

# **Quelle recherche en informatique dans le cadre des limites planétaires ?**

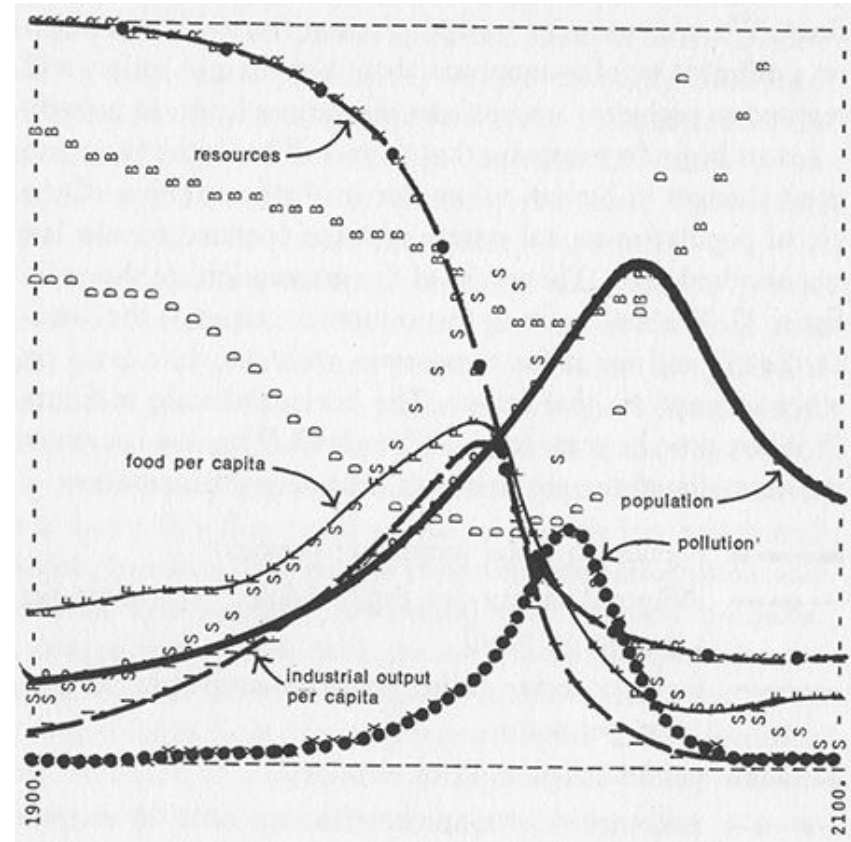
## **Workshop WAX du LIG**



Bernard TOURANCHEAU, UGA

# The limits to growth, Meadows & al 1972

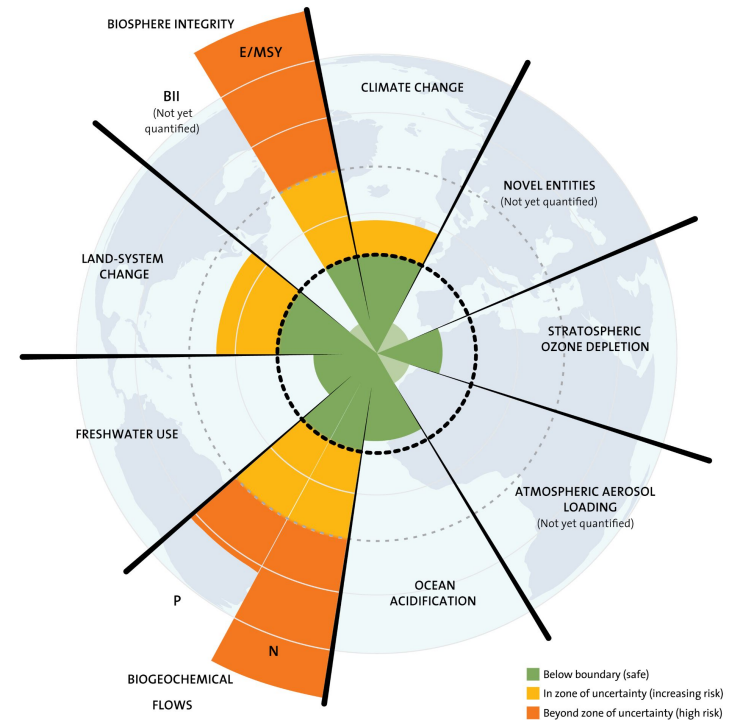
- World3 modèle systémique société/biosphère du MIT,
- Bonne adéquation à l'évolution 1972-2022,
- Surcapacité observée dans tous les domaines,
- Les limites planétaires entraînent l'effondrement des systèmes société/biosphère.



# Les 9 limites planétaires - Rockstrom & Als 2015

## Limites planétaires Société

1. dérèglement du climat
2. destruction de la biodiversité
3. dégradation des sols
4. modification des cycles hydrologiques
5. changement des flux biogéochimiques
6. acidification des océans
7. modification des concentrations d'aérosols
8. destruction de la couche d'ozone
9. dispersion d'entités chimiques (= pollution)



# Limiter la modification du climat

Le lundi 28 février 2022 est sorti le nouveau rapport du GIEC. Analyse par “les amis de la terre”.

[Le constat est édifiant](#) : les impacts du changement climatique sont déjà là, ils sont plus rapides, fréquents et frappent plus fort que prévu par les scientifiques. L'inaction des politiques fait déjà des ravages.

- Près de la moitié de la population mondiale (soit 3,3 milliards de personnes) vit dans des zones très vulnérables au climat, principalement dans les pays du Sud.
- D'ici à 2050, l'élévation du niveau de la mer affectera plus de 1 milliard de personnes qui pourraient voir leur habitat détruit. Depuis 2008, chaque année, les phénomènes météorologiques extrêmes provoquent déjà le déplacement de 20 millions de personnes à l'intérieur de leur propre pays.
- 24% des espèces seront menacées d'extinction si le réchauffement atteint 1,5 degré. Les dommages infligés aux écosystèmes seront irréparables et nous affecteront directement, y compris en France.
- 10% des surfaces d'élevage et de culture actuelles pourraient devenir inexploitable d'ici 2050. Ces dernières années, des millions de personnes ont été exposées à une insécurité alimentaire qui ne fera que s'accroître.

**Même si les dirigeants politiques ne s'en saisissent pas, les solutions existent** et la communauté scientifique s'accorde sur un point : **nous devons repenser radicalement notre modèle économique et nos modes de consommation.**

# Le numérique est une part du problème

- Matériels : ressources
- Usages : énergie
- Faux amis : “virtualisation”, “dématérialisation”
- Effets rebonds : optimisations, démultiplication, renouvellement, globalisation
- Obsolescences : matérielles et logicielles
- Viralité : par sa présence
- Catalyseur : supply-chain, uberisation, cloud
- Faible résilience : non réparable facilement
- Très haute technologie : complexité

# Coût matières du numérique

breux produits, le MIPS peut révéler un ratio assez bas : ainsi la fabrication d'une barre d'acier nécessite « seulement » dix fois plus de ressources que son poids final. Mais « dès qu'une technologie est impliquée, le MIPS est plus élevé », explique Jens Teubler. Les technologies

de leur décision d'acheter un bien de consommation», confirme Jens Teubler. Et pour cause : c'est la zone géographique la plus en amont de la chaîne de fabrication qui paiera le plus lourd tribut matériel, bien loin du magasin de vente. Ainsi le numérique a-t-il fait – insensiblement –

partagez vos nom, prénom, adresse courriel, postale, numéro de téléphone, coordonnées bancaires, historique de paiements, etc. Puis l'entreprise de location pourra collecter toute information relative à vos trajets grâce aux capteurs fixés sur la trottinette et aux données transmises par votre téléphone mobile. Le

rence donnée autour de 2010, des ingénieurs de Google auraient expliqué que la messagerie Gmail était dupliquée six fois, tandis que la règle générale veut qu'une vidéo de chats soit stockée dans au moins sept centres de données à travers le monde. L'industrie est donc hantée de « serveurs zombies », aussi gloutons que les autres.

## Éléments présents dans les smartphones en 2021, par composant

- Électronique
- Microélectronique
  - Micro-condensateur
  - Puce
  - Vibreux
  - Aimants (micro et haut-parleurs)
  - Soudure

## Écran

- Dalle tactile
- Vitre
- Affichage des couleurs
- Batterie
- Coque
- Indéterminé

## Éléments présents dans un téléphone

- de 1960
- de 1990

## Le smartphone, dévoreur de matières premières



Sources : Compilation de l'auteur, Michaël Aubry et Jean-Pierre Raskin, Compendis Interact, 2021.

Lecture du graphique : en 2021, un smartphone se compose d'une grande diversité de matières premières (signalées en couleurs) ; le titane est utilisé dans la fabrication d'une puce (bleu clair), le cobalt dans celle de la batterie (orange). Présent dans la coque (jaune), l'hydrogène entrait déjà dans la composition des téléphones de 1960 et 1990. Par contre, l'hélium, le molybdène ou encore le cadmium ont disparu des appareils de nouvelle génération.

FANNY PRIVAT

# Matériel Input Per Service unit (MIPS)

- la quantité de ressources nécessaires pour fabriquer et recycler un produit ou un service
- [Under the hood of Sustainable IT - Promesses de dématérialisation et matérialité minérale \(French\)](#)

Produit/service	kg	MIPS (kg)	MIPS ratio
bague or	0,001	3000	3000000
acier			10
PC	2	1762	881
smartphone	0,15	183	1220
puce CPU	0,002	32	16000

# Empreintes fonctionnement du numérique

- ~10% de l'électricité mondiale
- ~4% du CO2e mondial
- en croissance rapide 8 à 10% /an
  - x 2 tous les 7 ans !!!
  - x  $2^{14}$  par siècle,
  - x  $2^{140}$  par millénaire, cf. "do the maths".



# Contribution tCO<sub>2</sub>e via le numérique

- Outil d'évaluation des matériels : [EcoDiag : le calcul – EcoInfo](#)
- Perso : 0,5 tCO<sub>2</sub>e/an
- Rappel: COP21 objectif moyenneTterre  $\leq +1,5^{\circ}\text{C} \Rightarrow 1,8 \text{ tCO}_2\text{e} / \text{personne} / \text{an}$
- Moyenne citoyen français  $\sim 12 \text{ tCO}_2\text{e}$ .

# Effets rebond

- *En Suisse, entre 1990 et 2005 la masse physique moyenne d'un téléphone mobile a été divisée par 4,4, alors que la masse totale de tous les téléphones utilisés a été multipliée par 8, le nombre d'utilisateurs ayant explosé.*
- blablacar : train-- (Ademe)
- page web (NNgroup) :

année	2010	2014	2019
chargement moyen (s)	5	8	7
débit moyen (Mb/s)	6	12	33

# Les déchets du numérique

- [Le recyclage des métaux – EcoInfo](#)
- [Reporters - Déchets électroniques, terminus Ghana](#)
- [Votre poubelle est une mine d'or](#)
- ...

# La recherche informatique

- un aboutissement technophile ?
- un catalyseur des problèmes ?
- un outil nécessaire ?
- une solution ?
- un problème ?
- une fausse route ?
- une perte de temps ?
- un moteur ? (pour aller où ?)
- course à la croissance
- nécessite des moyens colossaux
  - top500
  - IA
- crée des nouveaux besoins
  - matériels
  - logiciels
- complexifie
- rend dépendant aux MWhe

# Recherche informatique lowtech

- augmenter la durée de vie des matériels
  - étaler l’empreinte des objets dans le temps,
- diminuer les volumes de données
  - diminuer les flux nécessaires à l’utilisation, au stockage
- améliorer la résilience
  - robustesse, réparabilité
- limiter la course aux versions
- prendre en compte ACV
  - écoconception, optimisation
- dénumériser

# Questionner les objectifs

- existe-t-il un futur informatique dans une planète en déplétion ?
- créer de la connaissance utile à moyen / long terme
- sens de la recherche (cf. Grothendieck)

# Leitmotiv

- ~~quel monde est possible grâce à la technique XXX~~
  - ~~démensure, ubris, ...~~
- quelle technique XXX est/sera possible dans notre monde
  - accepter les limites planétaires (principe de réalité physique)
  - réfléchir
  - maîtriser nos fantasmes
- ~~globalisation des échanges, village global, ...~~
- relocalisation
- ~~dématérialisation grâce au numérique~~
- résilience

## **Video to go**

<https://youtu.be/SUOVOC2Kd50>