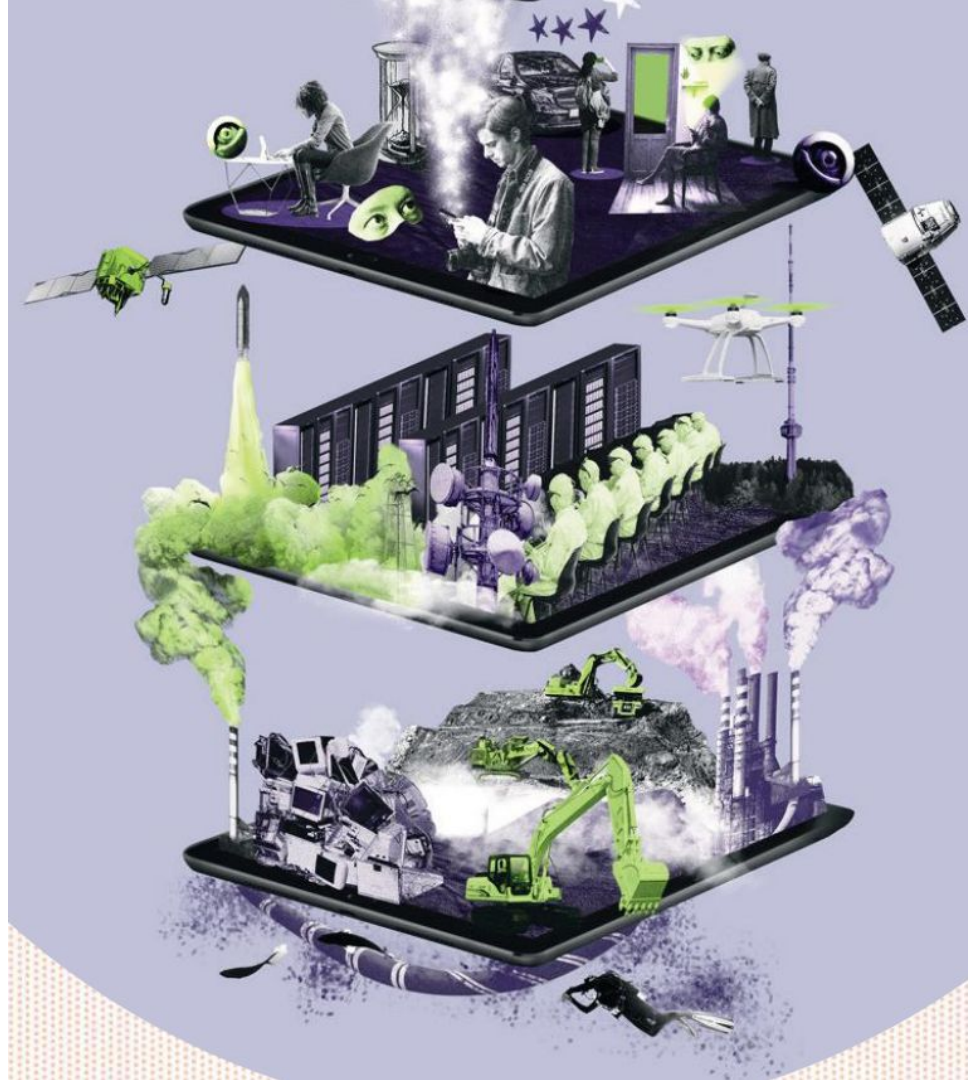


# Des soins numériques et durables ?

François Roucoux

Grande journée FAGC

2024



# Extraits du serment d'Hippocrate

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés.



# Les soins de santé sont des utilisateurs assidus des TIC

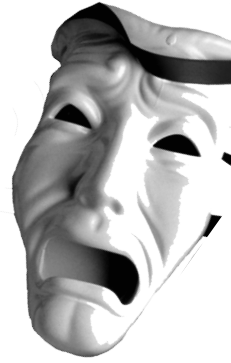
Une panne significative dans le système d'information impacte gravement le travail des soignants, tant en première ligne qu'à l'hôpital.

La très grande majorité des services offerts par les TIC sont mis en jeu pour les soins : terminaux variés, réseaux, data-centers, clusters de calcul, cloud, applications multiples (dont le dossier médical), capteurs, ...

La plupart des fournisseurs des soins de santé (pharma, équipementiers, ...) sont des entreprises technologiques qui utilisent aussi massivement les TIC

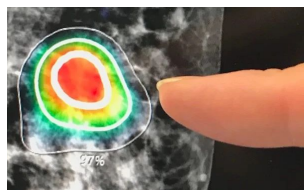
La médecine occidentale en 2024 est-elle encore possible sans les TIC ... probablement pas.





Communication, réduction des déplacements  
 Optimisation des processus et des flux  
 Amélioration de la qualité : coordination, aide à la décision, ...

Consommation énergétique  
 pollution, accumulation de déchets électroniques  
 épuisement de ressources, ...



# La question

Les soins numériques peuvent-ils contribuer à un système de santé bénéfique, éthique et plus durable ou risquent-ils de détériorer ces aspects et à terme la qualité et l'espérance de vie des patients ?





# Impact des TICs sur la terre : la dépendance aux ressources

Dépendance aux ressources: métaux, minéraux et terres rares pour l'électronique et autres matériaux extraits par des pratiques minières nuisibles à l'environnement dans le monde entier.

Paradoxe: c'est également le cas pour les énergies renouvelables (éolien, solaire, ...)

X5 dans les 25 prochaines années

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

↓

* La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
* Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No



# Impact des TICs sur la terre : l'impact environnemental

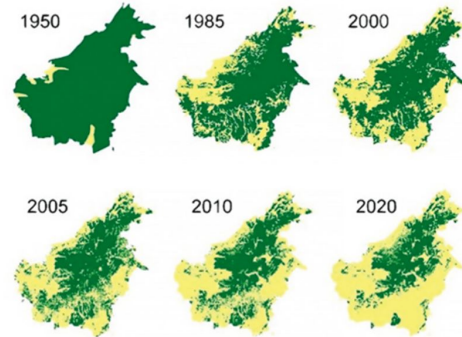
Dévastations causées par l'extraction minière : pollution, déforestation et l'épuisement des ressources naturelles comme l'eau et la qualité de l'air à proximité des sites miniers.



Lac toxique de Baotou, Mongolie inférieure (© David Gray / Reuters)



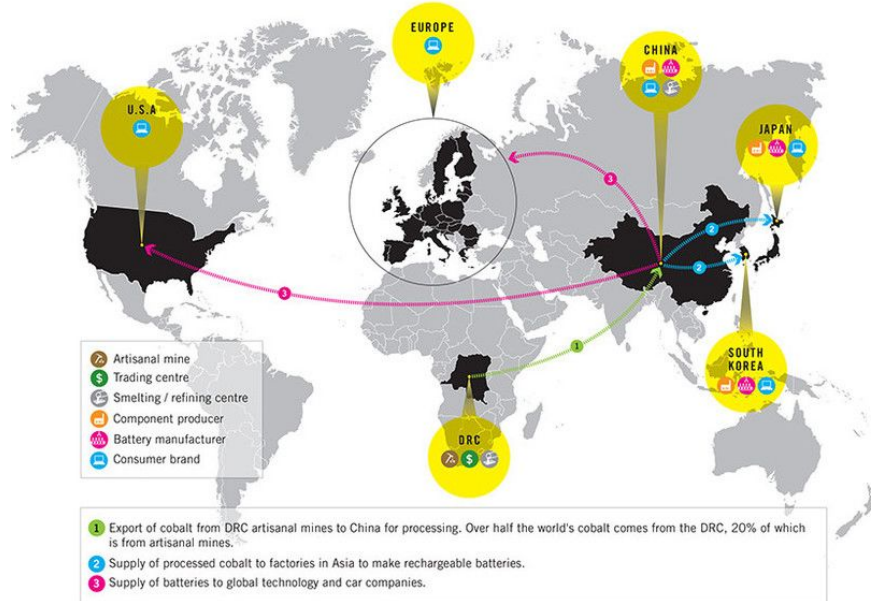
Défrichage pour l'installation d'une mine de nickel en Indonésie (Institut Français des Relations Internationales, 2024)



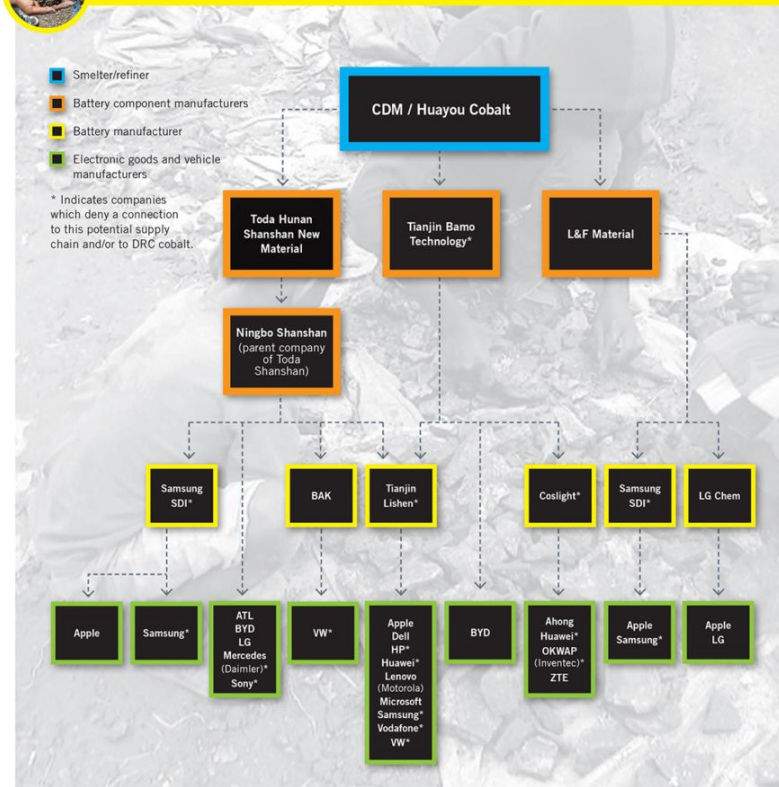


# Impact des TICs sur la terre : des chaînes d'approvisionnement mondiales

Chaînes d'approvisionnement complexes et opaques de l'industrie technologique, qui dissimulent la dégradation environnementale et les souffrances humaines liées à l'extraction des minéraux.



POTENTIAL DRC COBALT SUPPLY CHAIN According to publicly available information





# Inégalité et exploitation

Les profits des grandes entreprises technologiques (ex. Apple, Google) se concentrent dans quelques pôles (comme la Silicon Valley), alors que les bénéfices économiques ne se diffusent pas aux travailleurs ou aux régions d'extraction.

Des pratiques telles que les heures excessives, le travail forcé, l'exploitation des communautés locales et des enfants, la rémunération minimale et les risques de santé sont monnaie courante.





Source: Visual Capitalist, Global Innovation Index 2024 based on 78 indicators

# Coûts énergétiques et carbone actuel des TIC

Difficile à quantifier uniquement pour le secteur de la santé car il s'agit d'émissions pour part indirectes\*

Environ 1,3 GtCO<sub>2</sub> émises en 2020 soit environ 3,5% des émissions GES mondiales (biais possibles) → 8% en 2025

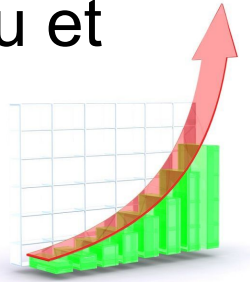
Les infrastructures IT (25%) et les appareils (37%) utilisent essentiellement de l'électricité : 4-6% de l'électricité mondiale consommée en 2020, 10% en 2025.

53,6 millions de tonnes de déchets électroniques produits/an dont seuls 17,4% sont recyclés.



\*soins de santé = 4,4% des émissions GES mondiales, entre 8-10% dans les pays industrialisés

# Les émissions des TIC sont plus élevées que prévu et vont augmenter.



Raison 1 : des effets de rebond se sont produits depuis le début des TIC, et ils vont probablement se poursuivre sans intervention.

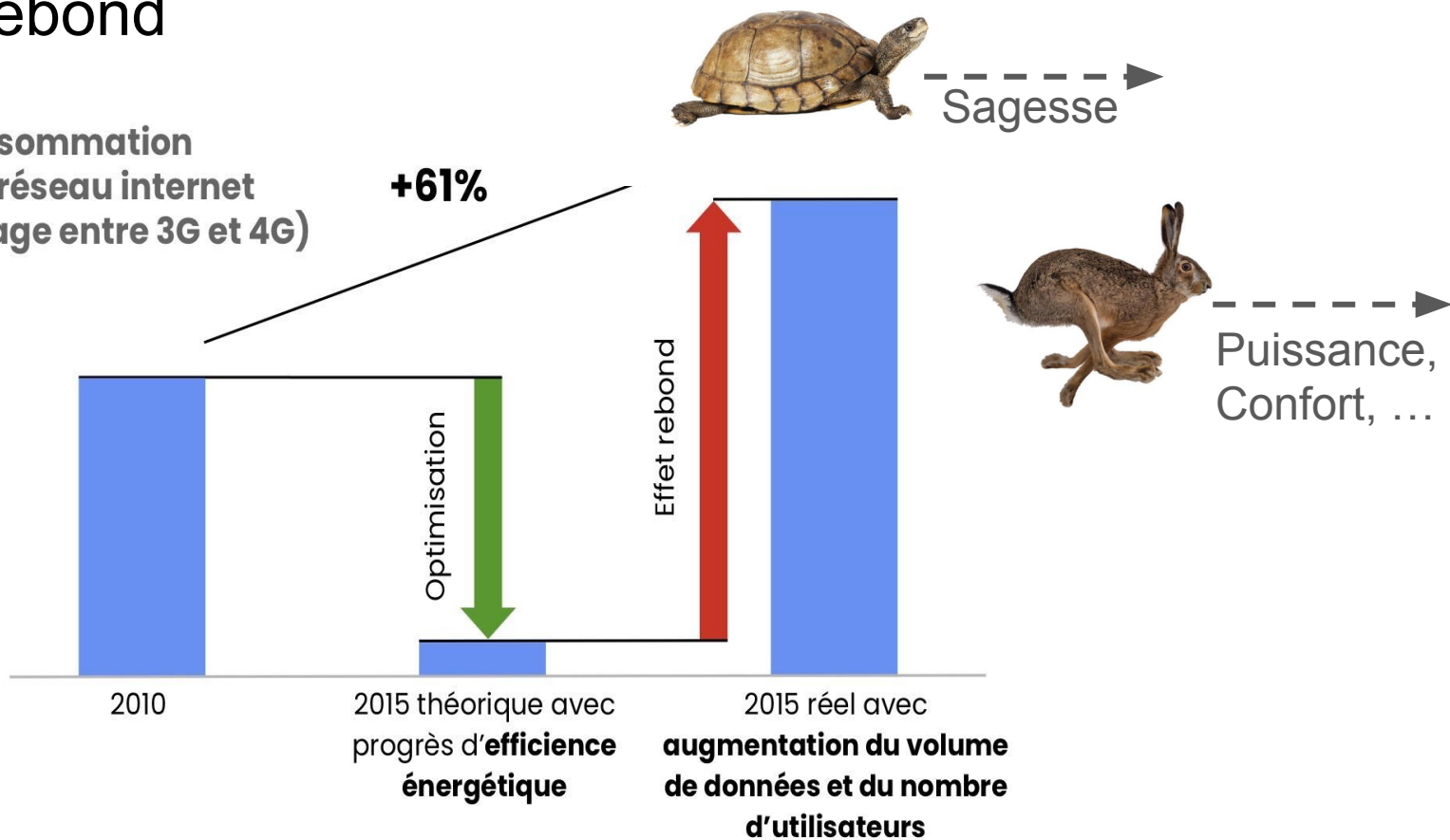
Raison 2 : les études actuelles sur l'empreinte carbone des TIC font plusieurs omissions importantes (IoT, Blockchain, IA, ...) concernant les tendances de la croissance des TIC.

Raison 3 : des investissements importants sont réalisés, notamment en Europe, pour développer et accroître l'adoption de la blockchain, de l'IoT et de l'IA.



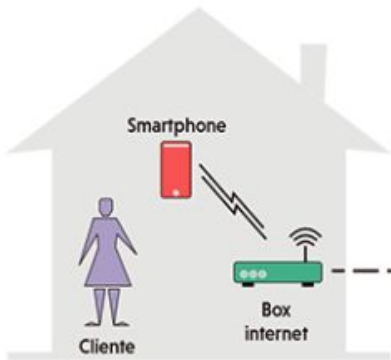
# Effet rebond

Exemple : consommation électrique du réseau internet mobile (passage entre 3G et 4G)



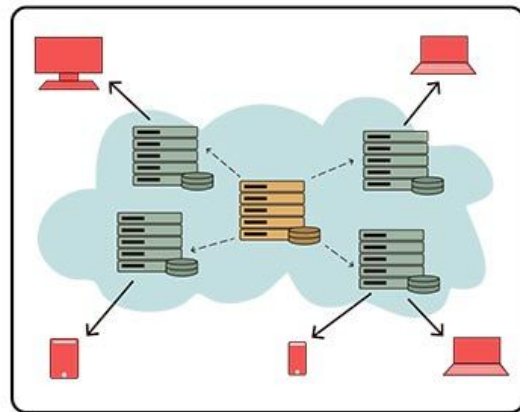
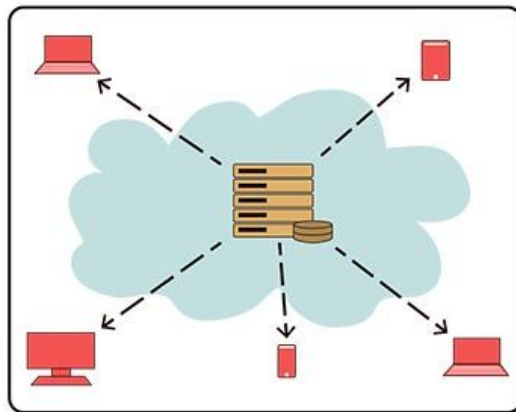
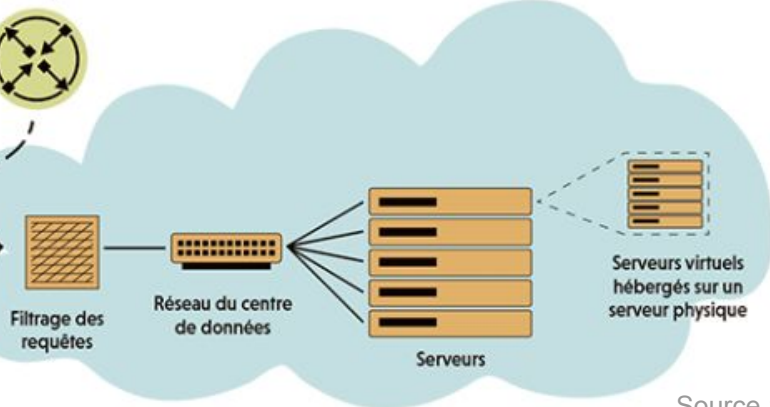
# Internet : architecture mondiale insoupçonnée

Equipements particuliers et centres de données jamais éteints



Point d'échange internet

Réseau du fournisseur d'accès du centre de données

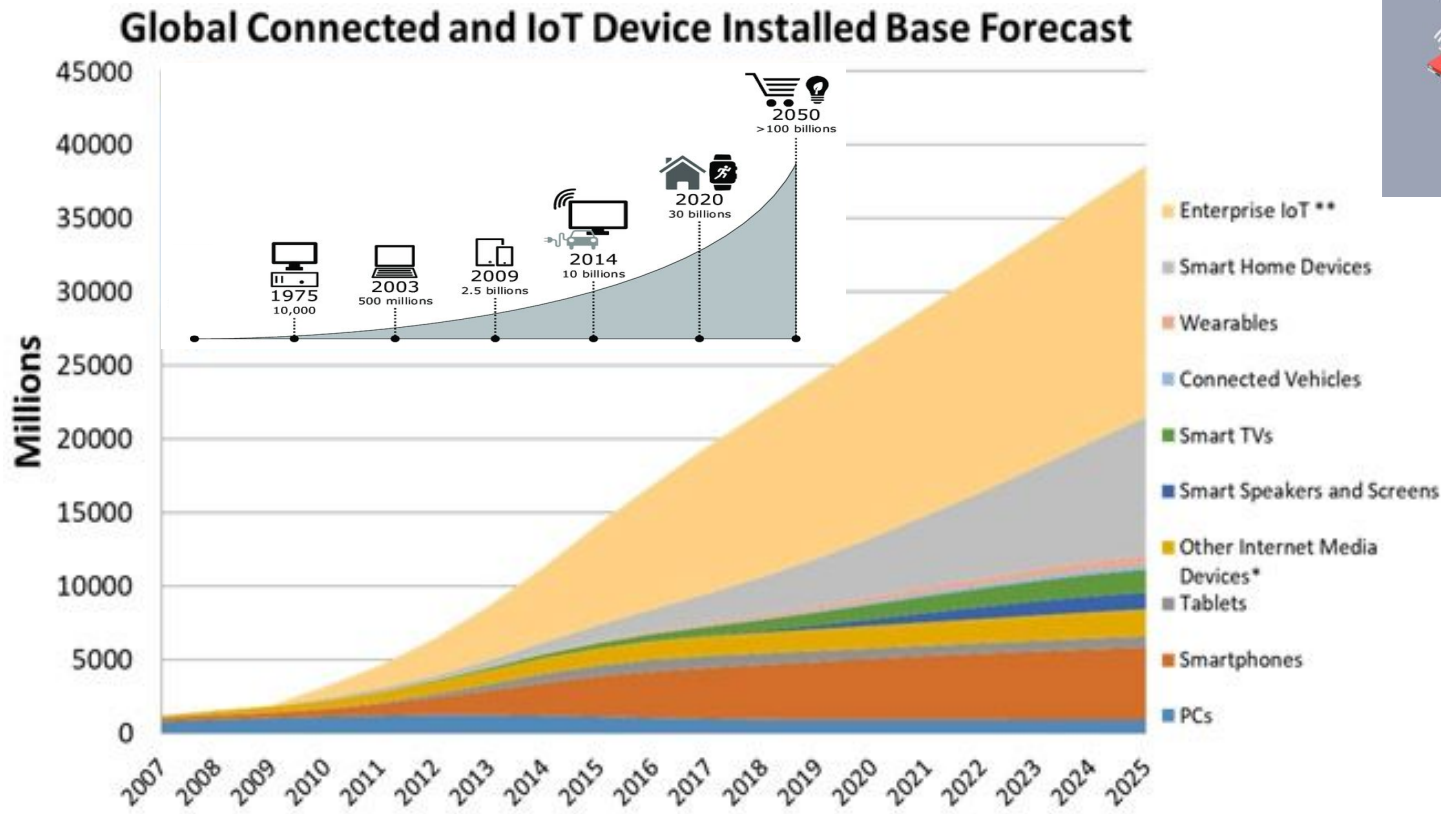


Architecture CDN et edge pour limiter la latence et optimiser le débit (vidéo à la demande, vidéo instantanée, internet des objets, ...).



**15 000 km**  
parcourus en  
moyenne par une  
donnée numérique

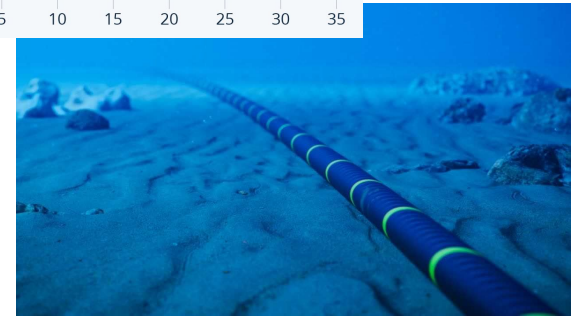
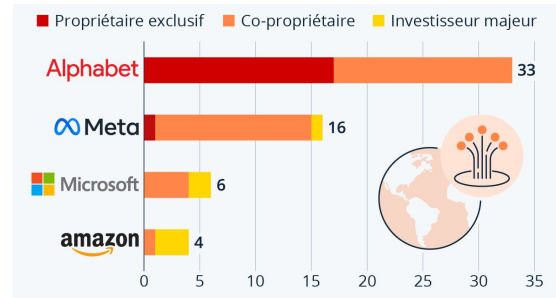
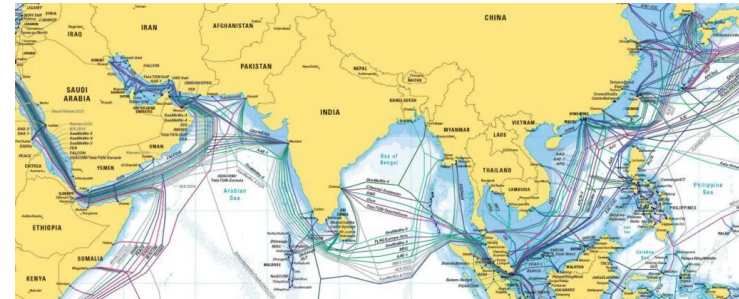
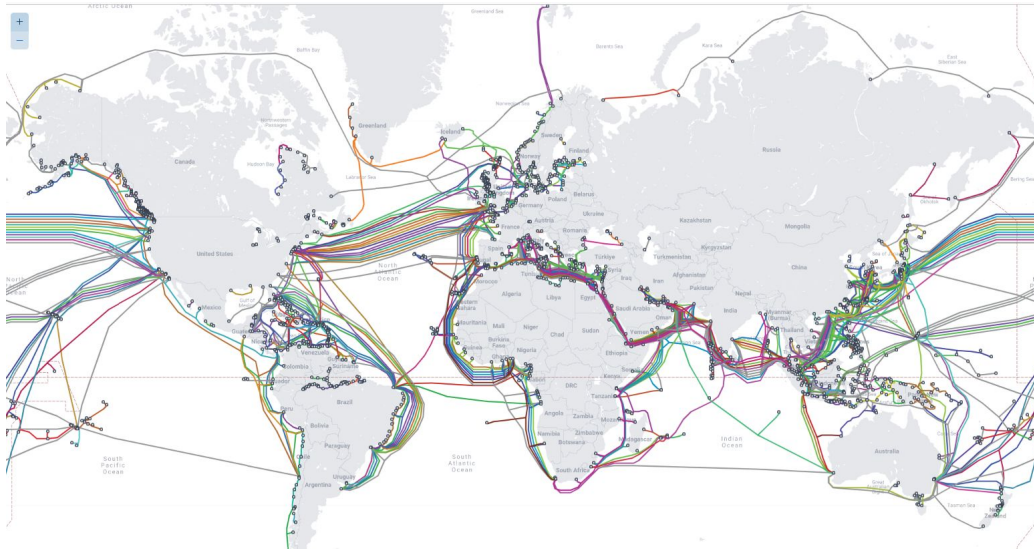
# L'insoutenable légèreté du numérique dématérialisé



Des dizaines de milliards de terminaux

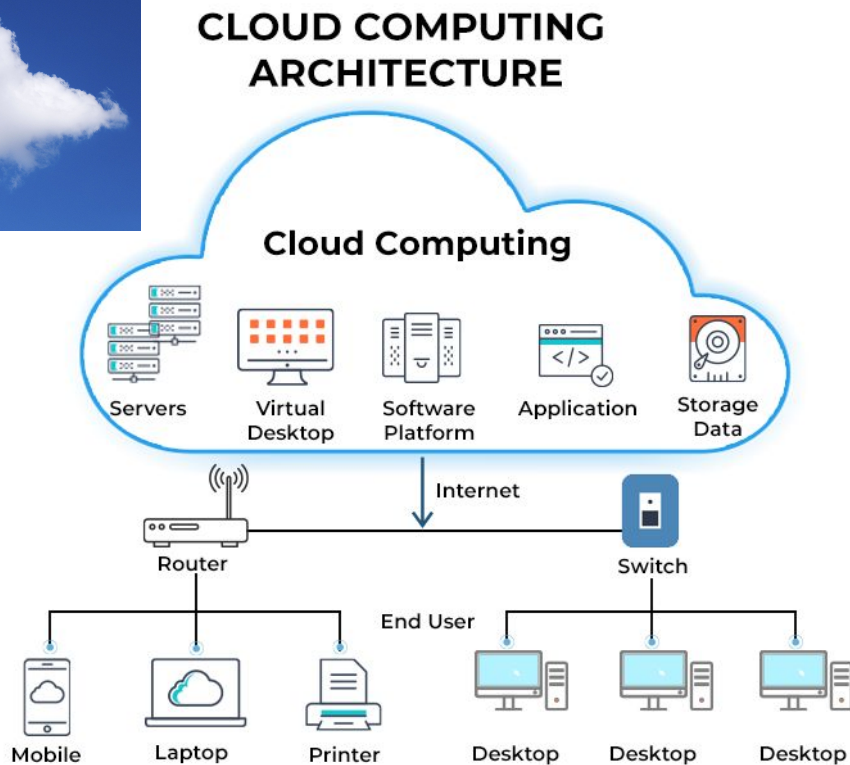
# L'insoutenable légèreté du numérique dématérialisé

- 559 câbles de 130 à 20000 km de long
- 99% des échanges de données entre continents
- 1,4 millions de km soit 35 fois le tour du monde

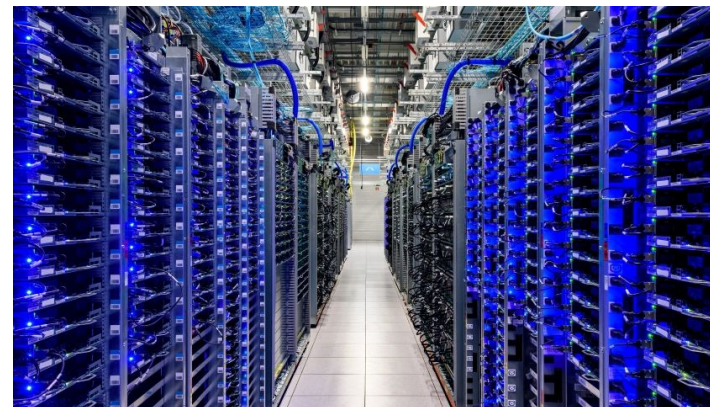




# L'insoutenable légèreté du numérique dématérialisé



Hyperscale Data Centers > 600 WW



Data Centers > 3 millions WW

# Data is the New Oil

L'essor d'Internet a permis une collecte massive de données sans consentement, remplaçant les méthodes antérieures basées sur le consentement.

Les données sont désormais perçues comme une forme de capital.

Les données publiques sont de plus en plus privatisées, leur valeur étant extraite à des fins lucratives plutôt que pour servir le bien public.

L'utilisation d'informations partagées publiquement dans des systèmes d'IA propriétaires illustre cette tendance.



# IA, travail, bien être humain et santé mentale

De nombreux systèmes d'IA, présentés comme automatisés, dépendent fortement de la main-d'œuvre humaine dissimulée, un phénomène appelé "Potemkin AI" ou "fauxtomation".

Les systèmes d'IA reposent souvent sur une main-d'œuvre mal rémunérée et invisible pour des tâches comme l'étiquetage des données, la modération de contenu et les tests d'algorithmes.



The screenshot shows the Amazon Mechanical Turk website. At the top, there's a navigation bar with 'Your Account', 'HITS', and 'Qualifications' tabs. Below that, a banner reads 'Mechanical Turk is a marketplace for work.' and '405,999 HITS available. View them now.' The main content area is split into two columns: 'Make Money by working on HITs' and 'Get Results from Mechanical Turk Workers'. The 'Make Money' section includes a flow diagram: 'Find an interesting task' (with a gear icon) -> 'Work' (with a gear icon) -> 'Earn money' (with a dollar sign icon). The 'Get Results' section includes a flow diagram: 'Fund your account' (with a plus icon) -> 'Load your tasks' (with a gear icon) -> 'Get results' (with a star icon). Both sections list key benefits for workers and requesters.

**amazon mechanical turk**  
Artificial Intelligence

Already have an account? Sign in as a Worker | Requester

Your Account | HITS | Qualifications

Introduction | Dashboard | Status | Account Settings

**Mechanical Turk is a marketplace for work.**  
We give businesses and developers access to an on-demand, scalable workforce. Workers select from thousands of tasks and work whenever it's convenient.  
**405,999 HITS** available. [View them now.](#)

### Make Money by working on HITs

HITs - *Human Intelligence Tasks* - are individual tasks that you work on. [Find HITs now.](#)

**As a Mechanical Turk Worker you:**

- Can work from home
- Choose your own work hours
- Get paid for doing good work

**Find an interesting task**      **Work**      **Earn money**

Find HITs Now

[or learn more about being a Worker](#)

### Get Results from Mechanical Turk Workers

Ask workers to complete HITs - *Human Intelligence Tasks* - and get results using Mechanical Turk. [Get Started.](#)

**As a Mechanical Turk Requester you:**

- Have access to a global, on-demand, 24 x 7 workforce
- Get thousands of HITs completed in minutes
- Pay only when you're satisfied with the results

**Fund your account**      **Load your tasks**      **Get results**

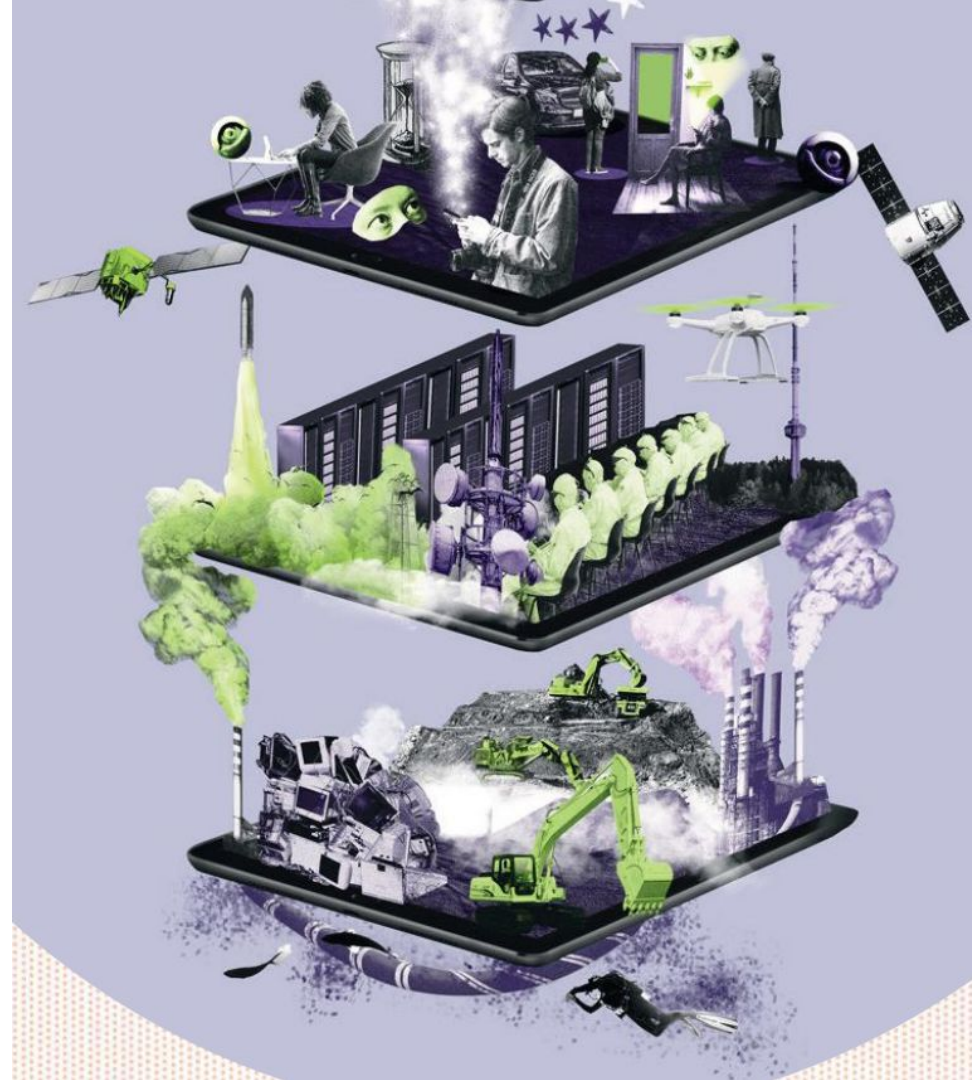
Get Started



# Méga-machine

Les TICs et l'IA sont une "**méga-machine**", un système dépendant de vastes réseaux de ressources, de main-d'œuvre et d'infrastructures, interconnectés par une logistique mondiale et soutenus par une extraction et une consommation continue.

L'usage de la santé numérique oblige le soignant à "adopter" cette mégamachine dans sa totalité : dans ces aspects bénéfiques comme délétères.





# Promesses de l'informatique et l'IA pour un système de santé occidental durable



**Optimisation des ressources**: gestion des flux des patients et des rendez-vous médicaux

**Réduction des gaspillages** : gestion des stocks et utilisation efficace des équipements

**Prévention et médecine personnalisée** : analyse prédictive, traitements ciblés, optimisation des dosages

**Réduction de l'empreinte carbone** : télémédecine, centres de données durables, optimisation des infrastructures

**Formation et collaboration améliorée**: plateformes d'apprentissage et de partage de connaissances

**Amélioration des processus** : gestion administrative, diagnostics assistés par IA

**Santé communautaire** : analyse de données populationnelles, surveillance des épidémies

**Amélioration de l'équité en santé** : réductions des inégalités géographiques (ruralité)

**Innovation** : optimisation des essais cliniques, développement de nouveaux médicaments



# 13 cibles mondiales en matière de santé pour 2030

Ramener le taux de mortalité maternelle mondial à moins de 70/100 000 naissances vivantes

Mettre fin aux décès évitables de nouveau-nés et d'enfants de moins de 5 ans

Combattre et mettre fin aux épidémies de maladies transmissibles (SIDA, tuberculose, paludisme, ...)

Réduire d'un tiers la mortalité prématurée due aux maladies non transmissibles

Renforcer la prévention et le traitement de la toxicomanie

Réduire de moitié le nombre de décès et de blessures dus aux accidents de la route

Accès universel aux services de soins de santé sexuelle et génésique

Assurer une couverture sanitaire universelle

Réduire considérablement le nombre de décès et de maladies dus à la pollution

Renforcer la lutte anti-tabac

Soutenir la recherche et le développement de vaccins et de médicaments abordables

Améliorer les systèmes pour les risques de santé globaux



# Nations Unies

## Apport des TIC ?

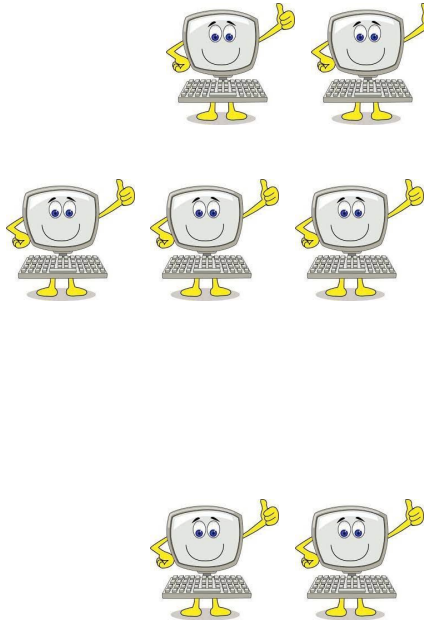
## Marginal



# Objectifs communs des systèmes de santé nationaux

## Apport des TIC ?

Inconstant

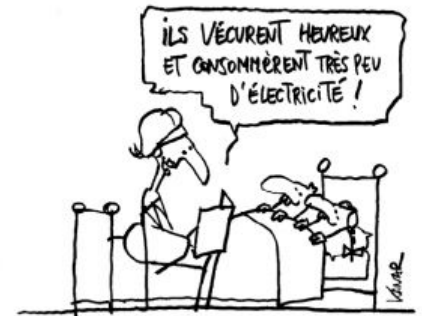


- Améliorer l'accès au soins de santé : augmenter le nombre de prestataires de soins primaires, généralisation de l'assurance maladie, ...
- Améliorer la qualité des soins : accroître la sécurité des patients, soins fondés sur les données probantes
- Réduire les coûts des soins de santé : réduction des tests et procédures inutiles, améliorer l'efficacité du système de santé (flux logistiques, ...)
- Réduire les disparités en matière de santé : minorités bénéficiaires de soins préventifs, soins culturellement compétents
- Améliorer la coordination des soins : suivi des pathologies, ...

# Une incitation à la modestie et à la sobriété ?

Dans la plupart de ces domaines, les améliorations apportées par les TICs sont réelles mais bien souvent :

- à la marge (on peut déjà faire beaucoup sans elles)
- sans nécessiter les dernières évolutions technologiques (les TICs des années 90 conviendraient pour la plupart)
- le plus souvent, à l'aide de systèmes et mécanismes simples (Big Data, IA, ... à priori pas nécessaires)





# TIC et IA : des externalités négatives à l'échelle de la terre

Impacts sur l'environnement :

Consommation énergétique et émissions GES élevée

Extraction des ressources naturelles, déforestation, pollution

Occupation des terres, des mers et de l'orbite

Déchets électroniques nombreux, toxiques et faiblement recyclés

Consommation d'eau (refroidissement des datacenters)

Impacts sur l'homme et la société :

Hyperconsommation instrumentée

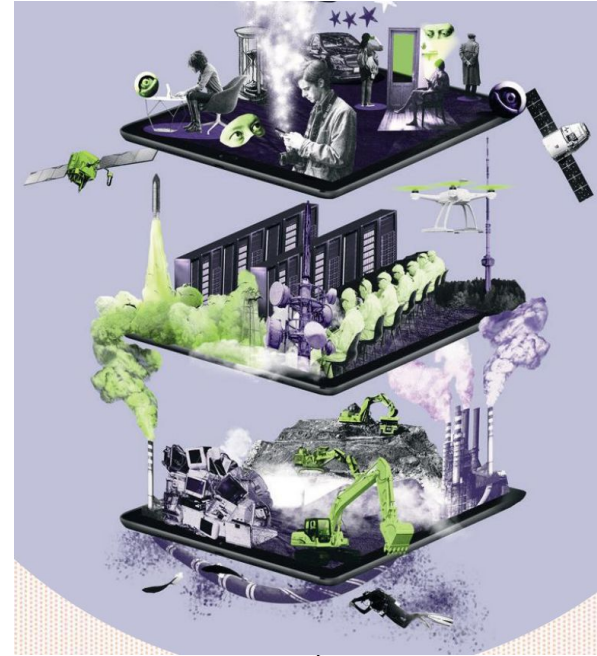
Inégalités, délocalisation des impacts et exploitation humaine

Fracture numérique : de 60% des habitants de la planète n'ont pas accès à Internet

Désinformation et fake news : effet d'amplification et de manipulation

Impact sur la démocratie : manipulations électorales, polarisation et fragmentation sociale, surveillance et autoritarisme numérique

Concentration du pouvoir dans les big techs



# Approche globale et systémique à l'échelle mondiale

De la durabilité des soins

De l'environnement et la biodiversité

De la Global Health



# La question

Les soins numériques peuvent-ils contribuer à un système de santé bénéfique, éthique et plus durable ou risquent-ils de détériorer ces aspects et à terme la qualité et l'espérance de vie des patients ?

Pour un soignant occidental avec oeilleres : oui mais...

Pour un soignant "global" : ???, ça semble difficile



# Importance de la réflexion sur le besoin

Questionnement et évaluation des impacts sociaux et environnementaux des projets numériques : à l'échelle d'un cabinet, d'une maison médicale, ...

- Rôle du numérique, alternatives, cohérence avec les valeurs de l'organisation.
- Inclusion des besoins des utilisateurs, tests, prise en compte des retours.
- Éco-conception, gestion des ressources, critères d'arrêt des projets.





# ALLÉGER LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE ET LES RÉSEAUX

## Mails



### les plus légers possible

- ▶ Évitez de multiplier les destinataires.
- ▶ Comprimez les pièces jointes ou utilisez un site de dépôt temporaire.
- ▶ Entre collègues, privilégiez la messagerie instantanée et le serveur de l'entreprise.



### Pages et onglets inutilisés fermez-les !



## Cloud

### avec modération

- ▶ Désactivez les transferts automatiques de données.
- ▶ Triez et stockez uniquement le nécessaire.
- ▶ Stockez plutôt sur disque dur externe ou ordinateur.

## Boîte mail



### faites le ménage

- ▶ Supprimez les mails inutiles, les spams et videz la poubelle.
- ▶ Désabonnez-vous des newsletters que vous ne lisez pas.



### Recherches web le plus court chemin

- ▶ Tapez directement le nom du site, utilisez les favoris et l'historique.
- ▶ Employez des mots clés précis dans les moteurs de recherche.

= 4 x moins d'émissions de gaz à effet de serre



### Réunions audio plutôt que visio

= moins de bande passante consommée

## Connexion



### Wifi ou filaire plutôt que 4G

Programmez le téléchargement des applications lorsque la connexion est en Wifi.



### Vous travaillez en musique ?

Évitez le streaming : privilégiez la radio ou téléchargez vos musiques préférées. Et ne lancez pas de clip vidéo pour écouter une chanson.

## 1 Limitez les films et vidéos en streaming.

Mieux vaut les télécharger ou choisir une résolution moindre. Les vidéos représentent 60% du flux mondial de données !

## 2 Éteignez votre ordinateur au-delà d'une heure de pause:

en veille, il consomme encore 20 à 40% de sa consommation en marche.

## 3 Déconnectez ou débranchez tous vos appareils en fin de journée.

- Faites durer vos appareils
- Utilisez du matériel d'occasion ou reconditionné

Source : ADEME 2024

# Quelques réflexions en guise de conclusion



Penser l'usage des TIC en santé dans l'intérêt réel du patient

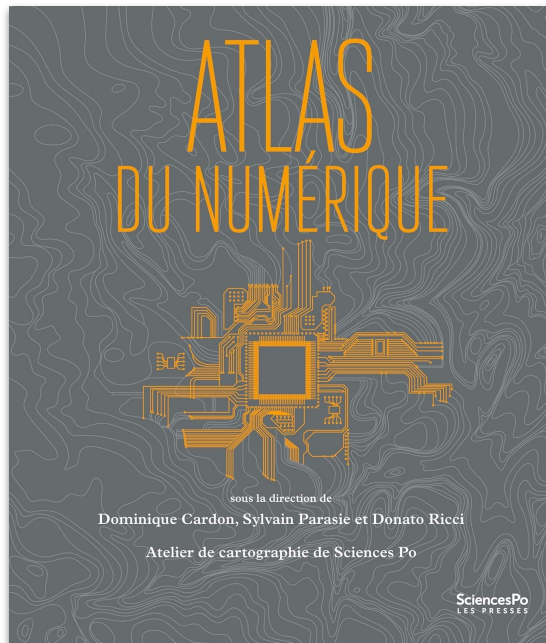
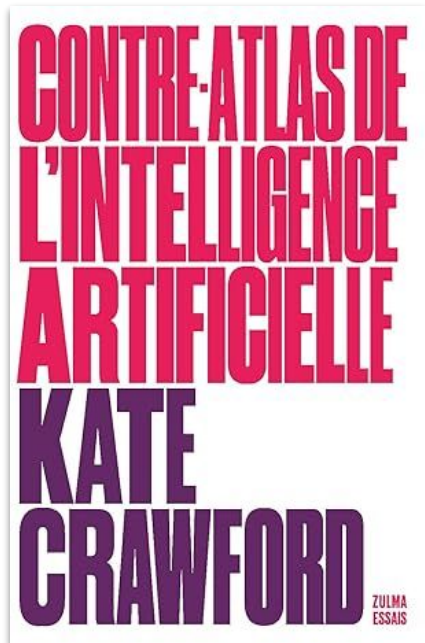
Penser l'usage de l'IT en santé à l'aune des objectifs du système de santé et de sa nécessaire transformation

Ne pas considérer que l'appartenance à un secteur essentiel justifie tout

Il y a clairement besoin d'un cadre réglementaire sur les impacts des TIC, notamment sur le plafonnement des niveaux d'émission en GES

Privilégier les systèmes d'information interopérables, ouverts, idéalement open source et libres : longue durée de vie, "composables", indépendance commerciale, compatibilité avec du matériel plus ancien, "réparables" ...

# Pour aller plus loin



Le site de l'ADEME : <https://librairie.ademe.fr/>

Le CNRS : <https://ecoinfo.cnrs.fr/>

<https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/impacts-environnementaux-du-numerique/>