ZÉRODÉCHET STRASBOURG

LA POLLUTION
NUMERIQUE

EDITION2020

Le secteur numérique consomme environ 10% de l'électricité mondiale selon un rapport de l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (ADEME).

C'est autant que le secteur de l'aviation civile. Si rien n'est fait, en 2025, le numérique polluera autant que le trafic automobile mondial.

Dans un tel contexte, comment pouvons-nous réduire la pollution numérique ?

La pollution numérique existe-t-elle vraiment ?

La pollution numérique, aussi connue sous le nom de pollution digitale est un phénomène bien réel. A cause de son apparence immatérielle, le numérique est perçu à tort comme un outil permettant de réduire la consommation de ressources, d'énergie et sans impact direct sur l'environnement.

Or, selon le chercheur Laurent Lefevre, la pollution numérique consomme 10% de l'électricité mondiale[1].

Le système numérique fait aujourd'hui partie de l'économie mondiale et du système social. La consommation d'internet en termes d'énergie et de ressources est à appréhender dans son ensemble. Bien que le réseau internet puisse paraître dématérialisé aux yeux des utilisateurs, celui-ci repose sur des infrastructures physiques bien réelles. Pour qu'Internet, le wifi, les ordinateurs, le « cloud » fonctionnent, ce sont des kilomètres de câbles, des centaines de milliers d'antennes relais, des fermes de data-centers et beaucoup d'autres infrastructures qui sont nécessaires. Selon l'ADEME, si internet était un pays ce serait la sixième nation la plus polluante du monde.

Sommaire :

[1] Source : https://www.greenpeace.fr/la-pollution-numerique/ . Chiffre de 2017

I. Qu'est-ce que la pollution numérique ? 4
1. La pollution engendrée par la fabrication de nos outils informatiques : 4
2. La pollution engendrée par le fonctionnement du réseau 5
II. Comment adopter des comportements plus vertueux ? 6
1. Bien s'équiper 7
a. L'impact écologique de chaque support. 8
b. Des appareils porteurs de labels environnementaux 9
c. Garder ses équipements plus longtemps 10
2. La navigation web 11
a. Une recherche web, comment ça marche ? 11
b. Le choix des moteurs de recherche 11
c. Des recherches plus responsables 12
3. Les e-mails 13
a. L'envoi d'un mail, comment ça marche ? 13
b. Le choix de la boite mail 14
c. Réduire l'impact de ses mails envoyés 14
d. Nettoyer sa boite mail 14
4. Le streaming 15
5. Quand on ne l'utilise pas ? 15
a. Limiter la consommation d'énergie 15
b. Recycler 16
6. Pour aller plus loin ? 18
a. Comment bien imprimer? 18
b. Où sauvegarder ses données ? 18

I. Qu’est-ce que la pollution numérique ?

La pollution numérique désigne l’ensemble de la pollution générée par les nouvelles technologies. Elle est de deux ordres : la pollution engendrée par le fonctionnement du réseau internet et la pollution engendrée par la fabrication des outils informatiques.

Nos modes de vies ont entrainé un besoin numérique important et qui ne cesse de croitre. Cette activité numérique (visionnage de film en streaming, recherche internet, objets connectés, mails…) demande énormément d’énergie et émet des gaz à effet de serre (GES).

Les activités numériques représentent, en 2019 selon l’ADEME, 4% des émissions des GES au niveau mondial. C’est à peu de chose près l’équivalent des émissions du secteur de l’aviation civile ou d’un pays comme l’Allemagne.

1. La pollution engendrée par la fabrication de nos outils informatiques :

Pour fabriquer un support numérique comme un ordinateur, une tablette ou un téléphone, il faut compter 16 fois son poids en matériaux. Le ratio peut être beaucoup plus important selon les composants. Il est à préciser que les matériaux nécessaires à la construction des supports numériques sont des matériaux rares qui proviennent de ressources fossiles (or, platine, tantale, lanthane, plomb, mercure…). Selon le chercheur Laurent Lefèvre, ce sont 45 minerais différents qui sont extraits. L’extraction de ces matériaux rares entraine une pollution des sols, de l’air et des eaux. Derrière ces impacts environnementaux il ne faut pas oublier les impacts humains. En raison de ce facteur Humain les minerais extraits pour la fabrication des supports numériques sont aussi appelés « minerais du sang ».

La fabrication des supports informatiques représente 50% de la consommation mondiale de l’électricité dans le secteur des nouvelles technologies. Par ailleurs cette fabrication intensive d’appareils numériques est accrue par « l’obsolescence programmée ».

Le sac à dos écologique d’un objet numérique, c’est-à-dire l’ensemble des étapes de son cycle de vie, de l’extraction des matières premières à son élimination, génère des émissions de CO2 importantes. C’est ce qu’on appelle le poids carbone.

La vie numérique est quelque peu paradoxale. On dématérialise pour polluer moins, or plus on dématérialise plus on utilise de matériaux, plus on allège le poids des supports numériques plus on alourdit leurs impacts environnementaux.

Par exemple, un ordinateur de 2kg représente 800kg de matières premières et 169 kg de CO2 selon l'ADEME. La production du support numérique demande alors plus d'énergie et pollue plus durant sa fabrication que durant le reste de sa durée d'utilisation. Cette pollution est principalement due à la nature des composants comme le tantale (présent dans les téléphones portables) ou l'indium (indispensable aux écrans plats LCD) ; mais aussi au transport de ces matériaux et des différents composants à travers le monde.

2. La pollution engendrée par le fonctionnement du réseau

L'ensemble des informations numériques sont collectées, traitées et stockées dans des centres de stockage appelé data centers. Ces centres rassemblent de plus en plus d'information, appelées big data, ce qui a pour conséquence d'accroitre leur consommation énergétique. On dénombre plus de 4 000 centres de données à travers le monde. Ces infrastructures énergivores consomment 10 fois plus d'énergie qu'un bâtiment classique, cela s'explique par le besoin constant de refroidir les processeurs. La climatisation et les systèmes de refroidissement représentent de 40 à 50 % de la consommation énergétique des data centers[2]. De plus ces énergies proviennent souvent de ressources fossiles.

Plus simplement, les data center représentent 25% de l'empreinte environnementale du web. Selon l'Union Française de l'Electricité (UFE), il existe 180 data centers en France. D'après le réseau de Transport d'Electricité (RTE) un seul data center consomme autant d'énergie que 30 000 habitants européens.

[2] Gimelec

Selon le rapport de l'ADEME de 2019[3], les émission de GES générées par le numérique sont réparties de la sorte :

- Les infrastructures réseaux : 28%
- Les data-centers : 25%
- Les équipements des consommateurs (objets connectés, smartphones, ordinateurs, GPS…) : 47%

Le secteur de l'informatique est responsable, en 2019 selon l'ADEME, de 4% des émissions mondiales de GES. L'augmentation des outils informatiques et numériques laisse prévoir un doublement de cette empreinte carbone d'ici 2025.

La consommation de ce secteur d'activité croit en même temps que son usage. Elle est aujourd'hui plus importante que celle de certains pays comme la Russie ou le Japon.

II. Comment adopter des comportements plus vertueux ?

Du côté des entreprises, certaines ont déjà commencé à réduire leur empreinte carbone. Pour ce faire elles recherchent les emplacements de leurs data centers en fonction de leur accessibilité aux énergies renouvelables. Des alternatives sont également trouvées pour mieux gérer le fonctionnement des data centers. Par exemple, ces infrastructures produisent énormément de chaleur en raison du stockage des données. Cette chaleur est réutilisée, dans certains cas, pour alimenter l'infrastructure elle-même ou d'autres bâtiments. Certaines sont même auto-suffisantes en électricité grâce à ce processus. A titre d'exemple, la piscine de « La Butte aux Cailles », 13ème arrondissement, à Paris est chauffé grâce à ce processus.

Voici un graphique présentant la consommation énergétique de plusieurs géants du numérique :

[3] Source : https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-face-cachee-numerique.pdf

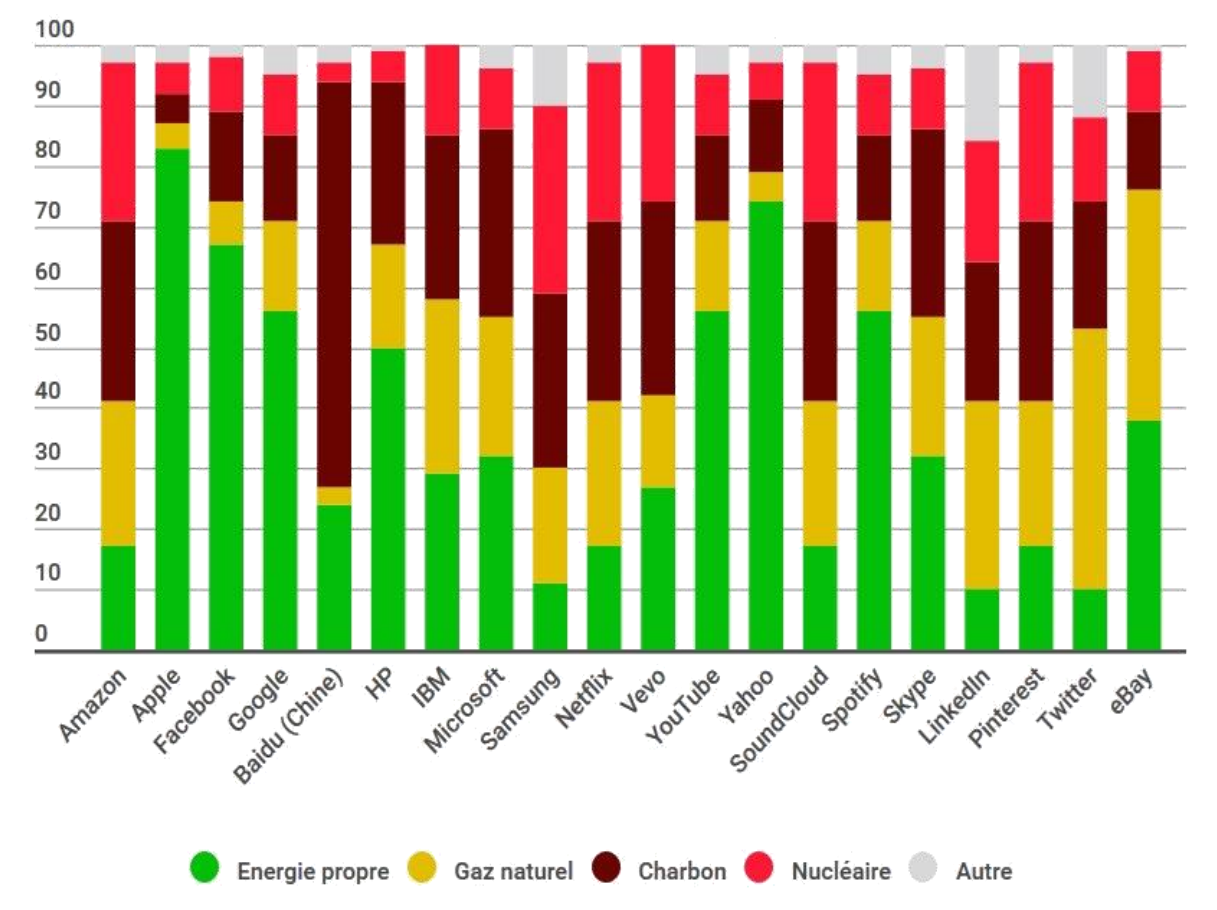


Figure 1 Graphique représentant la consommation d'énergie de géant du numérique.
Source : https://www.supinfo.com/articles/single/4897-pollution-numerique

En tant que particuliers, nous pouvons réduire la pollution numérique. Il existe des solutions simples que nous allons détailler dans les points suivants.

1. Bien s'équiper

Tout d'abord, il s'agit de s'équiper léger. Il faut adapter ses supports numériques à ses besoins. Par ailleurs, certains équipements sont plus écologiques que d'autres.

Voici quelques conseils pour bien s'équiper.

a. L'impact écologique de chaque support.

La définition des besoins est très importante pour choisir quel support numérique va être utilisé. Il est à noter que les supports n'ont pas tous la même consommation énergétique. Par exemple, une tablette numérique consomme environ 3 fois moins d'énergie qu'un ordinateur portable qui consomme lui-même 3 fois moins qu'un ordinateur fixe.

La manière dont nous utilisons les supports numériques est également très importante. Par exemple, une connexion par fil (câble Ethernet) consomme moins qu'une liaison Wi-Fi. Autre exemple, une recherche sur un moteur de recherche consomme 100 watts sur un ordinateur fixe contre 20 watts sur un ordinateur portable[4].

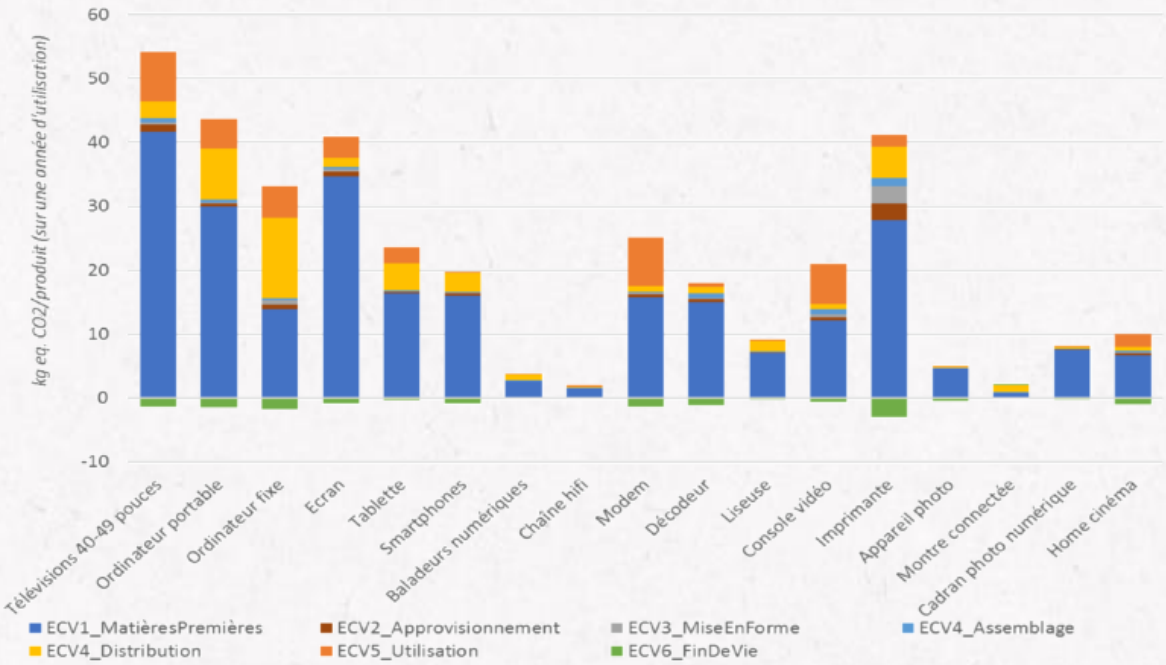
Un chiffre encourageant : selon l'ADEME, la consommation moyenne des écrans vendus en France a diminué de 60% entre 2008 et 2013 et ce malgré l'augmentation de la taille des écrans.

Equipement	Consommation d'énergie
Smartphone	De 2 à 7 kWh/an
Tablette	De 5 à 15 kWh/an
Ecran	De 20 à 100 kWh/an
Ordinateur portable	De 30 à 100 kWh/an
Ordinateur fixe	De 120 à 250 kWh/an
Box (internet+ TV)	De 150 à 300 kWh/an (c'est autant qu'un grand réfrigérateur)

Figure 2 : Des équipements plus ou moins économes. Sources ADEME et Greenlt

[4] Étude WEA par le Green Code Lab, 2013

Les supports numériques consomment de l'énergie bien avant d'être entre nos mains. Outre la consommation énergétique, il faut bien prendre en compte la réparabilité de ce matériel. Par exemple, un PC fice est souvent plus modulaire et donc réparable qu'un PC portable. Voici ce qu'ils consomment en une année d'utilisation :



Source : Greenpeace

b. Des appareils porteurs de labels environnementaux

Pour avoir des appareils respectueux de l'environnement il peut être intéressant d'opter pour des supports labélisés. Voici une liste des différents labels existants :

Label	Appareils concernés	Signification
EPEAT	Ordinateurs et écrans	Économes, recyclables, réutilisables ou réparables. Absence ou limitation de certaines substances dangereuses pour la santé.
Écolabel Nordique	Ordinateurs et imprimantes	Économes, réparables. Absence ou limitation de certaines substances dangereuses pour la santé.
L'Ange Bleu	Ordinateurs, imprimantes, téléphones portables	Économes, recyclables et réparables. Absence ou limitation de certaines substances dangereuses pour la santé.
TCO	Ordinateurs, écrans, tablettes et téléphones portables	Économes, recyclables, réutilisables ou réparables, résistants dans la durée. Absence ou limitation de certaines substances dangereuses pour la santé.

Certaines marques sont à connaitre quand on parle de numérique plus éthique comme par exemple Fairphone qui depuis 2013, propose des téléphones plus respectueux de l'environnement et qui répondent aux critères du commerce équitable.

c. Garder ses équipements plus longtemps

Les supports numériques font face à ce qu'on appelle l'obsolescence programmée. Cette obsolescence s'illustre dans la fragilité des objets, le coût trop important d'une réparation, l'indisponibilité des pièces détachées…

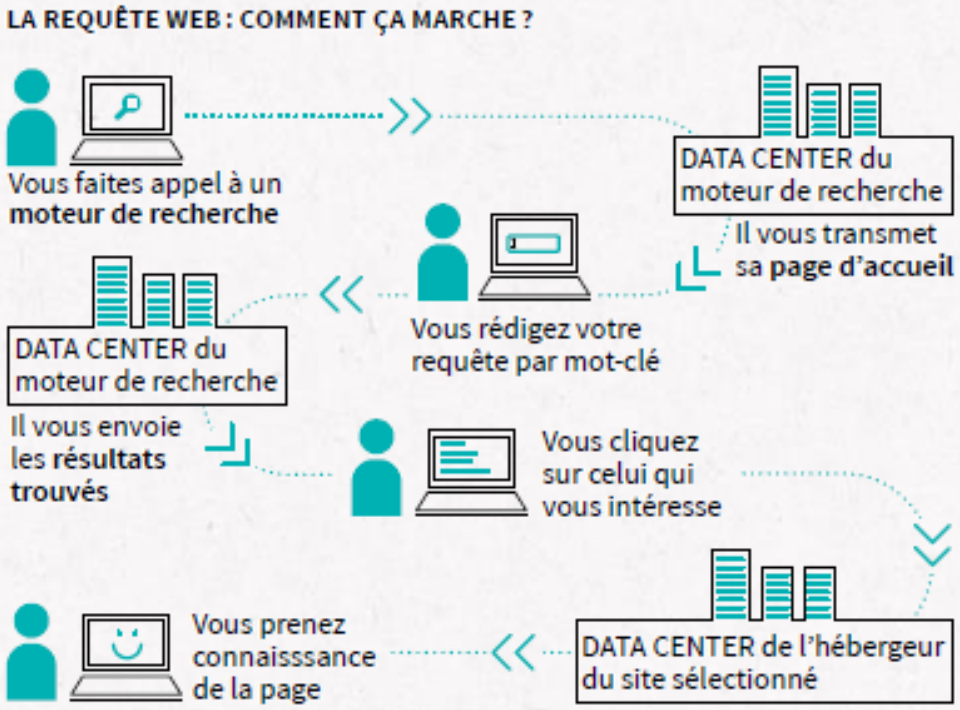
Pour lutter contre ce phénomène il est important de bien entretenir ses équipements et le cas échéant de les réparer. Ce faisant, on réduit l'impact carbone des produits. Par exemple, passer de 2 à 4 ans la durée de vie d'un ordinateur améliore son bilan environnemental de 50% selon l'ADEME.

Pour ne pas céder à la pression de l'obsolescence voici quelques conseils :

- Tant que le support numérique fonctionne ne pas le remplacer par un nouveau.
- Réparer le plus possible
- Réinstaller le système avec une alternative plus légère (Linux par exemple)
- Si le support est irréparable le remplacer par un produit d'occasion (reconditionné, de second main…) et low-tech.

2. La navigation web

a. Une recherche web, comment ça marche ?



b. Le choix des moteurs de recherche

Différenciation entre un moteur de recherche et un navigateur :

Le navigateur est le logiciel que vous utilisez pour naviguer sur internet. Comme par exemple : Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome ou encore Safari.

Le moteur de recherche est un site web ou logiciel web qui permet de retrouver les informations sur le internet comme Google, Yahoo, Bing…

Tout le monde utilise Google, nous sommes habitués est habitué à cette interface intuitive, on utilise la suite Google, drive, Gmail, Google photos… En bref, c'est pratique. Mais quand vous effectuez une recherche sur Google, c'est 5 à 7 grammes de CO2 qui sont émis. Selon l'institut Médiamétrie, un internaute français effectue en moyenne 2,66 recherches web par jour. Selon l'ADEME, ce sont 9,9 kg de CO^2 qui sont produit par an et par internaute.

Pour limiter cet impact vous pouvez utiliser des moteurs de recherche tout aussi efficaces mais plus éthiques comme :

- Lilo qui reverse une partie des revenus publicitaires à des projets écologiques et durables.
- Ecosia qui transforme vos clics en arbres plantés
- Qwant qui est un moteur de recherche français qui respecte votre vie privée
- Ecogine qui redistribue à des associations à but environnementale les revenus publicitaires.

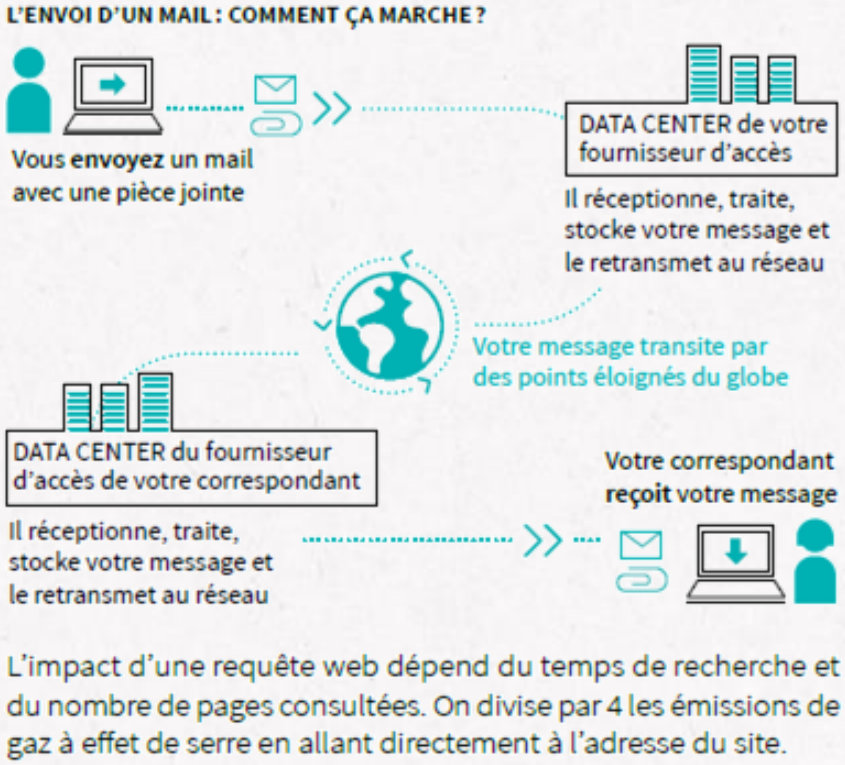
c. Des recherches plus responsables

Nous venons de le voir, une recherche sur Google c'est 5 à 7 grammes de CO2 qui sont émis. Pour réduire ces émissions il y a quelques petites astuces qui sont à la portée de tous :

- Vous pouvez rentrer directement l'adresse du site que vous souhaitez visiter. Ainsi, par exemple, au lieu de taper zéro déchet Strasbourg dans la barre de recherche rentrez l'url « zds.fr » et vous tomberez directement sur notre site internet.
- Créez des favoris pour tous les sites que vous consultez régulièrement
- Utilisez des mots clés précis pour limiter la sollicitation des serveurs. Vous pouvez également utiliser la « recherche avancée » pour avoir des résultats ciblés.
- Evitez d'ouvrir plusieurs onglets à la fois et surtout pensez à fermer ceux que vous n'utilisez pas.
- Videz le « cache » de votre navigateur et votre historique de navigation.
- Utilisez un bloqueur publicitaire, comme Mudblock origin ou Adblock, pour limiter le fonctionnement des animations flash
  (plus d'informations sur : https://antipub.org/se-defendre/internet/ordinateur/).

3. Les e-mails

a. L'envoi d'un mail, comment ça marche ?



La pollution liée aux emails s'appelle la « **pollution dormante** ». Cette pollution est en partie due à la conservation des messages dans la boite de réception ce qui fait fonctionner les serveurs en permanence. Rappelons que ces données sauvegardées, ces big data, font tourner cinq centrales nucléaires dans le monde.

Envoyer un mail de 1Mo à une seule personne équivaut à la consommation électrique d'une ampoule de 25W pendant une heure et rejette 10 gramme de CO2 soit l'équivalent de ce que peut absorber un arbre en une journée. [5]

Pour réduire cette pollution dormante il faut avoir une utilisation plus raisonnée. Quelques gestes simples peuvent être mis en pratique.

[5] Source : ADEME

b. Le choix de la boite mail

Il existe aujourd'hui plusieurs messageries écoresponsables. On peut notamment citer :

- Mail.Lilo (https://mail.lilo.org/),
- Ecomail.fr (https://mail.ecomail.earth/),
- Newmanity (https://newmanity.com/).

Chacune de ces plateformes a des avantages et des inconvénients. Regardez les prestations réalisées par chacune et choisissez celle qui vous convient.

c. Réduire l'impact de ses mails envoyés

Pour réduire l'impact des emails que vous envoyez, quelques gestes sont à préconiser :

- Ciblez les destinataires : évitez les listes de diffusion,
- Enregistrez sur votre ordinateur les pièces jointes reçues
- Supprimez les pièces jointes des messages auxquels vous répondez,
- Transmettez les fichiers au format compressés ou en basse définition. Encore mieux, utilisez des sites de dépôt temporaire. Sinon l'idéal reste la clé USB.
- Si votre signature de mail comprend un logo, fusionnez votre signature et le logo en une seule image en basse définition.

L'impact de l'envoi d'un mail dépend du poids des pièces jointes, du temps de stockage sur un serveur mais aussi du nombre de destinataires. Multiplier par 10 le nombre des destinataires d'un mail multiplie par 4 son impact.

d. Nettoyer sa boite mail

Pour nettoyer votre boite mail, il suffit de :

- Videz régulièrement le stockage inutile présent sur votre boite mail (corbeille, emails envoyés, brouillon, mails déjà traités…).
- Désabonnez-vous des newsletters et autre contenu publicitaire non lus.
- Nettoyez la liste de vos contacts.
- Luttez contre les spams qui représentent 9 mails sur 10 dans le monde selon l'ADEME.
- Téléchargez les mails à archiver sur votre ordinateur et les supprimer de votre boîte mail.

Pour nettoyer vos boites mails sans effort vous pouvez utiliser des outils comme *Cleanfox* (https://www.cleanfox.io/fr/). Cette plateforme permet à toute les personnes ayant un compte Gmail de se désabonner des newsletters non lues. Cette démarche permet de nettoyer sa boite mail pour y voir plus clair tout en réduisant son empreinte carbone.

4. Le streaming

Le streaming est à l'origine de 60% des flux de données mondiaux et génère 300 millions de tonnes de CO^2 selon Greenpeace. Cela équivaut à 1% des émissions mondiales de GES. Pour limiter l'impact du streaming quelques gestes simples peuvent être mis en place :

- Ai-je vraiment envie de regarder cette vidéo/ d'écouter cette musique ?
- Téléchargez légalement, au lieu de regarder en streaming.
- Pour la musique mieux vaut écouter les plateformes de streaming audio plutôt que regarder les clip vidéos.
- Evitez la 4G, elle consomme 23 fois plus d'énergie que la Wi-Fi.
- Visionnez les vidéos en basse définition
- Bloquez la lecture automatique des vidéos sur les réseaux sociaux (Facebook, Youtube, Instagram)
- Choisissez une résolution adaptée à votre écran : par exemple pour un écran de 13 pouces, une résolution à 360 pouces est suffisante.
- Partagez vos films préférés à vos amis sur clés USB ou disque dur.

5. Quand on ne l'utilise pas ?

a. Limiter la consommation d'énergie

Dans la sphère privée comme dans la sphère publique les supports numériques sont l'une des principales sources de consommation électrique. Il faut donc limiter leur consommation énergétique. Pour ce faire :

- Eteignez les appareils non utilisés. Les éteindre et non pas les laisser en veille car la petite diode de veille consomme beaucoup d'électricité.
- Activez l'économiseur d'énergie sur vos smartphones, tablettes et ordinateurs.
- Utilisez des multiprises à interrupteur pour couper l'alimentation de tous vos équipements.
- Limitez le nombre de programmes ouvert en même temps

- Désactivez les fonctions tels que le GPS, le Wi-Fi, le Bluetooth… sur vos appareils numériques quand vous ne vous en servez pas.
- Eteignez votre box quand vous ne l'utilisez pas.

b. Recycler

Avant de jeter votre matériel que vous n'utilisez plus, pensez au ré-emploi. Il est possible de le donner à des structures d'informatique solidaire qui vont le reconditionner, effacer les données, et en faire profiter des familles dans le besoin. Il existe aussi des structures d'électroménager de seconde main qui font appel à de la main d'œuvre en réinsertion.

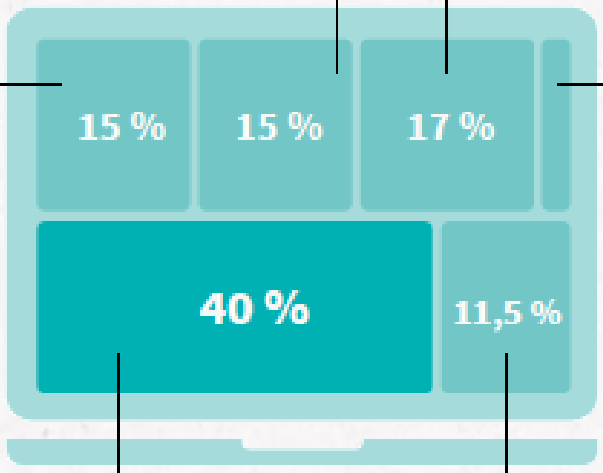
Une fois inutilisables, les appareils numériques deviennent des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) dont la collecte et le traitement sont obligatoires. La plupart des matériaux sont recyclables et réutilisables (or, platine, tantale, lanthane, néodyme, yttrium…). D'autres sont dangereux (plomb, brome, arsenic, chlore, mercure, cadmium…). Il est donc important de ne pas garder chez soi d'anciens appareils car ils représentent un précieux gisement de matériaux. L'ADEME rappelle à titre d'exemple qu'un ordinateur est composé à 40% de plastique. Ce dernier peut être recyclé et réutilisé dans l'industrie automobile.

ORDINATEUR PORTABLE ET SMARTPHONE : QUELLES COMPOSITIONS ?

Cartes électroniques recyclées en fonderies spécialisées pour récupérer les métaux, le reste est valorisé énergétiquement

Substances réglementées condenseurs incinérés, batteries traitées et recyclées

Métaux ferreux recyclés et utilisés pour des armatures métalliques de construction



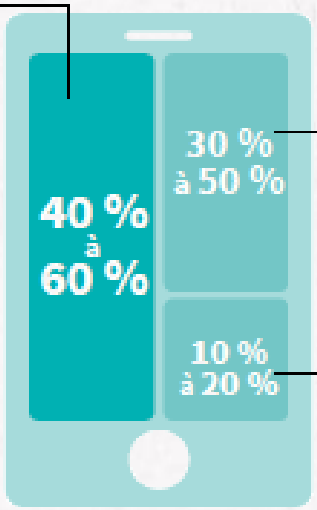
1,5 % Autres matériaux dépollués, en partie recyclés, valorisés énergétiquement, enfouis en décharge

Plastiques recyclés en partie et utilisés dans l'industrie automobile

Métaux non ferreux aluminium, cuivre…recyclés pour la fabrication de pièces automobiles, de câbles…

Métaux

- 80 à 85 % de métaux ferreux et non ferreux cuivre, aluminium, zinc, étain, chrome, nickel…
- 0,5 % de métaux précieux or, argent, platine, palladium…
- 0,1 % de terres rares et métaux spéciaux europium, yttrium, terbium, gallium, tungstène, indium, tantale…
- 15 à 20 % d'autres substances magnésium, carbone, cobalt, lithium…



Plastiques et matières synthétiques

Verre et céramique

Source : Eco-systèmes, Oeko-Institut, EcoInfo et Sénat

6. Pour aller plus loin ?

a. Comment bien imprimer?

Contrairement aux idées reçues, le développement du numérique ne s'est pas accompagné d'une baisse de la consommation de papier. Ainsi, il faut adopter quelques gestions simples pour limiter les impressions :

- Imprimez seulement ce qui est utile
- Paramétrez l'imprimante : optez pour une impression en noir et blanc, pour une qualité d'impression brouillon, imprimez en recto-verso, utilisez une police plus petite et plus économe, imprimez 2 pages par feuille…
- Imprimez au dos d'un brouillon
- Eviter les aplats de couleur
- Utilisez un papier labélisé (l'Écolabel Européen, l'Écolabel Nordique ou l'Ange Bleu.). Même chose pour les cartouches d'encre.
- Rendez votre document agréable à lire à l'écran : votre correspondant aura moins envie de l'imprimer.

b. Où sauvegarder ses données ?

Comme nous l'avons vu précédemment, internet n'est pas si dématérialisé que ça. Notre vie numérique a, au contraire, une forte dimension physique.

Le stockage de nos données s'effectue sur plusieurs équipements en fonction des usages. On peut donc avoir des sauvegardes sur nos ordinateurs, disques durs externes, clés USB… mais aussi, et de plus en plus fréquemment, sur des serveurs en ligne comme les boîtes mails et le Cloud. Le Cloud désigne l'ensemble des réseaux, serveurs et unités de stockage auquel les usagers se connectent via Internet.

Sur ces plateformes de stockage, nous accumulons photos, vidéos, mails, musiques, documents, des applications, des logiciels (streaming vidéos, suites bureautiques connectées…) avec une impression d'infini.

Afin de limiter au mieux ce stockage en ligne voici plusieurs conseils :

- Que ce soit en ligne ou sur vos équipements ne conservez que ce qui vous est utile, c'est la base du zéro déchet !
- Utilisez de préférence le stockage sur vos équipements. Chaque consultation de données dans le Cloud entraine plusieurs allers-retours entre le support de l'utilisateur et les serveurs.
- Pour garantir la sécurité de vos données en ligne, elles sont enregistrées sur plusieurs serveurs de manières simultanées. Pour limiter ce stockage non nécessaire vous pouvez désactiver la synchronisation automatique sur votre smartphone. En ce faisant vous éviterez une consommation d'énergie inutile et vous protégerez vos données contre des utilisations indésirables.
- Si le document sera consulté plusieurs fois il vaut mieux l'imprimer et supprimer sa version numérique.

Sources :

https://www.greenpeace.fr

https://www.ademe.fr/

https://www.supinfo.com/articles/single/4897-pollution-numerique

https://sciencespourtous.univ-lyon1.fr/numerique-ecologique-cest-possible/?doing_wp_cron=1584525441.9149971008300781250000

https://www.greencodelab.org/vie-du-green-code-lab/etude-web-energy-archive-la-consommation-energetique-des-sites-web-cote-utilisateur/

https://www.cleanfox.io/fr/

https://mail.lilo.org/

https://mail.ecomail.earth/

https://newmanity.com/

https://www.greenit.fr/

https://www.lemonde.fr/climat/article/2015/06/18/l-aviation-civile-en-roue-libre-sur-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre_4657266_1652612.html

https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/informatique/numerique-et-ecologie-les-data-centers-des-gouffres-energetiques_121838

http://citygreen.eu/consommation-electrique-data-center/

https://www.lemonde.fr/planete/article/2011/07/07/combien-de-co2-pesent-un-mail-une-requete-web-et-une-cle-usb_5982002_3244.html