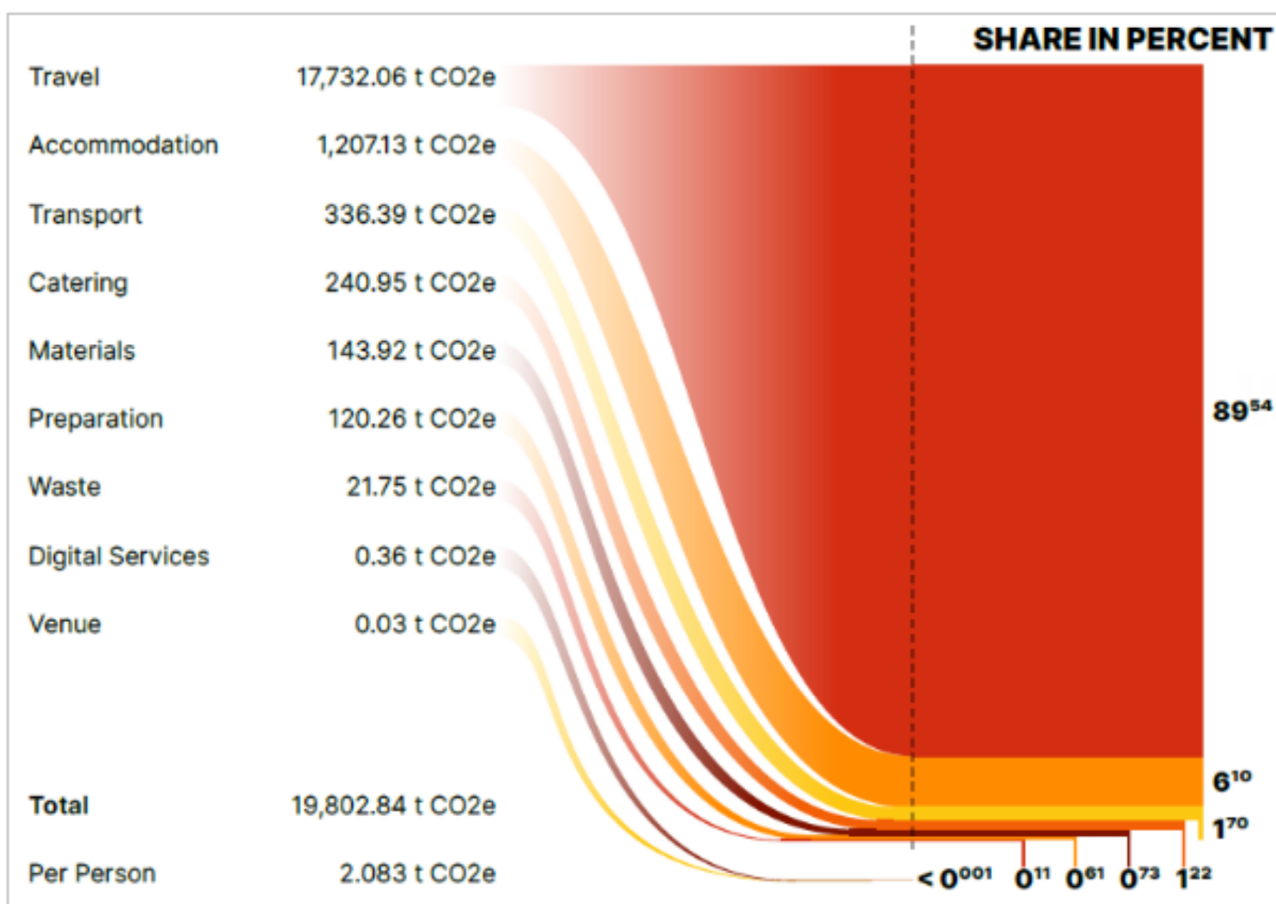
mouvement, un prix sera décerné à chaque congrès.

Les congrès de la SFNDT

Il n'a pas été fait d'évaluation de ses émissions de ses GES mais le prestataire des congrès respecte la grande majorité des recommandations citées ci-dessus. En France, les Palais

des Congrès ont déjà mis en place des mesures écoresponsables. En ce qui concerne les transports, la taille de notre pays ainsi que l'interdiction, votée par **l'Assemblée Nationale** en 2021, des vols aériens pour lesquels un trajet en train équivalent est accessible en moins de **2 heures 30** favorisent les déplacements les plus écologiques.

Figure 20 : Emissions de GES du congrès 2024 de l'ERA à Stockholm (Figure extraite de la référence)



PARTIE 6

L'information – formation



A destination des patients

Les patients face au défi écologique

Faut-il les impliquer ?

Dans les discussions sur le développement durable, il n'est jamais question de la façon dont il peut s'introduire dans la relation médecin-malade.

Chacun, le patient et le médecin, ayant ses convictions écologiques, il va, consciemment ou inconsciemment, influencer le processus décisionnel, d'un choix de modalité de dialyse par exemple. Il est demandé aux médecins d'être les avocats de la transition verte mais les points de vue divergent. Pour certains, le patient doit être systématiquement informé et doit avoir le choix de l'option thérapeutique la plus conforme à ses convictions écologiques, allant éventuellement jusqu'à la création d'un « Green informed consent ». Pour d'autres, il n'y a pas d'obligation à informer tous les patients sur les impacts du changement climatique¹. Dans tous les cas, le choix par le patient d'une modalité de traitement qui n'est pas la meilleure pour des raisons écologiques ne peut pas être plus contesté que quand le

choix est motivé par la qualité de vie ou par des convictions altruistes (don de rein du vivant).

Pour Goldfarb, il est nécessaire d'informer les patients sur le changement climatique. Certaines catégories de la population sont particulièrement exposées, comme les personnes âgées, les personnes atteintes de pathologies chroniques comme l'IRC, celles travaillant en extérieur durant les vagues de chaleur, celles soumises aux pics de pollution et elles doivent connaître les mesures de protection. L'article de Goldfarb propose un message à minima, en 5 points et 10 mots, facile à discuter avec les patients.

Figure 21 : Comment présenter le changement climatique, ses conséquences et risques aux patients en 5 points et 10 mots (Figure extraite de la référence)

Five key facts about global warming (in 10 words)	
IT'S REAL	Global warming is happening.
IT'S US	Human activity is the main cause.
EXPERTS AGREE	More than 97% of the world's climate experts are convinced, based on data, that human activity is warming the planet.
IT'S BAD	The impacts are serious, and they affect us (especially our children and grandchildren).
THERE'S HOPE	There are actions we can take that will make a difference.

Le point de vue des patients

Un focus group incluant des patients et des cliniciens nord-américains a exploré les enjeux éthiques du processus de décision quand les patients sont informés sur le changement climatique.

Il a fait apparaître que les médecins sous-estimaient l'intérêt de leurs patients pour la question et que les patients craignaient que le côté paternaliste des médecins puissent entraver leurs conversations sur le climat .

En France : l'association **France-Rein Pays de Loire** a réalisé en 2024 une enquête auprès de 22 patients dialysés depuis au moins un an au sein de l'association ECHO, ayant donné leur consentement (Communication Anne Hiegel, présidente de France-Rein Pays de Loire. Congrès SFNDT de Bordeaux. Octobre 2024). L'enquête a été menée sous forme d'une interview dont les questions avaient été

élaborées à partir d'une revue de la littérature et d'une réflexion collective avec les membres de la Green Team de l'association. Les patients étaient âgés de 60,5 ans (46-74) ; 55 % étaient des femmes.

Les résultats :

Les patients ne semblent qu'en partie conscients des menaces posées par le changement climatique (40 % peu ou pas inquiets, 20 % inquiets voire très inquiets) mais ils ont une connaissance et une compréhension limitées des liens entre la santé, les soins et l'environnement. Malgré cela, **40 %** disent s'engager dans leur quotidien dans des actions sur le changement climatique.

L'impact environnemental de la dialyse est peu connu des patients. Ils soutiennent l'idée d'être informé.e.s sur les enjeux environnementaux de la dialyse (20 % pas d'accord) et

accepteraient une modification des pratiques de soins pour plus de soutenabilité (20 % pas d'accord), à condition de ne pas altérer la qualité de la prise en charge. Lorsque l'exemple du covoiturage leur est soumis ; **10 %** seulement le refusent.

Conclusion : Le rôle des patients dans la transition est enjeu crucial qui ne peut être éludé : la collaboration avec des associations de patients sera essentielle.

Au Québec, une étude sous forme de sondage a été menée auprès des personnes du **Centre Hospitalier de l'Université de Montréal**, dialysées soit en HD en centre, soit en HD à domicile, soit en DP. Ce sondage a été complété par **69** personnes (67 % d'hommes) : **70 %** en HD en centre, **14 %** en HD à domicile et **16 %** sous DP. La plupart (87 %) des répondants se disaient informés sur des changements climatiques, tout au moins comme la moyenne de la population générale. Près de la moitié était soit extrêmement ou beaucoup préoccupée par les changements climatiques (44 %) et par la quantité de déchets générés par les traitements de dialyse (43 %); et ce degré de préoccupation différait selon la modalité de dialyse. De la même manière il existait des différences entre modalité de dialyse et sentiments d'anxiété et de culpabilité ressentis par les patients par rapport à l'empreinte carbone de leur traitement, qui étaient rapportés beaucoup plus fréquemment chez les personnes sous traitement à domicile. Ainsi, **55 %** des personnes sous DP disaient avoir ces sentiments «très souvent» et **50 %** des personnes

en HD à domicile les avoir « souvent », alors qu'ils n'étaient rapportés que par **4 %** (très souvent) et **6 %** (souvent) chez les personnes dialysées en centre. La plupart des participants étaient très (**45 %**) ou un peu (**45 %**) intéressés par recevoir plus d'informations au sujet du changement climatique, de l'impact environnemental des soins néphrologiques et des initiatives environnementalement durables.

En outre, ce sondage montre que les personnes en dialyse à domicile sont plus préoccupées par les déchets produits par leurs traitements de dialyse et ressentent plus fréquemment des sentiments d'anxiété ou de culpabilité à cet égard. Ceci peut être expliqué par une plus grande prise de conscience de l'impact de ces déchets étant donné l'implication des patients dans leur gestion, mais pourrait aussi être dû à un profil différent des personnes choisissant la dialyse à domicile plutôt qu'en centre, un meilleur état de santé global leur permettant de prioriser davantage les préoccupations environnementales.

Devant ces résultats, il apparaît important d'être en mesure de fournir plus d'informations aux patients sur l'impact environnemental de leur traitement pour leur permettre un choix éclairé quant à leur modalité de dialyse. Ce choix qui tiendra compte aussi de leurs valeurs écologiques, devrait amoindrir leurs sentiments d'anxiété et de culpabilité.

Finalement, ces deux études démontrent un intérêt de la part des patients pour les enjeux environnementaux liés à leur traitement et une ouverture à un virage plus vert.

Un message écologique dans les programmes d'éducation thérapeutique

Les patients n'ont pas toujours conscience, pour la majorité d'entre eux, que leur traitement est émetteur de GES et qu'ils ont un rôle à jouer dans la démarche écologique de la structure médicale qui les prend en charge. Les patients sont concernés à tous les stades de leur maladie rénale.

Le groupe **Néphrologie verte** propose un diaporama aux formateurs/trices des patients, intervenant en hémodialyse, en transplantation, ou aux stades 4-5, dans le cadre d'un programme d'éducation thérapeutique ou pas. Ce diaporama se veut une base de données où le formateur/trice peut piocher les diapositives qui l'aideront à construire son message, lui évitant de se noyer sur internet dans la pléthore des informations existantes. Des outils, jeu de cartes par exemple, ont aussi été testés.

Le diaporama comporte 3 parties :

- Des informations générales sur le changement climatique et ses conséquences, en particulier sur la santé.
- La démarche écologique en cours dans le centre de dialyse ou le service qui suit le patient.
- Ce que le patient lui-même peut faire avec plusieurs axes :
 - les écogestes du quotidien
 - et les écogestes de la maladie ou de son traitement

- la gestion des médicaments
- le co-voiturage
- la téléconsultation, pour les transplantés en particulier
- lorsque l'empreinte carbone de toutes les modalités de la dialyse aura été calculée, le choix de sa technique de dialyse par le patient, grâce à l'introduction d'un indicateur écologique à côté de la qualité de l'épuration et de la qualité de vie.

Le diaporama est disponible sur le site de la SFNDT :

 [Sfndt.org](https://sfndt.org)

Il est associé à un livret à destination des patients et une fiche d'explication à destination des formateurs. A tout moment, il est très important de rappeler aux patients que la qualité des soins est conservée, que l'efficacité de leur traitement et leur qualité de vie sont prioritaires et qu'ils ne doivent pas se sentir coupables de l'émission de gaz à effet de serre par leur traitement.

A destination des soignants

Isabelle Ethier

Les soignants face au défi écologique

Des études menées dans plusieurs pays, dont l'Australie et la Nouvelle-Zélande, le Royaume-Uni, le Portugal, le Japon et l'Italie, ont cherché à faire le point sur l'installation d'une démarche écologique dans les centres de dialyse. Ces études s'adressaient principalement aux structures et non aux individus, à l'exception de l'étude portugaise dont une partie du sondage visait directement les néphrologues. Plus récemment, une étude internationale, distribuée par l'International **Society of Nephrology**, s'est intéressée aux connaissances, attitudes et pratiques des soignants en lien avec l'impact des changements climatiques sur la santé rénale, l'impact des soins rénaux sur les changements climatiques et les pratiques éco-responsables en néphrologie.

Dans cette étude, **972** personnes dans **108** pays ont répondu à un questionnaire (64 % appartenaient à un pays de faible ou moyen revenu). Parmi les répondants, **98 %** croyaient aux changements climatiques mais moins de **50 %** se disaient suffisamment informés quant aux interrelations entre le changement climatique, la santé rénale et les soins néphrologiques.

De même, **40 %** indiquaient que leur manque de connaissances était une barrière à une plus grande implication dans des initiatives de soins durables. La disponibilité d'outils (ex : guides), des

programmes de formation et des occasions d'échanges étaient perçues comme des ressources potentielles pour augmenter la participation à des soins plus durables chez **79 %**, **75 %** et **74 %** des répondants, respectivement.

Dans une enquête similaire à laquelle ont participé **516** prestataires de soins de santé rénaux au Canada, **71 %** des répondants se disaient extrêmement (25 %) ou très (46 %) préoccupés par les changements climatiques et **62 %** préoccupés, soit extrêmement (23 %) ou très (39 %), par la quantité de déchets générés par les soins rénaux. Cette étude démontrait une interrelation entre les connaissances, les attitudes et les pratiques des soignants par rapport aux changements climatiques : plus ils se disaient informés et plus ils se sentaient préoccupés et étaient susceptibles de participer à des actions visant à diminuer leur empreinte carbone. De plus, **82 %** des participants se disaient au moins modérément intéressés par des séances d'éducation sur le sujet. Par ailleurs, dans cette même population, la section de l'enquête se rapportant à la mise en place de stratégies de soins plus durables a démontré un manque de connaissances des soignants par rapport à diverses stratégies et que ces connaissances variaient selon leur rôle sur l'unité néphrologique (ex : néphrologue vs. infirmière vs. gestionnaire).

Enfin, dans une enquête auprès de résidents en néphrologie en Italie, **43 %** des **100** participants disaient n'avoir jamais reçu d'information sur la néphrologie verte et **83 %** étaient en faveur de l'intégration de la néphrologie verte en tant que sujet dans le curriculum des résidents en néphrologie .

Le groupe **Néphrologie verte**, avec la rédaction du guide des Bonnes Pratiques pour une dialyse verte en 2023, et maintenant avec ce deuxième guide poursuit cet objectif de formation des soignants. Les Internes de néphrologie ne bénéficient pas encore d'un enseignement spécifique sur ce sujet dans le cadre du **Internes** en Néphrologie commence à

CUEN mais le **Syndicat National des** s'impliquer dans la formation des internes dans l'écologie. L'**ERA** prépare une e-learning, en cours de construction auquel ils auront bien sûr accès ; il nous semble cependant qu'une formation française structurée sous forme de MOOC ou DU est souhaitable; L'**AFIDTN** travaille à un programme de formation aux infirmiers-ères de dialyse, transplantation et hémodialyse.

Il n'y a pas de progrès possible sans formation des intervenants qui font le soin au quotidien. Le mouvement se met en place et ne saurait que s'amplifier dans les années à venir.

PARTIE 7

Ecologie et gouvernance



Gouvernance, écologie et imagination politique : les valeurs du soin sont les valeurs de demain

La responsabilité à l'égard de la vulnérabilité : du proche au lointain

Autrefois, nous avions un agir technique à faible portée : le cercle de notre responsabilité était à court terme et à courte distance. Par exemple, un individu pouvait déverser une brouette de détritus dans une rivière ou incendier un champ. Mais peu de temps après, tout pouvait se réparer, les dégâts étaient très localisés dans l'espace et le temps. A l'époque moderne et thermo-industrielle, notre agir technique a franchi un seuil de puissance et provoque à présent des dommages très éloignés de nous dans les échelles spatiales, temporelles et phylogénétiques. C'est un fait physique et métaphysique absolument inédit dans l'histoire de l'humanité : nous avons les moyens de tout détruire.

Le problème est que l'humain n'est pas équipé de capteurs suffisamment sensibles pour percevoir les dégâts qu'il génère à longue distance. Lorsque nous prenons un TGV pour nous rendre à un colloque de néphrologie, nous ne nous rendons pas compte des déchets radioactifs qui nous

survivront **50 000 ans**. Quand nous fabriquons nos générateurs de dialyse équipés d'électronique et connectés à nos ordinateurs, nous ne réalisons pas à quel point des terres rares ont été extraites de territoires tropicaux éloignés de nous (et parfois des populations déplacées). Avec l'augmentation de notre puissance technique, c'est le cercle de notre responsabilité qui doit être repensé et agrandi. Notre responsabilité doit être élargie du proche et du court terme, au lointain et au long terme .

Des auteurs comme **Gunther Anders** soulève ces problématiques de notre agir technique et notre incapacité humaine à en percevoir et en ressentir les effets. En 1979 paraît l'un des plus grands livres de philosophie de la seconde moitié du XXe siècle : Le principe responsabilité. **Hans Jonas** explique que pendant **300 000 ans**, notre vie en société a été ordonnée par des éthiques du proche. Il nous faut aujourd'hui passer à des éthiques du lointain et du futur. Cela doit nous

conduire à refonder l'éthique et la morale .

Cette responsabilité d'un genre nouveau est extravagante en ceci qu'elle est non-synchrone, non simultanée car les êtres à venir ne sont pas encore là pour réclamer leurs droits à vivre et habiter une Terre vivante.

Cette responsabilité est un soin, un souci à l'égard de la vulnérabilité des autres. Cette valeur essentielle du soin est bien connue

des professionnel-les de santé qui se rendent responsables de la personne malade, mais elle doit être élargie au lointain : des humains aux non-humains et à notre monde commun, présent et à venir. La question à ce stade est : comment instituer cette responsabilité soignante à l'égard du long terme ? comment l'inscrire dans nos gouvernances ? Comment faire en sorte qu'elle ne soit pas seulement un sentiment ou une volonté mais une obligation morale avec une force politique concrète de décisions et d'actions ?

Gouvernance et imagination politique : comment rehausser les valeurs du soin à un niveau politique ?

Nos gouvernances actuelles dans les établissements de santé (Directoire, commission médicale, contrôle stratégique, conseil de surveillance...) visent trop souvent le court terme et sa rentabilité économique mais oublient le long terme et notre responsabilité à l'égard du vivant. De fait, il existe une tragédie des horizons entre le court et le long termes. Pour veiller au futur, ne faudrait-il pas imaginer de nouvelles formes de gouvernance qui instituent concrètement cette tension entre court terme et long terme ?

Une proposition serait de créer un Parlement du soin dans chaque établissement de santé. Cette instance devrait s'assurer que les décisions prises par le Directoire considèrent aussi les conséquences à long terme de nos agir techniques.

Ce Parlement du soin devrait bénéficier d'un droit de veto si les décisions votées venaient à menacer le long terme et le vivant. Il s'agirait alors de retravailler la décision et mettre en tension féconde les enjeux court-termistes et long-termistes. Ce Parlement du soin et du long terme aurait également pour missions de repérer les initiatives pertinentes au plan écologique, qu'il s'agisse d'expérimentations locales ou nationales. Il pourrait être composé de personnes (soignantes et soignées) tirées au sort dans l'établissement mais aussi d'experts. Ces experts devraient avoir des compétences plurielles : non seulement techniques, économiques et juridiques mais aussi en philosophie et sciences humaines. En effet, une institution est animée par plusieurs dynamiques : une « dynamique » technicoéconomique qui détermine ce qui est possible et ce qui n'est pas possible. Cette dimension est encadrée

par une « dynamique » juridique et politique qui détermine ce qui est légal et ce qui ne l'est pas. Mais celle-ci est à son tour orientée par une dynamique d'un autre ordre qui sont les valeurs éthiques et morales que l'on se donne. Cette « dynamique » axiologique (c'est-à-dire des valeurs) constitue la boussole qui oriente vers un horizon de sens au service de la vie et du vivant.

Cette dynamique fait appel à des compétences en sciences humaines et en philosophie, trop souvent oubliées dans nos pensées technosolutionnistes.

Actuellement, il existe certes dans les établissements de santé, des Commissions de développement durable mais force est de constater qu'elles restent périphériques, voire anecdotiques, prolongeant la longue liste des commissions court-termistes et anthropocentrées : CLIN, CLUD, COMEDIMS, CSTH... Le Parlement du soin devrait être distingué de ces commissions et surtout rehaussé au niveau de la Direction Générale.

L'hôpital, avec cette innovation institutionnelle, pourrait ainsi tester un démonstrateur d'un nouveau type de gouvernance (articulant court terme/ long terme) qui pourrait servir de modèle pour être diffusé ensuite à d'autres institutions : éducation, administration, mairie, transport, université... Comme l'ont pensé certains constitutionnalistes et philosophes comme Dominique Bourg, cela pourrait même être institué au plus haut niveau de l'Etat avec l'Assemblée Nationale (qui veille au court terme, économique) et le Parlement du soin

(soucieux du long terme et de la nouvelle sagesse d'habitation de la Terre).

Face aux multicrises que nous traversons et qui vont probablement s'aggraver, il s'agit aujourd'hui de ne plus céder à la déploration, mais d'oser l'imagination. Il nous faut soutenir collectivement de nouvelles propositions inventives. Résister, c'est créer dit le poète. Voilà pourquoi nous proposons une « Riposte Poétique ». La poiësis en grec est la fabrication, la venue au monde de la nouveauté. La riposte poétique est une réponse profonde et créative à nos défis contemporains tels que les crises climatiques, sociales, économiques, sanitaires et démocratiques. Elle s'appuie sur une vision où les valeurs du soin — qu'il s'agisse du soin envers les personnes, la société, ou la planète — sont les valeurs de demain. La riposte poétique n'est pas une utopie lointaine, mais une incitation à réenchanter le présent et l'avenir en plaçant concrètement le soin au cœur des récits, des décisions, des institutions et des gouvernances.



ANNEXES

Bibliographie

1. [Rapport GIEC 2023](#)
2. Faurie C, Varghese BM, Liu J et al. Association between high temperature and heatwaves with heat-related illnesses: a systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ* 2022; 852 :158332.
[Doi.org](#)
3. Janoš, T., Quijal-Zamorano, M., Shartova, N. et al. Heat-related mortality in Europe during 2024 and health emergency forecasting to reduce preventable deaths. *Nat Med*
[Doi.org](#)
4. Couchoud C , Lobbedez T , Bayat S, Glowacki F , Brunet P, Frimat L. Moderately elevated ambient temperature is associated with mortality in dialysis patients, but not in transplant patients. *Clinical Kidney J* 2025 ; 18(2) : sfae428
5. Borg M, Bi P, Nitschke M, Williams S, McDonald S. The impact of daily temperature on renal disease incidence: an ecological study. *Environmental Health* 2017.
[Doi.org](#)
6. Semenza JC, Menne B. Climate change and infectious diseases in Europe. *Lancet Infect Dis* 2009;9: 365–75
7. Johnson RJ, Wesseling C, Newman L. Chronic Kidney Disease of Unknown Cause in Agricultural Communities. *N Engl J Med* 2019;380:1843-52.
[Doi.org](#)
1. Sandai S, Ethier I et al. Climate Change, Kidney Health, and Environmentally Sustainable Kidney Care A Multinational Survey of Health Care Professionals *JASN* 2024.
[Doi.org](#)
2. Rey J, Hourmant M, Lasseur C, Foucault C, Baranger T. Élaboration de l'outil EcoHemoDial d'évaluation des bonnes pratiques de la dialyse verte. *Néphrologie & Thérapeutique*. 2025;21(5):334.
3. Yousafzai S, Sadiq R, Hewage K, MacNeill AJ, Stigant CE. Life Cycle Assessment: A Primer for Kidney Professionals. *Canadian Journal of Kidney Health and Disease* 2025 ; 12: 1 –8.
[Doi.org](#)

1. Fernández-Fernandez B Sarafidis P, Soler MJ, Ortiz A . EMPA-KIDNEY: expanding the range of kidney protection by SGLT2 inhibitors. Clin Kidney J. 2023;16(8):1187-1198.
[Doi.org](#)
2. Talbot B, Fletcher A, Neal B, Oshima M et al. The potential for reducing greenhouse gas emissions through disease prevention: a secondary analysis of data from the CREDENCE trial. Lancet Planet Health 2024.
[Doi.org](#)
3. Registre REIN : données épidémiologique de diminution du nombre de patients incidents en dialyse.
[Registre REIN](#)
4. Fernández Lucas M, Muriel A, Merino JL, Sánchez R , Collado A , Herrero JA, et al. Randomized Trial of Twice-Weekly Versus Thrice-Weekly Hemodiafiltration for Initiation of Renal Replacement Therapy. Kidney Int Rep (2025) 10, 4188–4198;
[Doi.org](#)
5. Nardelli L, Scalamogna A, Cicero E, Castellano G. Incremental peritoneal dialysis allows to reduce the time spent for dialysis, glucose exposure, economic cost, plastic waste and water consumption. Journal of Nephrology 2023; 36:263–273
[Doi.org](#)
6. Groupe de travail de la SFNDT. Traitement conservateur de la maladie rénale chronique stade 5 : guide pratique. Néphrologie&Thérapeutique 2022 ; 18(3) : 155-171.
JASN 2024; 35: 1095–1103.
[Doi.org](#)
1. Makhloufi M, Cottinet JP, Ronchin B, Dureuil B, Loppinet T, Grinberg T, Portefaix A, Bacchetta J. Haemodialysis versus peritoneal dialysis in children: an eco-audit . Nephrol Dial Transplant 2024; 39(11)
[Doi.org](#)
2. Connor A, Lillywhite R, Cooke MW. The carbon footprints of home and in-center maintenance hemodialysis in the United Kingdom. Hemodialysis International 2011; 15:39-51.
3. McAlister S, Talbot B, Knight J, Blair S, McGain F, Knight R, Nelson C, McDonald S, Barraclough KA. The Carbon Footprint of Peritoneal Dialysis in Australia. American Journal of Kidney Diseases (2025).
[Doi.org](#)
4. Barraclough KA, Talbot B, Knight J, Blair S, McGain F, Masterson R, Knight R, Nelson C, McDonald S, McAlister S, Carbon Emissions From Different Dialysis Modalities: A Life Cycle Assessment, American Journal of Kidney Diseases (2025).
[Doi.org](#)
5. Kooman JP. The Revival of Sorbents in Chronic Dialysis Treatment. Seminars in dialysis 2025;38:54–61.
[Doi.org](#)

6. Garcia-Sanchez JJ, Barraclough KA, Cases A et al. Using chronic kidney disease as a model framework to estimate healthcare-related environmental impact. *Adv Ther* 2024;
[Doi.org](#)
1. Molano-Triviño A, Wancjer B, Mauro M Neri MM et al, Blue Planet dialysis: novel water-sparing strategies for reducing dialysate flow. *Int J Artif Organs* 2018, 41:3-10.
2. Couret A: Optimisation des Réglages Osmoseurs en 2023. Résultats sur les Consommation d'EAU 2024 In: Première journée régionale de la transformation écologique du système de santé: 12 Juin 2025; Bordeaux: Agence Régionale de Santé Nouvelle Aquitaine.
3. Environmentally Sustainable Design (ESD) Guidelines for Kidney Care Facilities. Australia and New Zealand society of nephrology website.
[Environmentally Sustainable Design](#)
4. Ahrenholz P, Winkler RE, Zendeh-Jartochti D. The Role of the Dialysate Flow Rate in Haemodialysis. In: *Updates in Haemodialysis*. edn. Edited by IntechOpen 2015: 189-198.
5. Maduell F, Ojeda R, Arias-Guillen M, Fontserè N et al. Optimization of dialysate flow in on-line hemodiafiltration. *Nefrologia* 2015; 35(5):473-478.
6. Molano-Trivino A, Wancjer B, Guzman G, Luqueta A, Beltran J, Romero G, Ronco C. Effects of decreasing dialysis flow rate on dialysis efficacy and interdialytic weight gain in chronic patients with hemodialysis -FLUGAIN Study. *Nephrol Dial Transplant* 2018; 33(Suppl 1):i514-i515.
7. Molano-Trivino A, Guzman G, Galvan A, Ducuara D, Martinez A, Yunez A. Dialysate Flow : Is the Less the Better? *Blood purification* 2020; 49(1-2):121-122.
8. Mbengue M, Diagne S, Macondo EA, Luong N, Massy Z, Niang A. Maintenance haemodialysis with low dialysate flow rates in Senegal. *African Journal of Nephrology* 2022; 25(1):136-140.
9. Rydzewska-Rosolowska A, Glowinska I, Kakareko K, Pietruczuk A, Hryszko T. How low can we go with the dialysate flow? A retrospective study on the safety and adequacy of a water-saving dialysis prescription. *Clin Kidney J* 2024;
10. Maduell F, Moreso F, Pons M, Ramos R et al. High-efficiency postdilution online hemodiafiltration reduces all-cause mortality in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2013; 24(3):487-497.
11. Blankestijn PJ, Vernooij RWM, Hockham C, Strippoli GFM et al: Effect of Hemodiafiltration or Hemodialysis on Mortality in Kidney Failure. *New Engl J of Med* 2023; 389(8):700-709.
12. Canaud B, Gagel A, Peters A, Maierhofer A, Stuard S. Does online high-volume

hemodiafiltration offer greater efficiency and sustainability compared with high-flux hemodialysis? A detailed simulation analysis anchored in real-world data. *Clin Kidney J* 2024; 17(6):sfae147.

13. Kirchner KA, White AR, Kiley JE, Bower JD. Long-term hemodialysis at reduced dialysate flow rates. *Am J Nephrol* 1984; 4(1):7-12.

14. Systematic review of dialysis prescriptions (use of dialysate autoflow facility)

map.sustainablehealthcare.org

15. Albalade M, Perez-Garcia R, de Sequera P, Corchete E. Is it useful to increase dialysate flow rate to improve the delivered Kt? *BMC Nephrol* 2015, 16:20.

16. Parikh A, Drake K, Woda C, D'Alessandri-Silva C, Aragon M. Utility of a water-sparing approach for reducing dialysate flow rates in hospitalized patients with kidney failure. *Intern J Artifical Organs* 2025; 48(5):356-361.

17. Bendine G, Autin F, Fabre B, Bardin O, Rabasco F, Cabanel JM, Chazot C. Haemodialysis therapy and sustainable growth: a corporate experience in France. *Nephrol Dial Transplant* 2020; 35: 2154-2160.

[Doi.org](https://doi.org/)

18. Murcutt G, Hillson R, Goodlad C, Davenport A. Reducing the carbon footprint for a 30-bed haemodialysis unit by changing the delivery of acid concentrate supplied by individual 5 L containers to a central delivery system. *J Nephrol* 2024; 37(7):1949-1955.

19. Ghimire A, Tennankore KK, Vitale G. Unused Hemodialysis Acid Concentrate

is Dollars and Dialysate Down the Drain: An Opinion Piece. *Can J Kidney Health Dis* 2024, 11:20543581241308631

20. Tarras F, Benjelloun O, Benjelloun M. Sustainable Water Usage in Hemodialysis: Innovations for Resource Conservation. *ASN Kidney News* 2025.

[Kidneynews.org](https://www.kidneynews.org)

21. Tarras F, Benjelloun M, Razkaoui A, Benjelloun O, et al. Sustainable reuse of hemodialysis reject water for potato farming: a large-scale feasibility study in Morocco. *J Nephrol* 2025.

[Doi.org](https://doi.org/)

22. Handbook for Reusing or Recycling Reverse Osmosis Reject Water from Haemodialysis in Healthcare Facilities

[Clearwatervic.com](https://clearwatervic.com)

23. Tarras F, Benjelloun M, Benjelloun O. Recycling wastewater after hemodialysis: an environmental analysis for alternative water sources in arid regions. *Am J Kidney Dis* 2008; 52(1):154-158.

24. Tarras F, Benjelloun H, Benjelloun M. Nitrogen and phosphorus recovery from hemodialysis wastewater to use as an agricultural fertilizer. *Nefrologia (Engl Ed)* 2023; 43 Suppl 2:32-37.

25. Nielsen CH. Biomimetic membranes for sensor and separation applications. *Anal Bioanal Chem* 2009; 395(3):697-718

1. Jullien P, Rey J, Mariat C. Vers une néphrologie plus verte : appliquer le modèle des maisons passives à un établissement de dialyse. *Néphrologie et Thérapeutique* 2021; 17(5) : 272-273
2. Moign A. Pompes : comment améliorer leur efficacité énergétique ? L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES. N° 485 du 31 octobre 2025.
1. Perdrix A, Parat S, Liaudy S, Maître A. Syndrome Des Bâtiments Malsains (SBM). *Revue Francophone des Laboratoires* 2005 ; 2005(373) : 67-72
1. Drew J, Christie D, Rainham D, Rizan C. HealthcareLCA: an open-access living database of healthcare environmental impact assessments. *Lancet Planet Health* 2022 ; 6: e1000–12.
2. Burguburu A, Tanné C, Bosc K, et al. Analyse du cycle de vie comparative entre les pyjamas de bloc opératoire réutilisables et jetables, utilisés dans les hôpitaux Cleaner Environmental System 2021
[Doi.org](#)
3. Hourmant M, Aguilera D, Carencio P, Deltombe C, Vérité T, Filipozzi P. Remplacement de l'usage unique par du réutilisable dans les soins en néphrologie. 2025. Volume 21(1): 49-52.
[Doi.org](#)
4. Hunfeld N, Diehl JC, Timmermann M, et al. Circular material flow in the intensive care unit—environmental effects and identification of hotspots. *Intensive Care Med* 2023; 49:65–74
[Doi.org](#)
1. Bonnes pratiques d'hygiène en hémodialyse [Internet]. [cité 8 janv 2026].
[Sf2h.net](#)
2. Guo H, Zhang L, He H, Wang L. Risk factors for catheter-associated bloodstream infection in hemodialysis patients: A meta-analysis. *PLoS One*. 2024;19(3):e0299715.
3. McLure HA, Talboys CA, Yentis SM, Azadian BS. Surgical face masks and downward dispersal of bacteria. *Anaesthesia*. juill 1998;53(7):624-6.
4. Vanholder R, Canaud B, Fluck R, Jadoul M, Labriola L, Marti-Monros A, et al.

Diagnosis, prevention and treatment of haemodialysis catheter-related bloodstream infections (CRBSI): a position statement of European Renal Best Practice (ERBP). NDT Plus. juin 2010;3(3):234-46.

5. Fisher M, Golestaneh L, Allon M, Abreo K, Mokrzycki MH. Prevention of Bloodstream Infections in Patients Undergoing Hemodialysis. Clin J Am Soc Nephrol. 7 janv 2020;15(1):132-51.
6. Krol A. Planète bleue, idées vertes: Le CISSS de Laval s'attaque à son empreinte carbone. La Presse [Internet]. 17 avr 2023 [cité 8 janv 2026]

[La presse.ca](https://www.lapresse.ca)

1. Ghimire A, Tennankore KK, Vitale G. Unused Hemodialysis Acid Concentrate is Dollars and Dialysate Down the Drain: An Opinion Piece. Canadian J kidney Health and Disease 2024. 11 : 1-5.

[Doi.org](https://doi.org/10.5555/cjkhd.2024.11.1)

2. Murcutt G, Hillson R, Goodlad C, Davenport A. Reducing the carbon footprint for a 30-bed haemodialysis unit by changing the delivery of acid concentrate supplied by individual 5 L

containers to a central delivery system . Journal of Nephrology (2024) 37:1949–1955

[Doi.org](https://doi.org/10.1007/s00438-024-02155-5)

3. Cardenas RM, Audije-Gil J, Arenas MD, Martin Vaquero M, et al. Impact of the Type of Dialysate Acid Concentrate Container on the Environmental Footprint of Hemodialysis Centers. Am J Kidney Disease 2025.

[Doi.org](https://doi.org/10.1016/j.ajkd.2025.01.001)

1. Connor A, Lillywhite R, Cooke M. The carbon footprints of home and in-center maintenance haemodialysis in the United Kingdom. Haemodialysis International 2011 ; 15(1) : 39-51

2. Barraclough KA, Talbot B, Knight J, Blair S, McGain F, Masterson R et al. Carbon Emissions From Different Dialysis Modalities: A Life Cycle Assessment. Am J Kidney Dis. 2025;86(4):465-474.e1.

[Doi.org](https://doi.org/10.1016/j.ajkd.2025.01.001)

3. Berman-Parks N, Berman-Parks I, Gómez-Ruíz IA, Ardavin-Ituarte JM, Piccoli GB. Combining Patient Care and Environmental Protection: A Pilot Program Recycling Polyvinyl Chloride From Automated Peritoneal Dialysis Waste. *Kidney Int Rep.* 2024; 9(6):1908-1911. PMID: 38899205; PMCID: PMC11184240.
[Doi.org](https://doi.org/10.1016/j.kirp.2024.06.001)
1. Etude sur la valorisation des plastiques usagés en santé, Evaplus, octobre 2024
[Librairie.ademe.fr](https://www.librairie.ademe.fr/evaplus)
2. Dialysis waste could help protect concrete from corrosion, IPWEA Institute of public works engineering Australasia, 31-10-2017.
[Ipwea.org](https://www.ipwea.org/)
3. Berman-Parks N, Berman-Parks I, Gómez-Ruíz IA, Ardavin-Ituarte JM, Piccoli GB. Combining Patient Care and Environmental Protection: A Pilot Program Recycling Polyvinyl Chloride From Automated Peritoneal Dialysis Waste. *Kidney Int Rep.* 2024 Mar 14;9(6):1908-1911. PMID: 38899205; PMCID: PMC11184240.
[Doi.org](https://doi.org/10.1016/j.kirp.2024.06.001)
4.
 - Measuring and reducing plastics in the healthcare sector, Health Care Without Harm, 2021
[Europe.noharm.org](https://europe.noharm.org/)
4. Ravichandran P. A Model for Plastic Neutrality in Dialysis: Converting Surrogate Plastic Waste to Sinkable Pebbles. *European Society of Medicine* 2023.
[Esmed.org](https://www.esmed.org/)
5. Recycled dialysis bags:
[Quacrafts.com](https://www.quacrafts.com/)
- How is plastic recycling applied in the medical industry, AMG Plastech, October 16, 2024.
[Amgplastech.com](https://www.amgplastech.com/)
- Expérimentation VinylPlusMed :
[Vinylplushealthcare.eu](https://www.vinylplushealthcare.eu/)
[Recyclepro.eu](https://www.recyclepro.eu/)
- Expérimentation Cosmolys (Paragraphe “Cosmolys, Pionnier de la Valorisation Matière”) :
[Cosmolys.com](https://www.cosmolys.com/)
- Ghimire A, Shah M, Qirjazi E, Ward D, Kahlon B et al. Estimating the costs and amount of recyclable polyvinyl chloride plastic waste associated with discarded Icodextrin. *Peritoneal Dial Intern* 2025.
[Doi.org](https://doi.org/10.1016/j.pd.2025.01.001)

1. Leprat P. Caractéristiques et impacts des rejets liquides hospitaliers. *Techniques hospitalières* 1999; 634: 56-57.
2. SIPIBEL. Effluents hospitaliers et stations d'épuration urbaines. Rapport 2011-2015, GRAIE.
3. Hartemann P, Hautemanière A, Joyeux M. La problématique des effluents liquides hospitaliers. *Hygiènes* 2005; 13(5): 369-374.
4. Gaze WH, et al. Impacts of anthropogenic activity on the ecology of class 1 integrons. *ISME Journal* 2011; 5(8): 1253-1261.
5. SCENIHR. Assessment of the Antibiotic Resistance Effects of Biocides. European Commission, 2009.
6. Rosenberg N. Asthme professionnel dû aux désinfectants employés en milieu hospitalier. *Documents pour le médecin du travail* 2000; 84: 435-443.
7. Haxhe JJ. Cours d'hygiène hospitalière. Université catholique de Louvain.
8. Dettenkofer M, et al. Does disinfection of environmental surfaces influence nosocomial infection rates *Am J Infect Control* 2004; 32(2): 84-89.
9. Rutala WA, Gergen MF, Weber DJ. Microbiologic evaluation of microfiber mops for surface disinfection. *Am J Infect Control* 2007; 35(9): 569-573
10. SF2H. Avis sur un procédé de nettoyage et désinfection à la vapeur -2004.
11. ARS PACA. Pratiques et achats responsables en établissements de santé et médico-sociaux, 2017
1. SCENIHR - Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. The safety of the use of bisphenol A in medical devices. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2016; 79: 106-7
2. Bacle A, Thevenot S, Grignon C, Belmouaz M, Bauwens M, Teychene B, et al. Determination of bisphenol A in water and the medical devices used in hemodialysis treatment. *Int J Pharm*. 2016; 505(1-2): 115-21.
3. Bacle A, Dupuis A, Belmouaz M, Bauwens M, Cambien G, Venisse, et al. Overexposure to Bisphenol A and Its Chlorinated Derivatives of Patients with End-Stage Renal Disease during Online Hemodiafiltration. *Biomolecules*. 2019; 9(9): 403
4. Cambien G, Venisse N, Migeot V, Rabouan S, Belmouaz M, Binson G, et al. Simultaneous determination of bisphenol A and its chlorinated derivatives in human plasma: Development, validation and application of a UHPLC-MS/MS method. *Chemosphere*. 2020; 242: 125236.

5. Cambien G, Dupuis A, Belmouaz M, Bauwens M, Bacle A, Ragot S, et al. Bisphenol A and chlorinated derivatives of bisphenol A assessment in end stage renal disease patients: Impact of dialysis therapy. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2024; 270: 115880.
1. Rodler S, Ramacciotti LS, Maas M, Mokhtar D et al. The Impact of Telemedicine in Reducing the Carbon Footprint in Health Care: A Systematic Review and Cumulative Analysis of 68 Million Clinical Consultations. *Europeau Urology Focus* 2023 ; 9(6) : 873-887
2. Purohit A, Smith J, Hibble A. Does telemedicine reduce the carbon footprint of healthcare? A systematic review. *Future Healthcare Journal* 2021 ; 8(1): e85-91
3. Laranjinha I , Peired AJ, Knoeller S Ferreira AC, Gracin S, Demirtas G, Hourmant M; On behalf of the Sustainable Nephrology Task Force of the ERA. Nephrology meets AI—environmental perspective, *Nephrol Dial Transplant* 2025. 40: 1449–1451
4. Tangri N, Cheungpasitporn W, Crittenden SD, Fornoni A for the Artificial Intelligence (AI) Workgroup et al. Responsible Use of Artificial Intelligence to Improve Kidney Care. A Statement from the American Society of Nephrology. *JASN* 2025.
6. Cambien G, Dupuis A, Guihenneuc J, Bauwens M, Belmouaz M, Ayraud-Thevenot S. Endocrine disruptors in dialysis therapies: A literature review. *Environ Int.* 2023; 178: 108100

 [Doi.org](#)

Pour aller plus loin :

Reboot – Guide pour repenser l’impact environnemental du numérique

 [Numeriqueethique.fr](#)

1. But how green is it actually? Calculating the environmental footprint of kidney care environmental optimizations within haemodialysis. Duane B, Larkin J , Caiazza M , Arenas M et al. *Clinical Kidney Journal* 2025, 18(9,) sfaf220.
2. Beige J, Knöller S, Pachmann M, Sommer F, Barth HP, Masanneck M et al. A website calculator to benchmark the carbon footprint of haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2026.

 [Doi.org](#)

 [Doi.org](#)

1. Rapport de l'ORB 2022 Micropolluants émis par le secteur de la santé
 2. The Shift project. Décarbonons les industries du médicament. Rapport final 2025
[Theshiftproject.org](https://theshiftproject.org)
 3. Piffoux M et al. Carbon footprint of oral medicines using hybrid life cycle assessment. J Cleaner Prod 2024;475:143576,
[Doi.org](https://doi.org/)
 4. Bounoure F et al. Eco-prescription, a new major skill for healthcare professionals. Annales Pharmaceutiques Françaises 2025
[Doi.org](https://doi.org/)
 5. Bouvet L et al Juif-Clement M, Breant V, Zieleskiewicz L, Lê MG, Cottinet PJ. Environmental impact of intravenous versus oral administration materials for acetaminophen and ketoprofen in a French university hospital: an eco-audit study using a life cycle analysis Can J Anesth/J Can Anesth (2024) 71:1457-1465.
[Doi.org](https://doi.org/)
- Pour aller plus loin :**
Healthcare LCA database [internet]
Disponible sur :
[Healthcarelca.com](https://healthcarelca.com)
1. The Shift Project. Décarbonons les industries des dispositifs médicaux. Rapport final 2025
[Theshiftproject.org](https://theshiftproject.org)
 2. The Shift Project. Décarbonons les industries des dispositifs médicaux. Synthèse du rapport final 2025.
[Theshiftproject.org](https://theshiftproject.org)
 1. Spoyalo K, Lalande A, Rizan C, Park S et al. Patient, hospital and environmental costs of unnecessary bloodwork: capturing the triple bottom line of inappropriate care in general surgery patients. BMJ Quality 2023;12:e002316.
[Doi.org](https://doi.org/)
 2. Elmar M. et al. The Impact of Modern Imaging Techniques on Carbon Footprints: Relevance and Outlook. European Urology Focus 2023 ; 9(6) 2023 : 891-3

1. Hourmant M, Peired AJ. Dix propositions pour réduire l'empreinte carbone des études de recherche clinique. *Néphrologie&Thérapeutique* 2025. 21(2) : 123-126
[Doi.org](#)
2. Peired AJ, Laranjinha I, Demirtas G, Fereira AC, Gracin S, Knoeller S, Hourmant M. An urgent call for environmental accountability in nephrology clinical trials. *Clin Kidney J* 2024;
[Doi.org](#)
1. Pettinelli P, Fontana M, Peired AJ, Laranjinha I et al. Towards carbon Footprint measurement of the ERA Congress. Five Key strategies for greener events. *Nephrol Dial Transplant* 2025
[Doi.org](#)
1. Salloch S. Ecological preferences and patient autonomy . *J Med Ethics* 2024.
[Doi.org](#)
2. Goldfarb DS. Nephrologists should talk to their patients about climate change. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2024, 33:170–173
[Doi.org](#)
3. Hantel A, Senay E, Richie C, et al. A focus group study of ethical issues during climate-informed health decision-making.. *Nat Clim Chang*. 2024;14(10):1040-1046
[Doi.org](#)
4. Sandal S, Ethier I, Ugochi O Fung Winston et al. Climate Change, Kidney Health, and Environmentally Sustainable Kidney Care. A Multinational Survey of Health Care Professionals *J American Soc Nephrol* 2024.
[Doi.org](#)
5. Sandal S, Onu U, Fung W, Pippias M et al. Assessing the role of education level on climate change belief, concern and action: a multinational survey of healthcare professionals in nephrology. *J Nephrol*. 2025 Apr;38(3):925-934. Epub 2025 Jan 29. PMID:39878913.
[Doi.org](#)

6. Ethier I, Sandal S, Tarakji AR, Finkle SN et al. Climate Change and Environmentally Sustainable Kidney Care in Canada: A Knowledge, Attitudes, and Practices Survey of Kidney Care Providers. *Can J Kidney Health Dis.* 2024 Oct 8;11:20543581241287286.
[Doi.org](#)
7. Ethier I, Sandal S, Tarakji AR, Kahlon B, Samanta R, Stigant C. A Gap Analysis to Assess the Implementation of Environmentally Sustainable Kidney Care Strategies in Canada. *Can J Kidney Health Dis.* 2025 Aug 21; 12: 20543581251365337. PMID: 40861171; PMCID: PMC12374084.
[Doi.org](#)
1. Dallaporta B. Prendre soin du prochain, prendre soin du lointain. Paris, Bayard, 2021.
2. Jonas Hans, Le Principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technique, trad. J. Greisch (1979), Paris, Cerf, 1990.
3. Bourg D. Inventer la démocratie du XXI^e siècle. L'assemblée citoyenne du futur, Les liens qui libèrent. 2017
4. Dallaporta B, Hocini F. Riposte poétique et imagination politique : les valeurs du soin sont les valeurs de demain, Crise des institutions de soin. Au cœur des enjeux civilisationnels et écologiques. Edition in Press, 2025.

Quelques sites à connaître

[TheShiftProject.org](#)

[Anap.fr](#)

Haut Conseil pour le Climat : Acter l'urgence, engager les moyens.

[Rapport 2023](#)

[Carebone](#)

[La Fresqueduclimat.org](#)

[Noharm.org](#)

REMERCIEMENT

Le groupe **Néphrologie verte** remercie l'entreprise **Meditor** pour son soutien dans la rédaction de ce guide.



La mise en page de ce guide à été réalisé par **Créa Design Manon**.

