

# Numérique éthique et éco-responsable ?

Connaissant l'impact du numérique sur notre environnement,  
toute innovation numérique et technologique est-elle acceptable à l'aune de la transition écologique ?



# Ethique du numérique en santé



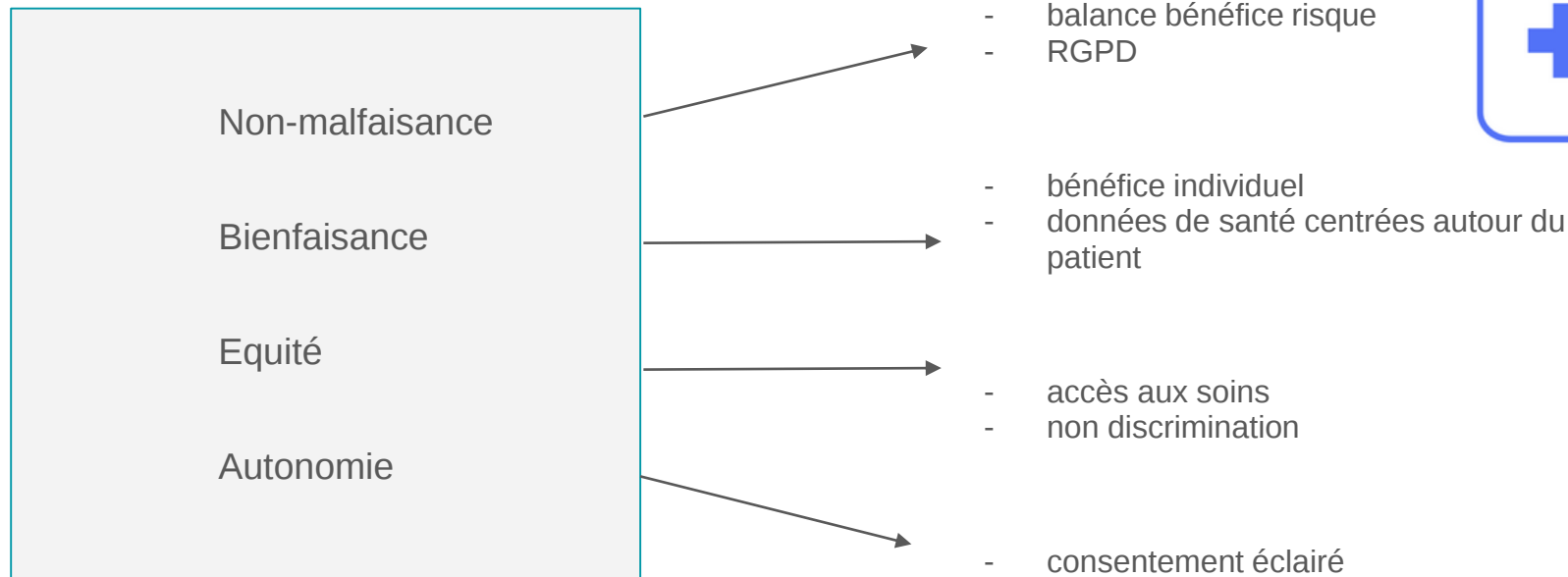
Non-malfaisance

Bienfaisance

Equité

Autonomie

# Ethique du numérique en santé



# Ethique du numérique dans la relation



# Ethique du numérique - écoresponsabilité



Non-malfaisance

- ressources naturelles
- réchauffement climatique
- pollution (1er risque environnemental de décès)

Bienfaisance

- innovation
- réduction des déplacements

Equité

- accès aux soins

Autonomie

- consentement éclairé

# Le numérique *en santé* ?

Digitalisation des dossiers médicaux

Systèmes d'informations (premiers SIH en Europe dans les années 60)

Digitalisation des dispositifs médicaux (imagerie, biologie, robots, etc)

Stockage et archivage numérique des données (Loi Informatique et libertés 1978)

e Santé et ses applications

Echange et partage données

Télémédecine (entrée des téléconsultations dans le droit commun en 2018)

Entrepôts de données de santé

Big data

Applications digitales en santé - bien être

DM Numériques +/- aide à la décision avec ou sans IA

Mon Espace Santé

## 80 milliards

d'euros par an, c'est le poids du marché de  
la e-santé

années 60



# Focus sur l'imagerie

## Logiciels :

- RIS
- PACS VNA - Archivage
- Post traitement
- Consoles de lecture
- Echange et partage
- DACS
- IA diagnostiques
- Téléradiologie
- CR structurés
- Prise de rendez vous
- Reconnaissance vocale
- Messagerie Sécurisée de Santé
- Planning
- ...

## Equipements :

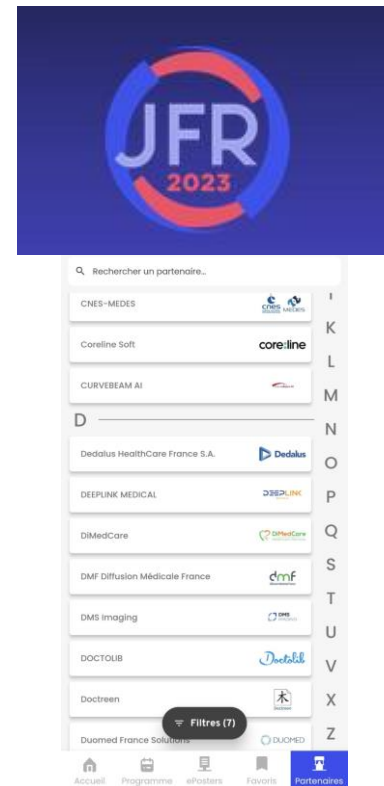
- modalités d'imagerie
- consoles de lecture
- bureautique et téléphonie
- devices mobiles
- bornes d'accueil

## Infrastructures :

- cloud
- datacenter
- serveurs
- EDS et réutilisation des données
- interopérabilité

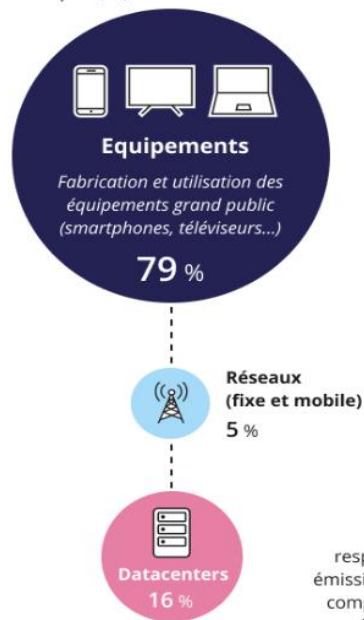
## Services :

- télésecrétariat
- téléradiologie
- facturation
- BI
- communication digitale

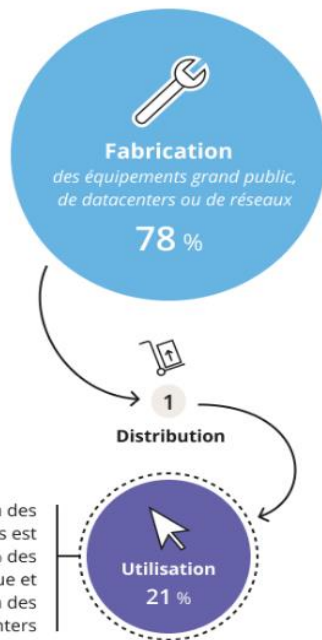


# Impact écologique du numérique - Se rendre compte

Répartition de l'empreinte carbone du numérique en 2020 par composantes du numérique (%)

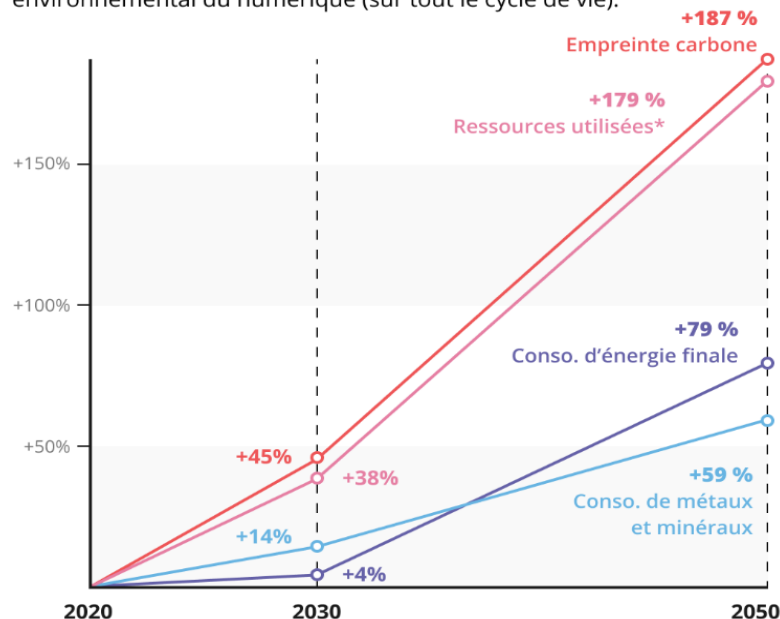


Répartition de l'empreinte carbone du numérique en 2020 par phase du cycle de vie (%)



**Sans actions pour la réduire, l'empreinte carbone pourrait presque tripler en 2050, la consommation d'énergie doubler**

Evolution du scénario tendanciel de 4 indicateurs de l'impact environnemental du numérique (sur tout le cycle de vie).



# L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU NUMÉRIQUE EN SANTÉ

## Mai 2021

DÉLÉGATION MINISTÉRIELLE AU NUMÉRIQUE EN SANTÉ  
CELLULE ÉTHIQUE : GT6 - NUMÉRIQUE RESPONSABLE

### Consommation énergétique mondiale du numérique

**≈4%**  
des émissions de CO<sub>2</sub>  
mondiales soit 2 fois  
le secteur aérien

**+9% par an**  
d'empreinte  
énergétique directe

**55%**  
échange  
et stockage  
de données

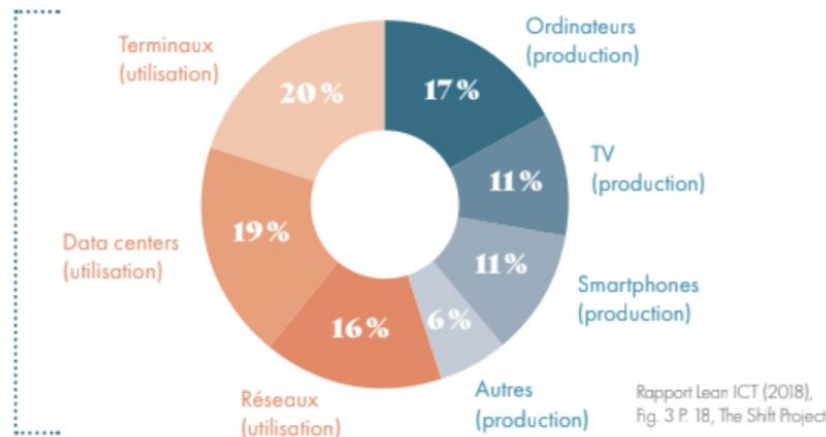


Figure 1 : Consommation énergétique mondiale du numérique

# Consommation du numérique en santé

Contrairement aux idées reçues, la contribution la plus forte n'est pas portée par les data centers mais par les équipements des utilisateurs et notamment leur fabrication.

Toujours selon GreenIT.fr<sup>31</sup>, la hiérarchie des sources d'impact de l'informatique mondiale en 2019 est la suivante :

- 1.** La fabrication des équipements utilisateurs : elle représente **75% des impacts du numérique sur les ressources naturelles** (ressources abiotiques non renouvelables).
- 2.** La consommation électrique de ces équipements
- 3.** La consommation électrique du réseau
- 4.** La consommation électrique des centres informatiques
- 5.** La fabrication des équipements réseau (routeurs, proxys, antennes, etc. qui relient les utilisateurs entre eux et aux centres informatiques) : elle représente **16% des impacts sur les ressources naturelles**.
- 6.** La fabrication des équipements hébergés par les centres informatiques (serveurs, etc.) : elle représente **8% des impacts sur les ressources naturelles**.

# Consommation du numérique en santé

Contrairement aux idées reçues, la contribution la plus forte n'est pas portée par les data centers mais par les équipements des utilisateurs et notamment leur fabrication.

Toujours selon GreenIT.fr<sup>31</sup>, la hiérarchie des sources d'impact de l'informatique mondiale en 2019 est la suivante :

- 1.** La fabrication des équipements utilisateurs: elle représente **75% des impacts du numérique sur les ressources naturelles** (ressources abiotiques non renouvelables).
- 2.** La consommation électrique de ces équipements
- 3.** La consommation électrique du réseau
- 4.** La consommation électrique des centres informatiques
- 5.** La fabrication des équipements réseau (routeurs, proxys, antennes, etc. qui relient les utilisateurs entre eux et aux centres informatiques): elle représente **16% des impacts sur les ressources naturelles**.
- 6.** La fabrication des équipements hébergés par les centres informatiques (serveurs, etc.): elle représente **8% des impacts sur les ressources naturelles**.

Une IRM consommerait autant d'énergie que 700 foyers européens moyens (1).

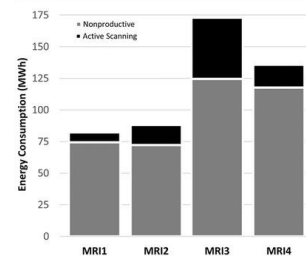


Figure 4: Projected annual energy consumption for four different MRI systems. MWh = megawatt-hour.

(1)Black, Douglas R., et al. "Evaluation of miscellaneous and electronic device energy use in hospitals." *World Review of Science, Technology and Sustainable Development* 10.1-2-3 (2013): 113-128.

(2)Ecodesign and Operational Strategies to Reduce the Carbon Footprint of MRI for Energy Cost Savings, radiologie 2023

# Préconisations du GT6

- Promouvoir la **pertinence des soins** pour diminuer mécaniquement le recours au numérique
- Appliquer une **logique bénéfices/risques** aux services numériques de santé

*“Ainsi, au même titre qu’un médicament ou qu’une stratégie thérapeutique, le numérique en santé ne saurait donc échapper à l’exigence d’optimisation du ratio bénéfices/risques. Cette logique incite à sélectionner les services numériques à mettre en œuvre ou utiliser selon le bénéfice attendu maximum, à mesurer et diminuer les impacts environnementaux des outils numériques déployés.”*

- Proposer des **outils de mesure de l’impact environnemental du numérique en santé** :
  - a) Outil de calcul d’impact environnemental des systèmes d’information hospitaliers (SIH):
  - b) Outil de mesure d’impact environnemental des applis de santé référencées dans MES.

# Sobriété numérique

Quelques mesures simples permettraient de réduire considérablement l'empreinte environnementale du numérique mondial à l'horizon 2030 :

1. Réduire le nombre d'**objets connectés** en favorisant leur mutualisation et leur substitution et en ouvrant leurs APIs.
2. Réduire le nombre d'**écrans plats** en les remplaçant par d'autres dispositifs d'affichage : lunettes de réalité augmentée / virtuelle, vidéo projecteurs LED, etc.
3. Augmenter la **durée de vie** des équipements en allongeant la durée de garantie légale, en favorisant le réemploi, et en luttant contre certaines formules d'abonnement.
4. Réduire les **besoins des services numériques** via leur écoconception.

Mises en œuvre dès 2010, ces 4 mesures auraient permis de **réduire de 27 % à 52 %** l'empreinte du numérique mondial sur la période observée (2010 à 2025). C'est à dire de maintenir l'empreinte 2025 du numérique à son niveau de 2018 malgré l'ajout de 1,1 milliard d'utilisateurs supplémentaires.

# Sobriété numérique → en santé

Quelques mesures simples permettraient de réduire considérablement l'empreinte environnementale du numérique mondial à l'horizon 2030 :

1. Réduire le nombre d'**objets connectés** en favorisant leur mutualisation et leur substitution et en ouvrant leurs APIs.
2. Réduire le nombre d'**écrans plats** en les remplaçant par d'autres dispositifs d'affichage : lunettes de réalité augmentée / virtuelle, vidéo projecteurs LED, etc.
3. Augmenter la **durée de vie** des équipements en allongeant la durée de garantie légale, en favorisant le réemploi, et en luttant contre certaines formules d'abonnement.
4. Réduire les **besoins des services numériques** via leur écoconception.

Mises en œuvre dès 2010, ces 4 mesures auraient permis de **réduire de 27 % à 52 %** l'empreinte du numérique mondial sur la période observée (2010 à 2025). C'est à dire de maintenir l'empreinte 2025 du numérique à son niveau de 2018 malgré l'ajout de 1,1 milliard d'utilisateurs supplémentaires.

## L'éco-conception :

Dans son rapport du 24 Juin 2020, le Sénat place l'éco-conception au cœur de la transition numérique écologique. L'éco-conception permet en effet de réduire la quantité des ressources informatiques utilisées sans renoncer aux bénéfices rendus.

## La promotion des achats IT responsables

par la généralisation des clauses environnementales et sociales dans les appels d'offre et la formation des acheteurs aux écolabels permettant de choisir du matériel écoresponsable (par ex. l'Écolabel européen IT, EPEAT, Energy Star, TCO ou encore l'Ange Bleu, cf. « Pour approfondir 3 »).

## Le réemploi :

Le sujet prend tout son sens sur des initiatives en faveur des pays les plus démunis où les infrastructures de santé sont rares et éloignées des populations les plus défavorisées. Une simple échographie effectuée dans un lieu d'accueil approprié, permettrait dans de nombreux cas de prévenir des risques de complications ou des déplacements coûteux vers des hôpitaux. Sur le concept du projet REEEboot<sup>64</sup> sur le don d'ordinateurs à des associations, une déclinaison à l'international pourrait être réalisée à des fins de solidarité.

## La collecte des DEEE :

Des études<sup>65</sup> ont montré que 70 à 90% des DEEE ne suivent pas les filières de recyclage réglementées au niveau mondial<sup>66</sup>.

# Travail DNS-SFR sur les équipements lourds en cours

Sous l'égide du Ministère de la Santé et de la Délégation au Numérique en Santé - ANS,

Dr Brigitte Séroussi responsable de la cellule éthique du numérique en santé

En lien avec la SFR

→ cartographie et caractéristiques des modalités

→ évaluation des impacts

→ vers une écolabellisation des équipements ?

# En conclusion

Un marché de 80 milliards d'euros  
consubstantiel aux métiers de l'imagerie  
multiplication des acteurs et des besoins  
dont le premier impact est la fabrication des équipements  
→ **Toute digitalisation n'est pas verte**

Savoir évaluer ?  
Avec quoi comparer ? usages alternatifs ?

# Quelques pistes de bon sens ... à bricoler



Pertinence et bénéfice risque

Acheter le plus local possible

Faire durer les équipements

Sobriété numérique des logiciels et services

Consulter labels et guides

→ évaluer les usages

→ équipements pièces et maintenance

→ transparence du côté constructeurs,

→ cahier des charges appels d'offre

→ optimiser l'utilisation (IRM)

→ high tech/low tech

→ écoconception, achat responsable, collecte

→ 3 R : Réparabilité, Reconditionnement, Recyclage

→ cf annexe (bon courage)

# Comment raisonner ?

*Ce n'est que le début*

**Justification :**

Indication opportunes

Bénéfice médical à évaluer en condition d'usage (IA)

**Limitation :**

Pertinence des usages

**Optimisation :**

Sobriété numérique

**Bénéfice risque :**

Évaluer +++

Balbutiements : prendre conscience, s'informer





|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |   |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Agir en amont avant de recourir au service ou équipement numérique | Prioriser les services à déployer, selon le bénéfice attendu et les enjeux visés                                                                                                                                                                                      |   |   |
|                                                                    | Promouvoir les démarches d'éco-conception des sites et services numériques de santé                                                                                                                                                                                   | ● | ● |
|                                                                    | Favoriser l'élaboration de logiciels moins énergivores en modifiant la manière de coder par la formation des professionnels du logiciel et en instaurant la notion de "bugs énergétiques" pour tout code consommant de l'énergie sans aucune nécessité fonctionnelle. |   | ● |
|                                                                    | Si achat de nouveau matériel / service, <b>promouvoir les achats informatiques responsables</b> .                                                                                                                                                                     | ● | ● |
| Agir pendant la vie des équipements et services                    | Si achat de nouveau matériel, vérifier le besoin et choisir un matériel adapté au besoin (non surdimensionné).                                                                                                                                                        | ● | ● |
|                                                                    | Calculer et contrôler les impacts environnementaux des services numériques de santé                                                                                                                                                                                   | ● | ● |
|                                                                    | Promouvoir la pertinence des soins comme levier de diminution du recours au numérique (au niveau des établissements sanitaires et médico-sociaux)                                                                                                                     | ● | ● |
|                                                                    | Maintenir et entretenir le matériel existant pour le pérenniser.                                                                                                                                                                                                      | ● | ● |
|                                                                    | Optimiser le recours aux impressions et n'imprimer que ce qui est vraiment nécessaire.                                                                                                                                                                                | ● | ● |
|                                                                    | Alléger les mails en réduisant les pièces jointes (favoriser le partage de fichier et la dématérialisation des documents) et le nombre de destinataires à ceux effectivement concernés.                                                                               | ● | ● |
| Agir sur l'obsolescence des équipements ou services                | Éteindre complètement ses ordinateur et écran quand on ne s'en sert pas, en particulier, ne pas le laisser en veille ou branché, car il continue de consommer de l'électricité.                                                                                       |   | ● |
|                                                                    | Désinstaller les services inutilisés et nettoyer régulièrement les serveurs et ordinateurs afin d'éviter l'accumulation de déchets numériques qui consomment de l'énergie inutilement.                                                                                | ● | ● |
|                                                                    | Privilégier le <b>réemploi</b> du matériel dans le cadre d'opérations de solidarité.                                                                                                                                                                                  | ● |   |
|                                                                    | Recourir à la <b>collecte des DEEE</b> (Déchets d'équipements électrique et électroniques) via un prestataire professionnel pour favoriser le recyclage et le traitement propre des déchets non recyclables.                                                          | ● |   |

Actions surlignées en orange : Actions qui relèvent des organisations uniquement (établissements sanitaires, médico-sociaux et sociaux, fournisseurs de services et produits numériques pour la santé, payeurs, etc.).

# Comment s'y retrouver ?

## Guides

- Guide pratique du numérique éco responsable - Institut du Numérique Responsable (INR)  
142 p
- Numérique : comment acheter plus responsable ? - achats hospitaliers © Resah-Editions  
68 p

## Normes

- ISO 14001 capacité à structurer et à fiabiliser ses données environnementales
- ISO 20400 qui garantit la durabilité de la politique d'achat d'une entreprise

## Ecolabels

- L'Écolabel européen
- Label NR (agence Lucie)
- Label Blue Angel
- Label Nordic Swan
- Label TCO
- Label Energy Star

...



# Focus sur l'IA



Non-malfaisance

- Garantie humaine
- Explicabilité...
- Balance bénéfice risque
- RGPD

Bienfaisance

- bénéfice individuel
- accès aux données de santé

Equité

- accès aux soins
- non discrimination

Autonomie

- consentement éclairé
- information utilisation d'une IA
- information utilisation des données

# Focus sur l'IA

- consentement éclairé
- information du patient

→ faisabilité ? transparence pour l'utilisateur médecin ?

- garantie humaine
- explicabilité

→ sur quelle base ?

- non discrimination :

biais dans les données d'entraînement ?

littérature sur les biais

→ quelle évaluation ?



PERSPECTIVE OPEN



## Considerations for addressing bias in artificial intelligence for health equity

Michael D. Abràmoff<sup>1,2</sup>, Michelle E. Tarver<sup>2</sup>, Nilsa Loyo-Berrios<sup>2</sup>, Sylvia Trujillo<sup>3</sup>, Danton Char<sup>4,5</sup>, Ziad Obermeyer<sup>6</sup>, Malvina B. Eydelman<sup>7</sup>, Foundational Principles of Ophthalmic Imaging and Algorithmic Interpretation Working Group of the Collaborative Community for Ophthalmic Imaging Foundation, Washington, D.C.\* and William H. Maisel<sup>2</sup>

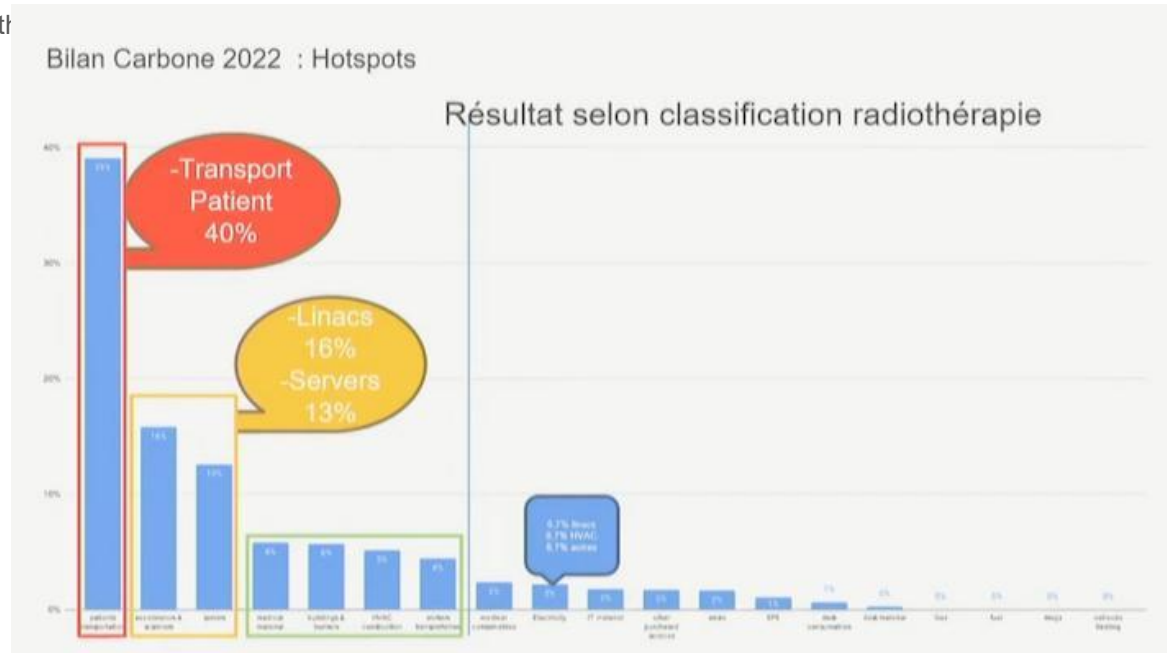
# Et ailleurs - études systémiques

Evaluation globale de l'impact d'un traitement en radiot

→ fractionner moins

pour moins de déplacement

Congrès SFRO sept 2023 Dr Max Piffoux (HCL)



# Consommation énergétique

Une IRM consommerait autant d'énergie que 700 foyers européens moyens(1).

L'ensemble des systèmes d'imagerie IRM et CT scanners émettent 0,77% des émissions de GES mondiales en 2016.(2)

L'IRM consomme le plus lorsqu'elle est en veille

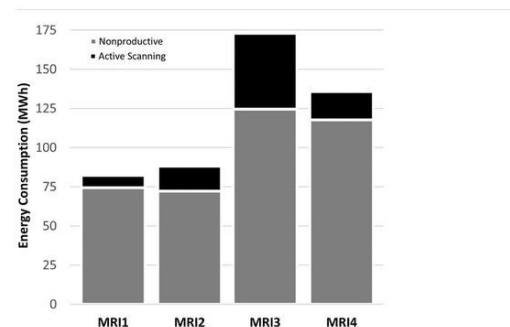


Figure 4: Projected annual energy consumption for four different MRI systems. MWh = megawatt-hour.

1. Black, Douglas R., et al. "Evaluation of miscellaneous and electronic device energy use in hospitals." *World Review of Science, Technology and Sustainable Development* 10.1-2-3 (2013): 113-128.
2. Picano, Eugenio. "Environmental sustainability of medical imaging." *Acta Cardiologica* (2020): 1-5.
3. *Ecodesign and Operational Strategies to Reduce the Carbon Footprint of MRI for Energy Cost Savings*, radiologie 2023

# Planification écologique du système de santé

## ENGAGEMENTS ET PERSPECTIVES

- Promouvoir l'achat des équipements et matériels numériques issus de l'économie circulaire par la mise en place d'un **écolabel**<sup>25</sup>.
- Favoriser l'achat de **dispositifs éco-conçus**. La modularité des dispositifs est notamment un point fort en ce qu'elle permet le remplacement de pièces au lieu du renouvellement total (en lien avec le volet achats durables).
- Lutter notamment contre l'« **obésiciel** » et promouvoir la désinstallation des services inutilisés et le nettoyage des serveurs et ordinateurs afin d'éviter l'accumulation de déchets numériques qui consomment de l'énergie inutilement.
- Promouvoir les **démarches d'écoconception** et favoriser l'élaboration de logiciels moins énergivores en modifiant la manière de coder par la formation des professionnels du logiciel et en instaurant la notion de « bugs énergétiques » pour tout code consommant de l'énergie sans aucune nécessité fonctionnelle.
- Calculer et contrôler les **impacts environnementaux des services numériques en santé** (mise à disposition de services de calcul d'éco-scores des applications de santé, des logiciels de gestion des cabinets de villes, de la télésanté et notamment de la téléconsultation, des établissements de santé et des secteurs social et médico-social).
- Lutter contre l'**obsolescence** en proposant de ne pas renouveler le matériel toujours fonctionnel, de privilégier le réemploi dans le cadre d'opérations de solidarité, et de systématiser le recyclage des dispositifs en fin de vie.