

# Quel est l'impact environnemental de l'informatique ?

Emmanuelle Frenoux,  
ECOINFO

Emmanuelle.Frenoux@limsi.fr  
<https://ecoinfo.cnrs.fr/>

---



# Pour la Petite histoire...

---

TIC : Technologies de l'Information et de la Communication (donc l'informatique au sens large)

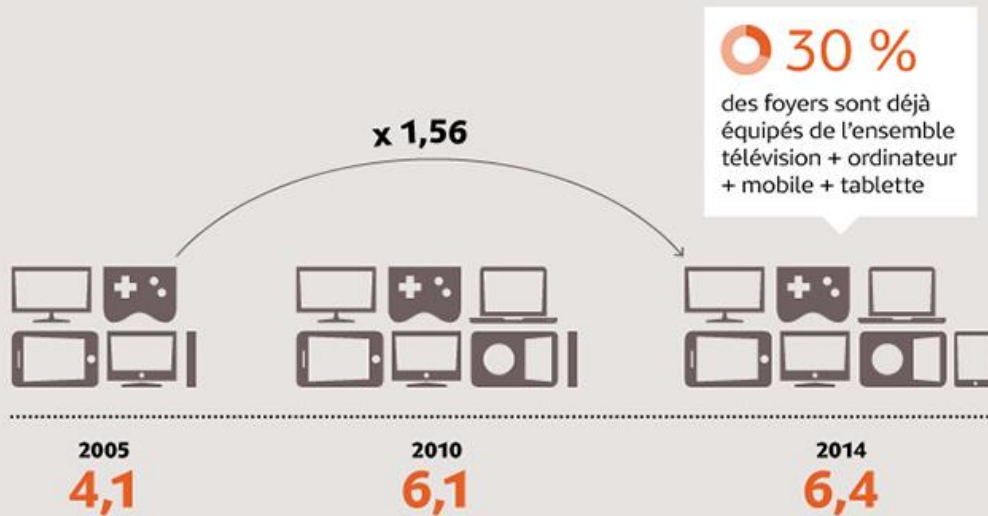
TIC et développement soutenable, Green Computing, une préoccupation récente :

- concept visant à réduire l'empreinte écologique, économique, et sociale des TIC
- on s'intéresse à tout le cycle de vie des matériels, de la fabrication à la mise au rebut.
- On parle plus globalement d'informatique éco-responsable ou d'informatique durable (©Françoise Berthoud, <http://2007.jres.org/planning/pdf/39.pdf> )

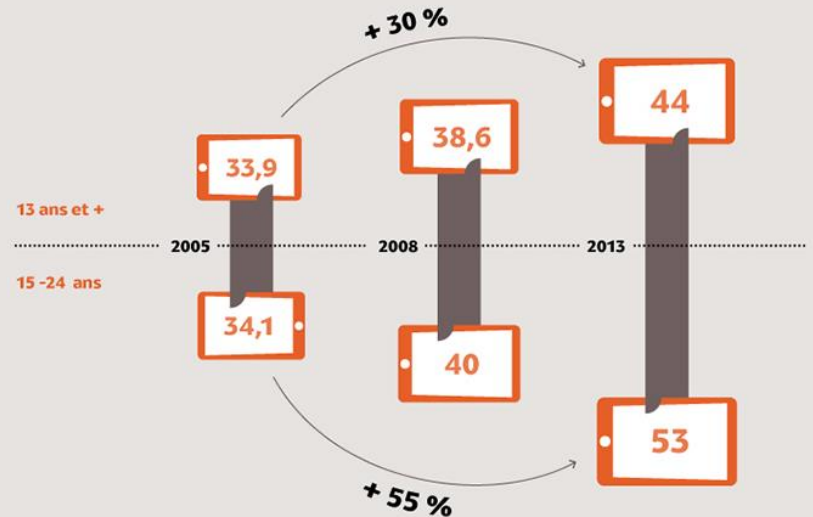
# Big Brother is watching you (l'informatique est partout)

Evolution des matériels informatiques entre 2005 et 2014 :

## Évolution du nombre d'écrans par foyer



## Contacts médias et multimédias par jour et par personne



Source : enquête Médiamétrie Home Devices, 2014

# Etat des lieux en 2016

En 2016, au premier semestre, toujours d'après Médiamétrie : 6,4 écrans par foyer

Presque 95% des foyers ont un mobile (écran n°1)

84% ont un ordinateur

56% une télévision connectée

45% des foyers disposent d'une tablette (+12 points en 2 ans)

**78% des foyers ont au moins un téléviseur, un ordinateur et un téléphone mobile ou une tablette !**

	T1 2016
Nombre moyen d'écrans total par foyer	6,4
Télévision	1,6
Ordinateur	1,4
Console TV	0,5
Console portable	0,3
Baladeur fonction vidéo	0,1
Téléphone mobile (dont <i>smartphone</i> : 1,3)	1,9
Tablette tactile	0,6

Chiffres : CSA,  
1<sup>er</sup> trimestre 2016

# Et dans le monde...

---

D'après le ShiftProject, en 2018 :

Un américain possédait environ 10 périphériques numériques connectés et a consommé 140 Go de données/mois

Un indien possédait 1 seul périphérique numérique connecté et a consommé 2Go de données/mois.

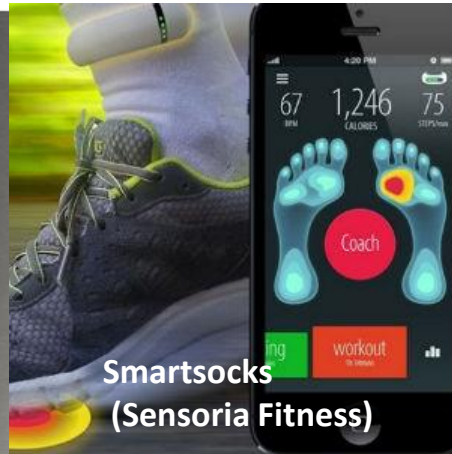
Source : <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf>

# Voici ce que possède(ra) une famille de 4 personnes (dans l'OCDE)...

Device Ownership of a Typical Family of Four, 2012, 2017, 2022		
2012	2017	2022
2 smartphones	4 smartphones	4 smartphones
2 laptops/computers	2 laptops	2 laptops
1 tablet	2 tablets	2 tablets
1 DSL/Cable/Fibre/Wifi Modem	1 connected television	3 connected television
1 printer/scanner	2 connected set-top boxes	3 connected set-top boxes
1 game console	1 network attached storage	2 eReaders
	2 eReaders	1 printer/scanner
	1 printer/scanner	1 smart metre
	1 game console	3 connected stereo systems
	1 smart metre	1 digital camera
	2 connected stereo systems	1 energy consumption display
	1 energy consumption display	2 connected cars
	1 Internet connected car	7 smart light bulbs
	1 pair of connected sport shoes	3 connected sport devices
	1 pay as you drive device	5 internet connected power sockets
	1 network attached storage	1 weight scale
		1 eHealth device

# Les écrans, mais aussi...

Réfrigérateur intelligent  
(ici Samsung)



Smartsocks  
(Sensoria Fitness)



Véhicule intelligent  
(laboratoire IFFSTAR)

connectés

- Brosse à dents connectées
- Fourchettes connectées
- Copie de sécurité électronique connectée
- Bracelets UV
- Eclairage connecté

**Sport Connecté**

- Traction d'adhésif
- Podomètres connectés
- Cardio-Risque connectés
- Moniteurs de rythme/ GPS
- Complexes de vitesse
- Analyses de Swing
- Balcons domotiques et centres de massage
- Caméras station

**Montres Connectées**

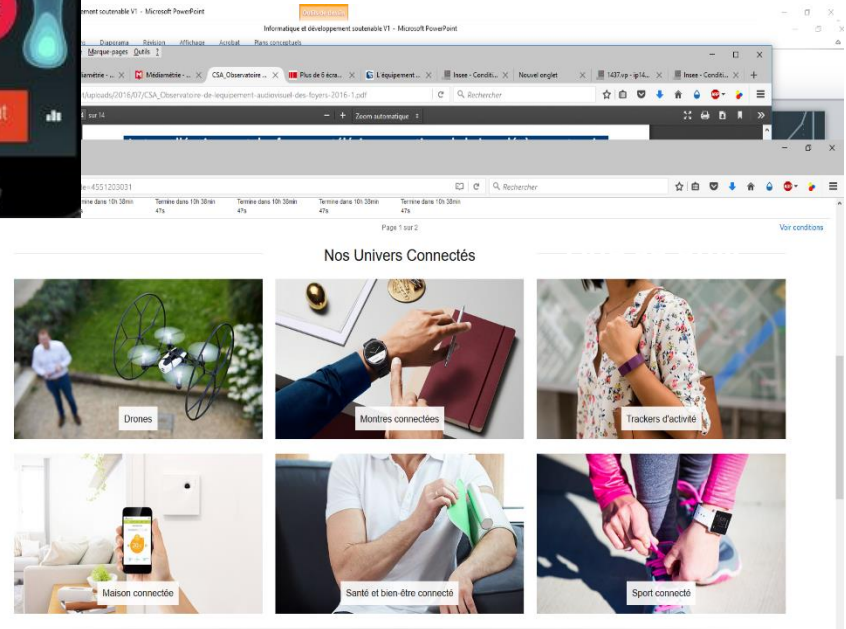
Toutes les montres connectées

Afficher les résultats pour

- High-Tech
- Objets Connectés
- Cables et accessoires (142)
- Stockage (57)
- Mémo (17)
- Lumière et énergie (11)
- Jour et jours (5)
- Jardin et plantes (11)
- Sécurité (15)
- Smart (17)
- Sport (13)
- Auto et vidéo (13)
- Smartwatch (9)

Allier par

Profil d'identification



# Big Brother is watching you : OK, mais quel est son coût environnemental ?

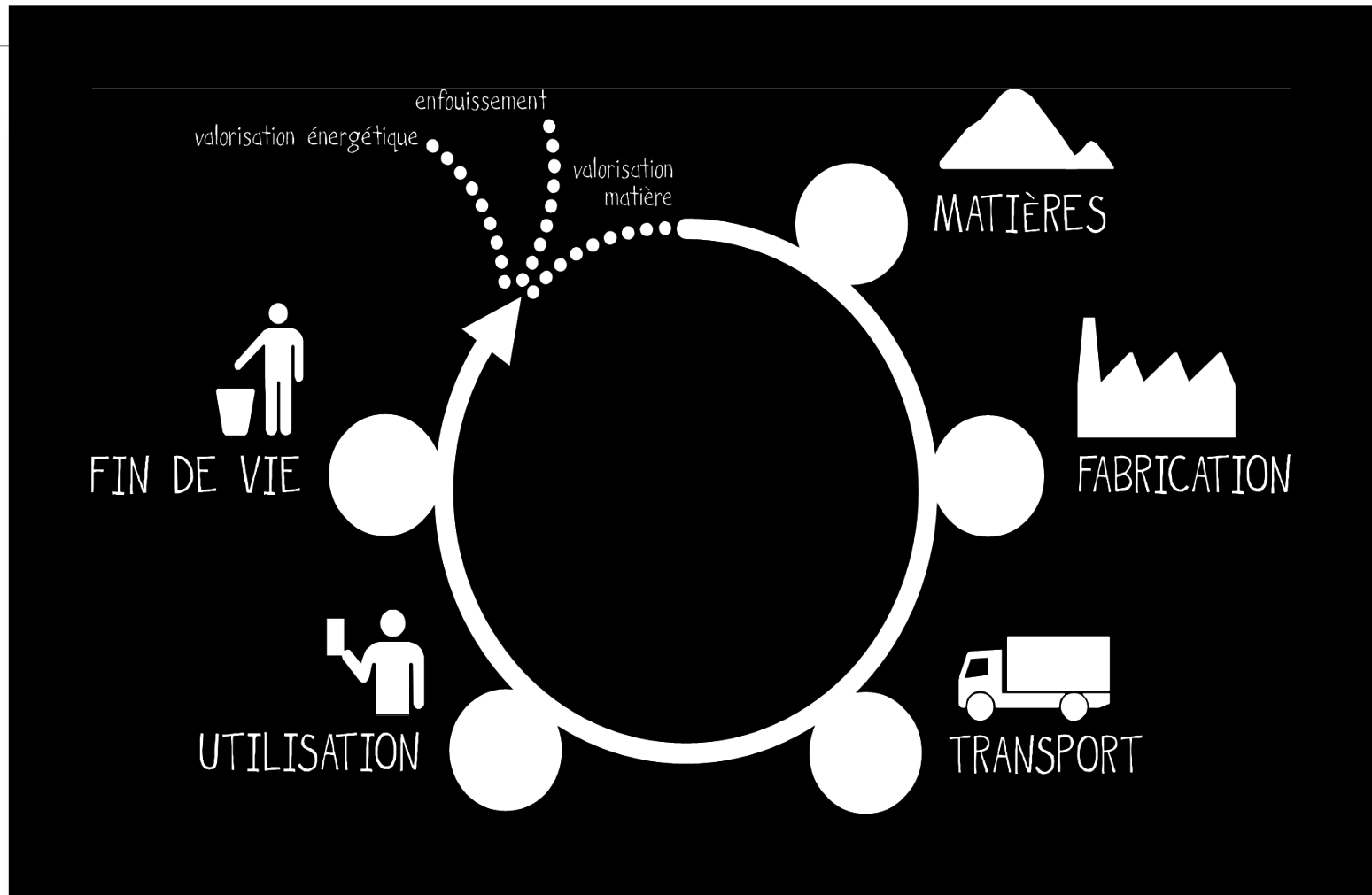
---

Points communs entre tous ces objets :

- Composants électroniques omniprésents
- Connection internet, consciente ou non
- Échange de données, conscient ou non
- Impact sur les ressources écologiques
  - Avant usage (fabrication)
  - Pendant l'usage (consommation)
  - Après usage (déchets et recyclage)

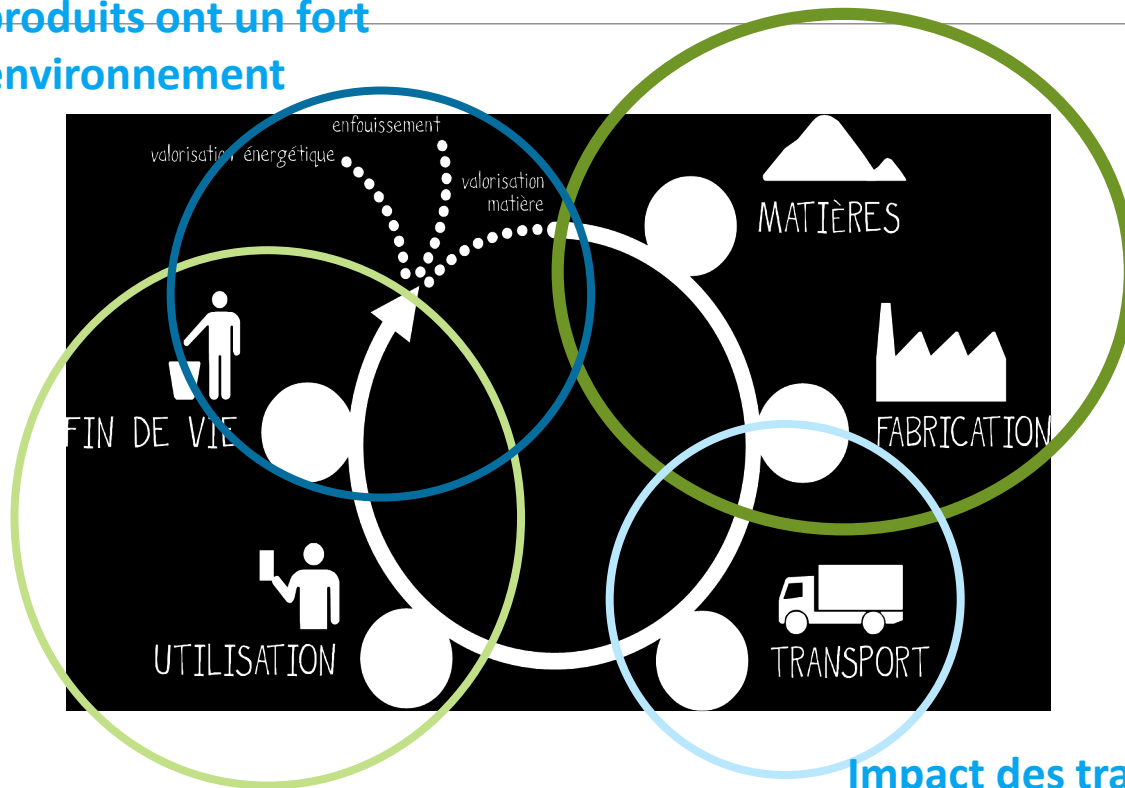


# Cycle de vie des matériels électroniques : qu'est-ce que le cycle de vie ?



# Cycle de vie des produits : spécificités de l'outil informatique

Les déchets produits ont un fort impact sur l'environnement



Impact de la fabrication  
Extraction des matériaux et métaux précieux nécessaires à la construction de nos appareils électroniques.  
Assemblage coûteux pour l'environnement

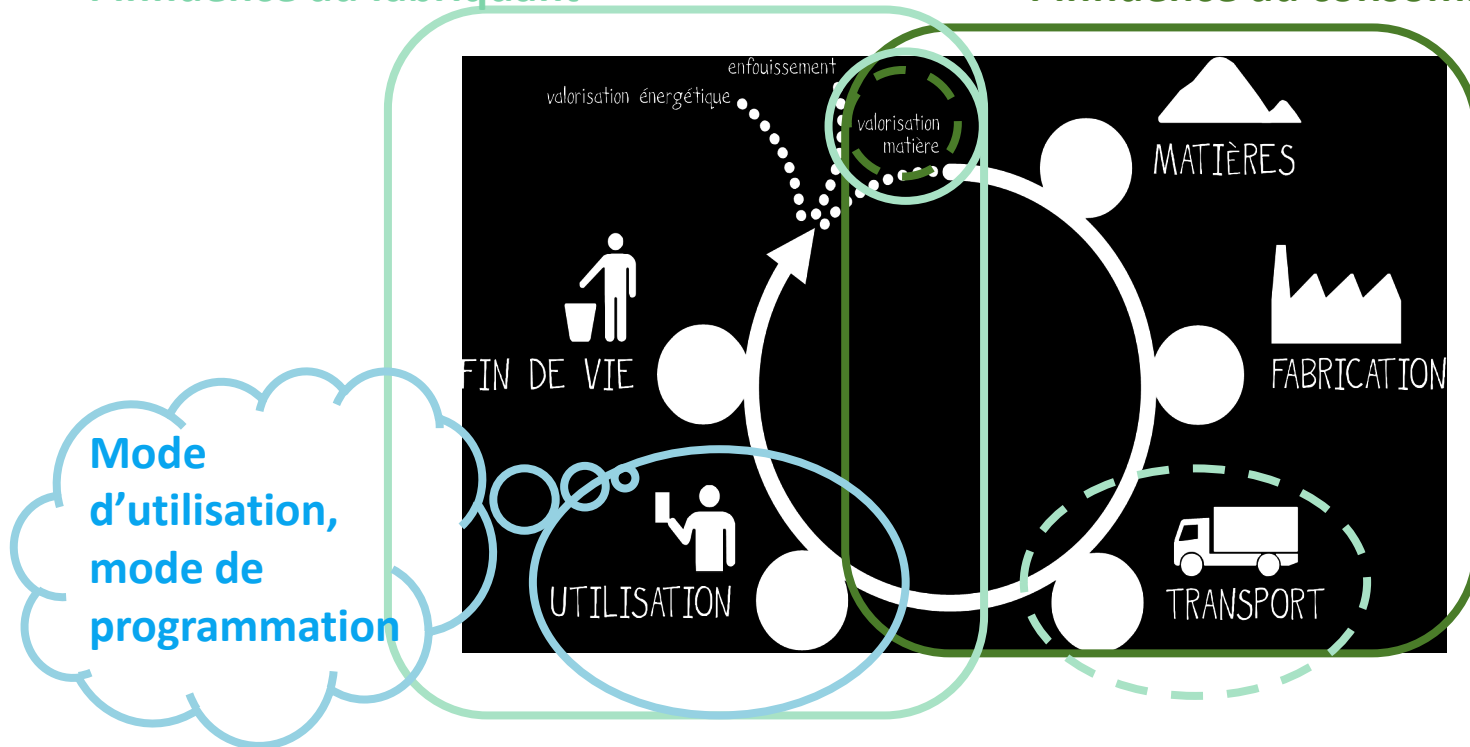
Impact environnemental à l'usage :  
L'usage conditionne la consommation  
Les programmes influencent la consommation

Impact des transports :  
Où fabrique-t-on nos composants électroniques, où les consomme-t-on ?

# Cycle de vie des produits : spécificités de l'outil informatique

L'affaire du consommateur,  
l'influence du fabricant

L'affaire du fabricant... et  
l'influence du consommateur



# Quelques constituants de nos smartphones



## Dalle tactile

- ✓ Indium (In) : film ITO

## Afficheur LCD - OLED

- ✓ Indium (In) : film ITO

## Batterie Li-ion

- ✓ Cobalt (Co) : électrode
- ✓ Lithium (Li) : électrode, électrolyte

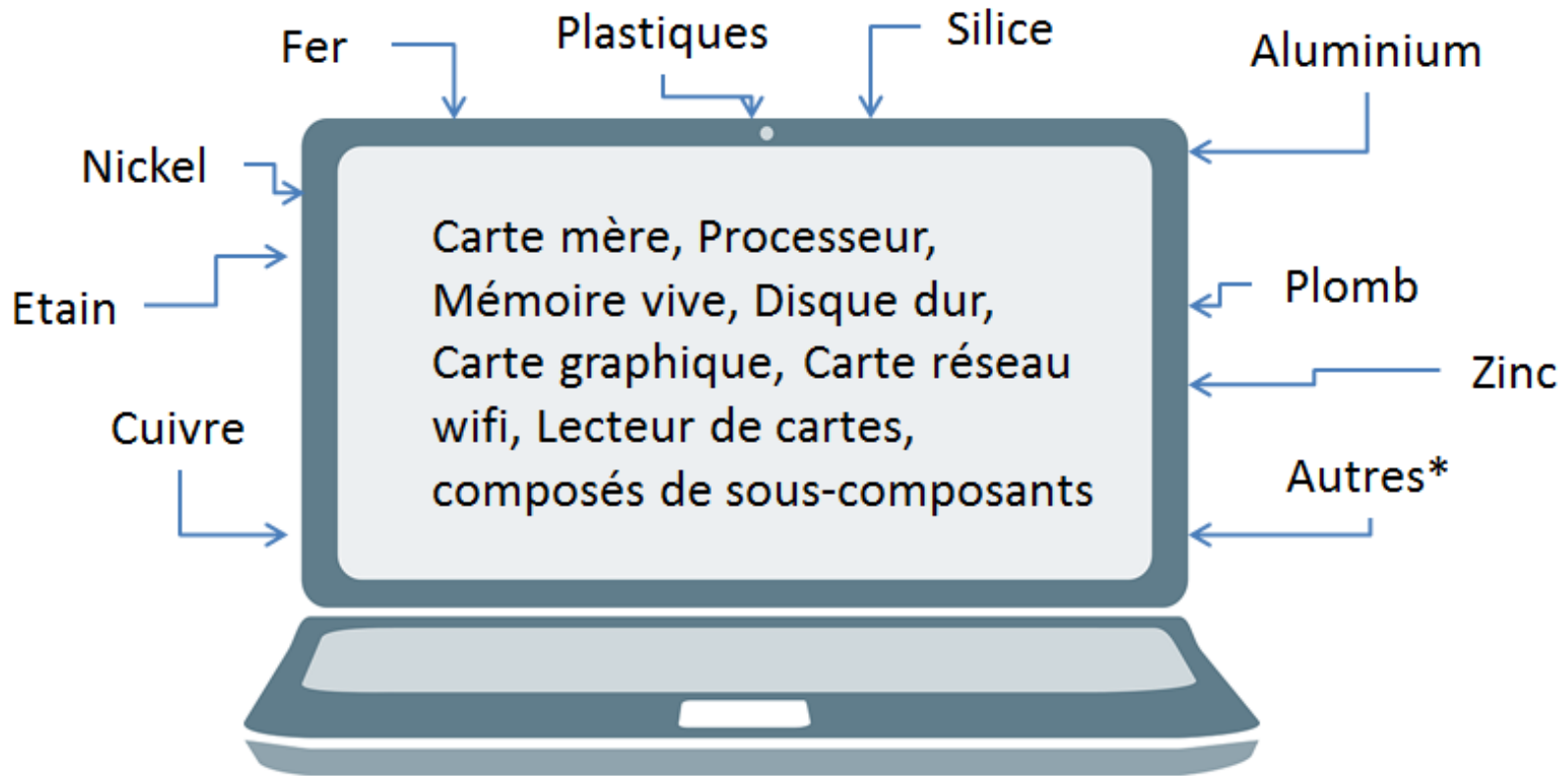
## Carte électronique

- ✓ Argent (Ag) : crème à braser
- ✓ Cuivre (Cu) : pistes conductrices circuit imprimé
- ✓ Etain (Sn) : crème à braser
- ✓ Or (Au) : câblage circuits intégrés
- ✓ Platine (Pt) : électrode condensateur céramique
- ✓ Palladium (Pd) : idem
- ✓ Tantale (Ta) : électrode condensateur tantale, filtre SAW
- ✓ Terres rares : diélectrique condensateur céramique
- ✓ Tungstène (W) : contreponds vibreur

## Antenne NFC

- ✓ Cuivre : piste conductrice

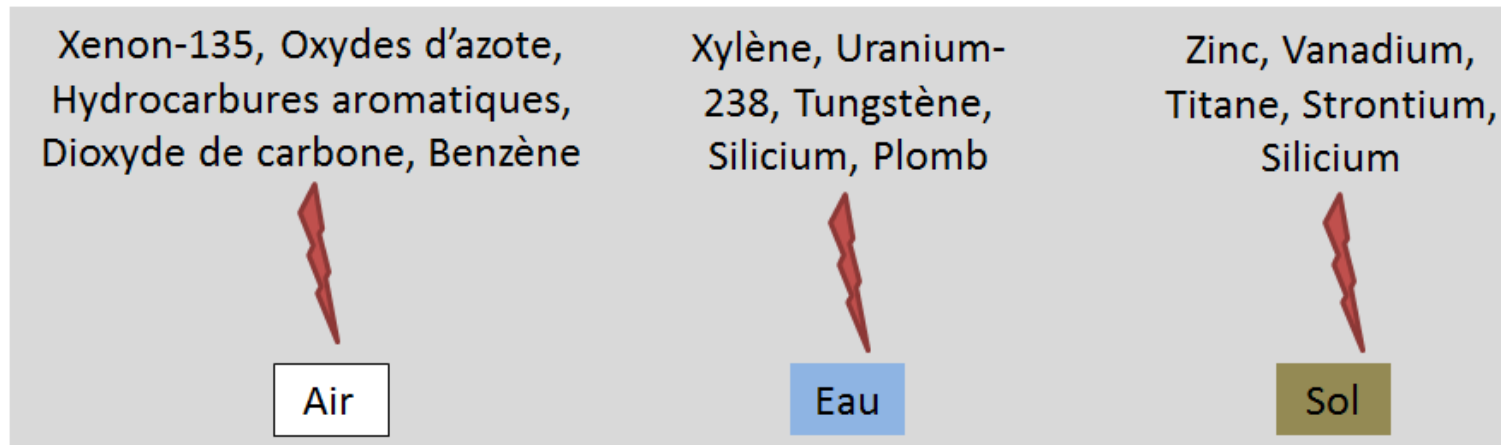
# Qu'y a-t-il dans un PC ?



\*Autres : mercure, sélénium, argent, manganèse, cobalt, arsenic, or, cadmium.

# Pour la fabrication des composants électroniques (hors écran), il faut...









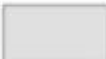
- Métaux rares, terres rares, traitements spécifiques...
- Traitements néfastes pour l'environnement lors de l'extraction, la fabrication ET la fin de vie (déplétion de la couche d'ozone, pollution des eaux, de l'air, épuisement des ressources, mais aussi diminution de la biodiversité, ...)



(source : Groupe ÉcoInfo, CNRS, Données de Base EcoInvent V2)

# Les principaux métaux des TIC

Groupe → ↓ Période	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo		44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi			
7			**															
	*Lanthanides (Terres rares)		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd		62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
	**Actinides			90 Th		92 U												

	Conducteurs, contacteurs, interrupteurs		Soudures		Optoélectronique
	Batteries		Condensateurs		Divers (autres)
	Retardateur de flamme		Divers (précieux)		Autres

Source : Philippe Bihoux

[https://ecoinfo.cnrs.fr/wp-content/uploads/2015/04/avril\\_2015\\_conference\\_ecoinfo\\_cnrs\\_metaux\\_dans\\_les\\_tic-img800q90.pdf](https://ecoinfo.cnrs.fr/wp-content/uploads/2015/04/avril_2015_conference_ecoinfo_cnrs_metaux_dans_les_tic-img800q90.pdf)

# Lieu de fabrication...

---

La majorité des tablettes/smartphones/PC est produite de l'autre côté du globe (30% des imports viennent de Chine, selon les statistiques de l'ambassade de France en Chine, les composants ne viennent pas d'Europe et les matières premières non plus)

Cela pose des problèmes éthiques :

- Droits Humains
- Gestion de l'environnement
- Conflits armés



# Fabrication : Est-ce une fatalité ?

---

En tant que consommateurs, nous pouvons :

- Choisir des accessoires plus « verts » (hors électronique) : clavier, souris, et autres périphériques peuvent être en bois, recyclables, etc... (source : Le Monde Technologies)
- Choisir des fabricants faisant preuve de plus d'éthique, qui fabriquent plus près et dans le respect des droits humains :
  - Fairphone (<https://www.fairphone.com/fr/> )
  - Classement des fabricants GreenPeace : <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/detox/electronics/how-the-companies-line-up/>

# Fabrication : Est-ce une fatalité ?

---

- Choisir d'acheter du matériel raisonné, garanti longtemps et réparable ou du reconditionné :
  - Why (<https://whyopencomputing.ch/> )
  - Backmarket (<https://www.backmarket.fr/> )
- Louer : <https://commown.fr/>

# Recyclage des déchets électroniques : Peut mieux faire !

Source : Baldé, C.P., Wang, F., Kuehr, R., Huisman, J. (2015), The global e-waste monitor – 2014, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany. Dernière mise à jour : 2018

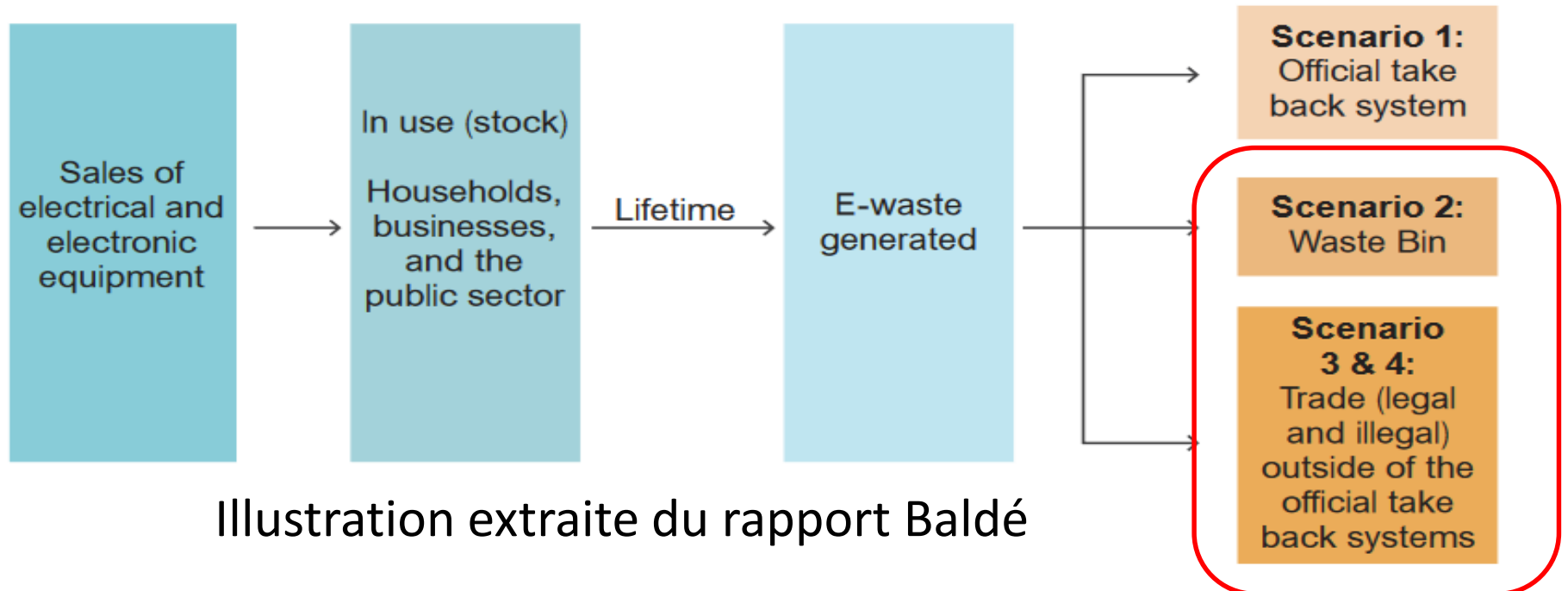


Illustration extraite du rapport Baldé

# Recyclage des déchets électroniques : peut mieux faire !

---

Dans la plupart des cas, les déchets électroniques sont déplacés des pays développés vers les pays en voie de développement.

En 2013, selon l'Observatoire des Nations Unies Drogues et Crimes (UNODC), seuls 10 à 40% des déchets électroniques étaient correctement traités

([http://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/Studies/TOCTA\\_EAP\\_web.pdf](http://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/Studies/TOCTA_EAP_web.pdf) )

# Recyclage des déchets électroniques : peut mieux faire !

---

En 2014, publication de The Global E-waste Monitor (AKA rapport Baldé) (mise à jour de 2018 toujours aussi alarmante) :

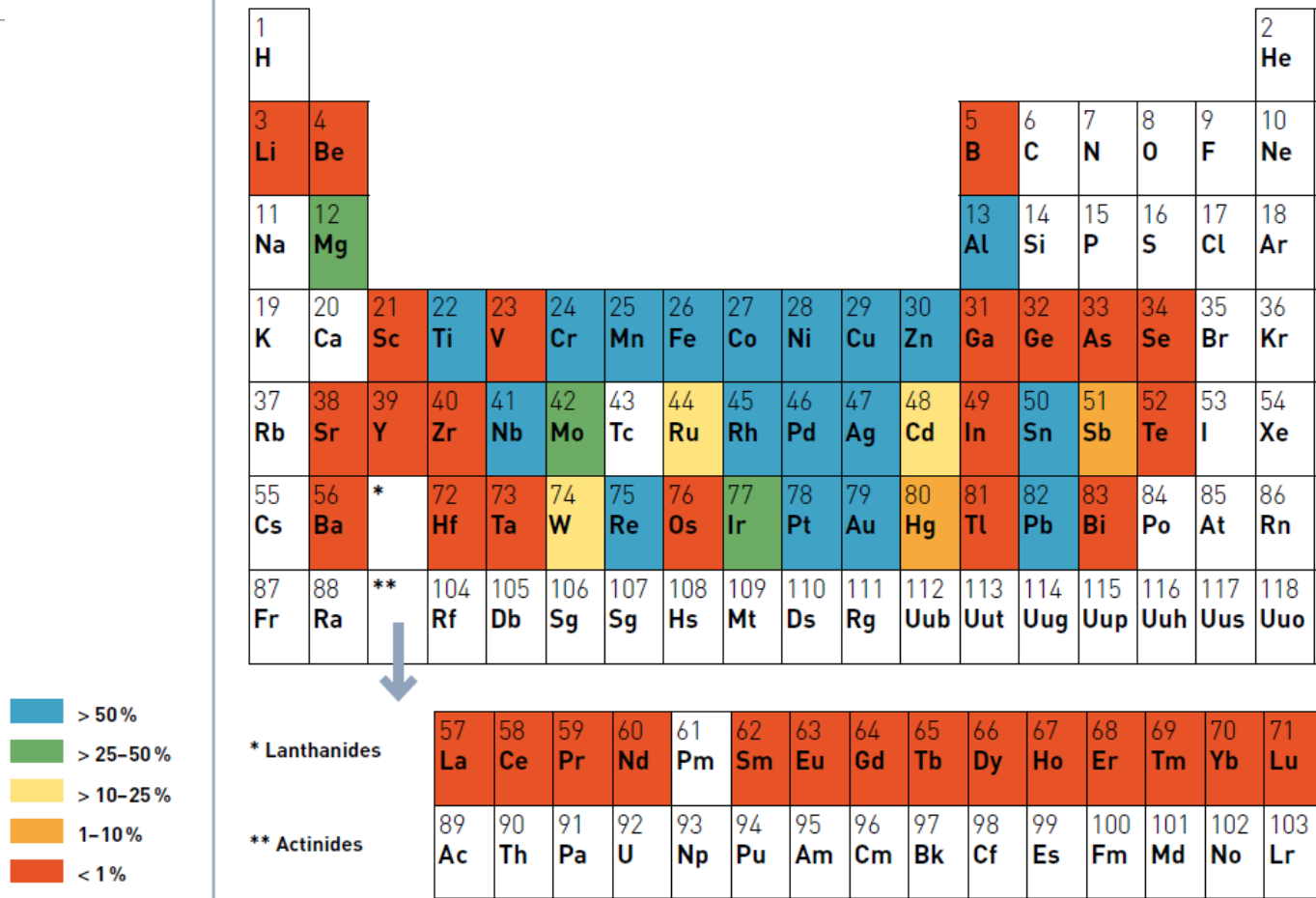
« There is a large portion of e-waste that is not being collected and treated in an environmentally-sound manner. »

Reportage d'Arte sur le sujet :

«**DEEE: la tragédie électronique**»

Une partie de nos déchets finit dans des décharges à ciel ouvert, par exemple au Ghana.

# Taux de recyclage des métaux...



# Fin de vie/recyclage : est-ce une fatalité ?

---

Nos PC/tablettes/smartphones ne sont pas aussi obsolètes qu'on veut nous le faire croire :

- soyons raisonnables dans nos achats
- Donnons nos «vieux» matériels aux associations spécialisées pour une deuxième vie (ex : <http://alis44.org/> )

**Ce n'est pas parce que votre matériel ne supporte pas les derniers logiciels qu'il est bon à jeter !**

# Fin de vie/recyclage : est-ce une fatalité ?

---

Recycler une partie des composants, nous savons faire :

- Conférence « Des déchets électroniques aux ressources! », groupe EcoInfo, août 2016  
<http://ecoinfo.cnrs.fr/?p=11607>
- Choisissez vos filières quand vous devez « jeter » !
- Certains fabricant recyclent vos vieux téléphones (Fairphone, par exemple)



# Et en usage, quel coût pour l'environnement ?

---

Quel coût pour quel usage ?

- Usage individuel, particulier
- Usage individuel/collaboratif, dans un contexte de travail
- Usages spécifiques :
  - Le programmeur, le concepteur
  - Usage collectif, fermes de calculs, big data et stockage des données

Les usages individuels sont importants, mais ils ne sont que la partie émergée de l'iceberg.

Nous nous concentrerons sur le coût énergétique.

# Quel coût pour quel usage ?

---

De 2000 à 2005, les TIC servaient principalement à :

- Traitement rapide des données (calcul, programmation, bureautique)
- Stockage des données en local
- Communication et documentation à distance (internet)

Tendances pour les TIC depuis 2005-2010 :

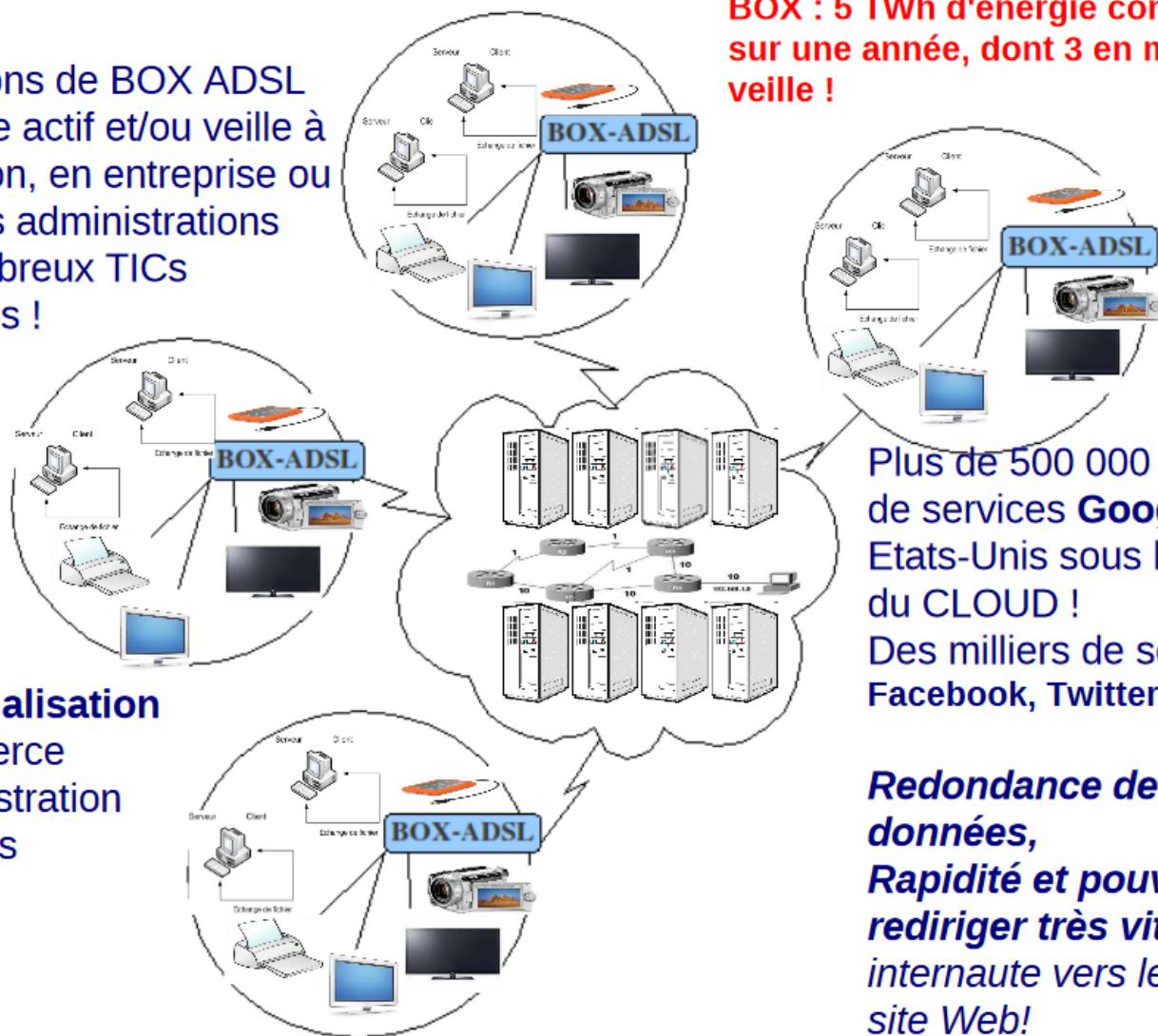
- Externalisation des services informatiques en nuage (cloud)  
EN HAUSSE
- Explosion des applications mobiles ciblant smartphones et tablettes  
EN HAUSSE

=> Déploiement d'applications logicielles gourmandes en énergie.

# Infrastructure de l'internet et des TIC

24 millions de BOX ADSL en mode actif et/ou veille à la maison, en entreprise ou dans les administrations  
De nombreux TICs branchés !

**BOX : 5 TWh d'énergie consommée sur une année, dont 3 en mode veille !**



**Dématérialisation**  
E-Commerce  
E-Administration  
E-services

Plus de 500 000 serveurs de services **Google** aux Etats-Unis sous la forme du CLOUD !  
Des milliers de serveurs Facebook, Twitter...Youtube

**Redondance des données,**  
**Rapidité et pouvoir rediriger très vite tout internaute vers le meilleur site Web!**

# Qu'est-ce qui consomme ?

---

- Le matériel, dès qu'il est branché...
- Les data centers et les centres de calcul
  - Usages individuels : moteurs de recherche, centralisation de documents, commerce en ligne, réseaux sociaux, ...
  - Usages professionnels spécifiques : les activités des centres financiers, le data mining, les supercalculateurs, ...
- Les télécommunications
  - Usages individuels d'internet : courrier, accès aux sites Web, réseaux sociaux, streaming, transfert de données, ...
  - Les réseaux mobiles sont soutenus par les stations de base hertziennes et les réseaux filaires : fibres optiques ou cuivre), routeurs, commutateurs, ...

# Evaluer le coût énergétique des TIC selon le Shift Project

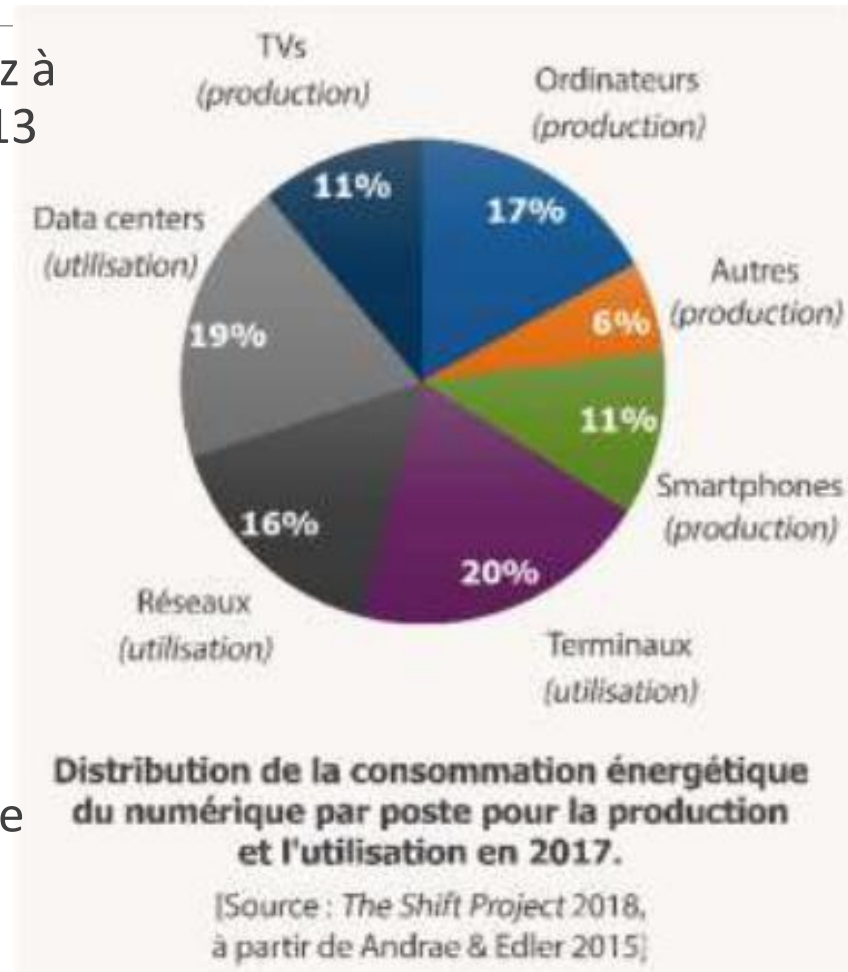
La part du numérique dans les émissions de gaz à effets de serre a augmenté de moitié entre 2013 et 2018

La consommation énergétique mondiale a augmenté de 9% par an entre 2015 et 2020.

Principaux facteurs d'inflation :

- usages vidéo (skype, streaming, ...)
- Multiplication des périphériques numériques

La phase de production des équipements a une part très significative de l'empreinte énergétique totale du numérique et des émissions de GES : environ 45% prévus pour 2020



# Prévisions à l'horizon 2025

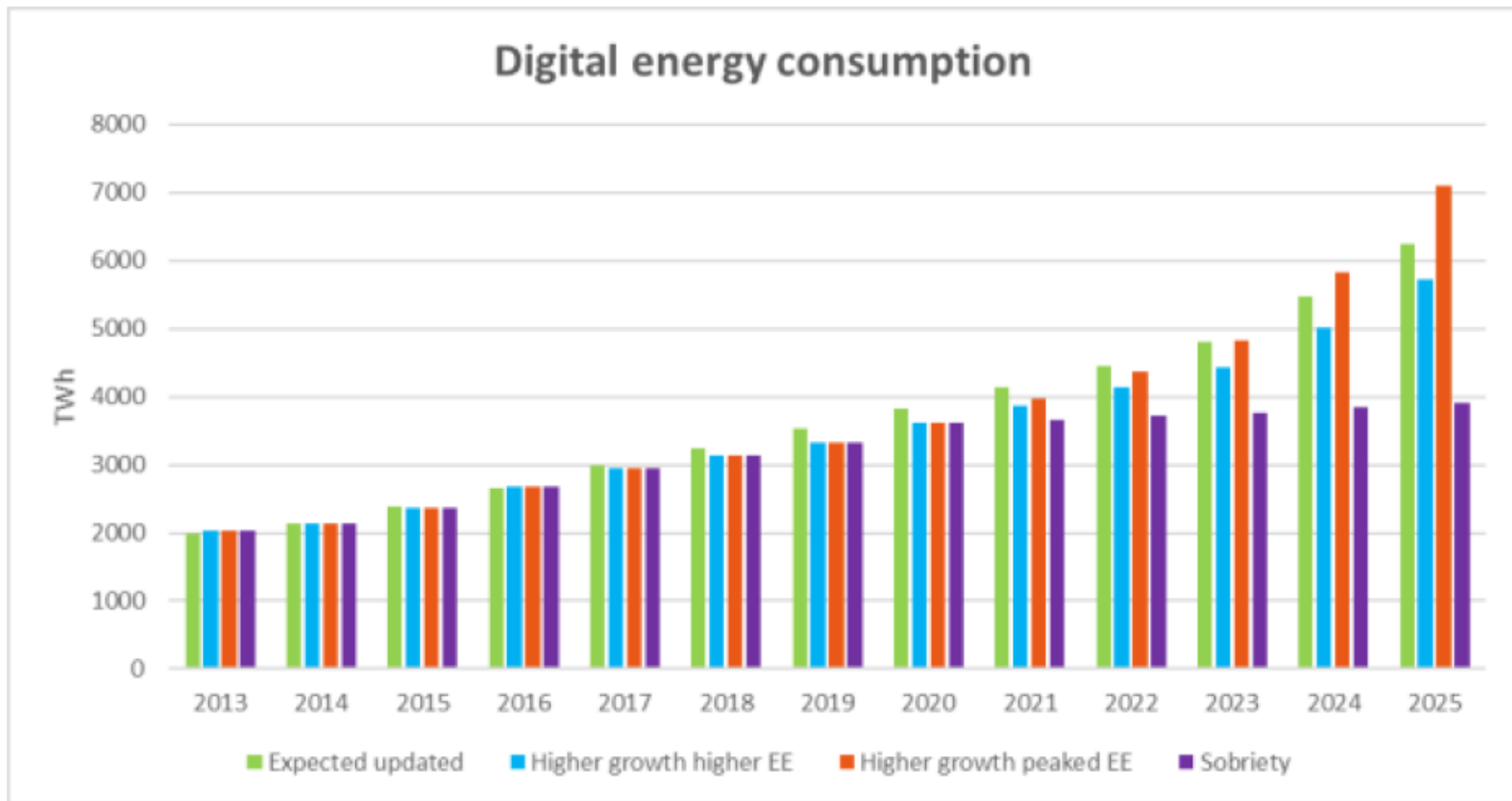


Figure 1 : Évolution 2013-2025 de la consommation énergétique du Numérique en TWh

[Source : [Lean ICT Materials] Forecast Model. Produit par The Shift Project à partir des données publiées par (Andrae & Edler, 2015)]

# Data centers/Centres de calcul : enjeux écologiques

---

Data center : site physique regroupant des équipements constituant du système d'information de l'entreprise.

- Stockage et consultation de données

Centre de calcul/ferme de calcul : site physique groupant des calculateurs de façon à augmenter la puissance de calcul, la répartition des calculs et la disponibilité des serveurs.

- Calcul scientifique, finance
- Bitcoins !

([https://www.lemonde.fr/pixels/article/2017/10/11/le-bitcoin-en-cinq-questions\\_5199462\\_4408996.html](https://www.lemonde.fr/pixels/article/2017/10/11/le-bitcoin-en-cinq-questions_5199462_4408996.html))

# Data centers/Centres de calcul : enjeux écologiques

---

## Enjeux environnementaux

- Fabrication
  - locaux
  - matériel informatique
  - câblage, fibre
  - alimentation
- Consommation d'énergie
- Dissipation de chaleur



# Data centers/Centres de calcul : enjeux écologiques

---

Selon le rapport de GreenPeace «*Votre cloud est-il Net ?*» (avril 2012) :

- *Certains centres de traitement des données consomment autant d'électricité que 250 000 foyers européens.*
- *Si le « cloud » était un pays, il se classerait (en 2012) au 5<sup>e</sup> rang mondial en termes de demande en électricité, et ses besoins devraient être multipliés par trois d'ici à 2020.*

Selon Qarnot Computing, en France, en 2013, les data centers (200) consommaient déjà plus de 7 % de l'électricité du pays.

Une grande partie de cette énergie sert à refroidir les machines !

Source : GreenPeace, rapport «*Votre cloud est-il Net ?*», avril 2012,

<https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2017/02/votre-cloud-est-il-net.pdf>

# Data centers/Centres de calcul : enjeux écologiques

---

- L'impact principal reste la fabrication, mais juste derrière, il y a la consommation d'énergie !
- Dissipation de la chaleur émise par les data centers et les centres de calcul :
  - Rejet de la chaleur dans la nature
  - Limiter l'émission de chaleur
  - Récupérer des joules pour le chauffage
  - Calcul distribué plutôt que localisé (enjeux d'implémentation)
- IMPORTANCE DE LA CONCEPTION DU DATA CENTER ET DE SA SITUATION (placement des baies, mais aussi emplacement géographique pour la récupération de chaleur)

Il n'y a pas que les geek qui en parlent !  
<http://www.construction21.org/france/>

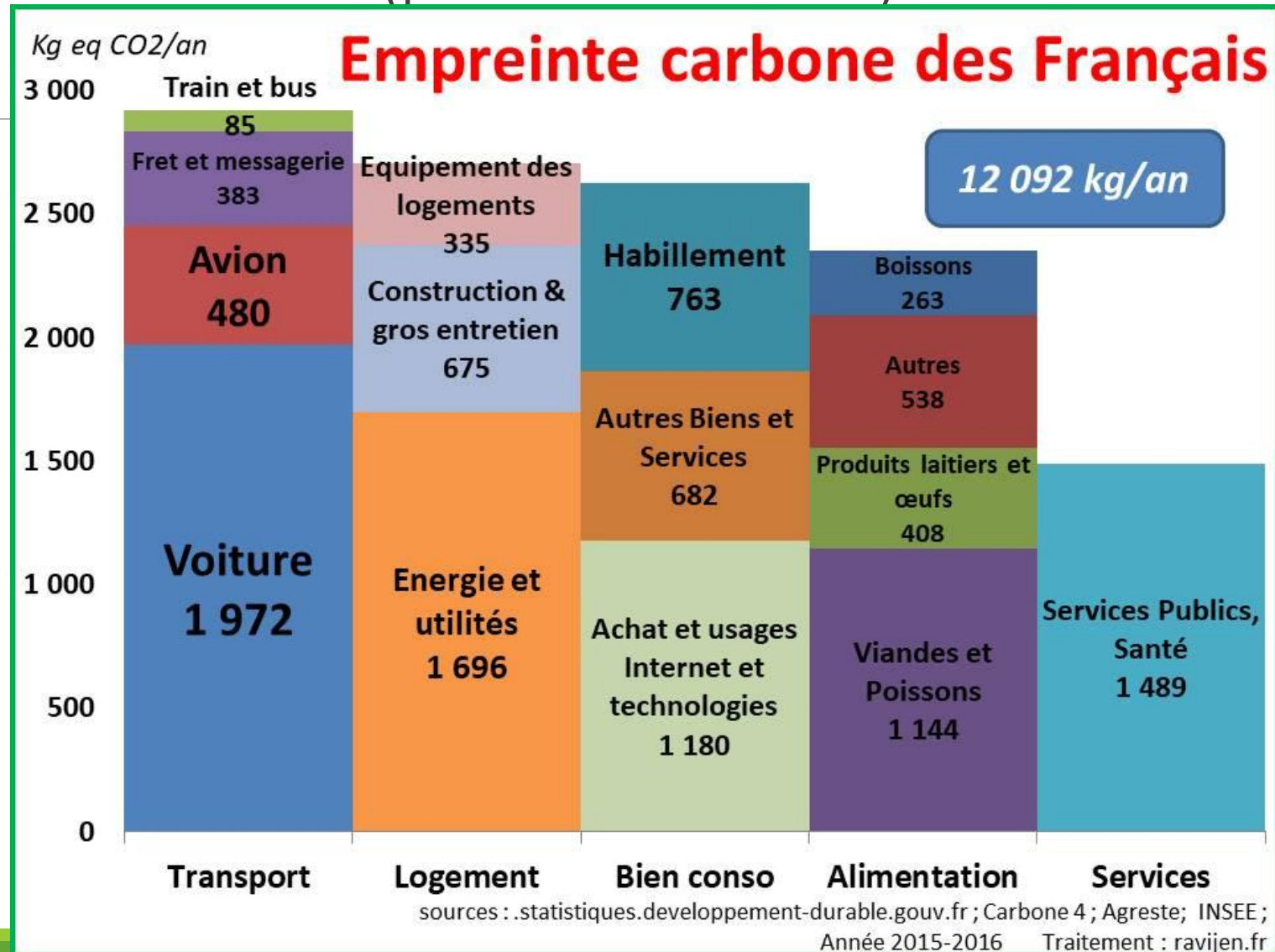
# Data centers/Centres de calcul : enjeux écologiques

---

Quelques exemples intéressants :

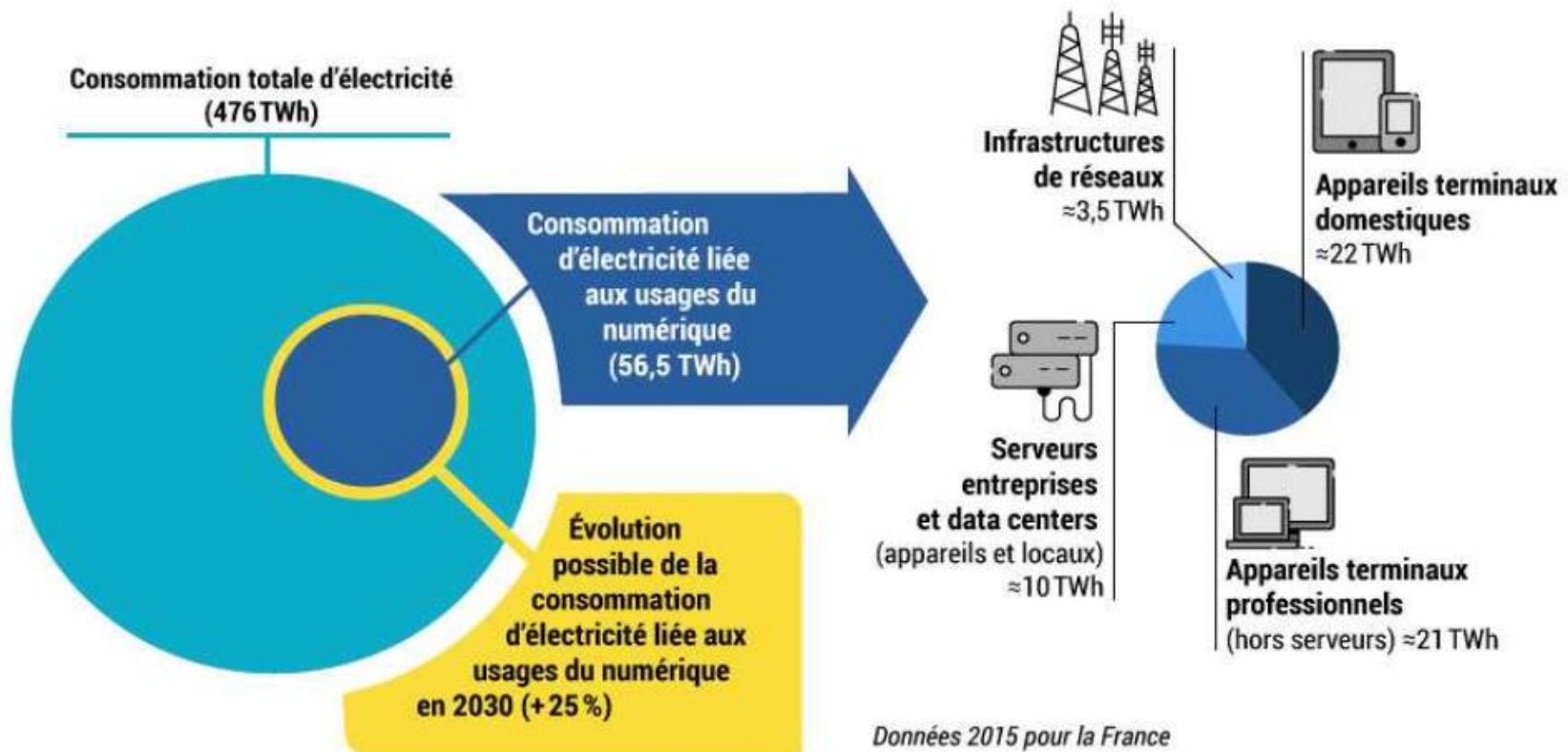
- Roubaix : 5 centres d'OVH (leader français de l'hébergement) sont refroidis par eau et contribuent à chauffer des bâtiments proches.
- Clichy : « *Global Switch* » chauffe une serre tropicale et aide les jardiniers à produire les fleurs de la ville.
- Marne-la-Vallée : Le réseau Dalkia de chauffage urbain de Paris-Val d'Europe récupère les calories d'un centre de données de la ZAC du Prieuré pour notamment chauffer un « centre aquatique intercommunal » et permettra à terme de chauffer divers bâtiments.
- Université paris-sud : le centre de calcul hébergé à l'IDRIS chauffe une partie du LIMSI.

# La part des TIC dans l'empreinte carbone des français (pour 2015-2016)



# Internet, télécommunications et enjeux écologiques

La part des infrastructures dans la consommation d'énergie en 2015...



# Internet, télécommunications et enjeux écologiques

---

Selon la Banque Mondiale, en 2016, le monde comptait 3,2 milliards d'internautes dont 1,1 milliards bénéficiaient du haut débit.

Les 20 premiers pays mondiaux sont les mieux dotés.

Le taux d'équipement en téléphones portables est de 80% dans les pays développés, mais principalement en 2G (pas d'usage d'internet possible).

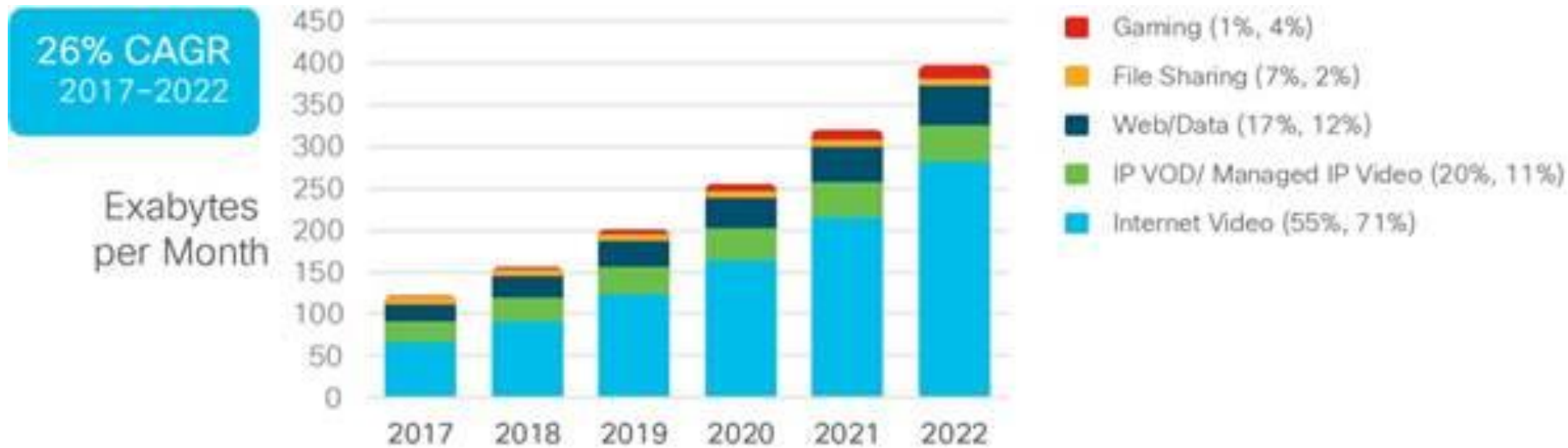
60% de la population mondiale n'a pas accès au web.

Sources :

Banque Mondiale, «Rapport sur le développement dans le monde 2016 : les dividendes du numérique », présenté à Washington en 2016.

<http://documents.worldbank.org/curated/en/527621468195004729/pdf/102724-WDR-WDR2016Overview-FRENCH-WebResBox-394840B-OUO-9.pdf>

# Traffic de données, les prévisions selon CISCO...



Croissance régulièrement revue à la hausse.

Son rythme dépasse celui des gains d'efficacité énergétique des équipements, des réseaux et des data centers

L'essentiel de la croissance de ces flux de données est attribuable aux services fournis par les « GAFAM » (jusqu'à 80% du trafic écoulé par certains opérateurs)

# Internet, télécommunications et enjeux écologiques

---

Ce qui concerne tout le monde là-dedans :

- Emails (pièces jointes, contenu)
- Requêtes web
- Échanges entre capteurs
- Streaming/flux de données



# Les Emails

---

Nos courriers électroniques, selon Audrey Garric pour Le Monde :

- Envoi des mails
  - 247 milliards de mails envoyés en 2009 dans le monde.
  - En France, chaque salarié d'une entreprise de 100 personnes reçoit en moyenne 55 mails/jour et en envoie 33.  
En moyenne, par an, selon l'ADEME, cela fait donc : 13,6 tonnes équivalent CO<sub>2</sub> par entreprise de 100 personnes, soit...  
13 allers-retours Paris-New York !
- Stockage... dans les data centers !
- Impression des mails (!)  
5 tonnes équivalent CO<sub>2</sub> par entreprise pourraient être économisées en réduisant les impressions de 10%.

# Influence du consommateur : on peut mieux faire ! Quelques bonnes pratiques.

---

## Messagerie

- Limiter le nombre de destinataires d'un mail
- Limiter le poids des courriels à envoyer (documents joints, signature)
- Préférer l'envoi via portable, tablette ou smartphone
- Bien organiser sa boîte mail
  - Conserver seulement le nécessaire
  - Trier
  - Faire des dossiers et des filtres
- Réduire la périodicité de réception des mails

# Recherche d'informations en ligne

---

- En 2017, un internaute français effectuait en moyenne 134 recherches/mois, soit 4,5 recherches/jour (environ 1600/an)
- 2 recherches sur Google pèsent environ 15 grammes de CO<sub>2</sub> soit...  
de quoi faire bouillir l'eau d'une bouilloire pour une tasse de thé !
- 9,9kg équivalent CO<sub>2</sub> /an/internaute selon l'ADEME

Sources :

<https://www.consoglobe.com/un-email-une-recherche-internet-cest-combien-de-co2-cg>

[https://www.liberation.fr/terre/2013/11/03/co2-une-recherche-google-egale-une-tasse-de-the\\_944256](https://www.liberation.fr/terre/2013/11/03/co2-une-recherche-google-egale-une-tasse-de-the_944256)

# Streaming...

---

Selon une étude de GreenPeace (janvier 2017) :

- en 2015, le streaming vidéo a capté 63 % du trafic web mondial.
- les services de Netflix sont en pleine expansion et ce chiffre devrait atteindre 80 % en 2020
- En moyenne, les français ont passé, en 2017, 4h/jour sur leurs smartphones et PC contre 3h51 pour la télévision.

Sources :

<https://www.greenpeace.fr/il-est-temps-de-renouveler-internet/>

<https://www.sudouest.fr/2019/05/17/smartphones-emails-streaming-quel-est-l-impact-environnemental-de-notre-consommation-numerique-6089552-706.php>

<http://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/2016/11/22/32001-20161122ARTFIG00100-en-2017-les-francais-passeront-4-heures-par-jour-sur-leurs-smartphones-et-leurs-pc.php>

# Influence du consommateur : on peut mieux faire ! Quelques bonnes pratiques.

---

- Utiliser un navigateur léger (Midori, Opera, Flock, Lynx, Camino, ...)
- Choisir un moteur de recherche « éthique »  
<https://reporterre.net/Il-n-y-a-pas-que-Google-dans-la-vie-Et-si-l-on-changeait-de-moteur-de-recherche> (lilo, ecosia,...)
- Utiliser des mots-clés ciblés, taper directement l'URL, utiliser les favoris
- Préférer les navigateurs et sites sur fond noir
- Ne pas laisser la connexion branchée 24h/24

# Influence du consommateur : on peut mieux faire ! Quelques bonnes pratiques.

---

- Ne conserver que les informations/pièces jointes/mails nécessaires, en local (limiter le cloud au strict nécessaire)
- Se désabonner des mailing-lists parasites (<https://gdpr-eu.unroll.me/>)
- Stopper la pub (<https://adblockplus.org/fr/>)
- Transmettre les données volumineuses via un site de dépôt (l'université en a un ou bien <https://wettransfer.com/>) ou physiquement (clé usb)
- Télécharger avec modération
- Limiter le visionnage et l'écoute en streaming

# Et mon smartphone dans tout ça ?

---

Pourquoi ma batterie est-elle encore à plat ?

Un rapide sondage : combien de fois rechargez-vous votre mobile chaque semaine ?

# Et mon smartphone dans tout ça ?

---

Au début des années 2000 :

le domaine de recherche prioritaire concernait l'efficacité énergétique pour le calcul. On optimisait la consommation d'énergie des microprocesseurs (traitements)

Avec le développement de l'internet mobile : la transmission de données sans fil représente maintenant une partie importante de la consommation d'énergie des smartphones !

Source : Yu Xiao, travaux de thèse

<https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/5096/isbn9789526044309.pdf?sequence=1>



# Et mon smartphone dans tout ça ?

---

On observe une augmentation régulière du nombre de capteurs et d'applications disponibles sur les appareils.

A partir de 2003, on voit apparaître les applications 3D, très gourmandes en énergie.

Les améliorations dans la technologie des batteries ne permettent pas de satisfaire les besoins énergétiques des traitements graphiques 3D futurs :

- la puissance de calcul est doublée tous les deux ans (loi de Moore)
- la capacité de la batterie double seulement tous les dix ans.

Source : thèse Gianpaolo Perrucci, 2009,  
[http://vbn.aau.dk/files/19089212/PhD\\_Thesis\\_GianPaoloPerrucci.pdf](http://vbn.aau.dk/files/19089212/PhD_Thesis_GianPaoloPerrucci.pdf) ).

# Et mon smartphone dans tout ça ?

---

## MAIS

Fin de la loi de Moore annoncée en 2016 (Huffingtonpost, octobre 2016)

<http://www.huffingtonpost.fr/2016/03/28/loi-de-moore-fin-smartphones-ordinateurs-puissance-bonne-nouvelle-n-9547240.html>

- La puissance de calcul augmente moins vite qu'avant
- Le « vrai » problème devient l'énergie disponible et la batterie

# Et mon smartphone dans tout ça ?

---

IL DEVIENT INDISPENSABLE D'ECONOMISER L'ENERGIE (*i.e.* les batteries)

- les puces électroniques contiennent maintenant de nombreux circuits dédiés à des tâches particulières (GPS, antenne, gestion de la 3D, etc)
- But : ne pas utiliser systématiquement toute la puissance du processeur
- Cette tendance se développe de plus en plus.

En dehors de l'alimentation, les entreprises tentent également d'améliorer les autres aspects de l'informatique entourant, et parfois limitant la puissance de calcul (la mémoire par exemple).

# Influence du consommateur : on peut mieux faire ! Quelques bonnes pratiques.

---

## Matériel

- Choisir des matériels adaptés à ses besoins (smartphones et tablettes consomment moins pour certains besoins)
- Comparer les consommations d'énergie (la taille de l'écran est importante)
- Préférer les écolabels
- Ne changer de matériel que si nécessaire
- S'assurer du recyclage

## Imprimante

- N'imprimer que si nécessaire
- Par défaut : recto-verso et brouillon

# Influence du consommateur : on peut mieux faire ! Quelques bonnes pratiques.

---

## Applications, utilisation

- N'installer que le nécessaire
- Préférer les environnements graphiques légers (pas d'effets graphiques)
- Préférer le portable au PC (consommation d'énergie)
- Faire le ménage parmi les fichiers

## Energie

- Mettre en veille automatique
- couper l'alimentation/débrancher quand les matériels inutilisés
- Désactiver ce qui n'est pas utile sur les appareils mobiles

# Influence du consommateur : on peut mieux faire ! Quelques bonnes pratiques.

---

## Début et fin de vie des matériels

- Augmenter la durée de vie de votre matériel
  - Acheter des extensions de mémoire, réparer
  - Conserver votre ordinateur 5 à 7 ans plutôt que 3 ou 4 (gain : 2,3 kg eq. CO<sub>2</sub>/an, soit 500 millions de km parcourus en voiture, selon l'ADEME)... valable pas seulement pour les PC.
- Transmettre/donner plutôt que jeter (faire vivre au-delà de 7 ans)
- S'assurer de la filière de retraitement du matériel usagé choisie (responsabilité engagée)

# Influence du consommateur : on peut mieux faire ! Quelques bonnes pratiques.

---

Anti gaspillage électronique (source : Reporterre) :

- reconditionnement (<https://www.backmarket.fr/>)
- conception durable (<http://www.mcarre.fr/>)
- smartphone éco-conçu et recyclage (<https://www.fairphone.com/fr/>)
- Achat raisonné (<https://commown.fr/>)
- on peut (presque) tout réparer (<http://www.ateliersansfrontieres.org/>, <http://ateliers-du-bocage.fr/>)
- penser au upcycling (ici, revalorisation, reconditionnement).

# Au secours mon matériel est obsolète !

---

Matériels de plus en plus légers, performants, économes en énergie, multifonction,...

MAIS

Matériels de moins en moins durables, solides, réparables,...

Obsolescence = perte de valeur.

Ici, dépréciation d'un équipement à cause de l'évolution technique et non de l'usure résultant du fonctionnement.



# L'Obsolescence programmée... c'est « vieux comme mes robes »

---

Obsolescence programmée : raccourcissement volontaire de la durée de vie ou d'utilisation d'un produit pour en augmenter le taux de remplacement.

Un bon exemple : les bas nylon, Dupont de Nemours, dans les années 40... trop solides pour être rentables !

<http://obsolescence-programmee.fr/exemples-symboliques/bas-nylon-de-dupont-de-nemours/>

2017 : 1<sup>o</sup> plainte déposée en France contre les fabricants  
d'imprimantes

Les Echos, 19 septembre 2017

<https://www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/030584237855-obsolescence-programmee-premiere-plainte-en-france-2115442.php>

# Au secours mon matériel est obsolète !

---

## Petite revue des possibles...

**Obsolescence technique ou fonctionnelle** : rendre le coût de réparation proche du coût de remplacement (plus de pièces, arrêt de maintenance, produit non réparable)

**Obsolescence indirecte** : indisponibilité (ou surcoût) des composants sur le marché... fin de support des logiciels et transition vers d'autres, nécessitant plus de ressources...

**Obsolescence notifiée** : le matériel avertit de l'imminence d'une panne (imprimantes, cartouches d'encre)

# Au secours mon matériel est obsolète !

---

## **Petite revue des possibles...**

**Obsolescence par incompatibilité** : versions incompatibles de logiciels, pilotes de périphériques, petites fournitures pour périphériques,...

**Obsolescence psychologique (esthétique/culturelle)** : le marketing sait rendre indispensables des fonctionnalités auxquelles vous n'aviez même pas pensé !!

Mais aussi...

# Nous sommes acteurs de la solution !

---

## Lutter contre l'obsolescence

- Quelques directives de la communauté européenne sur le cycle de vie...
- Comportement des usagers à modifier
- Agir sur les logiciels et mieux gérer son matériel : l'obsolescence liée au logiciel n'est pas une fatalité.
- S'affranchir des GAFAM !!
  - Par exemple, Commown propose depuis octobre 2018 un fairphone « dégafamisé »  
(<https://lareleveetlapeste.fr/la-cooperative-commown-lance-le-premier-fairphone-degafamise-en-france/>)

# Lien entre l'obsolescence du matériel et le logiciel

---

« la simple mise à jour d'un logiciel ou d'un site web, et/ou le choix arbitraire de son éditeur d'arrêter son support technique, peuvent contraindre un utilisateur lambda à changer d'ordinateur »

<https://www.greenit.fr/2016/07/26/obsolescence-logicielle-accelere/>

Or...

Chrome n'est plus maintenu pour Vista et XP depuis 2016, de même que dropbox, skype et d'autres...

<http://www.clubic.com/navigateur-internet/google-chrome/actualite-785876-chrome-support-technique-windows-xp-vista-2016.html>

# Avec un peu d'astuce, on peut améliorer les choses...

---

Installer des systèmes compétitifs sur de « vieilles » machines (e.g. Emmabuntüs) :

<https://reporterre.net/Halte-a-l-obsolence-Les-vieux-ordinateurs-reprennent-vie-avec-le-systeme>

Utiliser des logiciels libres

<https://reporterre.net/Internet-le-royaume-ou-les-biens-communs-prosperent>

Utiliser des systèmes allégés (ex : Emmabuntüs)

Se faire aider : <https://www.mcarre.fr/>

NB : Ces solutions ne nécessitent pas une grande maîtrise de *l'Informatique*

# Influence de la programmation informatique sur l'environnement

---

Les programmeurs ont besoin d'apprendre à faire différemment, pour améliorer les choses...

Optimiser le code et sa gestion pour diminuer la consommation

- En local (obsolescence liée au logiciel, choix des matériels)
- Dans les fermes de calcul (utilisation pertinente des ressources)
- Bonnes pratiques de programmation et de compilation : le Green Computing est tout un art... en devenir.

# Ce que nous n'avons pas abordé...

Apports des TIC en faveur de l'environnement : amélioration de la consommation d'énergie dans d'autres domaines qu'elles-mêmes (domotique, etc) ; santé (suivi, détection) ; ...

Mais cela fait déjà bien trop longtemps que vous m'écoutez !



# Bibliographie et WEBographie pour aller plus loin...

---

Impacts écologiques des technologies de l'Information et de la Communication,  
Groupe ÉcoInfo, Ed. edp sciences, coll. QuinteSciences, 2012.

Peut-on croire aux TIC vertes ?,  
F. Flipo et al., Ed. Presses des Mines, Coll. Développement durable, 2012.

Site groupe ÉcoInfo CNRS :

<http://ecoinfo.cnrs.fr>

Les dessous du GreenWeb :

<https://positivr.fr/dessous-green-web-professeur-feuillage-commown/>

Guide pratique de l'ADEME, La face cachée du numérique :

<http://www.ademe.fr/face-cachee-numerique>