

# L'impact énergétique des nouvelles technologies de l'information et de la communication

## Plan de la session

- 1 – Présentation de mon parcours « non-professionnel »
- 2 – Le projet initial
- 3 – La collecte des informations
- 4 – Quelques chiffres
- 5 – Les data centers
- 6 – Les mails
- 7 – Le streaming
- 8 – Bitcoin
- 9 – En guise de conclusion, les paradoxes du cloud
- 10 – Pour les aventuriers

## Présentation de mon parcours « non professionnel »

- Militant de la première heure de la cause écologique lors de sa transition politique.
- Dernier sur la liste présentée par les écologistes lors des élections municipales à Lille en 1976 (6,48%).
- Membre du collectif de rédaction de l'hebdomadaire [La Gueule Ouverte](#) de 1976 à 1981.
- Membre de l'équipe de campagne de Brice Lalonde, candidat des écologistes à l'élection présidentielle de 1981 (3,88%).

Présentation de mon parcours « non professionnel »



## Le projet initial

Traiter l'ensemble du cycle de vie :

- Fabrication des composants et des infrastructures
- Utilisation des appareils connecté
- Recyclage ou mise à la poubelle des appareils obsolètes

Un objectif trop ambitieux :

- Mes connaissances en science des matériaux sont voisines de zéro
- Je n'ai pas eu le temps d'étudier la conversion en équivalent CO<sub>2</sub> des différentes activités mise en œuvre par le numérique

## Un tout petit mot sur les déchets

Malgré tout, au cours de mes recherches et avec l'aide de Francis, je suis tombé sur deux liens pointant vers le documentaire [Le Monde en Face](#) diffusé par France 5 le 19 février 2019. Ce documentaire décrit la manière dont on (ne) traite (pas) nos déchets technologiques ([ici](#) ou [là](#)).

J'ai aussi découvert qu'Arte avait diffusé le 31 mai 2014 [La tragédie électronique](#) sur le même thème. Un compte-rendu de ce documentaire est disponible [ici](#). « Cinq ans plus tard, coucou nous revoilà ! » pourraient scander les déchets numériques.

<https://dechets-infos.com/dechets-electroniques-le-grand-detournement-lemission-en-replay-4918859.html>

<https://www.maximal-productions.com/fr/production/dechets-electroniques-le-grand-detournement>

<http://www.natura-sciences.com/environnement/tragedie-electronique-deee694.html>

## La collecte des informations

- Les sources sont souvent anciennes (compte-tenu de la jeunesse du secteur).
- Les informations sont souvent non sourcées et/ou non datées.

## Des intérêts puissants

Les différents acteurs concernés :

- Les défenseurs du nucléaire
- Les défenseurs du progrès technologique comme moteur du progrès tout court
- Les défenseurs de l'environnement
- Les promoteurs du solaire ou des éoliennes
- Les promoteurs du charbon
- Les journalistes qui ne comprennent pas toujours ce qu'ils écrivent
- ...

Parfois, il est impossible de déterminer l'auteur d'une page.

## Les principales sources

- [Enedis](#) ou [ERDF](#) (Électricité Réseau Distribution France) devenu Enedis le 30 mai 2016
- [RTE](#) (Réseau de Transport d'Électricité)
- [UFE](#) (Union Française de l'Électricité) pour sa note [Le cloud, les datas centers et l'énergie](#) du 18 janvier 2017 ([ufe\\_data\\_centers\\_0.pdf](#))
- [Arcep](#) (Autorité de régulation des communications électroniques et des postes)
- [Ademe](#) (Agence de l'environnement et la maîtrise de l'énergie)
- [EcoInfo](#) (Groupement de service du CNRS) : *[Agir pour réduire les impacts \(négatifs\) environnementaux et sociétaux des TICs](#)*

## Les unités de mesure

- Une grande **confusion** dans l'utilisation des unités d'énergie. Avec des **comparaisons** parfois incompréhensibles.
- Le **joule** est l'unité du système international (SI) pour quantifier l'énergie, le travail et la quantité de chaleur. Il est défini comme le travail d'une force motrice d'un newton dont le point d'application se déplace d'un mètre dans la direction de la force.
- Le **Watt** est l'unité de puissance correspondant à un joule par seconde.
- Le **Watt/heure** est une unité de consommation d'énergie qui correspond à 3 600 joules.

## Les unités de mesure

- Un **réacteur nucléaire** a une puissance d'environ 900 MW.
- Son facteur de charge est évalué à 75% pour la période 2005-2010. Le facteur de charge est le rapport entre la puissance émise et la puissance nominale (puissance maximum pouvant être délivrée).  
En utilisant les données du rapport 2018 de RTE ([be\\_pdf\\_2018v3.pdf](#) - pages 25 et 29) j'obtiens le chiffre de **71%**.
- Un **réacteur nucléaire produit donc annuellement**  
 $900 \text{ MW} * 0,75 * 24 \text{ heures} * 365 \text{ jours} = 5\,913\,000 \text{ MWh}$  ou **6 TWh**.

## Une grande confusion

- Les affirmations sont souvent imprécises.
- Quel est le périmètre du cloud dans l'expression « la consommation française du cloud est de xxx TWh » ?
- Dans l'expression « la consommation d'une ville de 30 000 habitants », de quelle consommation est-il question ? La seule consommation domestique ? La consommation totale ? Qu'est-ce qu'une ville de 30 000 habitants ?
  - Hauts-de-France : 47 665 GWh pour 5 978 266 h
  - Nouvelle Aquitaine : 39 583 GWh pour 5 987 014 h
  - Occitanie : 34 932 GWh pour 5 892 817 h
- Parfois une terrible confusion entre la puissance et la consommation d'énergie.

## La législation

- Les différentes législations réglementant la production et la distribution de l'électricité influent sur la nature des sources d'information.
- En France, bilan Enedis, rapport RTE, études Ademe. A noter d'excellentes sources en provenance du secteur de la recherche et de l'enseignement.
- Aux Etats-Unis, les principaux pourvoyeurs de données sont les producteurs d'énergie et les très gros utilisateurs (les GAFAM).

- Une curiosité

- Sur l'ensemble des pages que j'ai parcourues une seule, éditée par l'association [Que Choisir](#), mentionne le protocole OTA ([Over The Air](#)).
- C'est pourtant un mode couteux énergétiquement pour synchroniser contacts et calendrier.  
Au moment où je vous parle, mon iPhone et mon Mac sont peut-être en train de se synchroniser en agitant des électrons un peu partout dans le monde et peut-être aussi dans l'espace ! Sans que cela ne me coûte un centime de plus.

## L'éco-système numérique (1)

- Le premier **iPhone** a été commercialisé en **2007** (**UFE**). Il consomme aujourd'hui en moyenne **388 kWh par an** (**zdnet.fr**).
- Le trafic mondial des données a été multiplié par **4,5** entre 2011 et 2016 (**Arcep**).  
Le trafic internet mondial va **tripler** entre 2015 et 2020 (**Sisco**).
- Selon le baromètre du numérique (**Arcep, CGE, Agence du numérique**) publié en 2016 :
  - **30%** des français possèdent à la fois un ordinateur, un smartphone et une tablette
  - **62%** des français réalisent des démarches fiscales ou administratives en ligne.
- **428** câbles sur **1,3 millions** de km (**Que Choisir**).
- **800 millions** de box (**Que Choisir**).

## L'éco-système numérique (2)

- Une famille française possède en moyenne **23 équipements** audio, vidéo, photo, informatique ou téléphonique ([Ipsos 2016](#)).
- Montée en puissance des achats de barres de son, souris, casques, drones, enceintes portables et autres objets connectés ([Ademe](#)).
- **2,4 milliards** d'internautes en 2012, soit deux fois plus qu'en 2007.  
**3,9 milliards** d'internautes en 2016, soit 47% de la population mondiale.
- Les box restent allumées 24 h sur 24  
Elles utilisent environ 1% de la consommation française.  
Une box met en moyenne 1 mn 30 s pour s'initialiser ([CNRS Le journal 2018](#)).

### L'éco-système numérique (3)

- Chaque **heure** dans le monde **140 millions de requêtes Google** sont émises. Une requête émet 7 g de CO<sub>2</sub> soit pour l'ensemble des requêtes la production en CO<sub>2</sub> de 1 000 allers-retours Paris – New-York, *en avion je suppose, pas à la rame!* ([fournisseur-energie.com 2018](#)).

## La consommation d'internet (1)

- Consommation mondiale 2016 : 23 107 TWh. Consommation française 2017 : 474 Twh (EDF).
- Part d'Internet dans la consommation mondiale : 1,5% en 2012 selon Wordless Tech, 10% (1 500 TWh) en tenant compte de la fabrication et de l'utilisation selon Digital Power Groupe de 2013, 8% selon Ecoinfo 2014, 10% en 2015 (NégaWatt), 7% en 2015 (Greenpeace 2017), entre 6 et 10% selon CNRS Le journal 2018, 10 à 15% (soit 100 très gros réacteurs nucléaires) selon fournisseur-energie.com 2018.
- La consommation du numérique augmente de 5 à 7% par an selon CNRS Le journal 2018, de 9% selon The Shift Project 2018. Elle double tous les quatre ans (soit 19% par an) pour fournisseur-energie.com 2018.
- La consommation électrique d'internet était supérieure à celle du secteur automobile en 2012 (Wordless Tech) et à celui du secteur de l'aviation en 2017 (Greenpeace 2017)
- La consommation d'internet en 2030 devrait atteindre la consommation globale de 2008 (fournisseur-energie.com 2018).

## La consommation d'internet (2)

- Si Internet était un **pays**, il serait classé dans **le top 5** des plus gros consommateurs mondiaux d'électricité d'après **Greenpeace 2016**, ou il serait le **troisième** derrière la Chine et les États-Unis selon **fournisseur-energie.com 2018**.
- « La croissance des besoins sera plus importante que les économies générées par l'optimisation de la consommation énergétique » (**Digital Power Groupe de 2013** sponsorisé par deux charbonniers US).
- Les émissions de gaz à effet de serre d'internet représente 1,5 fois celle du transport aérien : **utilisateurs (47%)**, réseau (**28%**), data centers (**25%**) (**fournisseur-energie.com 2018**).

## Le contexte

- Les **quantités** d'informations privées atteignent des volumes de plus en plus importants. Les entreprises **externalisent** de plus en plus leurs traitements et le stockage de leurs données (stockage et gestion **locale** vers le **cloud**)
- L'objectif de **l'externalisation** est de mutualiser et réduire les coûts.
- **L'installation et la mise à jour** des logiciels ne sont plus à la charge des utilisateurs. L'écriture plus rapide et moins optimisée du code, avec une inflation des lignes de code, produisent de véritables **obésiciels**. C'est le cas de la plupart des applications pour smartphones développées à la va-vite pour une mise sur le marché le plus rapide possible. En moyenne 35 applications tournent sur un téléphone ce qui réduit considérablement l'autonomie des batteries (**CNRS Le journal 2018**).
- Derrière le « **nuage informatique** » se cachent des data centers, des routeurs et tous les équipements nécessaires à internet pour fonctionner **matériellement**.

## Les chiffres (1)

- En 2013 : **2 300** data centers dans le monde ([Le Parisien 2017](#)).
- En 2013 : **137** en France ([Le Parisien 2017](#)).
- En 2016 : **180** data centers en France (60 en Ile-de-France, 0 en Corse) ([UFE 2017](#)).
- En 2016 : **182** data centers en France ([fournisseur-energie.com 2018](#)).
- En ???? : **200** data centers en France ([Que Choisir 2018](#)).
- Le taux d'occupation des data centers est de **10%** ([Wordless Tech 2012](#)).
- **Surdimensionnement** des équipements.
  - Un routeur fonctionne au maximum à **60%** de sa capacité.
  - Un **serveur** inactif consomme **100 W**, alors qu'il consomme **200 W** en plein calcul.
  - Pour un **routeur** la différence de consommation entre l'état de veille et celui de fonctionnement est **négligeable** ([CNRS Le journal 2018](#)).

## Les chiffres (2)

- Multiplication par **quatre** du **volume de données** d'ici 2016 ([Wordless Tech 2012](#)) et encore par **quatre** d'ici 2021 ([Cisco 2018](#))..
- En 2008 le data center de Microsoft à Santa Clara utilisait un générateur diesel ([Wordless Tech](#) cité par [slate.fr](#) en [novembre 2012](#)).
- La facture énergétique (traitement des données et **climatisation**) représente **40%** du coût de fonctionnement d'un data center ([UFE 2017](#)).
- Part de la **climatisation** dans la consommation électrique d'un data center : **50%** ([Actu-Environnement 2015](#)).

## La facture électrique (1)

- Les **terminaux** consomment deux fois plus que les **serveurs** et les **centres de données** (NégaWatt 2015).
- Répartition de la consommation (CNRS Le journal 2018) :
  - terminaux (ordinateurs, smartphones, ...) pour 30%
  - data centers pour 30%
  - réseaux pour 40%.
- La **4G** consommerait **23** fois plus que le Wifi (Sciences et Avenir 2018).
- Consommation **électrique** de **Google** en 2011 : 2 675 898 MWh (2,7 TWh) soit la production d'un réacteur nucléaire pendant cinq mois et demi (Google 2013).
- Empreinte **carbone** de **Google** : 1,7 million de tonnes de CO<sub>2</sub> (Google 2013).

## La facture électrique (2)

- Consommation des data centers :
  - **30 GW** en 2012 dont **10 GW** aux Etats-Unis (**2%** de l'électricité utilisée dans ce pays) selon [Le New York Times](#) cité par [slate.fr](#) en [novembre 2012](#).
  - **1,8%** de la production électrique mondiale en 2015 ([NégaWatt](#)).
- Consommation des data centers français en 2015 : **3 TWh** soit la consommation annuelle de Lyon ([RTE](#)) en 2016 : **8%** de la production nationale, *soit 4,25 TWh* ([fournisseur-energie.com 2018](#)).
- La consommation d'un data center est celle d'une ville de **30 000** habitants ([fournisseur-energie.com 2018](#)).
- Un **routeur** : 10 kW. Un **très gros data center** : **100 MW** ([CNRS Le journal 2018](#)).

## Récupération de l'énergie thermique

Le principe : récupération des déchets (la chaleur) pour un usage valorisant.

Quelques initiatives :

- Qarnot Computing commercialise un radiateur intelligent.
- La société Stimergy place des serveurs dans les caves pour produire de l'eau chaude.
- Le réseau de chaleur du Val d'Europe est alimenté par le data center de Natixis.
- Une résidence étudiante à Grenoble.
- Une piscine publique à Paris.

Problème avec la réutilisation pour le chauffage urbain : la température est trop basse, 25 à 50 °C contre 60 °C nécessaire ([Sciences et Avenir](#)).

## Autres pistes

- Autoconsommation : panneaux photovoltaïques, batteries de seconde vie, ... En France, problèmes liés à la réglementation.
- Google investit massivement dans des parcs éoliens et solaires et estime que ses data centers consomment moitié moins d'énergie que les centres de données classiques (ventilation intelligente, optimisation de la distribution d'énergie, ...).
- Localiser les data centers dans les pays nordiques (*ce qui contribuera à réchauffer l'eau des mers nordiques*).

## Greenpeace

- Greenpeace axe ses campagnes vers une utilisation par les acteurs d'internet d'une énergie 100% renouvelable. Parmi les premiers engagés : Google , Apple, Facebook.
- Aux États-Unis les achats d'énergies renouvelables ont représenté 3,4 GW en 2015, dont les deux tiers sont attribuables aux géants du net.
- Deux problèmes sont pointés par l'association :
  - En Asie la fourniture d'énergie est sous monopole et de nature fossile,
  - Netflix utilise principalement de l'énergie carbonée.
- L'association indique également que certains data centers sont installés dans des états (par exemple la Virginie) où l'offre en énergie renouvelable est nulle ou très faible. D'où une croissance de la demande de charbon et de gaz naturel.

## Le paradoxe de Jevons

Jevons est un économiste et logicien britannique (1835-1882) qui a énoncé le paradoxe suivant : « Quand on augmente l'efficacité avec laquelle une ressource est employée (le charbon pour Jevons), la consommation totale de cette ressource à toutes les chances d'augmenter au lieu de la diminution escomptée ». A l'époque Jevons parlait de l'industrie charbonnière.

Exemple : la diminution de la consommation des voitures a augmenté le nombre de kilomètres parcourus.

Dans le secteur des nouvelles technologies, toute avancée technique induit des usages nouveaux. Une fuite en avant qui profite du faible coût de l'électricité.

Source : CNRS Le journal 2018.

## Les chiffres (1)

- 215 milliards de mails (hors spam) par jour en 2016 soit 4,3 TWh/jour si la moyenne des pièces jointes est de 1 Mo ([Radicati Group](#)).
- 10 milliards de mails par heure dans le monde. Un mail parcourt environ 15 000 km de câbles ([quelleenergie.fr 2017](#)).
- 12 milliards de mails par heure dans le monde, soit 50 GWh qui correspondent à la production de 18 *très grosses* centrales nucléaires pendant cette même heure ([fournisseur-energie.com 2018](#)).

## Les chiffres (2)

- Envoi d'un mail avec une pièce jointe de 1 Mo :
  - 20 Wh ou 15 g de CO<sub>2</sub> ([Ademe](#)).
  - 25 Wh ou 20 g de CO<sub>2</sub> pour l'ensemble du cycle ([CNRS Le journal 2018](#)).
  - 2,4 g de CO<sub>2</sub> ([greenit.fr](#))

*Ca commence à être la brasse coulée ou alors c'est l'ensemble du cycle.*

- Envoi de 30 mails quotidiens : émission annuelle de 330 kg de CO<sub>2</sub> pendant un an, soit plusieurs milliers de kilomètres en voiture ([quelleenergie.fr](#)). *Je ne sais pas comment ils justifient leur calcul.*
- Les spams consommeraient autant d'énergie que deux millions de foyers américains ([quelleenergie.fr](#)). *Comme on ne sait pas combien consomme un foyer américain moyen on est bien avancé.*

## Que faire ?

- Eviter les courriels avec de grosses pièces jointes.
- Eviter les courriels inutiles, c'est à dire les copies qui ne servent à rien.
- Supprimer les vieux courriels, surtout ceux contenant de grosses pièces jointes.
- Vider régulièrement la corbeille
- Se désabonner des newsletters inutiles et des listes de diffusion publicitaires.
- Installer un *bon* logiciel anti-spam

## Remarques.

- Est-il toujours utile de laisser les courriels chez notre fournisseur ?
- A quand des logiciels intelligents et pratiques qui nous permettent de gérer intelligemment l'archivage de nos courriels et de leurs pièces jointes ?
- Je n'ose même pas évoquer la difficulté, voire la galère, de transférer ses courriels d'une application vers une autre. Pour passer de Mail à Outlook sur un Mac, j'ai dû transiter en partie par Thunderbird et Outlook sur un PC !

## Les chiffres (1).

Selon le rapport « The Global Internet Phenomena » édité en 2018 par la société [Sandvine](#) :

- Netflix consomme 15% de la bande passante mondiale (plutôt du trafic mondial) Aux États-Unis ce pourcentage est de 19,1%.
- YouTube consomme que 11,35% du trafic mondial.
- Au total le streaming consomme 58% du trafic mondial. Ce chiffre est de 63% en 2015 selon [Greenpeace](#).

[L'Arcep](#) évalue pour la France en 2017

- Netflix : 14%
- Google (YouTube inclus) : 18%.

125 millions d'abonnés dans le monde dont 3,5 millions en France ([Numerama 2018](#)).

## Les chiffres (2).

La vidéo [Gangnam Style](#) (2,8 milliards de vues sur YouTube) a consommée la production d'une centrale (*nucléaire ?*) pendant un an ([fournisseur-energie.com 2018](#)).

Une **heure de vidéo hebdomadaire** sur un smartphone ou une tablette correspond à la consommation de **deux réfrigérateurs neufs** ([Digital Power Groupe de 2013](#) sponsorisé par deux charbonniers US). Voir la page 3 du rapport [Cloud\\_Begins\\_With\\_Coal.pdf](#) et le calcul dans la première note

Netflix utilise la division cloud d'Amazon, [Amazon Web Services](#) (AWS). Les données sont répliquées dans trois régions AWS : Virginie du Nord et Oregon aux Etats-Unis, Dublin en Irlande. Pour l'architecture de NextFlix voir le lien :

<https://www.macg.co/ailleurs/2018/03/que-se-passe-t-il-quand-vous-appuyez-sur-lecture-dans-netflix-101639>

## Que faire ?

- [Sciences et Avenir](#) : ne pas abuser du streaming.
- [Greenpeace](#) : regarder les films en basse définition.
- [Marc Thivolle](#) : aller au cinéma.

## Le début

- Un calcul de mars 2019 donne une consommation annuelle de 38,7 TWh par an, soit un peu moins de sept centrales nucléaires.
- Un calcul de mars 2017 de Marc Bevand donne une fourchette de 4,12 – 4,73 TWh par an. Ce calcul, réactualisé par Jean-Paul Delahaye donne 40 TWh par an.
- En novembre 2018 une étude de Coinshares estimait à 77,6% le pourcentage d'énergie renouvelable utilisé pour le minage.  
En décembre 2018 une étude du Centre pour la finance alternative de l'Université de Cambridge donnait une estimation de 28% le pourcentage d'énergie renouvelable utilisé pour le minage.  
« Un taux revu à la baisse » comme l'indique le site !

<https://bitcoin.fr/quelle-est-la-consommation-electrique-du-reseau-bitcoin/>

La suite

**Site en construction**

## En guise de conclusion : les paradoxes du cloud (1)

- **L'image du cloud** est celle d'une technologie innovante, souple et immatérielle. Sa réalité est celle d'une machinerie digne de l'âge d'or de la révolution industrielle.
- **Un contrôle personnel accru** : pour optimiser la production et la consommation d'énergie il faut collecter un grand nombre de données personnelles sur le comportement énergétique de l'ensemble de la population mondiale.
- **Une technologie de plus en plus gourmande** : pour optimiser la production et la consommation d'énergie, il faut utiliser des techniques gourmandes en énergie (analyse d'un grand nombre de données à l'aide de l'intelligence artificielle).
- **Paradoxe de Jevons** : plus les techniques progressent, plus les capacités de stockage et de communication augmentent, plus les besoins explosent.

## En guise de conclusion : les paradoxes du cloud (2)

- **Des processus de mise à jour simplifiés** : avec le développement des moyens de communication autorisés par internet, les processus de mise à jour des systèmes d'exploitation et des logiciels se sont accélérés. A la place de rares et lourdes mise à jour, des correctifs nombreux et trop facilement téléchargeables.
- **Une écriture du code accélérée**, moins performante. Une tendance à laisser l'utilisateur final essayer les plâtres de **versions sous-testées**.
- **Le chiffage des données** est un monstre énergivore.

### En guise de conclusion : les paradoxes du cloud (3)

- **Un choix de société implicite** : une grosse majorité de la consommation internet est consacrée au streaming. Donc à une activité récréative.
- **Le modèle économique d'internet** (vendre nos données personnelles) fait supporter le coût énergétique à l'ensemble de l'économie, y compris celle qui ne profite pas des nouvelles technologies.
- **Naïvement** je pense que le **coût d'achat** de nos données se répercute sur le **prix de revient** de tout produit nécessitant de la publicité. C'est-à-dire sur tous les produits.
- Le coût individuel de notre consommation énergétique lié à notre utilisation d'internet est **invisible** : les **forfaits** (internet, mobile, stockage cloud, plate-forme de streaming) lissent l'ensemble de nos consommations.

## Pour les aventuriers

Site de l'Agence du numérique (secrétariat d'état au numérique et à l'innovation du ministère de l'économie et des finances) : <http://www.ordi3-0.fr/impact-environnemental-numerique.html>

Les autres liens que je n'ai pu eu le temps d'explorer à fond (1) :

- [https://inria.fr/content/search/\(text\)/cout+%C3%A9nerg%C3%A9tique+du+cloud](https://inria.fr/content/search/(text)/cout+%C3%A9nerg%C3%A9tique+du+cloud)
- <https://www.qwant.com/?q=co%C3%BBt%20%C3%A9nerg%C3%A9tique%20du%20cloud&t=web>
- <https://www.connaissancedesenergies.org/qui-dit-numerique-dit-zero-energie-130213>
- <https://www.connaissancedesenergies.org/comment-juge-t-la-qualite-de-lelectricite-150729>
- <https://www.google.com/about/datacenters/inside/streetview/>
- [https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/le-numerique-peut-il-acceler-la-transition-energetique\\_108220](https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/le-numerique-peut-il-acceler-la-transition-energetique_108220)
- <https://decrypterlenergie.org/la-revolution-numerique-fera-t-elle-exploser-nos-consommations-denergie>

## Pour les aventuriers

Les liens que je n'ai pu eu le temps d'explorer à fond (2) :

- [https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/conso/alexia-amazon-promet-de-calmer-les-rires-effrayants-de-son-assistant-vocal\\_121870](https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/conso/alexia-amazon-promet-de-calmer-les-rires-effrayants-de-son-assistant-vocal_121870)
- <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.html>
- <https://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/efficacite-energetique/data-centers-reduire-facture-energetique-rester-competitifs.php>
- [https://www.sciencesetavenir.fr/decryptage/pourquoi-les-centres-de-traitement-des-donnees-migrent-ils-au-nord\\_37030](https://www.sciencesetavenir.fr/decryptage/pourquoi-les-centres-de-traitement-des-donnees-migrent-ils-au-nord_37030)
- <https://www.arec-idf.fr/action/val-deurope-chauffé-grâce-à-un-datacenter>
- [https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/les-donnees-mobiles-seraient-bien-plus-energivores-que-les-datacenters\\_115559](https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/les-donnees-mobiles-seraient-bien-plus-energivores-que-les-datacenters_115559)
- [www.leparisien.fr/societe/la-pollution-invisible-du-net-10-01-2017-6546294.php](http://www.leparisien.fr/societe/la-pollution-invisible-du-net-10-01-2017-6546294.php)

## Pour les aventuriers

Les liens que je n'ai pu eu le temps d'explorer à fond (3) :

- <https://www.sandvine.com/hubfs/downloads/phenomena/2018-phenomena-report.pdf>
- <https://www.01net.com/actualites/netflix-capte-14percent-du-traffic-internet-en-france-1464642.html>
- <https://www.numerama.com/tech/345734-netflix-resultats-q1-2018-tacle-cannes-125-millions-abonnes.html>
- <https://usbeketrica.com/article/les-cables-d-internet-qui-sont-ils-quels-sont-leurs-reseaux>
- [www.leparisien.fr/high-tech/internet-quasi-triplement-du-traffic-mondial-entre-2015-et-2020-08-06-2016-5866481.php](http://www.leparisien.fr/high-tech/internet-quasi-triplement-du-traffic-mondial-entre-2015-et-2020-08-06-2016-5866481.php)
- <https://theshiftproject.org/article/pour-une-sobriete-numerique-rapport-shift/>
- <https://media.netflix.com/fr/company-blog/completing-the-netflix-cloud-migration>
- [https://www.lepoint.fr/pop-culture/series/derriere-votre-ecran-comment-fonctionne-netflix-03-04-2017-2116806\\_2957.php](https://www.lepoint.fr/pop-culture/series/derriere-votre-ecran-comment-fonctionne-netflix-03-04-2017-2116806_2957.php)

## Pour les aventuriers

Les liens que je n'ai pu eu le temps d'explorer à fond (4) :

- <https://wordlesstech.com/the-cost-of-powering-the-internet-infographic/>
- [https://www.nytimes.com/2012/09/23/technology/data-centers-waste-vast-amounts-of-energy-belying-industry-image.html?hp&pagewanted=all&\\_r=0](https://www.nytimes.com/2012/09/23/technology/data-centers-waste-vast-amounts-of-energy-belying-industry-image.html?hp&pagewanted=all&_r=0)
- <https://www.theverge.com/2012/9/23/3377868/cloud-internet-infrastructure-waste-energy-new-york-times>
- <https://www.eco-systemes.fr/presse-et-documentation>
- <https://www.journaldunet.com/solutions/expert/68947/l-impact-environnemental-du-data-center---une-responsabilite-partagee.shtml>
- <https://www.cellie.fr/2018/10/24/les-datacenters-des-enjeux-economiques-et-environnementaux/>
- <http://www.influenceursduweb.org/impact-energetique-des-datacenters/>
- <https://usbeketrica.com/article/le-numerique-mauvais-eleve-de-la-transition-energetique>
- <https://www.arobase.org/actu/chiffres-email.htm>

## Pour les aventuriers

Quelques documents cités au cours de cette session :

- Rapport 2018 de RTE : [be\\_pdf\\_2018v3.pdf](#)
- Note de l'UFE du 18 janvier 2017 : [ufe\\_data\\_centers\\_0.pdf](#)
- Brochure de l'Ademe : [guide-pratique-internet-courriels-reduire-impacts.pdf](#)
- Rapport de Greenpeace publié en janvier 2017 : [ClickClean2016 HiRes.pdf](#)
- Rapport de la société Sandvine : [2018-phenomena-report.pdf](#)
- Rapport du Digital Power Groupe de 2013 : [Cloud\\_Begins\\_With\\_Coal.pdf](#)

## Redéfinition de l'objectif



Passer de l'état de maitre des arbres ...

## Redéfinition de l'objectif



... à celui de vieux geek fatigué.