

AVIS DE L'EXPERT·E / EXPERT OPINION

Repenser la réanimation pour soigner dans un monde durable

Rethink intensive care medicine in a sustainable world

David Grimaldi^{1*} • Florence Boissier² • Valentin Chabanel³ • Alexandre Demoule⁴ • Marie Lecronier⁵

Reçu le 24 février 2024 ; accepté le 3 mai 2024.

© SRLF 2024.

Résumé

Le changement climatique en cours est une des conséquences de l'influence anthropique sur l'écosystème planétaire. Il est selon l'OMS « une menace fondamentale pour la santé humaine » que ce soit par ses impacts directs (canicules, inondations) ou indirects (insécurité alimentaire, migration...). Les soignants seront donc en première ligne pour faire face à ces transformations. Mais comme le système de soin est adossé à un complexe industriel et sa chaîne logistique, il est dépendant de l'utilisation d'énergie majoritairement fossile. Le système de soin est lui-même à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre. Les soins critiques, intensifs en soins, sont intensifs en émission et doivent prendre leur part dans l'effort de décarbonation à accomplir. Cet article décrit les impacts sanitaires prévisibles du changement climatique, les principaux postes d'émissions de gaz à effet de serre et donne les outils de compréhension des leviers de la décarbonation. Il est une première étape de la formation des soignants exerçant dans les unités de soins critiques.

Mots-clés : limites planétaires, transition, CO₂, prévention, systémique

Abstract

Climate change is one of the consequences of the anthropic impact on earth ecosystem. It is a « Fundamental threat to human health » as declared by WHO, through direct consequences (heat waves, flooding ...) or indirect (food insecurity, migration...). Healthcare providers will be at the frontline facing this major change. But as healthcare systems rely on an industrial complex, it uses energy, which is based on fossil fuels. Critical care, also called intensive care, produces intensively greenhouse gases. This article describes the foreseeable sanitary impact of climate change, the main source of greenhouse gases emission and gives some tools to understand decarbonisation lever. It constitutes a first step for intensive care unit healthcare workers teaching.

Keywords: planet boundaries, transition, CO₂, prevention, systemic

Introduction

Journée santé à la COP 28, articles dans les revues médicales, sessions durabilité dans les congrès, plans « hôpital durable »... phénomène de mode passager ? Simple buzz comme d'autres sujets médicaux à l'heure des réseaux sociaux ?, ou défi de notre siècle qui

occupera le restant de notre carrière et celle de nos successeurs ?

Cet article fait le point sur les connaissances scientifiques qui existent sur les liens entre santé humaine (et réanimation en particulier) et l'état physique de notre écosystème planétaire (appelée écologie scientifique) en particulier de son climat.

*Dr David Grimaldi

APHP, Service de médecine intensive et de réanimation, Hôpital Saint-Louis, Paris, France

✉ david_grimaldi2001@yahoo.fr

La liste complète des affiliations des auteurs est disponible à la fin de l'article.



Rappels de quelques fondamentaux physiques simples

Les sociétés humaines fonctionnent en transformant les ressources présentes dans la croûte terrestre, grâce à de l'énergie pour générer de multiples produits issus de réactions physico-chimiques. Nous ne créons ni matière ni énergie, nous les transformons.

Les ressources et l'énergie sont donc les conditions nécessaires des activités humaines issues de la révolution industrielle. Certaines sont renouvelables (bois, végétaux, animaux, énergie solaire) d'autres non à échelle de temps humain (sable, pétrole...). Bien qu'immense et échappant à la perception d'un individu, notre planète est un objet limité en taille, les ressources que l'Homme peut y trouver ne sont donc pas infinies. Notre planète a ainsi des limites physiques indépassables. Concernant les ressources renouvelables, les limites sont celles qui permettent le renouvellement complet. Prenons un banc de poissons de 10 000 individus capables de générer 1 000 nouveaux adultes par an, la limite indépassable d'un prélèvement annuel est certes de 10 000, mais si on prélève plus que 1 000 poissons/an, la ressource disparaîtra à plus ou moins court terme. C'est donc une frontière, un seuil physiquement dépassable temporairement mais non durable.

Transformer des ressources nécessite de grandes quantités d'énergie. Certaines énergies primaires sont renouvelables (hydroélectricité, vent, rayons solaires...) d'autres non, comme les énergies fossiles, produits naturels de la fossilisation des fougères du carbonifère (charbon) ou de phyto-zooplanctons (pétrole et gaz). Les énergies fossiles représentent 80 % des sources d'énergie primaire au niveau mondial (à ne pas confondre avec l'électricité).

L'aval de nos activités de transformation (les produits d'une gigantesque opération physico-chimique) sont des molécules/matières que nous rejetons dans l'écosystème (dioxyde de carbone, plastique, acier...). Certains de ces produits ont des conséquences négatives sur la biosphère (ensemble du vivant) et il existe de ce fait également une limite à la quantité qui peut être générée dans notre écosystème. Dans notre exemple ci-dessus, une pollution qui entraînerait plus de 1 000 décès de poissons par an et/ou une baisse de la reproduction en dessous du seuil de renouvellement, aboutirait également à la disparition de la ressource.

Limites planétaires

Les chercheurs du *Stockholm Resilience Centre* ont déduit des conséquences de l'activité humaine, 9 limites planétaires (*planetary boundaries* en anglais car ce sont plutôt des frontières) définissant des seuils de variables physiques, chimiques ou biologiques, à partir desquels

les perturbations de l'écosystème serait défavorable à l'espèce humaine (**Figure 1**). À ce jour les connaissances scientifiques permettent de déterminer que 6 de ces 9 limites sont dépassées [1].

Le dépassement des frontières n'est par définition pas durable, il ne peut donc être que temporaire. Lorsque la correction intervient, elle se fait dans un système dégradé qui a de nouvelles limites plus étroites qu'avant. Dans notre exemple, le prélèvement de poissons supérieur au seuil de renouvellement entraîne une baisse du nombre d'adulte et donc de la capacité de renouvellement, ce qui aggrave le dépassement et conduit à un effondrement du nombre de poissons si le dépassement n'est pas rapidement stoppé. Les situations de dépassement font ainsi appel à des dynamiques de corrections non linéaires, ce qui les rend notoirement dangereuses.

Changement climatique

Parmi les 9 limites planétaires, nous avons fait le choix de nous focaliser sur le changement climatique, pour des raisons d'expertise et de longueur de texte. Ce choix est également justifié par l'urgence de l'enjeu, son caractère systémique et généralisé et le caractère inertiel (lié entre autres à la demi-vie des gaz à effet de serre) qui retarde les effets de la décarbonation. Par ailleurs, cette limite obéit à des lois physiques simples et quantifiables. Notons que, dans la majorité des cas, la lutte contre le changement climatique converge avec la lutte contre le dépassement des autres limites planétaires. Le lecteur doit néanmoins retenir que nous ne développons ici qu'une seule des 6 limites dépassées dont certaines, comme la perte de la biodiversité, sont des raisons d'inquiétude profonde.

Les conséquences sur la santé du changement climatique

Le changement climatique en cours va entraîner des conséquences profondes sur la santé humaine individuelle et collective dont certaines commencent à être visibles.

De façon théorique, le dépassement des limites entraîne une régulation négative qui remet le système à l'intérieur de ses limites physiques. Dans le modèle créé par des ingénieurs du MIT et présenté en 1972 comme rapport au Club de Rome, appelé « *The Limits to Growth* », qui simule une croissance de l'utilisation des ressources et de l'émission de pollution, il se produit à terme une diminution importante de l'espérance de vie et de la population humaine. La réintégration des limites physiques d'un système est inéluctable. Ce phénomène de correction peut être subi par le biais de phénomènes de rétroaction négative, et les soignants, notamment ceux exerçant en soins critiques ou dans les services

d'urgence, seront alors concernés au premier chef, ou il peut être organisé afin d'assurer la durabilité de nos sociétés.

De façon plus concrète, les impacts sanitaires connus et démontrés du changement climatique sont multiples et peuvent être classés en impacts directs (la morbi-mortalité du changement climatique) et indirects (l'impact sur la santé vient d'un déterminant de santé dégradé par le changement climatique).

Exemples d'impacts directs :

- L'augmentation de fréquence de sévérité des vagues de chaleurs va entraîner d'ici 2050 une multiplication par 5 du nombre de victimes de plus de 65 ans d'après le dernier rapport des chercheurs du *Lancet Countdown* [2]. Rappelons que les vagues de chaleur de 2022 ont causé le décès de 61 000 personnes en Europe [3].
- Dans les scénarios les plus émissifs entraînant le réchauffement le plus important, la bande équatoriale présentera des conditions extérieures rendant diffi-

cile la thermorégulation du corps humain ($T^{\circ} > 35^{\circ}\text{C}$ et Humidité de l'air de 100 %) une grande partie de l'année [4, 5].

- Les événements climatiques extrêmes (cyclones, inondations) entraînent des traumatismes et affectent également la santé mentale.
- Les incendies de forêt provoquent des émissions de microparticules à l'origine de décompensations des pathologies cardio-respiratoires chroniques [6].

Exemples d'impacts indirects :

- Le réchauffement entraîne la migration vers les pôles de vecteurs infectieux comme les moustiques, ainsi des maladies infectieuses tropicales risquent de se développer dans les pays présentant aujourd'hui un climat tempéré [7]. Des cas autochtones de dengue et d'infection par le virus West Nile ont ainsi été documentées en France. Il en est de même des maladies infectieuses transmises par l'eau qui en se réchauffant devient plus propice à la pullulation microbienne [8].

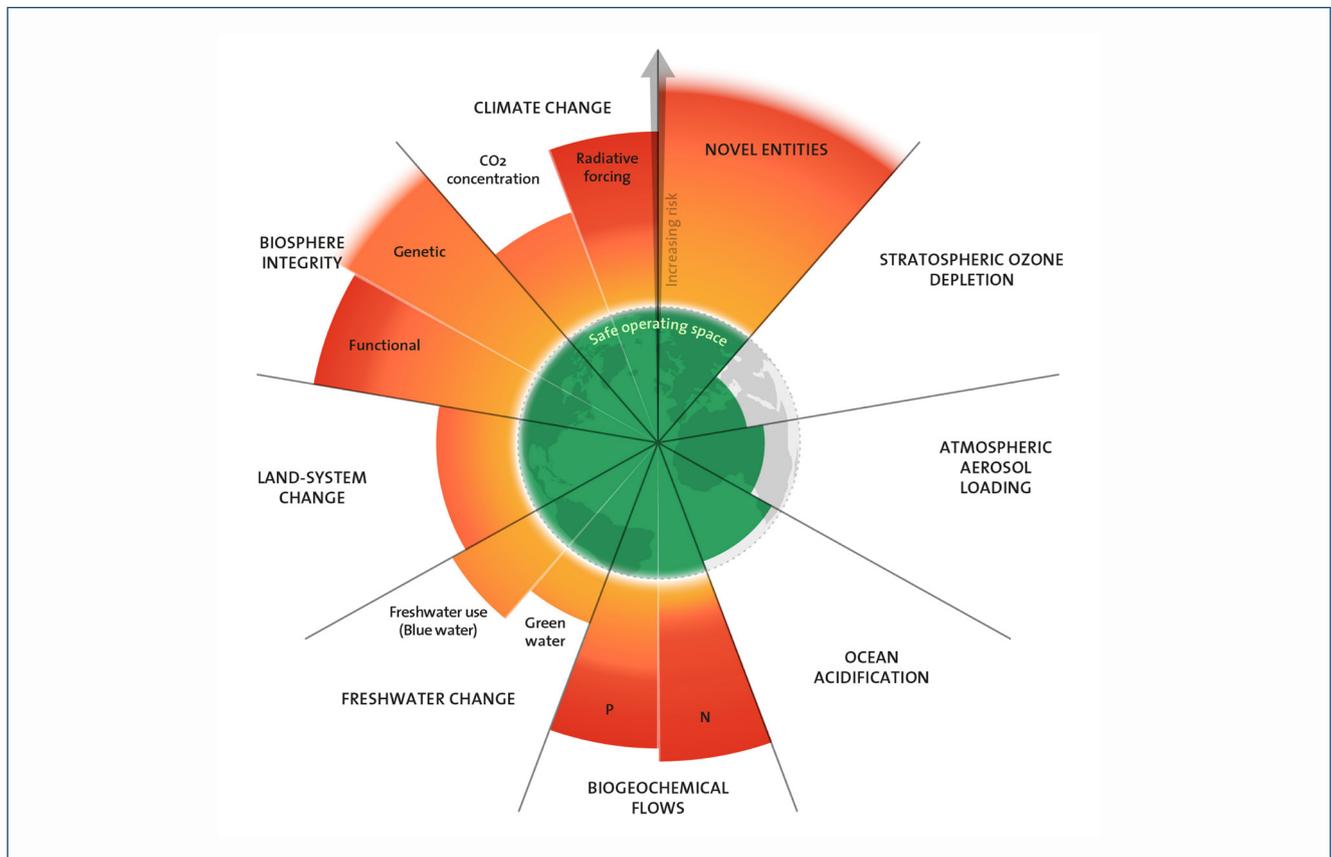


FIGURE 1 - Actualisation 2023 des limites planétaires et de leur franchissement

Sous licence. CC BY-NC-ND 3.0.

Crédit : "Azote for Stockholm Resilience Centre", basé sur l'analyse de Richardson *et al.* 2023.

- De façon plus indirecte, les sécheresses affectent les rendements agricoles et l'insécurité alimentaire est appelée à croître dangereusement.
- Des migrations massives résultant de plusieurs de ces conséquences sont attendues.
- Il y a donc de grands risques de voir se multiplier les troubles sociaux et les conflits dont on sait qu'ils sont des déterminants majeurs de la santé d'une population.
- Notons enfin que les événements climatiques menaçant les infrastructures en général, les infrastructures de santé peuvent être endommagées alors même qu'elles sont critiques pour soigner et limiter les dommages causés par ces mêmes catastrophes.

Plus de détails et de références sont données dans le dernier rapport du groupe 2 du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) [5] et les numéros annuels du Lancet Countdown qui soulignent que le changement climatique n'est pas seulement une crise environnementale, mais aussi une crise sanitaire de grande envergure, l'OMS la déclarant comme une « menace fondamentale pour la santé humaine ».

Le système de soins en général et la médecine intensive réanimation (MIR) doivent se préparer à ces conséquences avec des sollicitations en augmentation alors même que les ressources pour le faire seront contraintes. Ces efforts nécessaires sont regroupés sous le terme d'adaptation détaillé dans le 2^e volet du rapport du GIEC et que nous ne détaillerons pas plus en avant dans le présent article.

Émissions de la Santé en général

Si le système de soin va être sévèrement impacté par le changement climatique, il doit également analyser sa contribution aux émissions de gaz à effet de serre.

Il est en effet adossé à un système techno-industriel qui permet de produire les médicaments, le matériel médical, de transporter ces produits tout au long de leur chaîne de valeur, de construire des bâtiments, de les chauffer, etc. Comme nous l'avons vu au premier chapitre, ces activités de transformation nécessitent un apport d'énergie dont 80 % est d'origine fossile. Ainsi, le système de soins émet des gaz à effets de serre (et autres pollutions). La quantification de ces émissions n'est pas évidente. Via l'analyse de base de données de commerce mondial, ces émissions sont évaluées à 5,2 % des émissions mondiales en 2020 [9] avec de grandes disparités selon la richesse des pays. À un niveau national, elles représentent 5 % des émissions du Royaume-Uni [10] ou 7 % des Pays-Bas [11]. Au niveau français le *think tank* The Shift Project, expert de la comptabilité carbone, a estimé que les émissions du

système de soins étaient de 50 Mégatonnes-équivalent CO₂ (Mteq-CO₂) soit 8 % des émissions annuelles du pays [12]. Ainsi, soigner contribue au changement climatique et donc aux impacts sanitaires décrits au chapitre précédent. Évidemment, l'impact négatif du système de soin ne se résume pas aux gaz à effet de serre, par exemple la pollution de l'air causée par les systèmes de soins était responsable en 2020 de 4 millions d'années d'incapacité (DALYs) [2]. La pollution et ses conséquences sanitaires sont à l'heure actuelle un co-produit du soin... Ce paradigme peut être difficile à accepter mais il est malheureusement objectivé par des données scientifiques incontestables.

La **Figure 2** montre qu'en France, les émissions liées à la consommation « énergétique » (en couleur orangée) représentent 11 % pour l'énergie primaire et 2 % pour l'électricité (du fait d'une électricité en France massivement décarbonée) [12]. Les émissions ne sont donc pas qu'un problème de chauffage et d'isolation thermique des hôpitaux. En particulier la moitié des émissions est liée aux médicaments et aux dispositifs médicaux : c'est-à-dire le cœur de notre métier.

Ces données permettent de comprendre où agir pour décarboner et ne pas se tromper de cible. Il est par exemple intéressant de noter que les émissions liées au traitement des déchets sont faibles. La plus grande partie des émissions se fait à la phase d'amont.

Lorsque l'on s'intéresse à un produit donné, les émissions de gaz à effet de serre sont quantifiées par la méthode de l'analyse en cycle de vie (ACV) qui prend en compte toutes les étapes depuis l'extraction des matériaux, la production, le conditionnement, distribution (transport, stockage), promotion, utilisation, jusqu'à la destruction en fin de vie. Cette analyse donne l'empreinte carbone d'un produit. À l'heure actuelle les analyses en cycles de vie des médicaments, dispositifs médicaux, sont rares, on peut les trouver dans une base de données ouverte : healthcarelca.com. En l'absence de données précises, une quantification moyenne indirecte est faisable à partir des échanges commerciaux et permet d'obtenir un facteur d'émission (FE) monétaire des médicaments qui est une moyenne pour l'ensemble des médicaments et ne doit donc surtout pas être utilisé pour comparer des médicaments entre eux. Ce FE est évalué en France par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), à 500 kg CO₂e/k€ mais avec une marge d'erreur importante [13].

Les données sur les émissions en unité de soins critique

Le terme intensité repris dans « soins intensifs » signifie que la quantité de soins par patient est particulièrement élevée en comparaison avec des secteurs convention-

nels. Comme ces soins ont une réalité physique, les soins critiques ont une forte intensité énergétique et une forte intensité matière rapportée à chaque patient. Les émissions en gaz à effet de serre sont donc également « intensives ».

Ces émissions sont quantifiables ce qui permet une vue objective et comparative du problème. Quelques études se sont intéressées à l'impact global des services de soins critiques [14]. En partant du bilan carbone d'un hôpital aux USA, Prasad *et al.* ont attribué une part aux soins intensifs en fonction du nombre de soignants et en fonction de la surface occupée. Dans cette étude, les émissions étaient estimées à +/- 150 kg/CO₂-eq/lit de soins intensifs/jour (en comparaison avec +/- 65 kg CO₂-eq/lit/j pour une hospitalisation conventionnelle) soit +/- 55 teq-CO₂/lit/an (à comparer avec les 15 teq CO₂/an émises en moyenne par un Américain). Les principaux postes d'émission étaient le chauffage/électricité (« énergie »), suivi du matériel et des médicaments [15]. Soulignons qu'en l'absence de données chiffrées par médicament et par matériel médical, les données les

concernant présentent un degré d'incertitude. Par ailleurs, le poste « énergie » ne viendrait qu'en 3^e position après les équipements et les consommables si cette unité était reliée à un système électrique décarboné [16]. Ces données « macro » montrent l'importance de la quantification pour identifier les bonnes cibles. Si pour le chauffage (principalement au gaz), le réanimateur peut plaider avec la communauté soignante pour un chauffage décarboné, celui-ci relève de la responsabilité et des compétences des services techniques de l'hôpital. À l'inverse, l'usage des médicaments et du matériel médical sont directement liés aux soins et donc de la responsabilité de leurs utilisateurs : les soignants.

Il y a à ce jour peu de données précises de l'empreinte carbone des médicaments, on peut toutefois noter que la forme intraveineuse est +/- 10 fois plus émissive en raison du packaging, de la stérilisation et du matériel d'administration [17, 18]. Les études se multiplient notamment depuis que le NHS a publié une roadmap pour ses fournisseurs les obligeant à terme à fournir l'empreinte carbone de leurs produits.

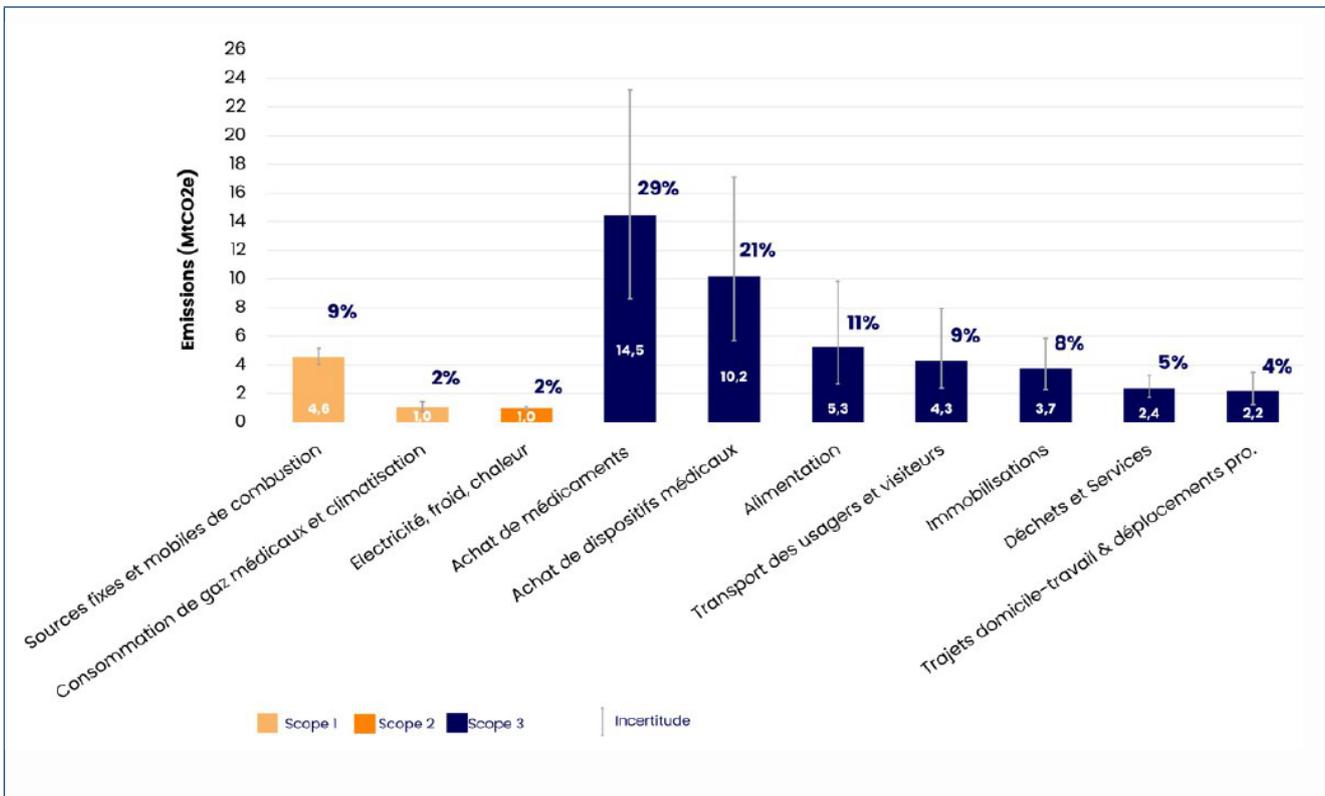


FIGURE 2 - Répartition des émissions de gaz à effet de serre du secteur de la santé

Résultats du rapport 2023 du Shift Project.

Calculs The Shift Project 2023 – Rapport décarbonons la santé pour soigner durablement

Graphisme : Gaël Étienne – www.theshiftproject.org

Pour le matériel médical, une équipe préceuseure a réalisé une analyse de flux matériel à Rotterdam. Cette étude révèle que les principaux postes d'émission liés au matériel sont les seringues, les gants et les vêtements (le linge étant le plus grand consommateur d'eau). Il s'agit donc de matériel au coût unitaire faible mais utilisé en grande quantité ce qui montre l'importance d'une action collective. Cette étude étant monocentrique, les habitudes de port du gant, et les règles d'isolement peuvent être différents selon les centres ; il faut donc réaliser des études multicentriques et que chaque service évalue sa propre consommation pour les produits identifiés par Hunfeld et ses collègues [19]. Ce type d'étude permet d'engager un programme de diminution des émissions au sein du service que l'équipe de Rotterdam recense sur un site internet [20]. Plus généralement, le gaspillage de matériel, l'utilisation non nécessaire de matériel stérilisé (gants, blouses) et le matériel à usage unique (laryngoscope, fibroscopes) entraînent un surcroît d'émissions.

Quels sont les leviers de la décarbonation ?

Contrôler le changement climatique en limitant la hausse des températures « nettement en dessous » de 2°C tel qu'adopté par les nations lors de la COP à Paris veut mécaniquement dire limiter les émissions de gaz à effet de serre. Cette quantité est finie et estimable par les physiciens. Ne pas dépasser ce « budget carbone » signifie avoir diminué les émissions de 80-90 % en 2050. Si des arbitrages de répartition de l'effort entre secteurs seront peut-être réalisés, il est clair que le système de soin comme tous les autres pans de la société va devoir se décarboner massivement.

Comprendre le mécanisme d'action des différents leviers

Nous avons déjà précisé plus haut les postes les plus émetteurs, là où l'effort sera nécessaire. Il est également intéressant de comprendre les leviers de décarbonation qui peuvent être utilisés.

La pédagogie selon Kaya

Yoichi Kaya, économiste japonais, a eu l'intuition d'exprimer les émissions de gaz à effet de serre comme le produit de 4 facteurs d'ordre démographique, économique et énergétique (Figure 3).

Cette formalisation permet de comprendre que diminuer les émissions de 80 %, veut mathématiquement dire diminuer un des paramètres de 80 %, ou bien combiner des baisses moins fortes sur les différents paramètres, ou encore que si l'un des paramètres augmente alors la diminution sur les autres doit être d'autant plus grande. Le lecteur pourra trouver l'évolution des différents paramètres de l'égalité de Kaya sur des sites internet comme celui du *global carbon budget* [21]. Cette égalité peut conceptuellement être transposée aux émissions d'un secteur d'activité.

Une équation de Kaya appliquée à la santé ?

Une façon d'écrire une égalité de Kaya pour la réanimation serait : $CO_2 \text{ soins} = CO_2/\text{soins} * \text{soins}/\text{soins adéquat} * \text{soins adéquat}/\text{patient critique} * \text{patient critique}/\text{population} * \text{population}$. Autrement dit les émissions sont le produit de l'intensité carbone du soin, de l'inverse de la pertinence des soins, de l'intensité des soins, de la prévalence des maladies et de la population dégageant autant de leviers d'actions (Figure 4).

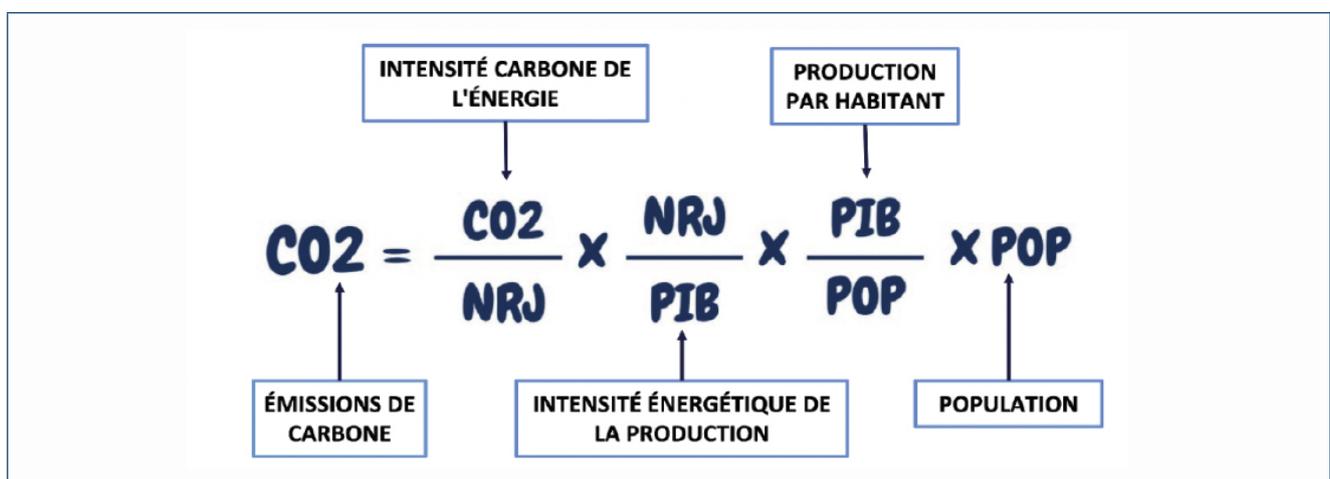


FIGURE 3 - Équation de Kaya

Diminution de l'intensité carbone liée aux soins

Ce paramètre comprend les techniques qui permettent de produire un soin identique en émettant moins de gaz à effet de serre : optimisation de la synthèse chimique des médicaments, choix des matériaux du matériel médical, réusage, recyclage, mais aussi, alimentation moins carnée ou déplacement décarboné des soignants, chauffage isolation de l'hôpital... Cela comprend donc également la relocalisation de la fabrication en Europe ce qui permet d'utiliser de l'électricité moins carbonée qu'en Inde ou en Chine.

Si des marges importantes de baisse existent en activant ce levier, il est douteux qu'une diminution de 90 % puisse être obtenue d'ici 2050. Par ailleurs, si la décarbonation s'accompagne d'une multiplication de la quantité de soin, les gains peuvent être effacés (ce qu'on appelle un effet rebond). Par exemple, si un matériel de monitoring diminue ses émissions de 33 % mais que son usage pour le monitoring des patients augmente de 50 %, le gain technologique sera effacé par le volume d'usage. Enfin, les coûts de la production décarbonée sont en général accrus.

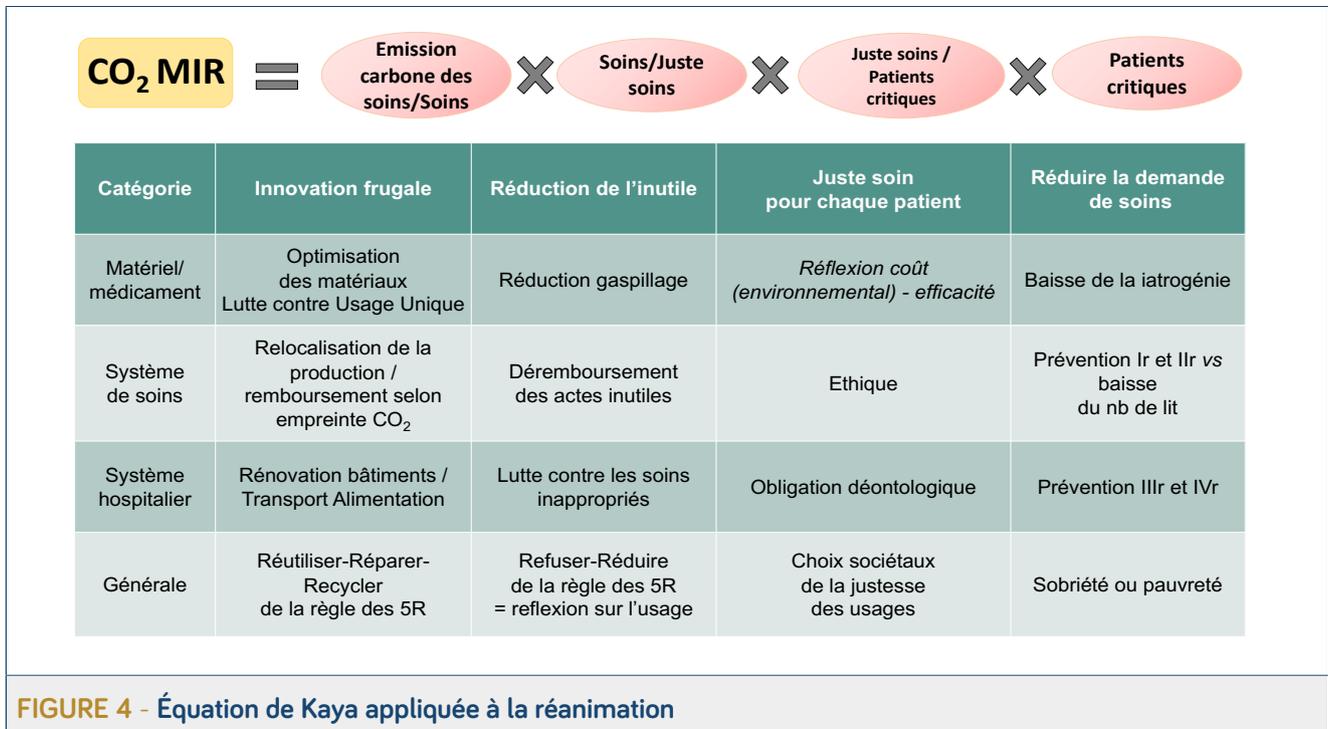
La « grande accélération » de la deuxième moitié du XX^e siècle a donné l'impression qu'un progrès technique infini était possible et l'on imaginait le futur d'un produit comme une amélioration technologique vers toujours plus de fonctionnalités. La finitude des ressources de la croûte terrestre, des principes physiques tels que ceux de la thermodynamique ou le

phénomène de baisse du rendement marginal, font de cette façon de voir une chimère (qui n'exclut pas des bonds technologiques ponctuels). La décarbonation technique des soins doit au contraire être de l'ordre de l'innovation frugale, un concept selon lequel on peut faire aussi bien avec moins en privilégiant la fonction plutôt que la sophistication technologique. Appliquée à la santé, elle permet de produire du matériel à moindre coût financier, humain et environnemental sans altérer la qualité finale du soin. Initialement pensé pour les pays à faibles revenus sous contrainte économique, ce concept devrait s'étendre rapidement puisque les sociétés humaines sont et seront de plus en plus sous contraintes environnementales.

Il y a un énorme besoin de recherche et d'innovation pour optimiser nos outils diagnostiques et thérapeutiques afin de réduire l'empreinte carbone et matière de ces derniers, que ce soit dans leur production et dans leur fonctionnement. L'échange et le partenariat avec les industriels devrait s'établir et se développer en ce sens.

Dans sa modélisation de décarbonation, le Shift Project observe que l'activation des leviers de décarbonation d'ores et déjà chiffrables (transport alimentation bâtiments) entraînerait une baisse des émissions de 27 %. Même si l'industrie arrivait à baisser ses émissions de 80 %, la baisse des émissions du système de soin en France serait de 64 % [12].

Il est donc nécessaire de jouer sur les autres paramètres de notre équation.



Centrer sur le juste soin - Réduire les soins inappropriés

Comme nous l'avons illustré plus haut avec l'exemple d'un dispositif de monitoring, le contrôle du volume des soins est un paramètre important. Dans une logique d'efficacité sanitaire, ce sont bien sur les soins inutiles qui doivent être réduits, cela correspond aux « Refuser et Réduire » de la règle des 5 R (Refuser-Réduire-Réutiliser-Réparer-Recycler). Le meilleur déchet est celui que l'on ne produit pas, la première chose à faire est de réduire les soins inutiles/inappropriés. Cela inclut le gaspillage des médicaments préparés à l'avance qu'on jette (son ampleur sera bientôt estimée avec les résultats de l'étude GAME-OVER), des « kits » de procédure contenant du matériel inutilisé, etc. Les soins inappropriés sont des soins qui ne correspondent pas aux bonnes pratiques (césarienne alors qu'un accouchement voie basse était faisable par exemple mais aussi acharnement thérapeutique dans une situation dépassée). Ces derniers sont encore plus délétères que les soins gaspillés car ils incluent un risque d'iatrogénie qui augmente encore la demande de soins. Un bon exemple de surconsommation inappropriée et délétère est la prescription d'antibiotiques. En Europe, actuellement la moyenne de consommation est établie à 16,4 DDJ (Dose définie Journalière)/1 000 Habitants/Jour. La France en tant que mauvais élève se situe au 4^e rang des pays les plus consommateurs d'antibiotiques (21,5 DDJ/1 000 Habitants/Jour, 2x plus que les Pays-Bas ou l'Allemagne [22]). En soins intensifs, plusieurs études comme celle de Clouzeau *et al.* ont rapporté qu'une politique de réduction des bilans biologiques était faisable sans impacter la qualité et la sécurité des soins [23]. Il y a déjà 10 ans Angus *et al.* publiaient « *the choosing wisely list in intensive care* », une liste de soins à ne pas faire comme prescrire de façon systématique un « bilan biologique standard quotidien » au lieu d'un bilan spécifique répondant à une problématique ciblée ou encore poursuivre les soins invasifs chez des patients en situation de multidéfaillance avec un mauvais pronostic [24].

Comment diminuer l'intensité des soins ?

Ce paramètre d'intensité des soins touche à l'éthique individuelle et collective. Sur le plan individuel, le médecin doit déontologiquement délivrer tous les soins qui lui paraissent indiqués. Sur le plan collectif, le domaine de la santé publique, tous les soins ne sont pas pris en charge, en fonction de leur rapport coût/bénéfice. L'efficacité est prise en compte dans la gestion du budget (fini) des soins de santé de façon habituelle et transparente dans les pays anglo-saxons, et de façon plus masquée dans notre pays où la régulation des soins de santé est un sujet inflammable politiquement. Ce raisonnement face à un budget (monétaire) contraint devrait être similaire face à un budget d'émissions de gaz à effet de serre.

Les études coûts-efficacité sont un outil de politique de santé publique, il devrait en être de même pour le rapport coût carbone-efficacité. En parallèle, garder l'objectif de délivrer tous les soins appropriés (et donc maintenir constant le rapport justes soins/patients critiques) doit être l'objectif de la décarbonation, ce qui est une raison supplémentaire pour travailler sur les autres termes.

À l'échelle d'un service, les complications augmentent l'intensité des soins, ainsi la prévention dite quaternaire qui vise à éviter des complications (telles que PAVM, iatrogénie) permet également de diminuer le nombre de soins nécessaire pour un patient et donc son intensité.

Le nombre de patients : la demande de soin

Moins de lits en réanimation entraînerait moins d'émissions par le secteur de la réanimation. Certaines politiques de santé ces dernières décennies ont semblé utiliser ce levier de réduction pour réduire les coûts : c'est une erreur de compréhension des liens systémiques surestimant la part de la demande de soins qui est influencée par l'offre (on ne vient pas souvent en réanimation parce qu'il y a des lits disponibles). C'est bien la demande de soin qu'il faut réussir à diminuer et donc travailler autour de la réduction des admissions en réanimation.

On peut raffiner le ratio *patient critique/Population* en le transformant en *patient critique/patient *patient/Population*, on fait ainsi apparaître que le nombre de patients critiques peut-être diminué en traitant les pathologies à un stade précoce grâce à la prévention secondaire et tertiaire : la vaccination anti-grippale chez un patient BPCO diminue les séjours en réanimation, le dépistage d'une pathologie cardiovasculaire permet de prévenir une mort subite ischémique, etc.

Enfin la prévention primaire permet de diminuer le rapport *Patient/Population* et, *in fine*, les admissions en réanimation (représentée par le terme précédent) : la prise en charge précoce des épidémies diminue le nombre de formes graves des maladies infectieuses ; l'arrêt du tabagisme entraîne une baisse de la prévalence de la BPCO donc des décompensations, des cardiopathies ischémiques donc des chocs cardiogéniques, etc.

Les deux derniers paragraphes mettent en évidence l'importance de la prévention à tous ses niveaux comme outil déterminant pour réduire les émissions de GES des soins. Ce levier doit être activé de façon importante : dans la modélisation globale de décarbonation réalisée par le Shift Project, il faudrait diminuer la demande de 33 %, tout ayant été optimisé par ailleurs (décarbonation de 80 % de l'industrie) pour parvenir à l'objectif de décarbonation. Cela montre l'ampleur de la tâche dans un contexte de vieillissement de la population et d'augmentation des maladies chroniques. La décarbonation nécessitera à n'en pas douter une transformation profonde du système de soins illustrée par la **Figure 5**.

À défaut de réussir, la limitation des ressources, les événements climatiques extrêmes répétés qui s'aggraveront, poseront des questions sur qui admettre en réanimation, quels soins apporter, et entraîneront des problèmes éthiques encore plus délicats que ceux de la décarbonation.

Former et se former

La formation des soignants et de tous les acteurs de la santé aux problématiques mentionnées dans cet article est une nécessité pour que la décarbonation soit comprise par les professionnels. Cette formation doit s'inclure

dans les cursus initiaux, où ces sujets sont aujourd'hui très succincts ou inexistant, mais également dans la formation continue des personnels soignants déjà en activité, qui constituent les forces vives de la transition.

L'évaluation de la formation sur le sujet a été conduite par le Shift Project dans une étude auprès de 3 384 étudiants en santé en France (médecine, maïeutique, kinésithérapie, dentaire, soins infirmiers, pharmacie) dans 193 établissements, dont 52 % d'étudiants en médecine [25]. Les cours sur les enjeux environnementaux n'étaient dispensés que dans 32 % des établissements répondants, et représentaient 0,4 % du volume horaire total. L'enjeu réside dans la mise en place de cours dédiés dans des

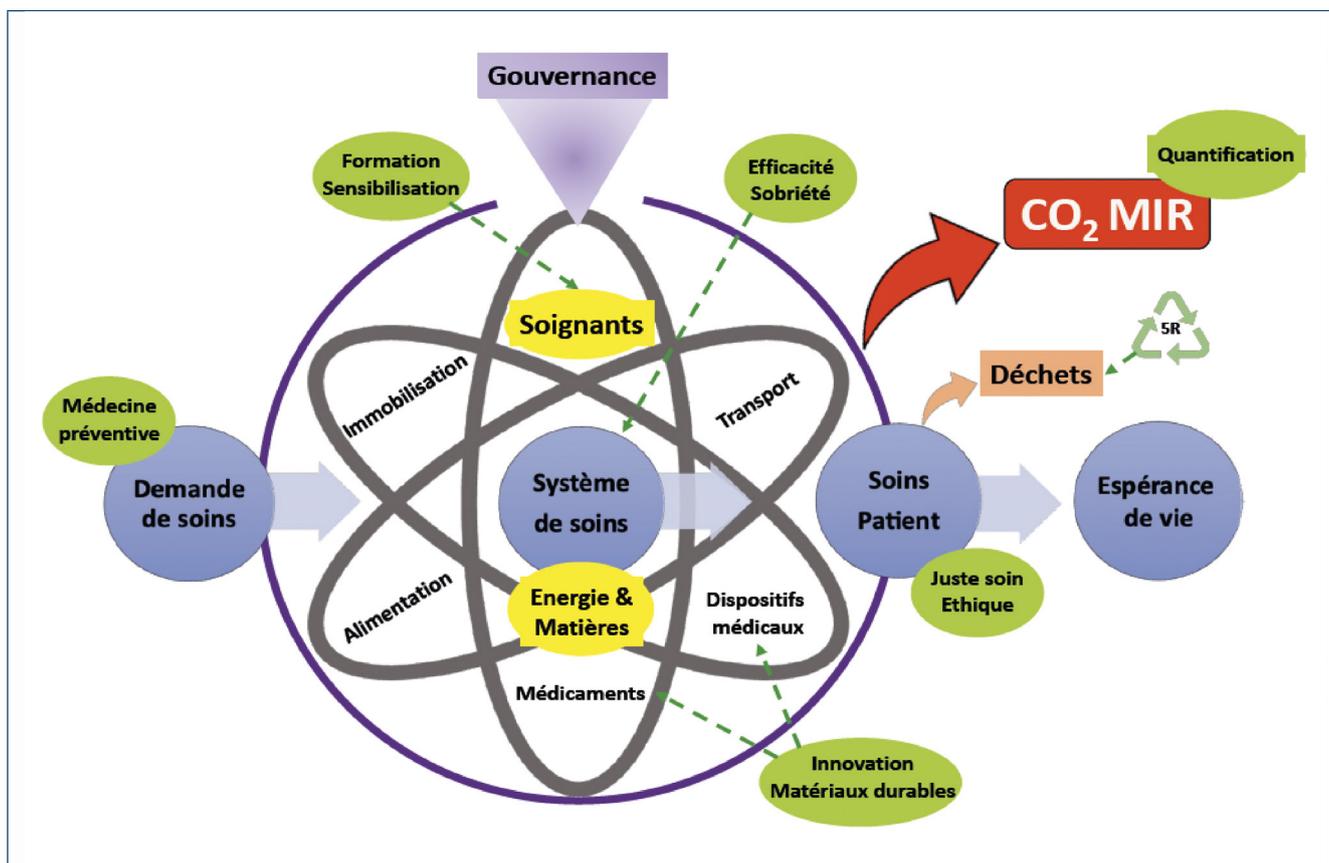


FIGURE 5 - Vision systémique de la décarbonation des soins

La chaîne d'action du système de soins est indiquée en bleu : la demande de soin fait intervenir le système de soins qui délivre un soin dont on espère qu'il permet soit la guérison soit l'allongement de l'espérance de vie.

Le système de soins dépend de trois paramètres : les soignants, de l'énergie, de la matière. Ces deux derniers paramètres sont répartis au sein de différentes fonctions (bâtiment, mobilité, process industriels).

Lors du soin au patient la seule partie visible est celle des déchets mais il y a en amont des émissions de gaz à effet de serre et la production de déchets supplémentaires.

Les leviers de la décarbonation sont indiqués en vert près de leurs cibles respectives.

programmes déjà très chargés, et dans la mise en commun transversale d'enseignants-chercheurs spécialisés sur le sujet.

Pour le 2^e cycle de la formation médicale, un MOOC a été créé en 2023 [26] par la Conférence des doyens. Il reste à intégrer les enjeux environnementaux à l'enseignement de toutes les spécialités, et la composante environnementale, de durabilité et d'éthique que cela implique à tous les objectifs pédagogiques des soignants, comme cela est en train de se mettre en place dans d'autres pays, que ce soit pour les paramédicaux [27], ou les étudiants en médecine, notamment en Allemagne [28], Royaume-Uni [29], ou Australie [30]. La commission pédagogique du CEMIR a prévu d'intégrer cet enseignement dès l'année 2024-2025.

L'information et la formation continue des soignants déjà en activité est également un enjeu majeur afin de susciter des initiatives collectives dans les établissements de santé. La SRLF, en tant que société savante, a mis en place depuis 2022 un groupe de travail sur le sujet, le groupe Réagir [31], afin de développer la formation et l'information des soignants via différents supports : questionnaire didactique, vidéos, podcasts, fiches pratiques, sessions au congrès national.

Le passage à l'action des soignants

Les systèmes complexes que sont nos sociétés ne sont pas que la somme des individus qui les composent, la décarbonation n'est donc pas la somme d'efforts individuels que chacun fait de son côté. Inversement, chacune des composantes systémiques ne fonctionne que par l'action coordonnée d'individus (la plus petite unité fonctionnelle). En tant qu'individu, un soignant peut contribuer à limiter les émissions de GES par exemple en choisissant des moyens de transport et une alimentation qui émettent moins de GES. En tant que citoyen, le soignant peut aussi s'engager dans des actions collectives pour la réduction des émissions de GES. Déontologiquement, le médecin qui a prêté serment d'Hippocrate « *Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments* » n'a-t-il pas le devoir d'alerter la population ?

En tant que soignant, il est un acteur incontournable du système de soin, la décarbonation ne pourra pas se faire sans les soignants qui doivent choisir entre la subir ou s'en emparer. Dans le cadre de la décarbonation de l'environnement de travail, il est préférable d'opter pour une action collective plutôt qu'individuelle. L'action collective est plus construite car elle procède d'une réflexion du groupe. Elle évite à l'individu de se sentir le seul impliqué (« *je fais l'effort de bien trier mes déchets de soins, mais tout le reste de l'équipe n'en a que faire* »), elle démultiplie l'impact. Dans les hôpitaux,

cette action collective prend la forme de « *green team* » [32], qui doivent associer les différentes strates de la communauté, du service à la direction, afin de développer des actions venant du haut (*Top-Down*) et émergentes de la base (*Bottom-Up*).

La création de ces équipes au sein des institutions, des services et des sociétés savantes permet d'organiser les actions à mettre en place. Trois types de postes d'émissions nous paraissent prioritaires à envisager : les postes dits **symboliques** comme le mode de déplacement du chef de service, le type de repas servi à la réunion de service..., les postes dits **faciles** (au sens où ils sont techniquement déjà faisables), comme la gestion des déchets, les transports, l'alimentation... et les postes **importants** comme la gestion des médicaments et des dispositifs médicaux [32]. La quantification des émissions lorsqu'elle est possible est fondamentale pour cibler l'importance de l'action et assurer le suivi.

À l'échelle du service, voici quelques actions simples en général correspondant à des règles déjà établies mais mal appliquées, ayant un impact direct sur l'émission de GES : optimisation du tri des déchets (le mésusage des poubelles DASRI est fortement émetteur de GES), limitation de l'usage des gants conformément aux recommandations, réduction du gaspillage, réduction des soins inutiles ou inappropriés, ou encore administration dès que possible des traitements par voie orale plutôt que parentérale (*cf.* les fiches REAGIR de la SRLF). La *green team* permet également de suivre les avancées des connaissances pour revoir les protocoles de service à la lumière des publications des analyses de cycle de vie.

D'autres actions sont beaucoup plus complexes à mener car elles nécessitent un soutien fort de la direction : choix du réutilisable (par exemple, les lames de laryngoscope), diminution de la température des locaux en dehors des zones de soin, recyclage des plastiques (souvent collectés par des prestataires extérieurs qui sont loin d'encourager le recyclage), créer une filière spécifique de recyclage du métal, privilégier les repas végétariens au restaurant du personnel...

C'est pour cette raison qu'il est indispensable qu'existe dans chaque hôpital une *green team*. Tout d'abord, cette *green team* hospitalière fait circuler et diffuser les initiatives des services, afin que chaque service profite de l'expérience des autres. Ensuite, la *green team* appuie auprès de la direction pour que des initiatives venant du terrain (le service, c'est le terrain) soient mises en application à l'échelle de l'hôpital, le CHU de Bordeaux s'est ainsi engagé dans la création d'unités durables avec une coordination de leurs actions. Enfin, la *green team* hospitalière insiste auprès de la direction pour que, lors des appels d'offre, le poids de la soutenabilité augmente, au détriment de celui du prix. Plus l'effort financier

qu'implique un choix moins émissif est important, plus la direction de l'hôpital risque d'être réticente. La *green team* peut ici rappeler que des mesures de sobriété mises en place ont permis de faire des économies qui doivent servir à la transition et ainsi exercer un contrepoids afin que les arbitrages se fassent en faveur des achats moins émissifs. En cas de refus de la direction, les membres de la *green team* pourront lancer une alerte, par exemple via la presse ou des réseaux sociaux, avec l'espoir que les options finalement retenues soient en faveur de la soutenabilité et de la réduction des GES. Être acteur du changement est efficace et anxiolytique.

Conclusion

Après un siècle d'expansion et de progrès technologiques, les sociétés humaines sont rattrapées par les réalités physiques planétaires. La Médecine Intensive Réanimation est au carrefour de ces deux phénomènes : soignant les plus malades, elle sera mise à contribution par les catastrophes sanitaires à venir. Discipline jeune et technique, son développement a été permis par les progrès techniques et l'énergie fossile abondante au prix d'un impact environnemental significatif.

Elle sera soumise au défi éthique de réduire son impact environnemental dans les 20 ans à venir, tout en maintenant la qualité des soins prodigués dans des sociétés où les tensions risquent de s'accroître. Spécialité humaniste par essence, la médecine intensive réanimation se devra ainsi de défendre et de réaffirmer les grands principes déontologiques et notamment celui de l'égalité d'accès aux soins.

Cette prise de conscience ne doit pas conduire au pessimisme, mais plutôt à une mobilisation proactive, c'est une immense opportunité de repenser et remodeler nos pratiques dans une optique de durabilité. L'intégration de l'écologie scientifique dans la réanimation est non seulement une nécessité éthique et environnementale, mais également une opportunité d'améliorer la qualité des soins. En adoptant une approche durable, la réanimation peut continuer à sauver des vies maintenant et dans le futur en comprenant que santé humaine et santé planétaire, inextricablement liées, se renforcent mutuellement.

Conflits d'intérêts

Valentin Chabanel et Marie Lecronier déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêts.

Florence Boissier déclare : AOP ORPHAN, frais de transport ferroviaire et d'hébergement de congrès.

Alexandre Demoule déclare : consultance rémunérée pour LUNGSPACER, RESPINOR, LIBERATE MEDICAL, PHILIPS, SATT LUTECH et pour le TRIBUNAL ADMINISTRATIF DE CERGY.

David Grimaldi déclare : consultance rémunérée pour le laboratoire TRANSGENE SA ; membre bénévole de l'association THE SHIFTERS, coordinateur santé.

Affiliations

¹APHP, Service de médecine intensive et de réanimation
Hôpital Saint-Louis

1 avenue Claude Vellefaux, 75010, Paris, France

²Médecine Intensive Réanimation, CHU de Poitiers ;
INSERM CIC 1402 IS-ALIVE, Université de Poitiers, France

³Hôpitaux Universitaires Paris Centre
Service de Médecine Intensive Réanimation
Hôpital Cochin - APHP, Paris, France

⁴AP-HP. Sorbonne Université, Hôpital Pitié-Salpêtrière
Service de Pneumologie, Médecine intensive – Réanimation
(Département "R3S") ;

Sorbonne Université, INSERM, UMRS1158

Neurophysiologie respiratoire expérimentale et clinique
Paris, France

⁵Service de Médecine Intensive Réanimation

Département R3S - DMU APPROCHES - Groupe Hospitalier Universitaire
APHP-Sorbonne Université, site Pitié-Salpêtrière, Paris, France

Références

- Richardson K, Steffen W, Lucht W, et al. (2023) Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Sci Adv.* 9(37):eadh2458. DOI : [10.1126/sciadv.adh2458](https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458)
- Romanello M, Napoli CD, Green C, et al. (2023) The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *The Lancet.* 402(10419):2346-94. DOI : [10.1016/s0140-6736\(23\)01859-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(23)01859-7)
- Ballester J, Quijal-Zamorano M, Méndez Turrubiates RF, et al. (2023) Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nat Med.* 29(7):1857-66. DOI : [10.1038/s41591-023-02419-z](https://doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z)
- Mora C, Dousset B, Caldwell IR, et al. (2017) Global risk of deadly heat. *Nat Clim Change.* 7(7):501-6. DOI : [10.1038/nclimate3322](https://doi.org/10.1038/nclimate3322)
- Intergovernmental Panel On Climate Change (Ippc). Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Internet]. 1re éd. Cambridge University Press; 2023 [cité 9 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.cambridge.org/core/product/identifiant/9781009325844/type/book>
- Chen G, Guo Y, Yue X, Tong S, et al. (2021) Mortality risk attributable to wildfire-related PM2.5 pollution: a global time series study in 749 locations. *Lancet Planet Health.* 5(9):e579-87. DOI : [10.1016/s2542-5196\(21\)00200-x](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(21)00200-x)
- Thomson MC, Stanberry LR (2022) Climate Change and Vectorborne Diseases. Solomon CG, Salas RN, éditeurs. *N Engl J Med.* 387(21):1969-78. DOI : [10.1056/nejmra2200092](https://doi.org/10.1056/nejmra2200092)
- Semenza JC, Ko AI (2023) Waterborne Diseases That Are Sensitive to Climate Variability and Climate Change. Solomon CG, Salas RN, éditeurs. *N Engl J Med.* 389(23):2175-87. DOI : [10.1056/nejmra2300794](https://doi.org/10.1056/nejmra2300794)
- Romanello M, Di Napoli C, Drummond P, et al. (2022) The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change:

- health at the mercy of fossil fuels. *The Lancet*. 400(10363):1619-54. DOI : [10.1016/s0140-6736\(22\)01540-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(22)01540-9)
10. Tennison I, Roschnik S, Ashby B, et al. (2021) Health care's response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England. *Lancet Planet Health*. 5(2):e84-92. DOI : [10.1016/s2542-5196\(20\)30271-0](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(20)30271-0)
 11. Steenmeijer MA, Rodrigues JFD, Zijp MC, Waaijers-van Der Loop SL. (2022) The environmental impact of the Dutch health-care sector beyond climate change: an input-output analysis. *Lancet Planet Health*. 6(12):e949-57. DOI : [10.1016/s2542-5196\(22\)00244-3](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(22)00244-3)
 12. Décarboner la santé – The Shift Project – Avril 2023.
 13. Baid H, Damm E, Trent L, McGain F. (2023) Towards net zero: critical care. *BMJ*. e069044. DOI : [10.1136/bmj-2021-069044](https://doi.org/10.1136/bmj-2021-069044)
 14. The Shift Project, Les facteurs d'émissions monétaires des médicaments. En ligne : <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2023/04/Note-technique-Facteurs-demissions-des-medicaments-18042023.pdf>
 15. Prasad PA, Joshi D, Lighter J, et al. (2022) Environmental footprint of regular and intensive inpatient care in a large US hospital. *Int J Life Cycle Assess*. 27(1):38-49.
 16. Grimaldi D, Egnell M, Verneuil B, Hosten E. (2023) The carbon footprint of ICUs depends on the electricity mix of the national or local grid. *BMJ*. p1773. DOI : [10.1136/bmj.p1773](https://doi.org/10.1136/bmj.p1773)
 17. Davies JF, McAlister S, Eckelman MJ, et al. (2024) Environmental and financial impacts of perioperative paracetamol use: a multicentre international life-cycle analysis. *Br J Anaesth*. S0007091223007250. DOI : [10.1016/j.bja.2023.11.053](https://doi.org/10.1016/j.bja.2023.11.053)
 18. McAlister S, Ou Y, Neff E, et al. (2016) The Environmental footprint of morphine: a life cycle assessment from opium poppy farming to the packaged drug. *BMJ Open*. 6(10):e013302. DOI : [10.1136/bmjopen-2016-013302](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013302)
 19. Hunfeld N, Diehl JC, Timmermann M, et al. (2023) Circular material flow in the intensive care unit—environmental effects and identification of hotspots. *Intensive Care Med*. 49(1):65-74. DOI : [10.1007/s00134-022-06940-6](https://doi.org/10.1007/s00134-022-06940-6)
 20. Voir le site *degroeneic.nl* : <https://degroeneic.nl/aan-de-slag/>
 21. Voir le site de *globalcarbonbudget* : <https://globalcarbonbudget.org/>
 22. Antimicrobial consumption in the EU/EEA (ESAC-Net) - Annual Epidemiological Report for 2021 https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/ESAC-Net_AER_2021_final-rev.pdf.
 23. Clouzeau B, Caujolle M, San-Miguel A, et al. (2019) The sustainable impact of an educational approach to improve the appropriateness of laboratory test orders in the ICU. Patman S, éditeur. *PLOS ONE*. 14(5):e0214802. DOI : [10.1371/journal.pone.0214802](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214802)
 24. Angus DC, Deutschman CS, Hall JB, et al (2014) Choosing Wisely® in Critical Care: Maximizing Value in the Intensive Care Unit. *Crit Care Med*. 42(11):2437-8. DOI : [10.1097/ccm.0000000000000696](https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000000696)
 25. Sarfati M, Lefébure A, Harpet C et al (2023) Is environmental sustainability training fundamental to healthcare leadership? State of the art with health students and health leaders. *Management in Healthcare*, 2023, 8 (1), pp.57-69. <https://ehesp.hal.science/hal-04156871v1/document>
 26. Voir sur Youtube : <https://www.youtube.com/@medecinesanteenvironnement/playlists>
 27. Álvarez-Nieto C, Álvarez-García C, Parra-Anguita L, et al (2022) Effectiveness of scenario-based learning and augmented reality for nursing students' attitudes and awareness toward climate change and sustainability. *BMC Nurs*. 21(1):245. DOI : [10.1186/s12912-022-01023-9](https://doi.org/10.1186/s12912-022-01023-9)
 28. Boekels R, Nikendei C, Roether E, et al (2023) Climate change and health in international medical education – a narrative review. [cité 17 févr 2024]; Disponible sur: <https://www.egms.de/en/journals/zma/2023-40/zma001619.shtml>
 29. Walpole SC, Barna S, Richardson J, Rother HA (2019) Sustainable healthcare education: integrating planetary health into clinical education. *Lancet Planet Health*. 3(1):e6-7. DOI : [10.1016/s2542-5196\(18\)30246-8](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(18)30246-8)
 30. Madden DL, Horton GL, McLean M (2022) Preparing Australasian medical students for environmentally sustainable health care. *Med J Aust*. 216(5):225-9. DOI : [10.5694/mja2.51439](https://doi.org/10.5694/mja2.51439)
 31. Groupe REAGIR, pour Réanimation Globale, Innovante, Réduisant la production de gaz à effet de serre (GES) : <https://www.srlf.org/reagir>
 32. Trent L, Law J, Grimaldi D (2023) Create intensive care green teams, there is no time to waste. *Intensive Care Med*. 49(4):440-3. DOI : [10.1007/s00134-023-07015-w](https://doi.org/10.1007/s00134-023-07015-w)