

Le futur peut-il être numérique ?

Françoise Berthoud, CNRS, Gricad, EcoInfo
Laurent Lefevre, Inria, LIP, ENS Lyon, EcoInfo
Jonathan Schaeffer, OSUG, Isterre, EcoInfo



Le numérique s'emballe !

- Explosion des usages et des infrastructures...
- Impact sur les ressources, les GES, les déchets....

- Mais en même temps que regarder le futur (dans 20 ans ?), jetons un coup d'œil au passé (il y a 20 ans)...

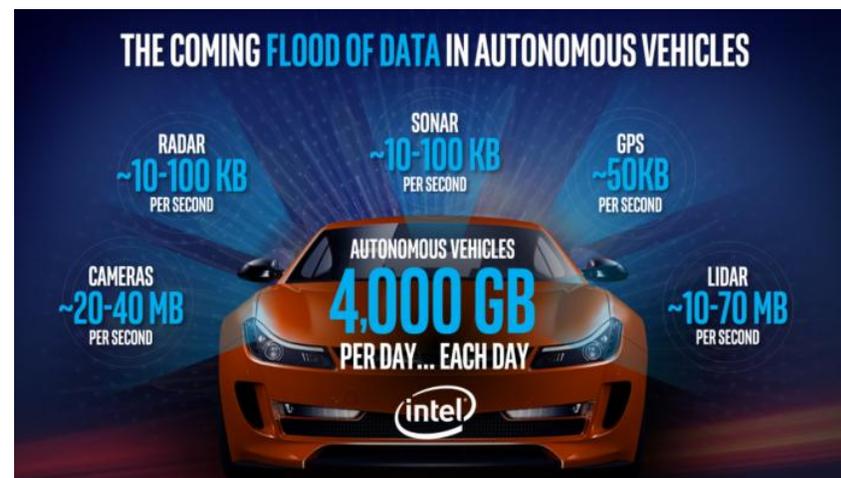
Il y a 20 ans Maintenant... Dans 20 ans ?

- Objets connectés



Tam-Tam 1998
Cout message : 4.22 F

QQ milliers ?



50 – 500 Miliards ?



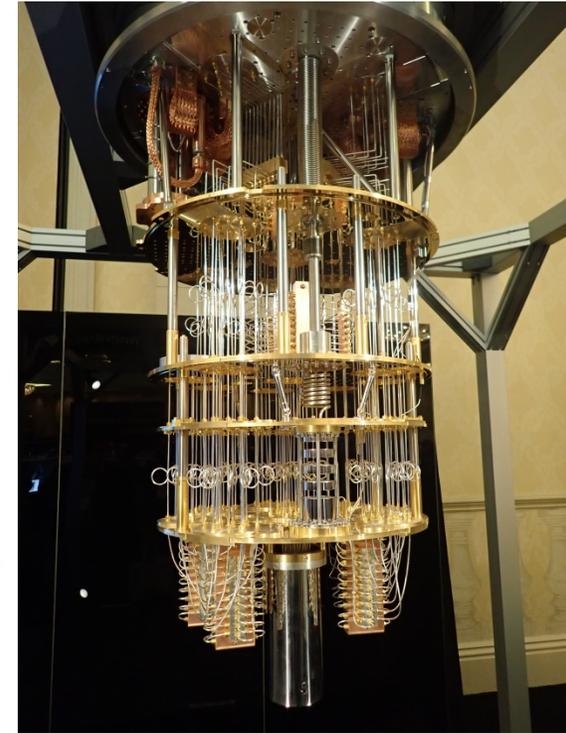
15 Miliards ?

Il y a 20 ans Maintenant... Dans 20 ans ?

- Datacentres



Google @1998



IBM@2038 ?



Amazon, Microsoft, Defab, Qarnot @2018

Il y a 20 ans Maintenant... Dans 20 ans....

- **Usage et Trafic Internet**

1998	12	11	n/a
------	----	----	-----

Source : wikipedia

2018	102,960	16,646
------	---------	--------

- **Mauvaises pratiques (qui existaient il y a 20 ans, qui existent encore...)**
 - Ne pas éteindre le numérique inutile (la nuit)
 - Impressions papier
 - Ne pas connaître sa consommation électrique
 - Regarder des vidéos sur réseaux mobiles / regarder des vidéos de chat...

Il y a 20 ans Maintenant...

- Ma page Web (un *petit* contre-exemple...)

Laurent Lefèvre



Bonjour, vous êtes le visiteur Numero depuis le 6/8/1996



Laurent Lefèvre
Permanent researcher at [INRIA](#) (The French Institute for Research in Computer Science)

Member of the [AVALON Team](#) of [LIP](#)
Member of [INRIA AVALON Team](#) of [INRIA Rhône-Alpes](#)
[Université de Lyon](#)
UMR 5668 CNRS, ENS, INRIA, UCB

Address:

INRIA Avalon Team / LIP Laboratory
Ecole Normale Supérieure de Lyon
46, allée d'Italie - 69364 Lyon Cedex 07 - France
Tel : +33 (0)4 26 23 36 85 Fax : +33 (0)4 72728080
Email : laurent.lefevre@ens-lyon.fr, laurent.lefevre@inria.fr
Web : <http://perso.ens-lyon.fr/laurent.lefevre>

Research interests:

Distributed computing and networking in Grids and Clouds, Green and Energy Efficient Computing and Networking, Autonomic Networking, High Performance Networks protocols and services, Active and programmable networks and services, Disruption Tolerant Networks, Cluster computing, Distributed shared memory systems and Data consistency, Fault tolerance

"Reducing the footprint of numerical and communicating infrastructures for a greener future"



Since 1/11/2001, I am a Permanent Researcher in computer science at INRIA. I work in the [AVALON \(Algorithms and Software Architectures for Service-Oriented Platforms\)](#) team from Inria and the [LIP Laboratory](#) in Ecole Normale Supérieure de Lyon. From 1/11/01 to 31/12/02, I was member of [RESO \(High Performance Networks, Protocols and Services\)](#) team from Inria and the [LIP Laboratory](#) in Ecole Normale Supérieure de Lyon. From 1/11/01 to 31/12/02, I was a permanent INRIA researcher in "[RESAM Laboratory \(High Performance Networks and Multimedia Application Support\)](#)" in Lyon, France and also member of [INRIA RESO Team](#). From 1/11/97 to 30/10/2001, I was assistant professor in computer science in [Lyon 1 University](#) and also member of [RESAM Laboratory](#).

- [How to find me ?](#)
- [Research activities](#)
- [Research projects : current and completed projects](#)
- [Advising of PhD Students, Postdocs, Engineers, Graduate, Master students](#)
- [Software diffusion](#)
- [Conferences, Workshops and Booths Organization](#)
- [Steering Committees and Program Committees](#)
- [PhD Juries](#)
- [Books edition](#)
- [Books, Proceedings, Special Issues edition](#)
- [Publications : Patents, Book chapters, Journals, International Conferences, Workshops, French Conferences, General Audience Papers and Events, Research reports, Posters](#)
- [Interviews for journal, radio and newsletters](#)
- [Portals](#)
- [Seminars, invited talks and panels participation](#)
- [Recent Teaching Activities and practical sessions](#)

[Quelques infos sur moi...\(ancienne version, tout n'est plus a jour\)](#)

[Un peu de multimédia \(images, sons, animations...\)](#)

[Des liens sur mes sites favoris](#)

[Le système DOSMOS](#)

[Des statistiques d'accès sur mes pages](#)



Pour me contacter : lfevre@lip.ens-lyon.fr



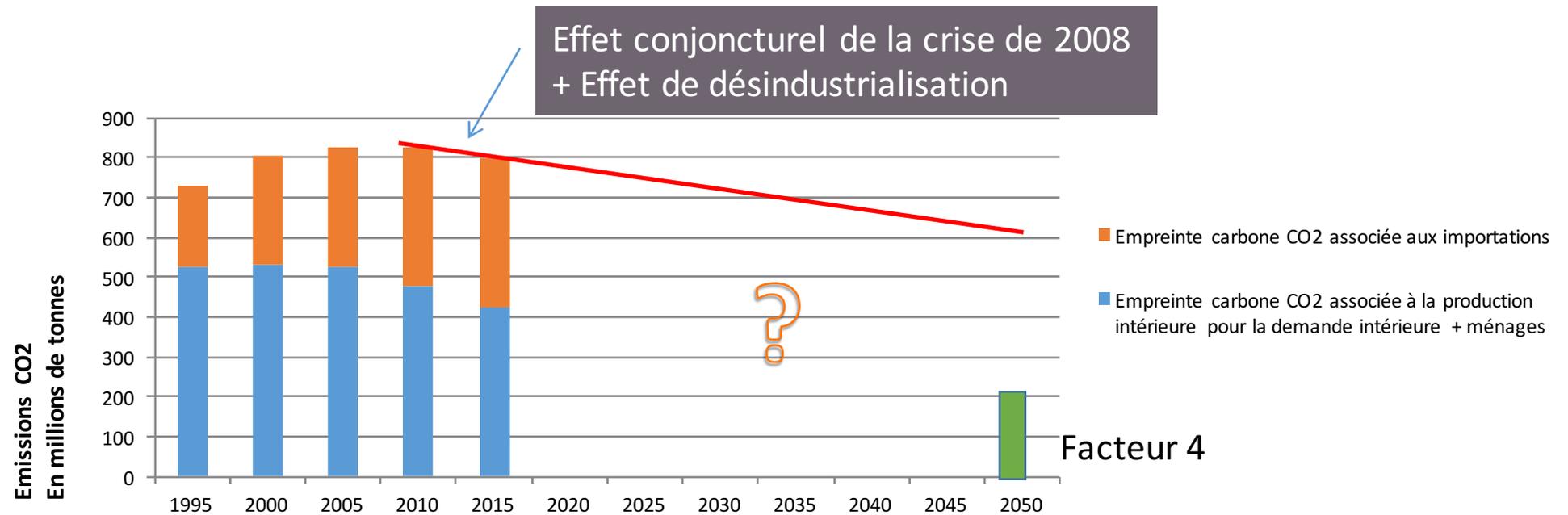
[Un essai \(droits restreints\)](#)

[Quelques photos en version provisoire...](#)



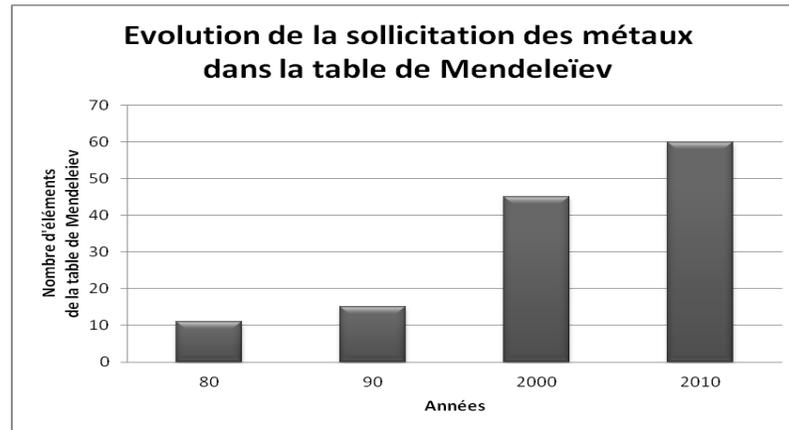
Même (quasiment) impact !

Il y a 20 ans Maintenant... Dans 20 ans....



Il y a 20 ans ... Maintenant... Dans 20 ans....

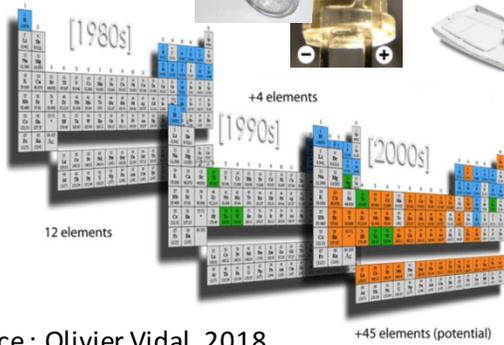
- Ressources minières



B, Nd, Dy



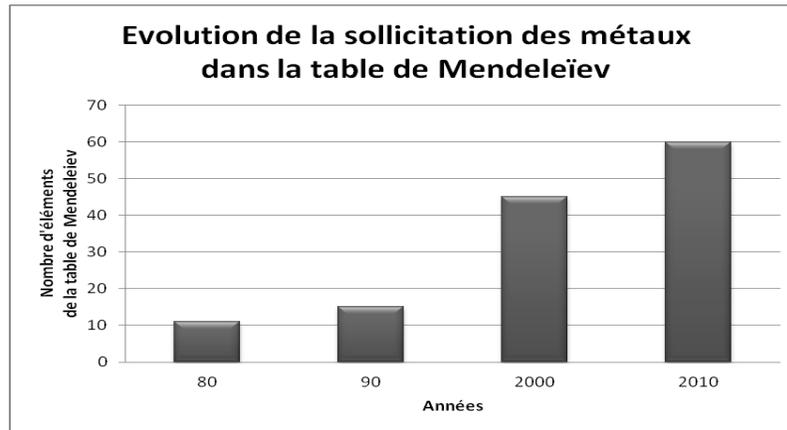
Ga, In, Se



Co, Ga,
In, Nb,
Ta, W,
PGE, REE,
Cu, Ni, Pb, Bi
, Li, Ag, Au

Il y a 20 ans ... Maintenant... Dans 20 ans....

- Ressources minières



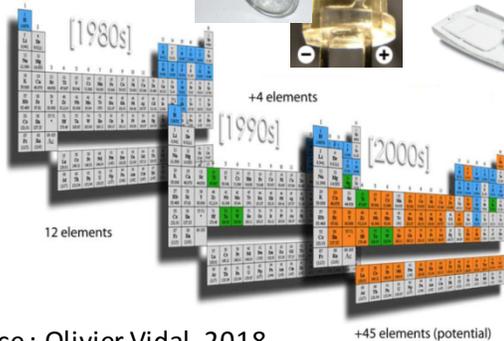
B, Nd, Dy



Ga, In, Se

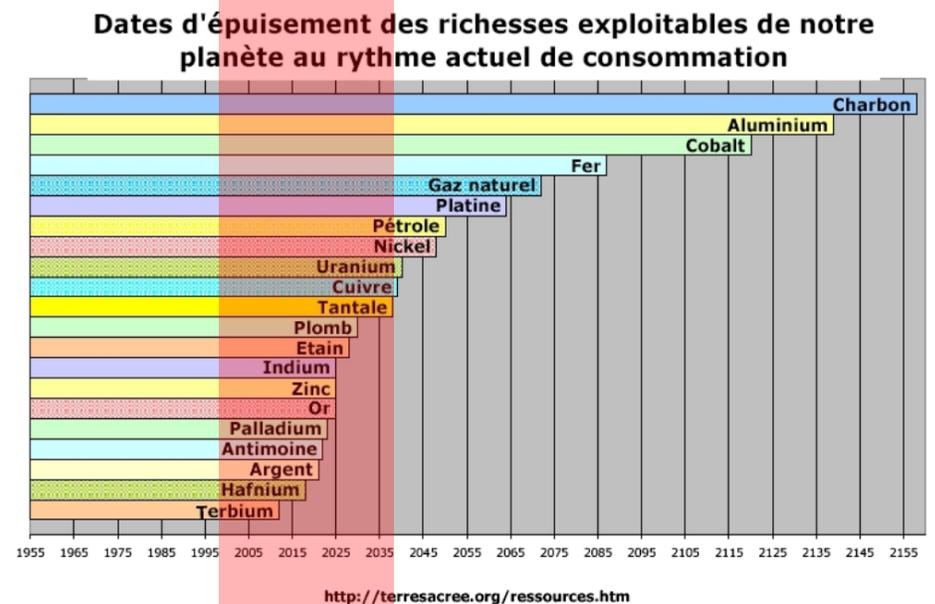


+4 elements

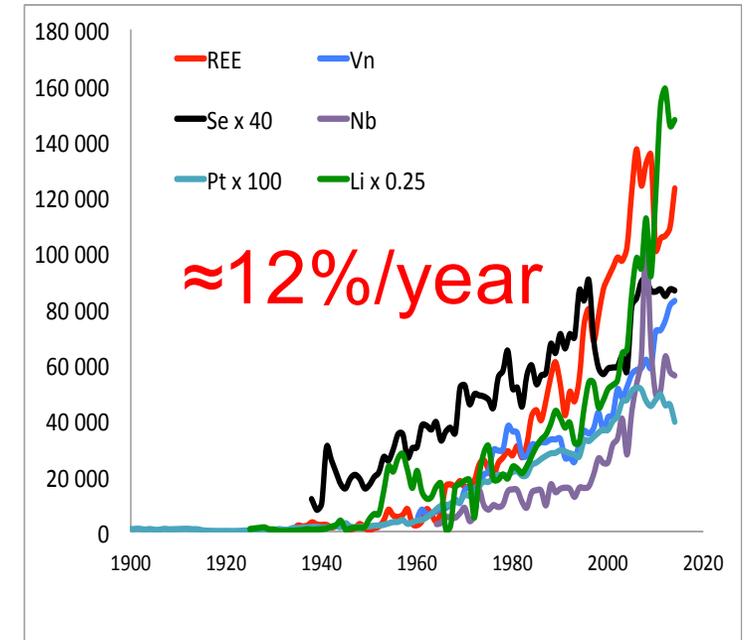
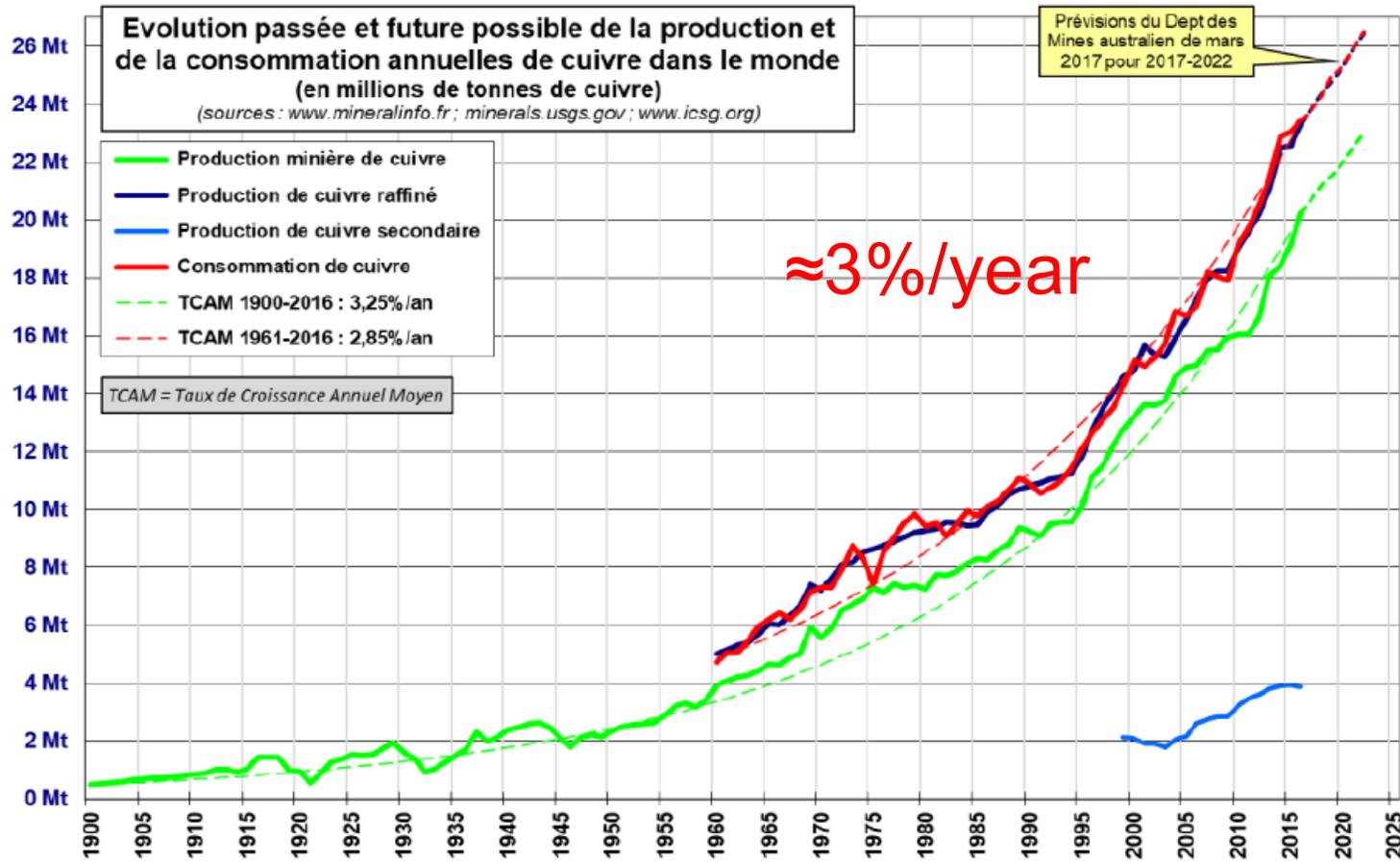


Co, Ga, In, Nb, Ta, W, PGE, REE, Cu, Ni, Pb, Bi, Li, Ag, Au

Ces estimations correspondent à la **durée de vie des réserves actuelles, à technologie constante.**



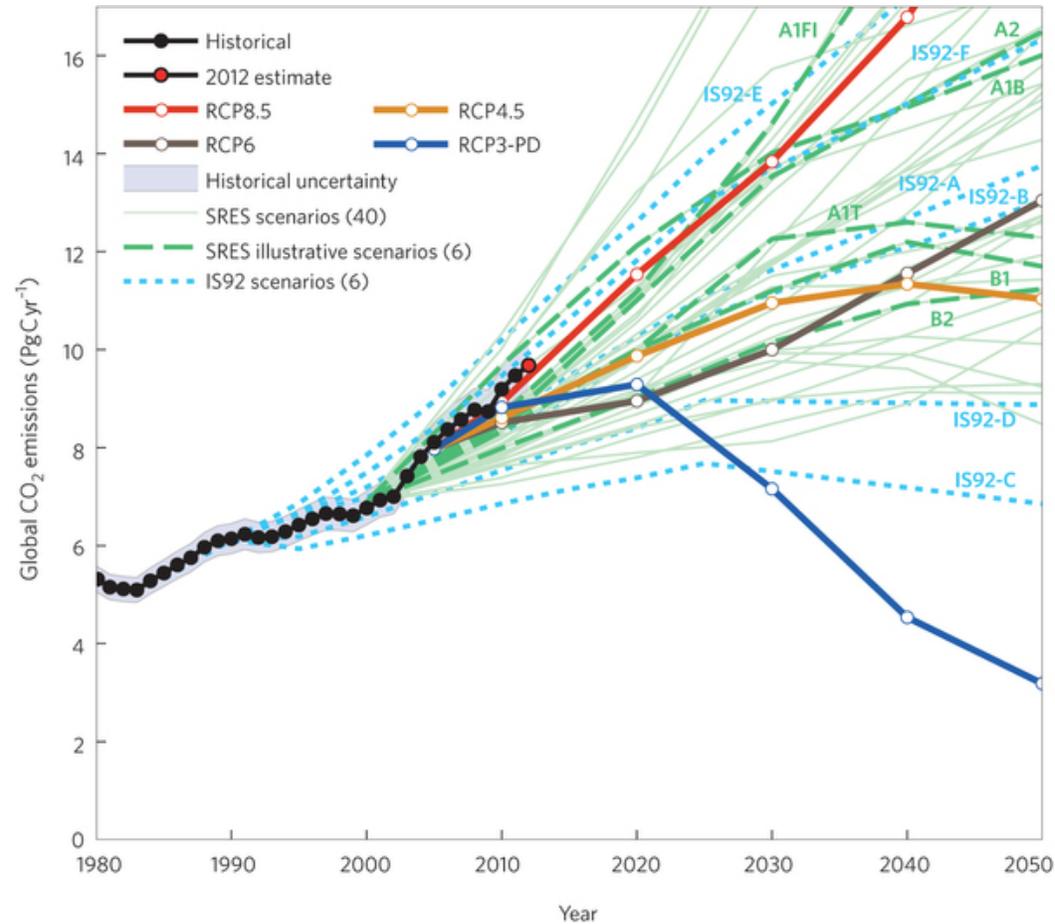
Il y a 20 ans .. Maintenant .. Dans 7 ans



Source : O. Vidal 2018

Il y a 20 ans ... Maintenant... Dans 20 ans....

- GES

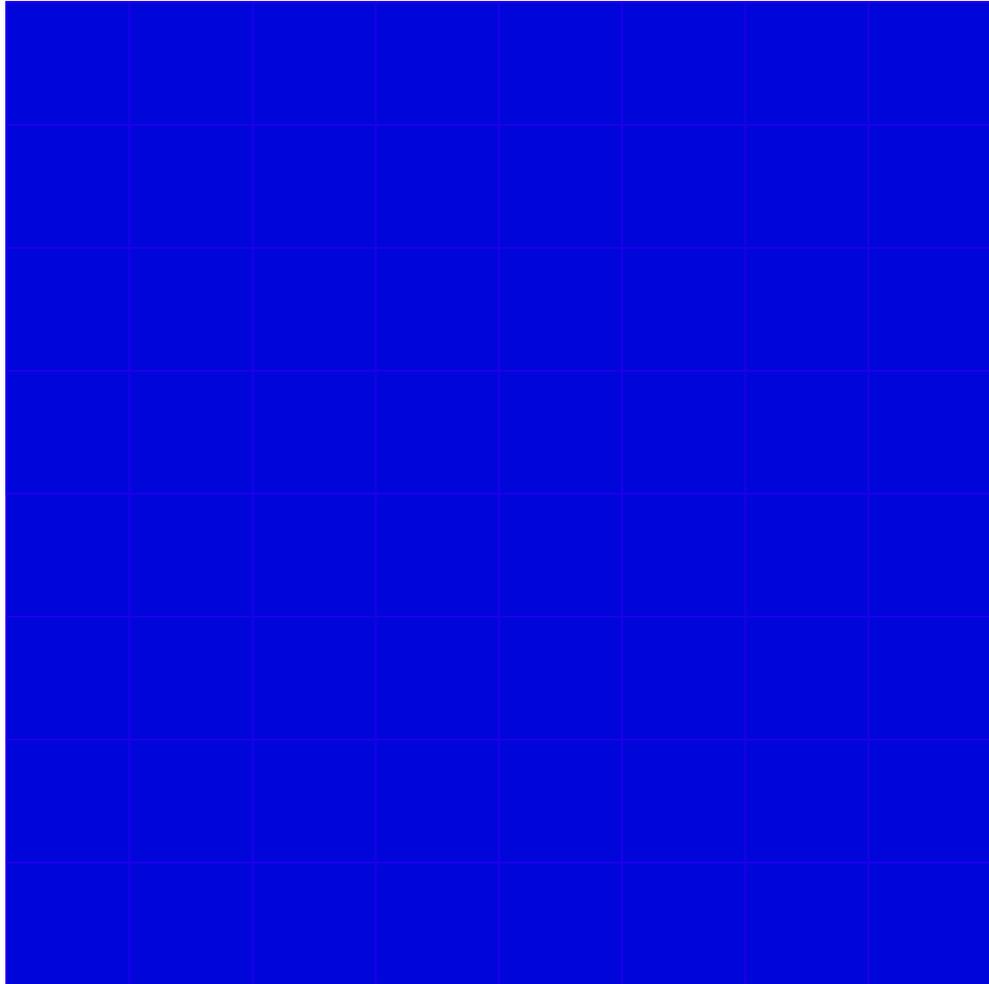


Beaucoup

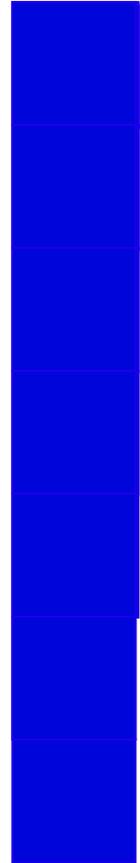
Enormément

Dangereusement

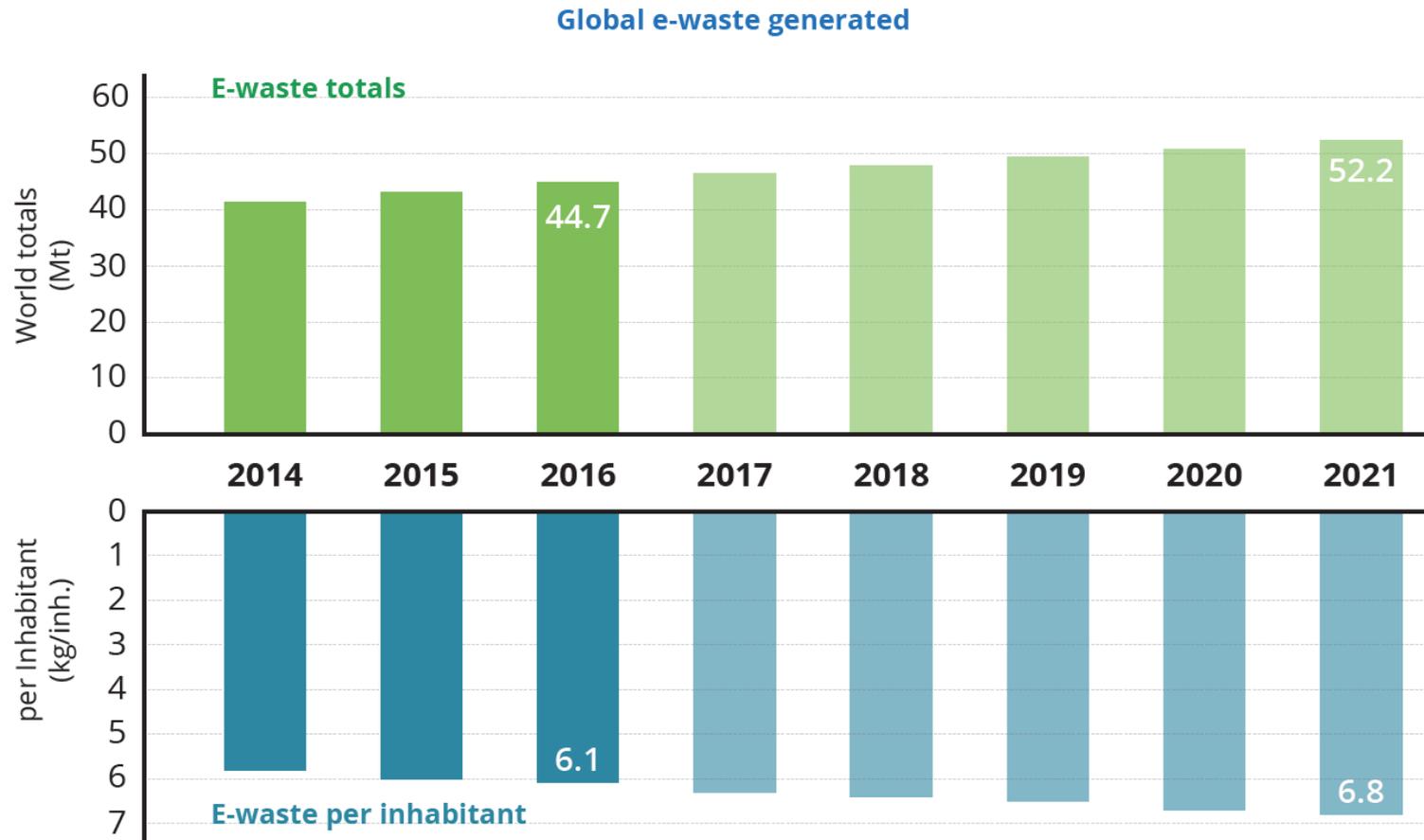
Croissance exponentielle, croissance linéaire :
Pour un taux de croissance de 12%, chaque étape représente 10 ans



60 ans après ...

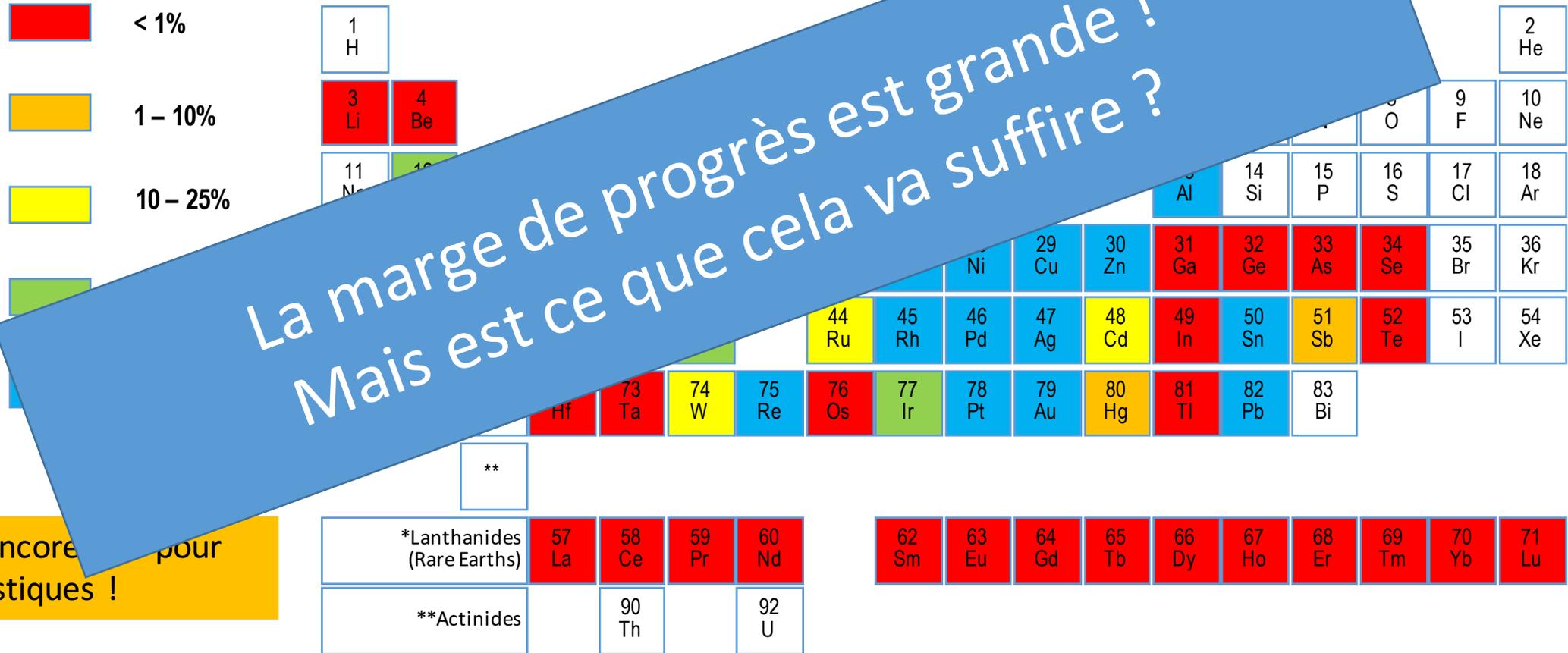


Il y a 4 ans .. Maintenant ... dans 3 ans



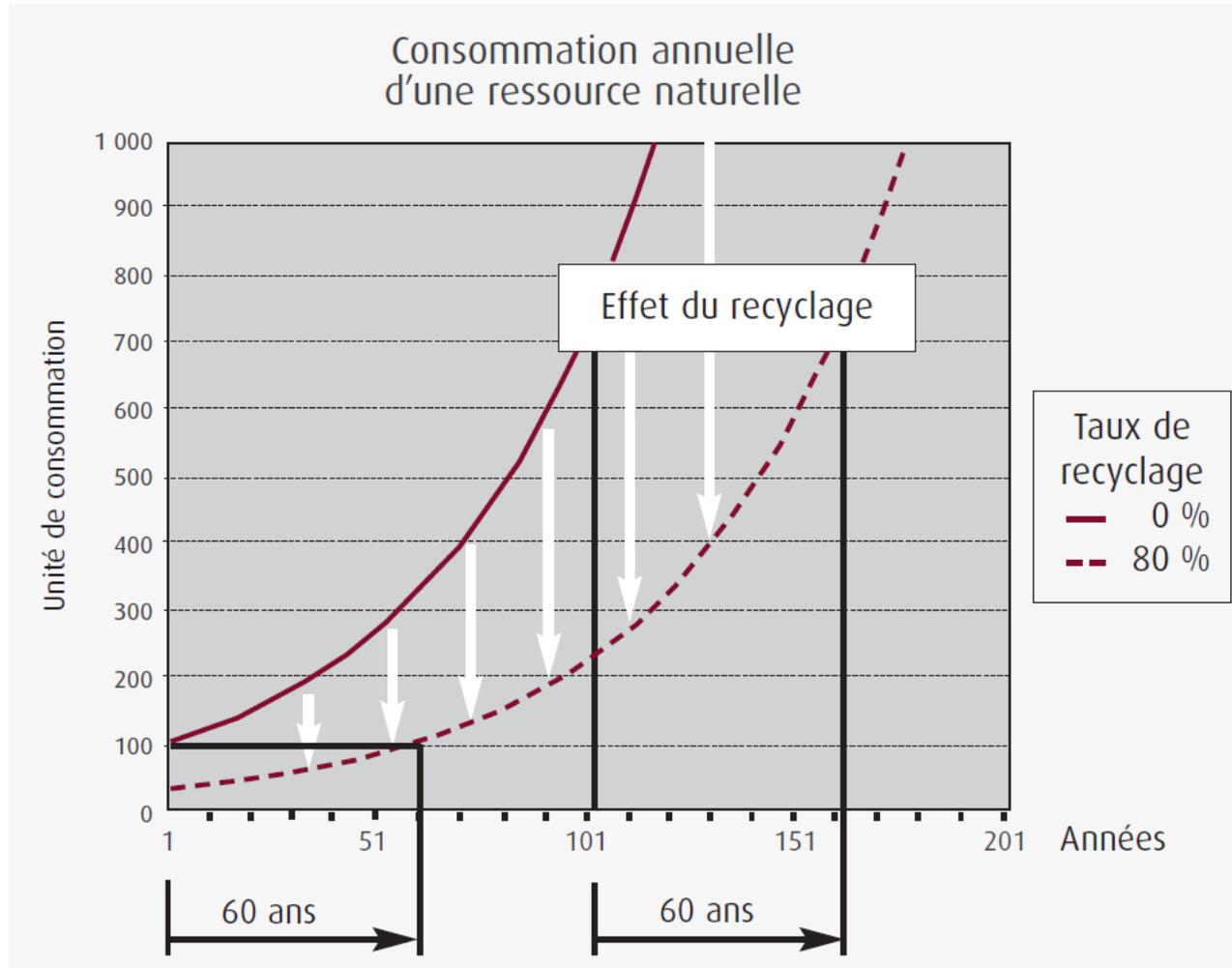
Note: 2017-2021 are estimates

Taux de recyclage des métaux (2011)



Dynamique d'évolution de l'extraction nette

cas d'un métal dont le taux de croissance est de 2% (durée de rétention 7a)



Dans cet exemple,

On ne gagnera jamais plus de 60 ans par le recyclage si la progression de la consommation totale reste inchangée.

Le recyclage est une absolue nécessité mais cela ne suffira pas !

Source François Grosse, futurible, 2010

Accélération numérique est en cours !

À part ma page web...

Beaucoup d'erreurs, d'incertitudes et de mythes et légendes !

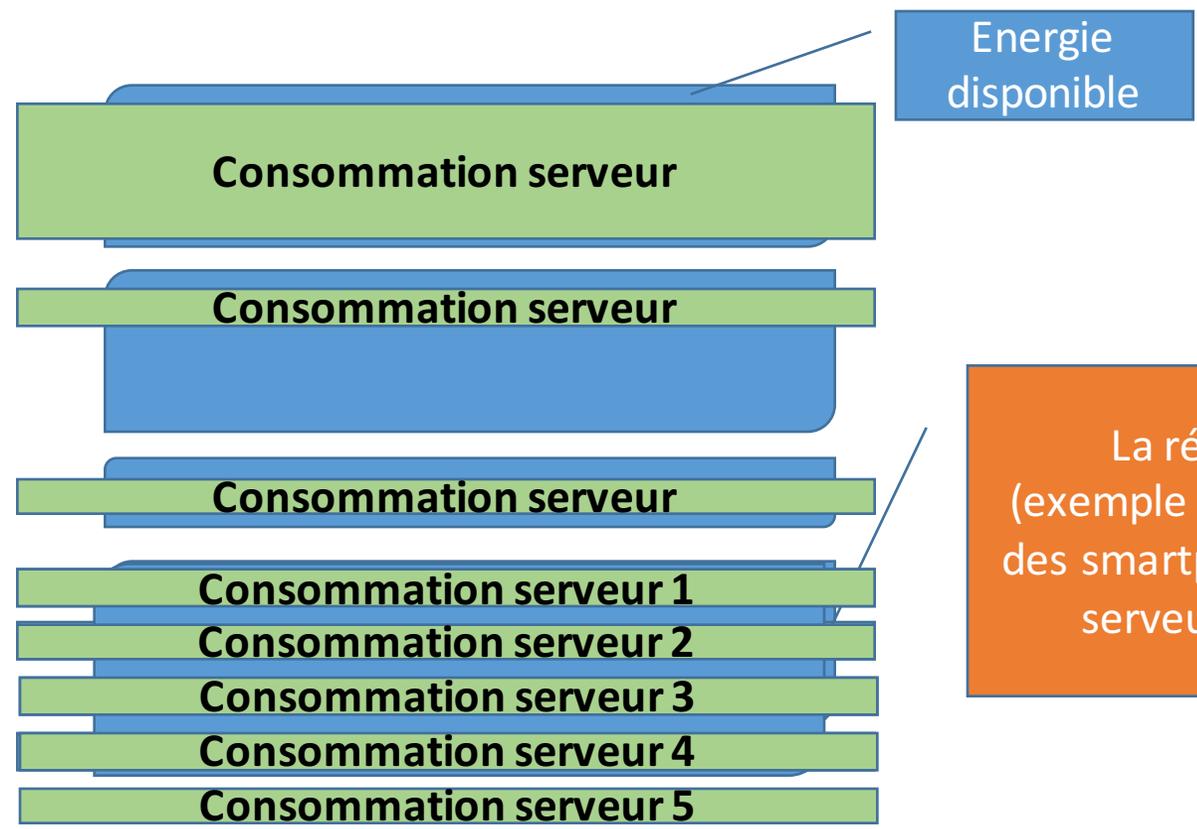
- Le numérique : génère autant de CO2 que l'aviation !
- 30 % des serveurs aux USA sont comateux !
- Certains équipements réseaux consomment pareil (ou plus) en mode veille que utilisés !
- On pourrait construire un internet qui consomme 1000 fois moins d'électricité !
- Le logiciel n'a pas d'impact sur la consommation du numérique, seul le matériel consomme !
- Un datacentre doit être climatisé à 20 degrés pour être le plus efficace

Question

- Quels sont les leviers permettant de construire un futur numérique éco responsable ? Court terme/long terme
- Aidez nous à trouver des pistes !

Des solutions

Réduire la consommation électrique (et les GES) des équipements électroniques



- Réduction consommation unitaire des équipements
- Amélioration refroidissement datacentre
- Amélioration technologies réseaux

La réalité !
(exemple des écrans,
des smartphones, des
serveurs etc.)

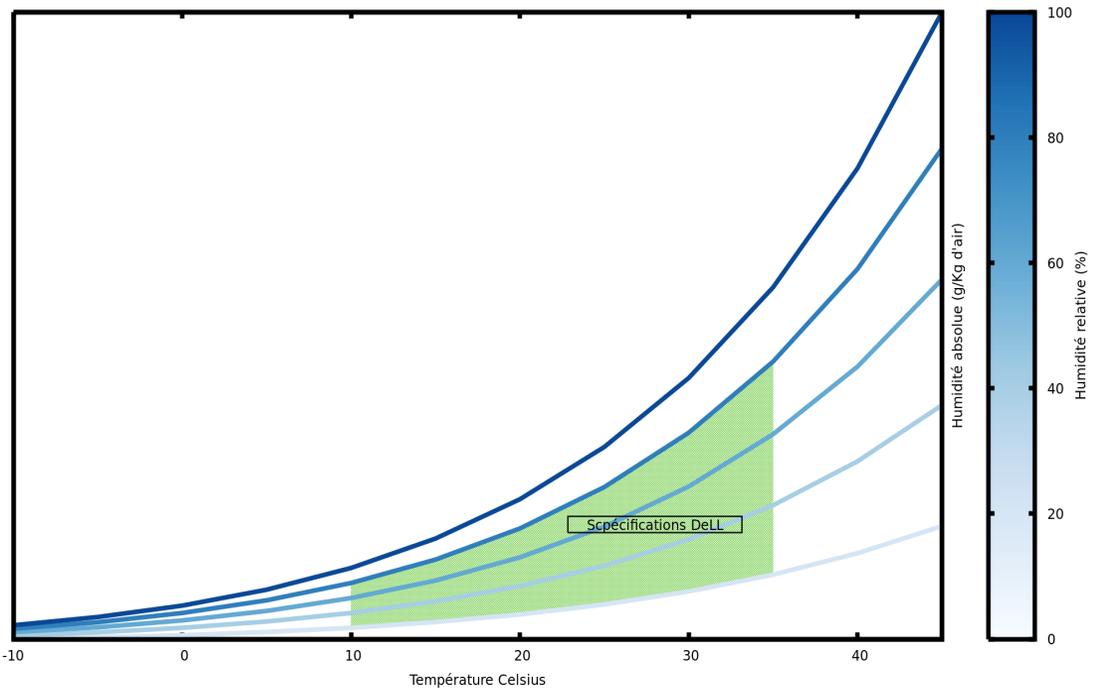
Mais .. Attention aux
effets rebond

Améliorer l'efficacité des DC/salles infos



Actions :

- Application du CoC
- Mesurer
- La bonne température
- L'urbanisation
- Le free-cooling (& co)
- La récupération de chaleur
- Gestion responsable
- Un audit EcoInfo <https://ecoinfo.cnrs.fr>



La gestion du matériel

Objectifs

- Limiter la pression sur les ressources
- Limiter la création de déchets

Actions :

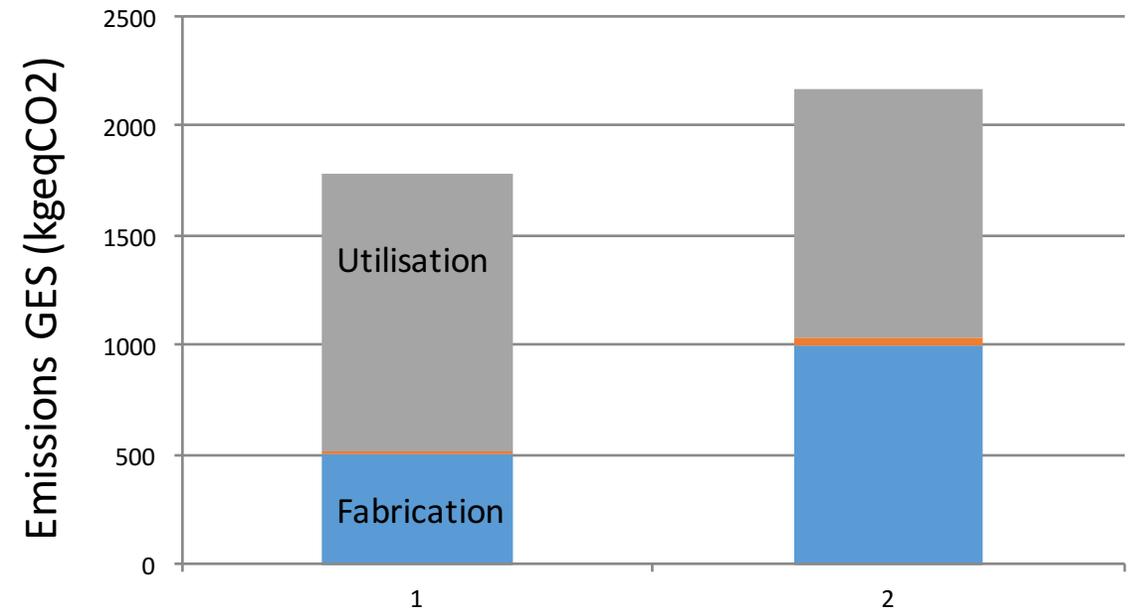
- MI4 ou critères achats
- Défier les fournisseurs/constructeurs
- Savoir quand changer de serveur
- Définir une politique d'achat
- Gérer la fin de vie en toute responsabilité
(réemploi ? filière de recyclage ?)



Quand est-il plus intéressant de changer un serveur (à service égal) ?

Ça dépend :

- Des indicateurs choisis
- Des paramètres de consommation / fabrication / durée / etc.



SCÉNARIO 1 : LE SERVEUR 1 EST UTILISÉ PENDANT 8 ANS

SCÉNARIO 2 : LE SERVEUR 1 EST REMPLACÉ PAR LE SERVEUR 2 AU BOUT DE 4 ANS

$$GES_scenario1 = P-GES + T-GES + 8 * PUE * C1 * C$$

$$GES_scenario2 = P1-GES + P2-GES + 2 * T-GES + 4 * PUE * C(C1 + C2)$$

Si $GES_scenario2 > GES_scenario1$, alors conservez votre ancien serveur !

DEEE en pratique

- 1 – Limiter la quantité de déchets en les réduisant à la source
 - 2 – Attention au [non]transfert de responsabilités s'agissant de déchets dangereux (réglementation), en pratique pour nous
- Si DEEE → Ecologic **ou** Econocom (via Paprec) ou HP : transfert de responsabilité
 - Dans tous les autres cas, votre laboratoire/établissement reste responsable de la bonne gestion de ses déchets jusqu'à leur valorisation ou élimination finale

DEEE : solution Ecologic

Pour faire procéder à un enlèvement : (site matinfo : <https://www.matinfo-esr.fr/>)

- <http://www.e-dechet.com/>
- Econocom paprec

(gratuit si poids total > 500kg ; le matériel doit être palettisé)

réduction prélèvement
ressources

DEEE : solution econocom / paprec

Contact Paprec

Aurélia GENIN

04 26 55 64 20 / 06 03 00 68 52

aurelia.genin@paprec.com

	Si volume supérieur à 500Kg	Si volume Inférieur à 500Kg	Sites HCL
Location de contenant (minimum 2 rotations/an)	GRACIEUX	4.00€ht/contenant/mois	GRACIEUX
Location de contenant (moins de 2 rotations/an)	4.00€ht/contenant/mois	4.00€ht/contenant/mois	GRACIEUX
Traitement des DEEE informatiques	Gratuit / REP *	0.50€ht/Kg	GRACIEUX
Transport	Gratuit / REP *	Cf annexe 1	GRACIEUX
Destruction des disques durs (préalablement isolés des UC/serveurs)	GRACIEUX	GRACIEUX	GRACIEUX

REP* Pris en charge par un fabricant de matériel dans le cadre de la Responsabilité Elargie du Producteur

Le bon niveau de mutualisation

Constat

- Beaucoup de datacentres, de toutes les tailles
- Maillage sur le territoire
- Maturité de l'*Infrastructure As A Service* (IAAS)

✘ Effets attendus

- Limiter les pollutions associées aux infrastructures

Actions

- Identifier la valeur ajoutée de son datacentre
- Connaître le contexte de site et les partenaires
- Travailler en réseau avec les partenaires pour plus de cohérence

Bonnes pratiques

Constat

- Développer est plus facile qu'optimiser
- Les ressources en calcul sont toujours plus abondantes
- L'obésité logicielle est un moteur pour le renouvellement du matériel
- La loi de Moore est un agenda des constructeurs (<https://doi.org/10.1038/530144a>)

✘ Effets attendus

- Limiter la consommation énergétique due au logiciel
- Limiter le renouvellement du matériel

Actions

- Pour le web, mesurer et auditer : <http://www.ecoindex.fr/>
- Mettre en œuvre des bonnes pratiques de développement
- Effectuer une veille sur les recherches dans le domaine (green code lab, ecoinfo, greenit.fr)
- Privilégier les systèmes d'exploitations et les logiciels sobres



Désamorcer les moteurs de la croissance du numérique

Les moteurs du développement de l'informatique sont-ils connectés à des besoins réels ?

- faire du profit sur les données personnelles,
- pirater nos mécanismes d'attention, pour diffuser plus de vidéo
- mesurer et quantifier notre environnement
- miner des cryptomonnaies au mépris de la consommation énergétique
- transport des données illimité à bas coût
- Etc.

En plus des leviers d'optimisation évoqués, il est indispensable de désamorcer ces moteurs.

Conclusion, le futur peut-il être numérique ?

Compte tenu de tous les bouleversements à venir dans les quelques dizaines d'années à venir, difficile d'imaginer ce que pourrait être le numérique dans le futur...

La question n'est pas : le futur « peut-il », ni même « doit-il » être numérique ?

Il est nécessaire dès aujourd'hui de penser et de construire un numérique [à redéfinir] plus sobre et résilient

[PUB]

ANF du GDS EcoInfo

**Gestion éco-responsable des datacentres : une approche pratique
et globale**

À Lyon, du 16 au 18 octobre 2018

<https://ecoinfo.cnrs.fr>