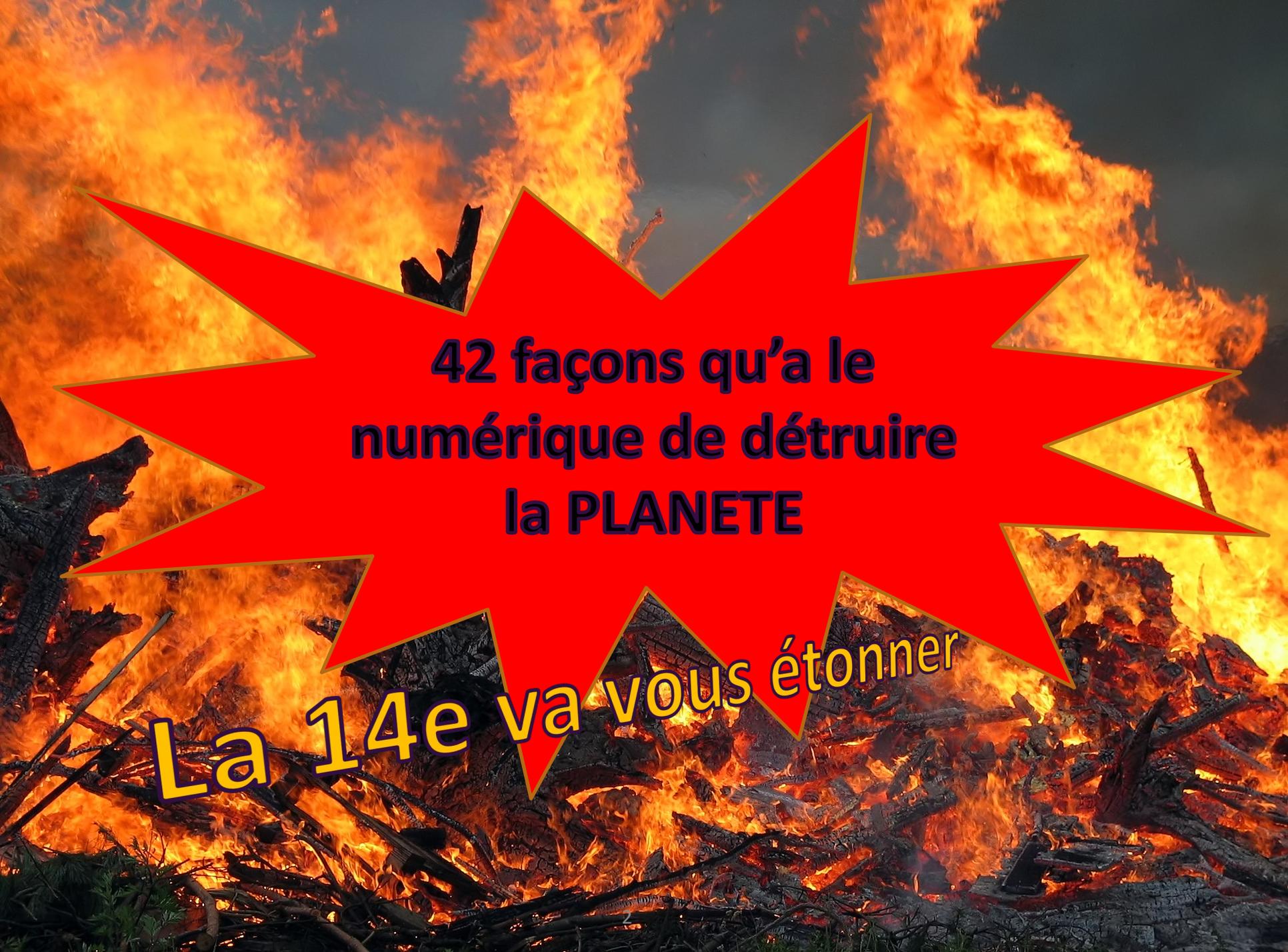


Enjeux environnementaux et numérique

Hervé Rivano

Nicolas Stouls

Jean-François Trégouët



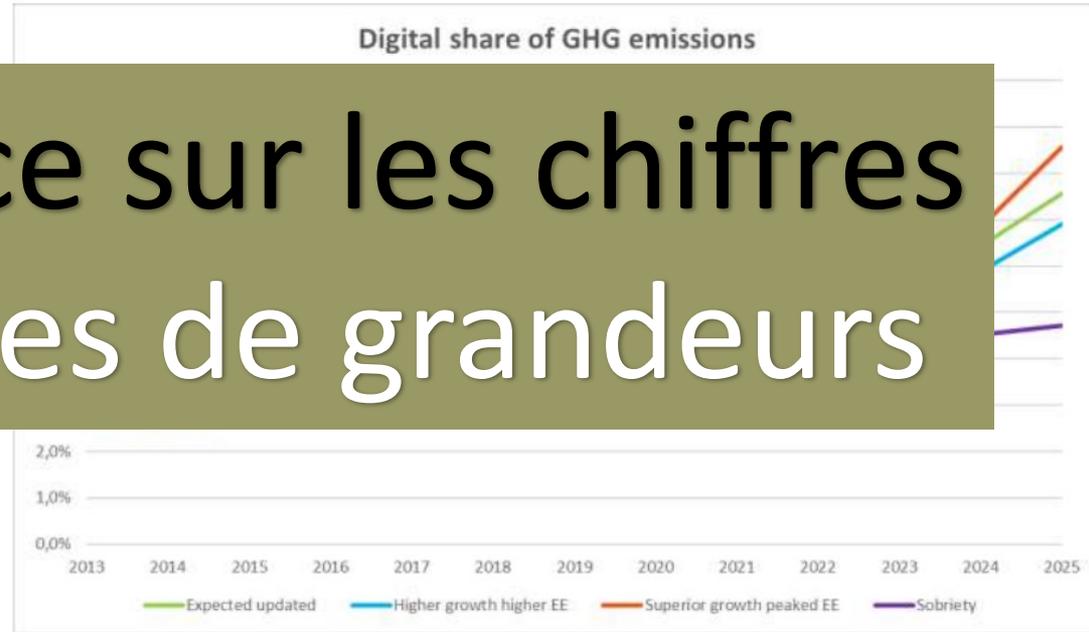
**42 façons qu'a le
numérique de détruire
la PLANETE**

La 14e va vous étonner

Posons déjà les bases

10% consommation
4% émissions
Équival

**Prudence sur les chiffres
=> ordres de grandeurs**



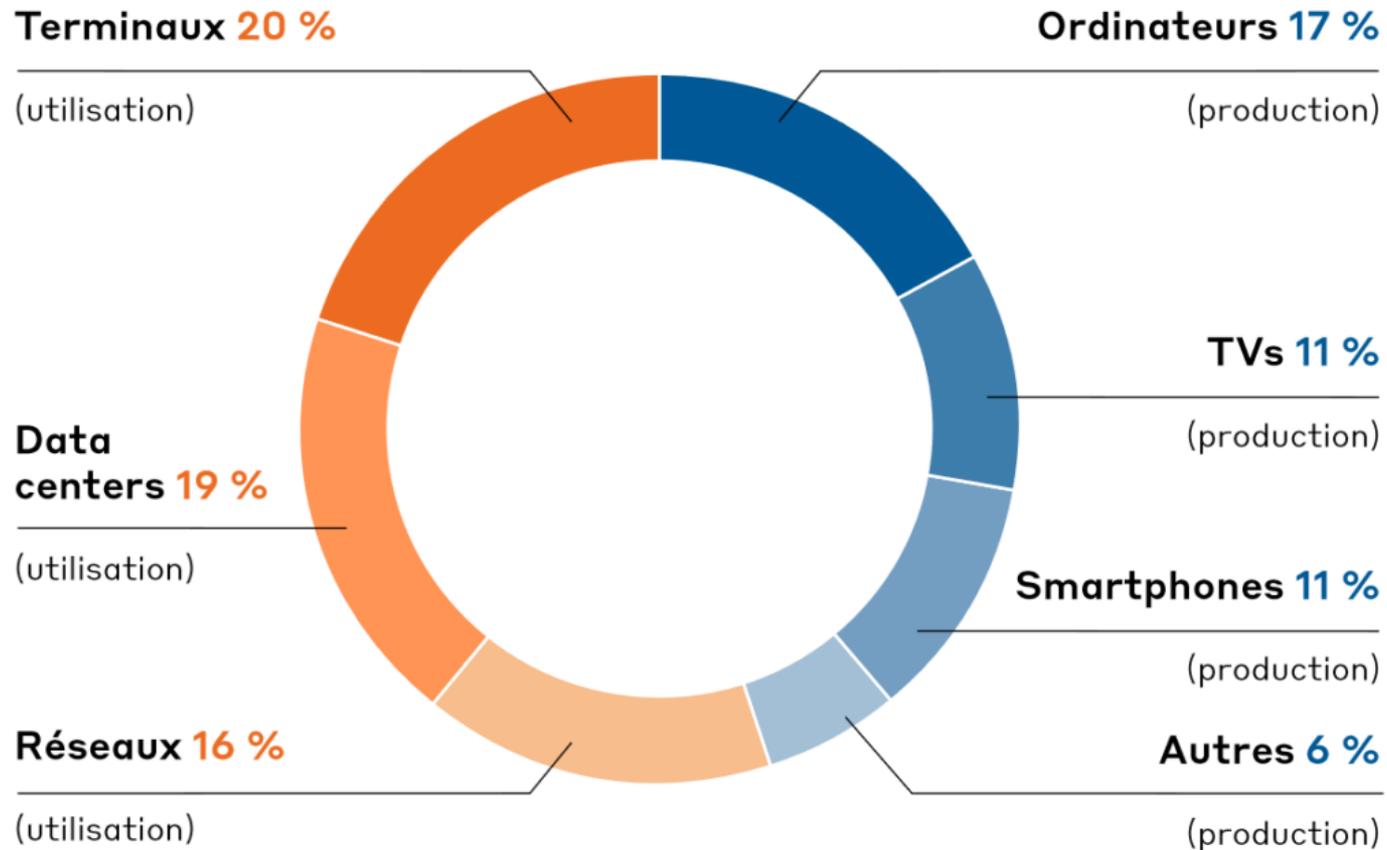
8% croissance annuelle

49% population mondiale (2016) connectée à Internet

1.5 milliard smartphones/an 8-13 objets connectés/p (EU – US)

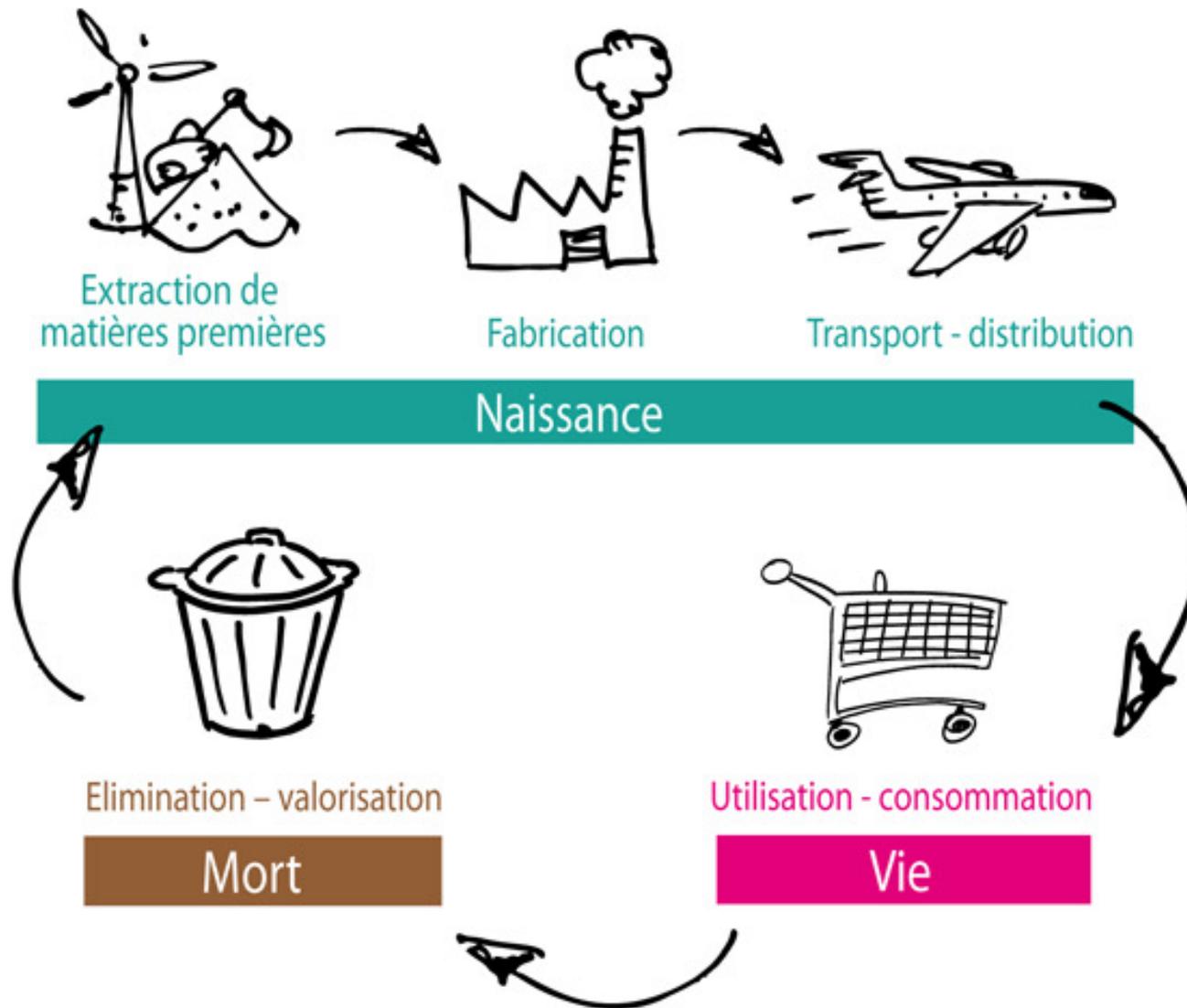
20% sont collectés pour recyclage (FR: 49% smartphone, 95% PC)

Ils sont gros ces chiffres mais ça veut dire quoi ?



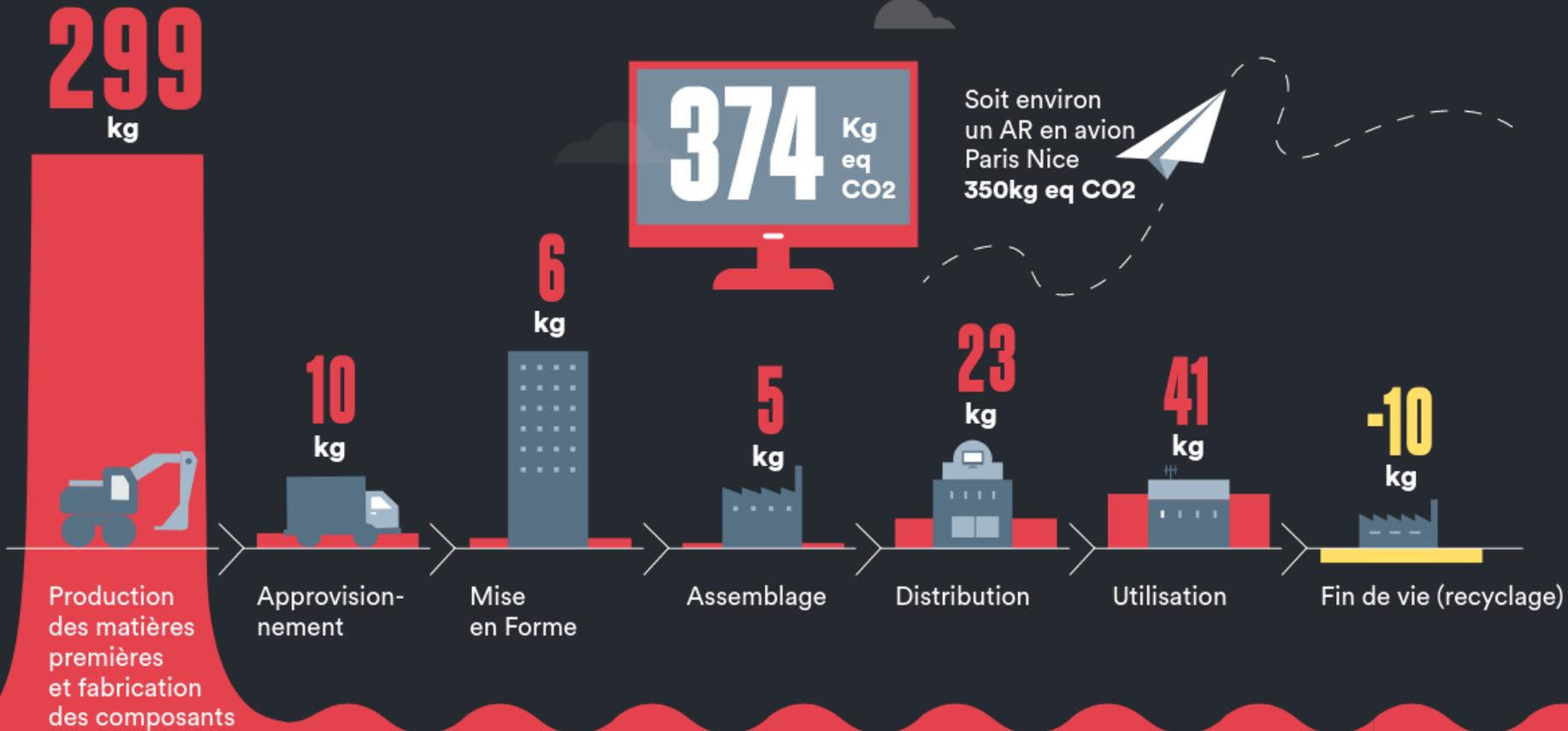
**Distribution de la consommation d'énergie finale
du numérique par poste pour la **production** (45 %)
et **l'utilisation** (55 %) en 2017**

Première étape : regarder le cycle de vie d'un équipement



Première étape : regarder le cycle de vie d'un équipement

Poids carbone pour une télévision de 30 à 40 pouces



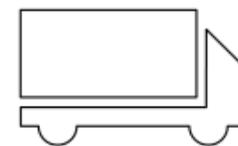
Première étape : regarder le cycle de vie d'un équipement



Matières premières



Fabrication



Transport



Distribution



Valorisation



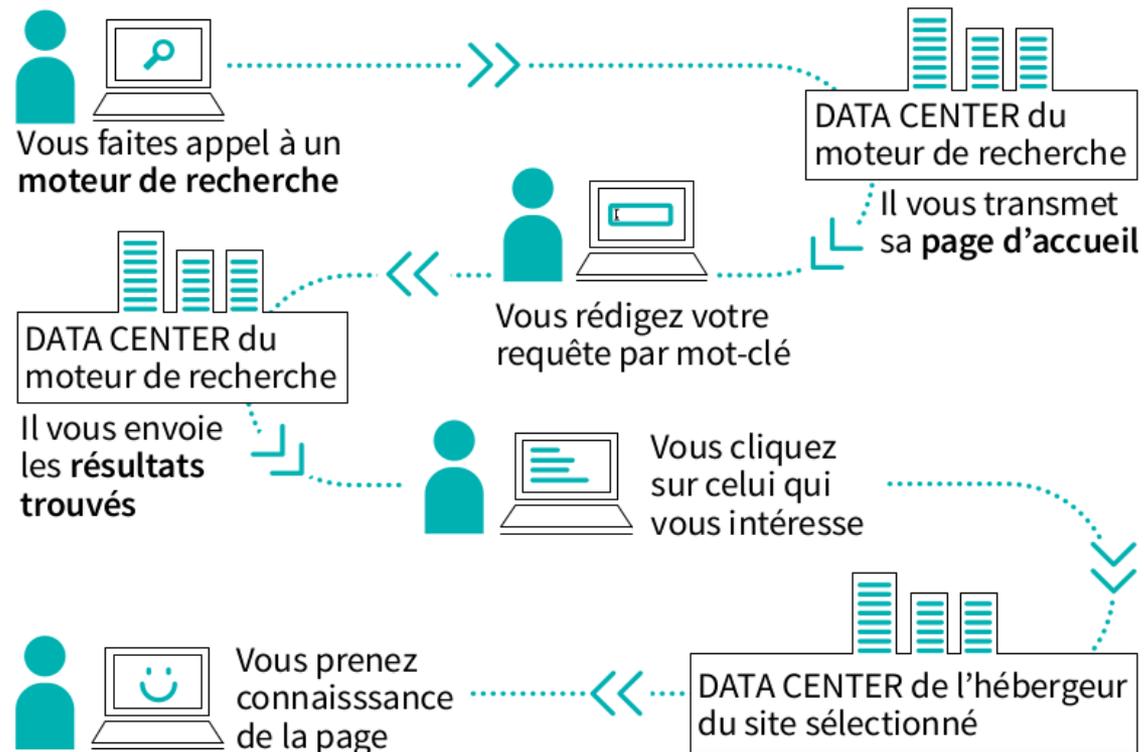
Fin de vie

La fabrication d'un ordinateur de 2 kg :
800 kg de matières premières mobilisés
124 kg de CO₂ générés, sur les 169 kg émis sur l'ensemble de son cycle de vie

C'est pas aussi simple que ça

< 15%

Limite l'impact des « éco-utilisation »



C'est même encore plus compliqué que ça

The image shows a browser window displaying the orange.fr website. A network developer tool is open on the right side, showing a list of domains. A purple arrow points from the word "facebook" written on the screen to the domain "scontent-cdg2-1.xx.fbcdn.net" in the network tool. Another purple arrow points from the word "google" written on the screen to the domain "www.google-analytics.com" in the network tool. The website header includes navigation links for "Mobiles et forfaits", "Internet", "Packs Internet + Mobile", "Maison", "TV et divertissement", "Banque", and "News". A search bar is present with the text "Rechercher sur le Web". The main content area features an advertisement for the iPhone 12 with the text "Maintenant en mauve." and "Livraison gratuite". Below the advertisement, there is a section titled "Les offres du moment" with three images: a man and a woman looking at a tablet, a group of people sitting on a couch, and a person standing. The footer of the page includes the INSA logo and the text "INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES LYON".

Page Filesystem Overrides Content scripts Snippets

- top
- www.orange.fr
- all.orfr.adgtw.orangeads.fr
- asset.easydmp.net
- audience-static.smart-traffik.com
- c.woopic.com
- cdn.adgtw.orangeads.fr
- cdn.woopic.com
- mp.woopic.com
- pdata.orange.fr
- pdb.orange.fr
- proxymedia.woopic.com
- rc.rlcdn.com
- scontent-cdg2-1.xx.fbcdn.net
- scontent-cdt1-1.xx.fbcdn.net
- sdk.privacy-center.org
- securepubads.g.doubleclick.net
- static.mediarithmics.com
- static.xx.fbcdn.net
- statsv6.woopic.com
- tag.leadplace.fr
- tags.bkrtx.com
- tags.tiqcdn.com
- test-ds.woopic.com
- test-v4.woopic.com
- test-v6.woopic.com
- www.google-analytics.com
- www.google.com
- www.google.fr
- z.woopic.com
- __bkframe (58288)
- adgw_bk (about:blank)
- client_iframe.html
- iframe-cookies-group (global-cookies.545d5950ee3d5669851ea749d9f04f0ce429595d.html)
- iframe_oan_ora_1_300x250_hp.prospects (portail)
- syncframe
- wckr.php

facebook

google

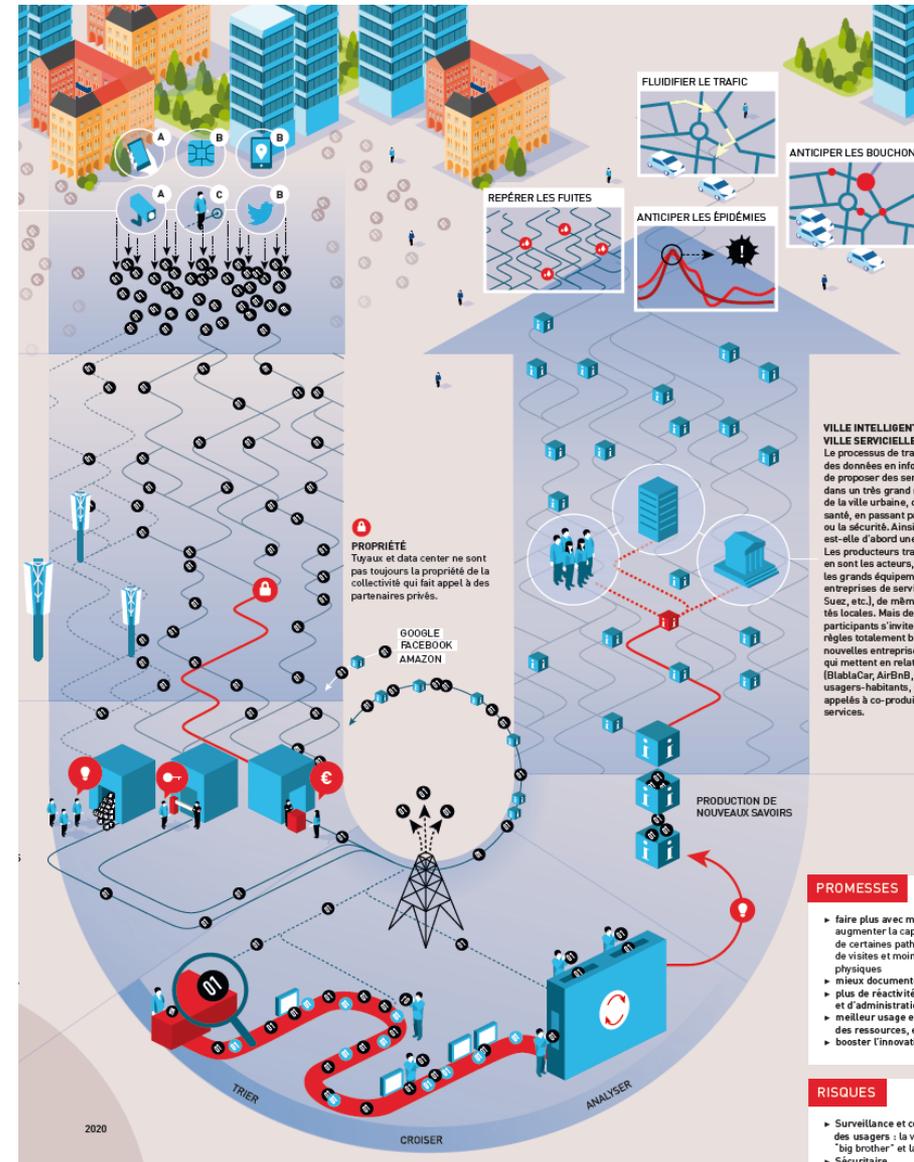
Tracking, marketing, pub

Les offres du moment

INSA INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES LYON

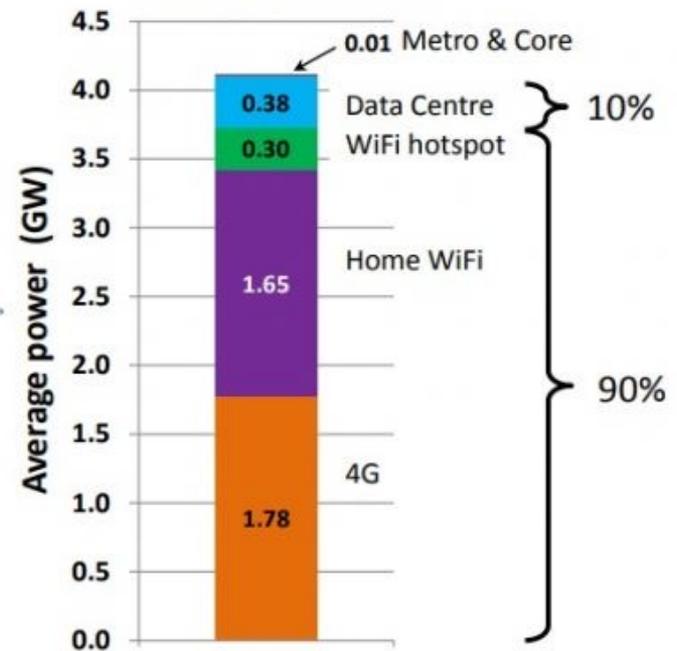
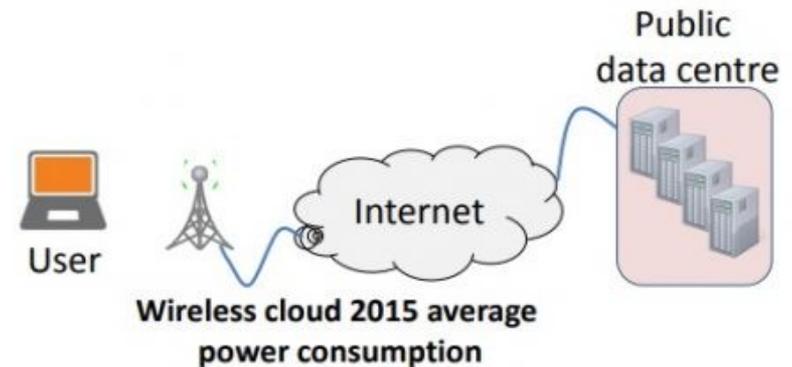
Système intriqué, un exemple : les services mobiles urbains

- Utilisateurs « producteurs » de données
 - Vidéo mais aussi activités RS, services
- Les infrastructures de mesure
 - Capteurs, caméras
- Les opérateurs télécom
 - Internet mobile – 4G/5G
 - Internet fixe
- Les opérateurs de contenus
 - Datacenters, calculateurs, etc.
 - Coût des IA ...
 - Sans compter la production des contenus
- Les utilisateurs de service
 - Streaming
 - Mobilités connectées
 - Jeux vidéo virtualisés, réalité augmentée



La répartition des consommations

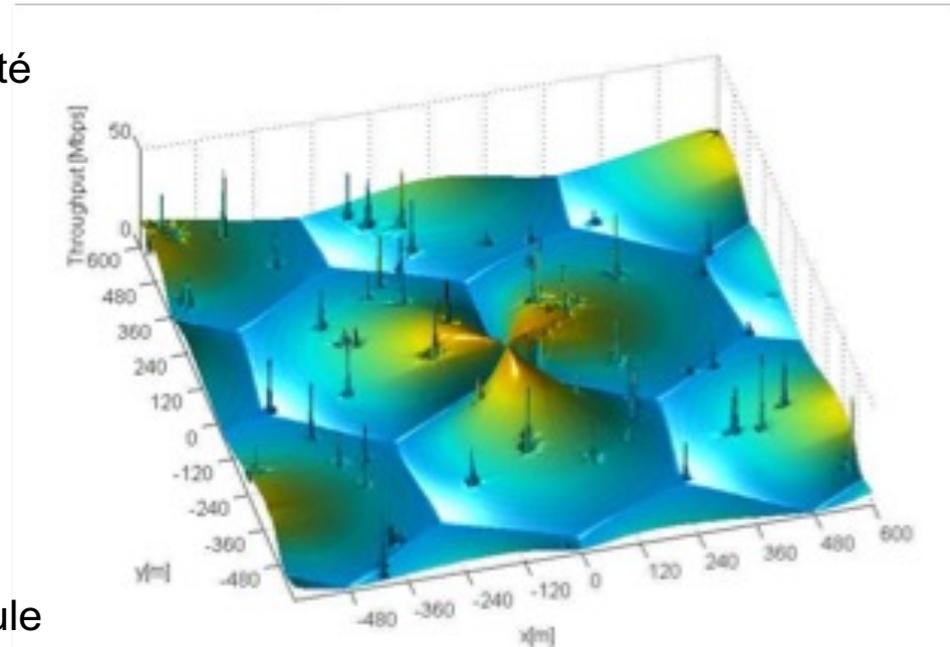
- Le « dernier lien » est le plus important
 - Logique, il y en a plus ...
- 4G >> Fibre >> ADSL
 - D'où les déploiements fibre
- Box Internet : 5TWh/an en France
 - Là, on peut agir personnellement
- (chiffres très vieux mais l'idée reste)



CEET, 2013

Regardons le réseau cellulaire

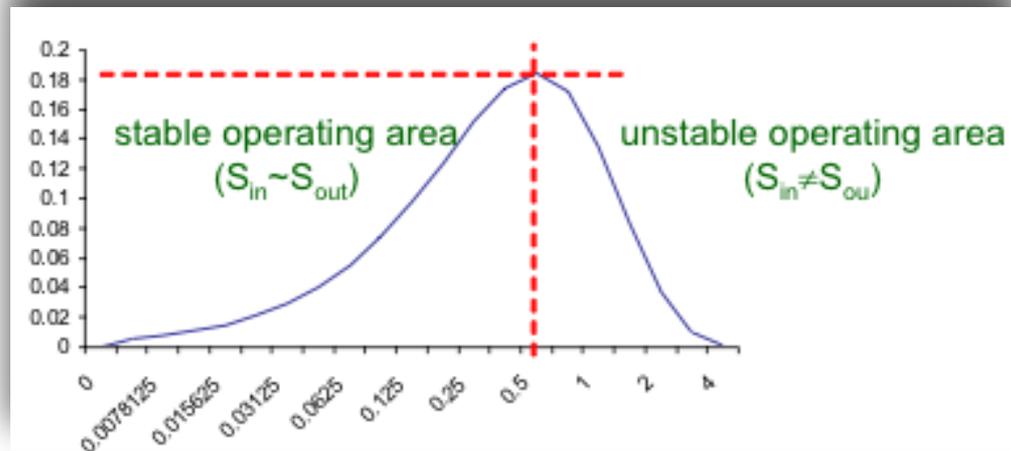
- Réseau large échelle
 - Couverture, gestion de la mobilité, sécurité
 - Compromis énergie/exposition/capacité
 - Capacité ajd ~ 1M x 1957's
- La plupart des villes sont couvertes
 - Cell ~ 500m diamètre
 - 4G ~ 250Mbps/km²
- Limites en capacité déjà atteintes
 - Smart cities = milliers de terminaux / cellule
 - France 2018: 75M lignes, 15M IoT SIMs
 - World 2018: 8000 M lignes



Une infrastructure prête à s'effondrer

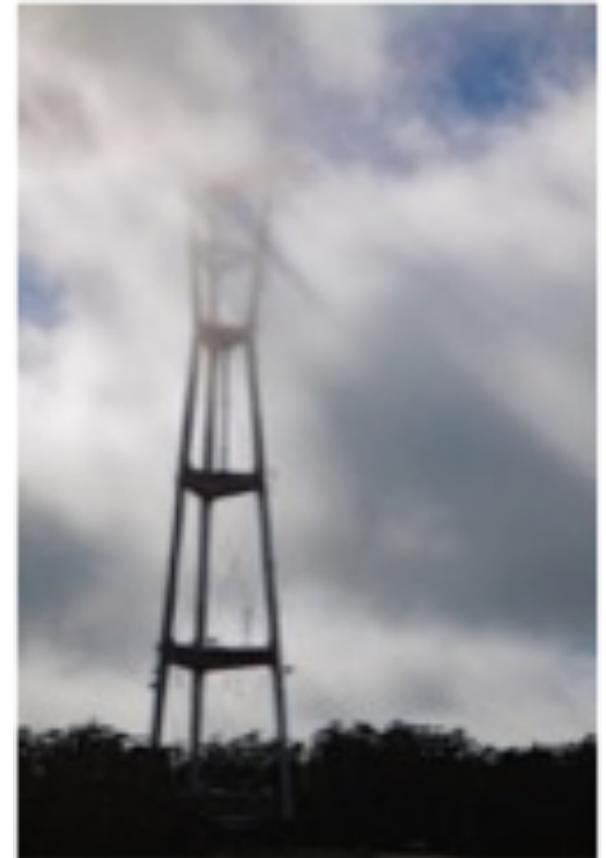
Saturation en accès

- Envoie d'un (petit) préambule
- Collision si transmissions simultanées
- dans ce cas, attente aléatoire et retransmission



Mauvaises performances mais inévitable

- Asymétrie : terminaux ne s'entendent pas entre eux
- Sur-concentration d'utilisateurs => personne n'a d'accès



Une infrastructure prête à s'effondrer

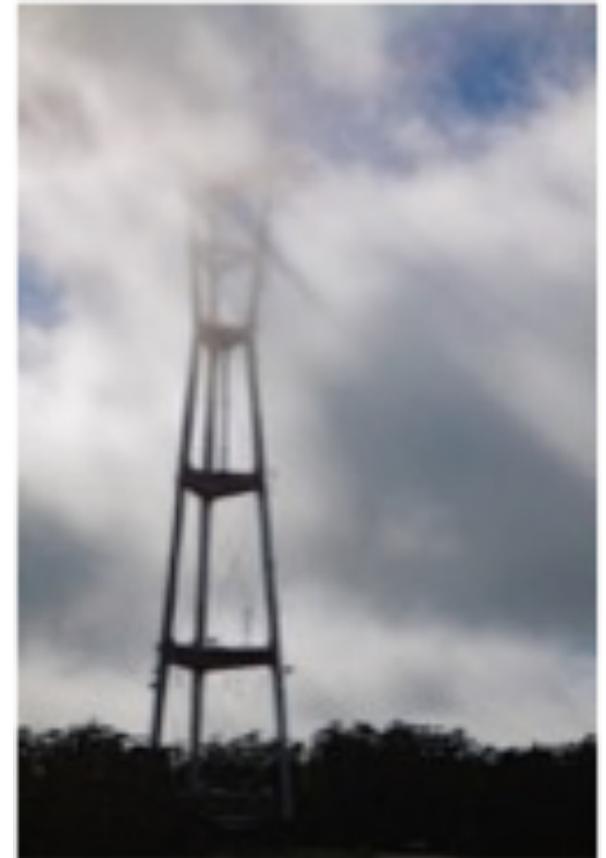
Saturation d'accès

Saturation de capacité

- Grandes villes européennes : 15-25 000 pers./km²
- Paris : 21k, Tokyo 13k, Sendai 7k
- Stade de foot récent = 60k places (Tokyo Dome : 55k)
- Supposons 10k téléphones 4G sur site
- 10% actifs simultanément pour 5Mb/s (non HD TV)
- => Débit total ~ 5Gps/km² vs 4G ~ 250Mbs/station

Saturation des centres urbains denses

- Aujourd'hui: événements exceptionnels
- Futur: usages récurrents plus exigeants
 - HD/4K video (résidentiel et mobile, up et downlink)
 - Véhicule autonomes (ultra low latency)
 - Réalité augmentée



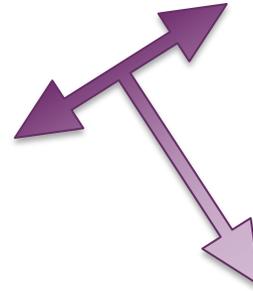
La 5G : incrément technologique ou évolution à discuter politiquement ?

Et les datacenters ?

15% de la contribution du numérique au réchauffement

1% conso électrique mondiale
« Plateau » +6% depuis 2010
ou +42% en EU depuis 2010 ?

Conso data : x38 en 10 ans
Conso réseau : x25 en 10 ans



Progrès scientifiques et techniques
Informatique/ électronique
Energie / climatisation / isolation
Géoscience

Evolution de l'efficacité énergétique

Loi de Moore

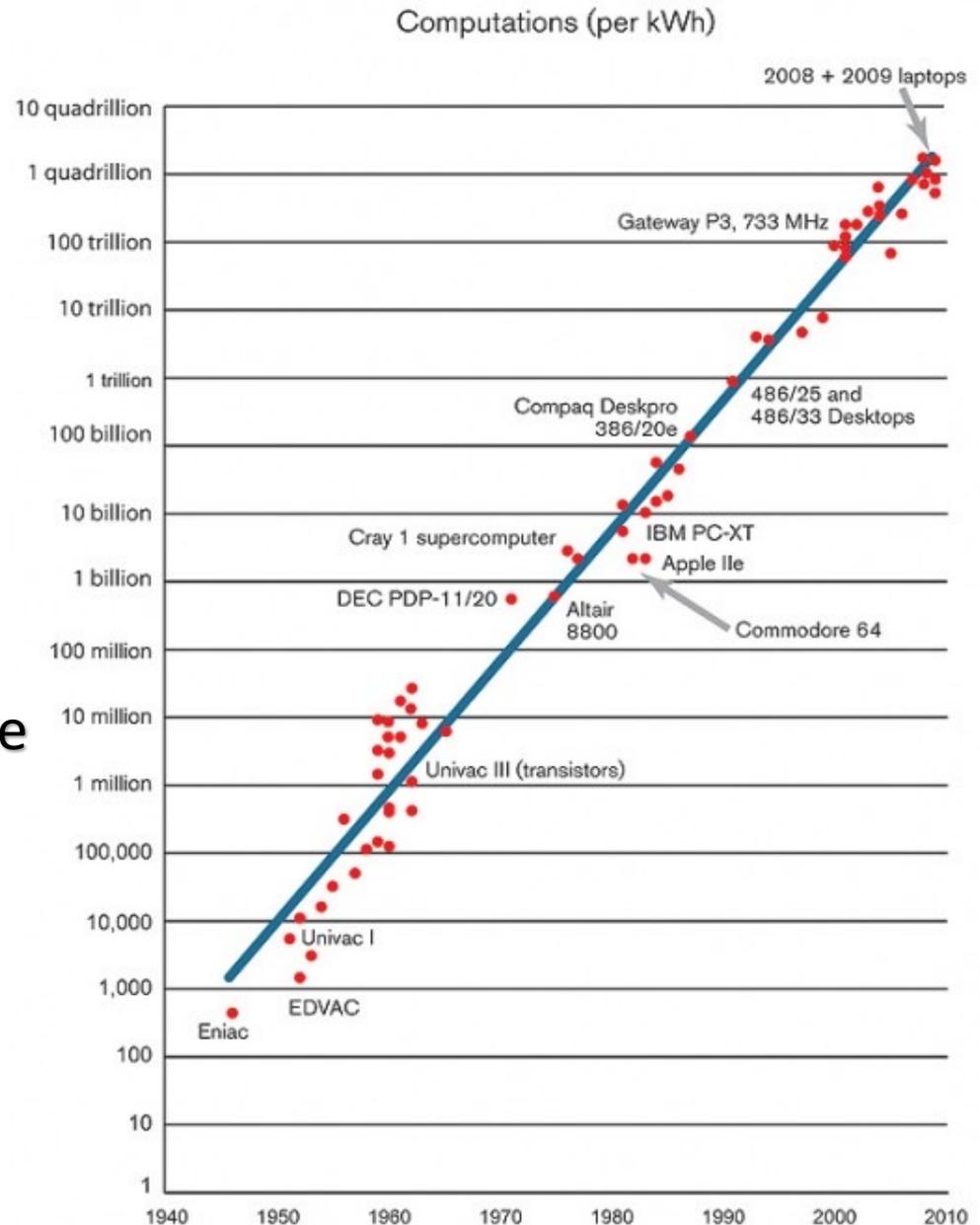
Finesse de gravure

Evolution des architectures

Progrès algorithmiques

Idem pour les réseaux

A usage constant, moins d'énergie



L'effet rebond

La « nature » a horreur du vide

« A usage constant » n'existe pas

D'où vient la croissance des usages ?

Un exemple simpliste :

- photos : partage cloud et réseaux sociaux
- définition des capteurs augmente
 - => réseau et stockage augmentent
- la vidéo devient possible
 - => snapchat, tik tok, etc. émergent
- augmentation capacité vidéo
 - => HD, 4K, et la suite

Contrôle utilisateur, mais complexe

Qualité photo : est-ce une demande ?

- pas le choix à l'achat
- logiciel pas fait pour
- incitations services et marketing



Un autre exemple : les logiciels

Win10/Office 2019 = 171 x Win98/Office 97

Coût calcul et stockage diminuent

- augmentation fonctionnalités, sécurité, etc
- éléments graphiques en croissance

- développement logiciel efficace coûte cher
- bibliothèques génériques « qui font tout »
- en particulier du tracking
- pas d'optimisation

- obsolescence des systèmes

- publicités : texte -> photo -> vidéos -> déclenchement automatique
- objectif : capter l'attention conséquence : trafic réseau explose



Garder l'attention de l'utilisateur

Exposition à la pub / captation de données

« Scrolling infini » « swipe »

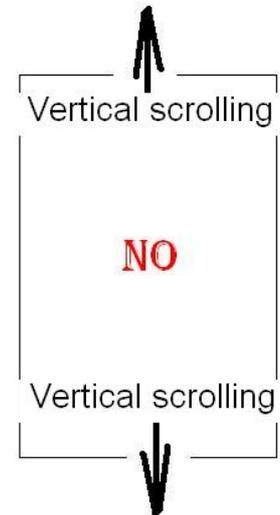
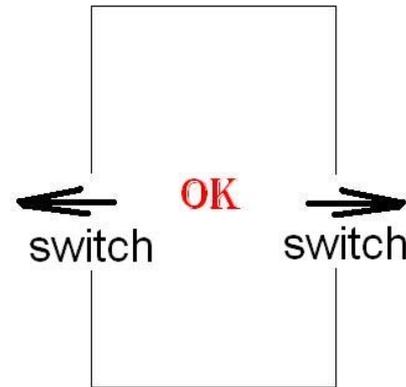
- design fondé sur la psychologie comportementale
- génère une addiction
- priorise le contenu vidéo pour « réveiller » l'oeil

Les « likes »

- générateurs de dopamine, encore une addiction
- commence à être remis en question

Le « binge watching »

- introduit par Netflix « en concurrence avec le sommeil »
- transforme profondément les modes de consommation, donc de production
- impact environnemental : pas que la tech, la modification d'usage (imposé ou pas)
- profusion de choix => recommandation => données et IA => coût environnemental



Consommation ~ la Norvège

Et il y en a *beaucoup* d'autres

Remise en question du système bancaire

- confiance => tech/science plutôt qu'institution
- promesse spéculative
- absence de régulation

Blockchain : science intéressante et générale

- pas nécessairement de « proof of work » crypto
- beaucoup d'usages potentiels : stockage/prise de décision distribuée
- usage financier : modèle de société

Faut-il réguler ou interdire ?

- distorsion de marchés (GPU, énergie)
- surconcentration des « usines » de minage dans des pays ... limites
- usage mafieux/criminel vs paradis fiscaux



Et le verre à moitié plein ?

Le numérique n'a pas été inventé pour tuer la planète

Focalisation sur les aspects négatifs, mais effet tunnel

Smart-* : le numérique au service de la sobriété

- intégration des énergies renouvelables par un contrôle plus dynamique
- optimisation des procédés à fort impact
- meilleure régulation des flux de transports

Centralisation => optimisation

- vers des datacenters 0-carbone
- logistique, industrie 4.0, e-commerce
- mutation mobilité vers MaaS => diminution achat véhicules

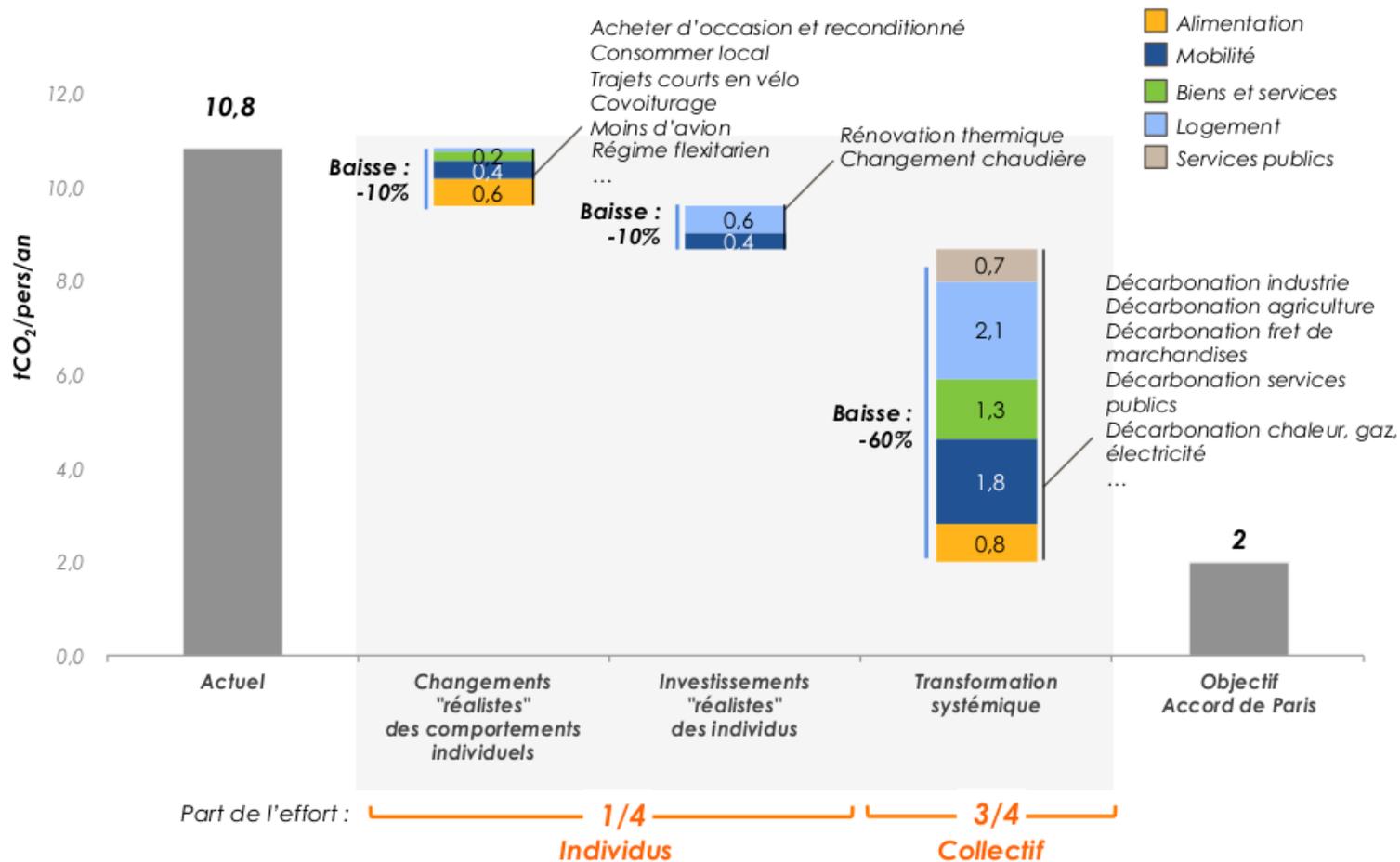
Des nouveaux services qui remplacent des activités polluantes

- « dématérialisation »
- intermédiation et économie du partage
- télétravail ... bien organisé



Et maintenant, que vais-je faire ?

Leviers de réduction de l'empreinte carbone moyenne Engagement personnel « réaliste » des individus*



Et maintenant, que vais-je faire ?

Le pb, c'est la production

Comportement personnel, « résistance » au marketing

Responsabilité collective ou individuelle ?

- parallèle sécurité : pacte social et choix politique collectif
- trop de choix individuel => démobilisation même des plus conscients (RGPD)
- « l'enfer c'est les autres » : responsabilité citoyenne

Choix collectifs

- régulation/orientation du marché : labels, normes, réparabilité
- relocalisation – remise en cause du modèle économique
- temporalité des infrastructures

Bataille culturelle

- et si le différentiateur marketing était la sobriété et pas l'appareil photo ? Greenwashing ou progrès
- promouvoir une vision globale et pas des indignations sélectives
- remettre de la raison au milieu des pulsions



L'ingénieur humaniste dans l'anthropocène

Les citoyens ne seront jamais des ingénieurs...

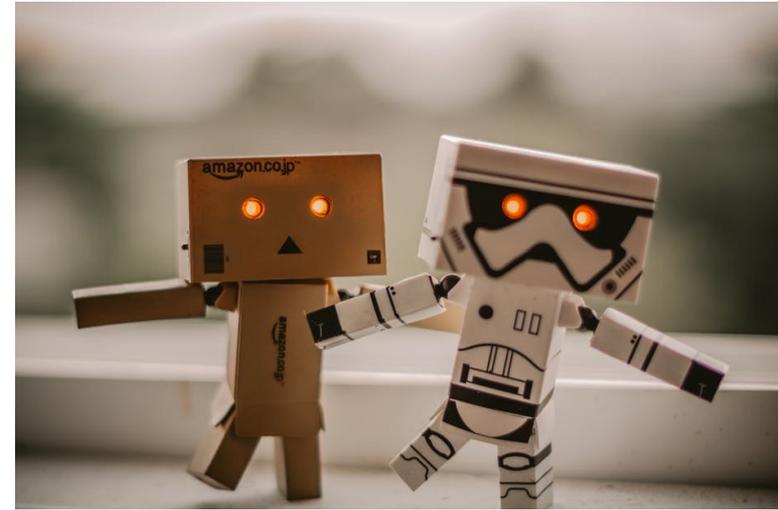
- les débats sont politiques, pas techniques
- accepter des crispations mal fondées mais légitimes
- besoin d'éléments de choix politiques et philosophiques

Mais les ingénieurs doivent prendre leur rôle de citoyens

- concevoir des systèmes techniques ...
pour affronter les transitions anthropocènes
- le numérique est un objet socio-technique
- accompagner la société, l'aider à comprendre les enjeux

Construire une démocratie technique informée

- culture scientifique et technique => éducation, transmission
- remettre en perspective, analyser en « triple focale »
- penser les options politiques et institutionnelles adaptées



Merci pour votre attention

herve.rivano@insa-lyon.fr