

# Note Méthodologie et Données exploitées pour l'analyse et le bilan de l'édition 2022

**Disclaimer** : "Dans le domaine des impacts environnementaux du numérique : un chiffre est le résultat d'une estimation dans des conditions spécifiques, avec une méthodologie spécifique, des incertitudes, des sources ; Le chiffre ne représente que ce qu'il représente avec toutes les limites associées. Il est donc important de prendre connaissance de l'ensemble de ces limites et parfois la conclusion est la non fiabilité du chiffre en question ; par exemple les estimations des impacts potentiellement positifs du numérique sont basés sur tellement d'extrapolations et d'hypothèses exagérément optimistes qu'elles n'ont pas vraiment de sens."

Source : <https://learninglab.gitlabpages.inria.fr/mooc-impacts-num/mooc-impacts-num-ressources/Partie1/FichesConcept/FC1.3.4-FiabiliteResulatsChiffres-MoocImpactNum.html>

## **Résumé**

La raison d'être de l'analyse proposée ci-après a pour vocation d'expliquer les impacts négatifs évités lors de nos actions réalisées pendant les Cyber CleanUps, en dressant un bilan qui donne des ordres de grandeur. Nous souhaitons donc dans cette note vous partager en toute transparence notre approche méthodologique, ses limites et les choix que nous avons faits pour réaliser les équivalences d'impact.

Il convient de stipuler en introduction que l'enjeu essentiel de l'action du Cyber World CleanUp Day est de permettre une prise de conscience et la sensibilisation du plus grand nombre à l'impact environnemental du numérique. Le message essentiel que nous souhaitons adresser est de tout mettre en œuvre pour **prolonger la durée de vie** de ses équipements numériques, et de **permettre une seconde vie** de ses équipements.

Il convient également de stipuler qu'à l'heure actuelle, les différentes études menées sur l'impact du stockage et du transfert des données font [état d'une grande disparité dans les résultats](#). C'est également le cas pour les chiffres concernant les équivalences d'impact sur toute [l'analyse du cycle de vie des équipements numériques](#). De fait, le travail que nous avons mené est de définir quelle étude pouvait le mieux correspondre à l'objectif du Cyber World CleanUp Day en fonction des différents cas de figure :

1. Suppression de données via la suppression de fichiers locaux stockés directement sur les équipements numériques
2. Suppression de données sur un serveur local
3. Suppression de données dans le cloud
4. Collecte d'équipements numériques fonctionnels
5. Collecte d'équipements numériques non fonctionnels (DEEE)

Tout au long de cette note, vous avez accès à un certain nombre de tableaux, d'exemples et éléments de comparaison vous permettant de mieux comprendre la méthodologie appliquée pour chaque cas de figure. Et pour l'ensemble des données sélectionnées, vous retrouverez les sources et les liens associés.

### **A propos de l'empreinte estimée du Cloud**

L'empreinte que nous pouvons estimer concernant la manipulation de données dans le cloud reste conditionnée aux études existantes et dont les résultats sont, une fois encore, disparates. Le périmètre que nous avons fixé s'étend principalement sur le stockage (sans inclure le transfert) de fichiers dont les emails. Nous avons choisi de

retenir les chiffres de l'étude [Green Cloud Computing \(2021\) basée sur les travaux de Umweltbundesamt \(l'agence fédérale pour l'environnement d'Allemagne\)](#) qui permet une approche rationnelle du sujet. Les chiffres retenus et leurs limites sont explicités pour permettre une compréhension fine du sujet.

#### A propos de l'impact estimable du prolongement de la durée de vie des appareils

Comme nous le rappelions en introduction, l'impact réel de l'action est la contribution au non renouvellement de votre matériel - la fabrication des équipements représentant une très grande majorité de l'empreinte du numérique. Ainsi, par la réduction de la quantité de données stockées sur vos équipements, vous contribuez à prendre soin de vos équipements et à en allonger leur durée de vie.

Pour permettre l'établissement d'un bilan chiffré de cette action, notre travail a porté sur la recherche des données les plus pertinentes de l'impact carbone et de la durée de vie de chaque type d'équipement. En y associant ensuite des allongements moyens de durée de vie, nous avons proposé des projections d'économie sur le bilan environnemental des équipements.

#### A propos de l'impact de la collecte d'équipements

L'impact de la collecte d'équipements fonctionnels reprend les mêmes données que celles sélectionnées dans le cadre de l'allongement de la durée de vie des appareils (cf. paragraphe précédent). En France, la garantie légale de conformité sur les produits reconditionnés en France étant de 24 mois, nous sommes partis du postulat que chaque équipement reconditionné voyait sa durée de vie augmentée d'au moins 2 ans.

L'impact du recyclage d'équipements non-fonctionnels n'est en revanche lui pas calculé dans le cadre du Cyber World CleanUp Day car encore aujourd'hui très complexe à déterminer.

## 1 - LA RAISON D'ÊTRE ET NOS OBJECTIFS

La raison d'être de cette analyse a pour vocation d'expliquer les impacts négatifs évités lors de nos actions réalisées pendant les Cyber CleanUps, en dressant un bilan qui donne des ordres de grandeur. Nous souhaitons donc dans cette note vous partager en toute transparence notre approche méthodologique, ses limites et les choix que nous avons faits pour réaliser les équivalences d'impact.

Il convient de stipuler en introduction que l'enjeu essentiel de l'action du Cyber World CleanUp Day est de permettre une prise de conscience et la sensibilisation du plus grand nombre à l'impact environnemental du numérique. Le message essentiel que nous souhaitons adresser est de tout mettre en œuvre pour **prolonger la durée de vie** de ses équipements numériques, et de **permettre une seconde vie** de ses équipements.

Il convient également de stipuler qu'à l'heure actuelle, les différentes études menées sur l'impact du stockage et du transfert des données font [état d'une grande disparité dans les résultats](#). C'est également le cas pour les chiffres concernant les équivalences d'impact sur toute [l'analyse du cycle de vie des équipements numériques](#). De fait, le travail que nous avons mené est de définir quelle étude pouvait le mieux correspondre à l'objectif du Cyber World CleanUp Day en fonction des différents cas de figure :

6. Suppression de données via la suppression de fichiers locaux stockés directement sur les équipements numériques
7. Suppression de données sur un serveur local
8. Suppression de données dans le cloud
9. Collecte d'équipements numériques fonctionnels
10. Collecte d'équipements numériques non fonctionnels (DEEE)

Ces cinq cas de figure n'ont pas tous le même impact ni la même finalité.

1. Supprimer des fichiers stockés sur ses équipements a pour objectif final d'allonger la durée de vie. L'enjeu est de contribuer à diminuer la part d'équipements changés alors qu'ils sont encore fonctionnels. Naturellement, l'encombrement de la machine, induit peu à peu son ralentissement, voire l'impossibilité d'en mettre à jour le système d'exploitation. Cela peut donc ainsi être identifié comme une cause parmi d'autres du renouvellement de l'équipement, à l'instar des invectives marketing et bien sûr de la demande croissante de ressources nécessaires pour le fonctionnement des

applications, pages web et systèmes d'exploitation. Limiter le stockage de données sur son équipement est un bon moyen d'en prendre soin pour faire en sorte qu'il continue à fonctionner plus longtemps sans ralentir et donc moins ressentir le besoin de le changer.

2. Supprimer les données d'un serveur local rejoint globalement l'objectif précédent. L'enjeu est surtout d'éviter l'achat d'un nouveau serveur (plus puissant, plus grosse capacité de stockage, etc.).
3. Supprimer des données dans le cloud a avant tout pour objectif de prendre conscience de l'ensemble des données manipulées et transférées. Stockage et transfert sont intrinsèquement liés. Le coût environnemental de stockage dans le cloud représente, selon les études publiées jusqu'à ce jour, une part faible de l'empreinte environnementale du numérique. Le coût environnemental de transfert est lui un peu plus élevé. L'enjeu est donc avant tout d'être en capacité de **prendre conscience de l'immense quantité de données qu'on manipule** sans toujours se soucier de la taille de chaque fichier transféré. Pour autant, la manipulation croissante de toujours plus de données induit in fine plusieurs enjeux :
  - ENJEU D'ACCESSIBILITÉ : obligation pour la personne qui souhaite télécharger la donnée de disposer :
    - d'une bonne connexion internet
    - d'un ordinateur suffisamment puissant pour la télécharger
  - ENJEU ENVIRONNEMENTAL :
    - obligation pour la personne qui souhaite accéder à la donnée de la télécharger. Ainsi, plus j'utilise des données lourdes, plus j'exige un transfert important.
    - lorsque les données sont toujours plus nombreuses et toujours plus lourdes, il devient toujours plus nécessaire pour la personne qui souhaite la manipuler d'avoir, au-delà d'un réseau performant, un équipement performant. Ainsi, cela pousse, in fine, au renouvellement du matériel. Votre ancien ordinateur ou smartphone est-il en capacité de lire de manière fluide les dernières vidéos publiées ?
  - ENJEU DE BIEN-ÊTRE : plus je stocke de la donnée, des emails, etc., plus il m'est difficile de travailler sereinement. L'accumulation de données (v1, v2, v - old, v - temp...) diminue notre capacité à travailler de manière efficiente.

La prise de conscience souhaitée au niveau du cloud est ainsi : transférer moins et moins lourd pour éviter d'avoir à faire du tri . Et au niveau local : faire du tri régulièrement permet de prendre soin de son équipement et d'en allonger, **in fine**, sa durée de vie

4. Les smartphones ([l'ADEME](#) estime que 88% des français changent leurs téléphones alors qu'ils sont toujours en état de marche) ou ordinateurs sont souvent remplacés bien avant qu'ils ne tombent en panne. Ces anciens équipements pourtant encore fonctionnels restent la plupart du temps inutilisés dans les tiroirs alors qu'ils pourraient servir à d'autres personnes. En proposant de réparer et réutiliser, on participe au ré-emploi du matériel fonctionnel et à l'allongement de sa durée de vie. On contribue ainsi à limiter les ressources utilisées pour la fabrication de nouveaux équipements numériques.
5. Les équipements numériques qui ne sont pas réparables ou non réutilisables sont alors considérés comme des déchets. Pour limiter l'impact de la fin de vie de notre équipement numérique, il est important de l'apporter dans une filière normalisée de recyclage des DEEE (Déchets d'Equipements Electroniques). On participe ainsi à :
  - moins polluer et éviter que notre appareil se retrouve dans des décharges sauvages illégales à ciel ouvert
  - limiter l'extraction de nouvelles ressources en récupérant les matériaux que l'on peut réutiliser lors du recyclage
  - favoriser le traitement local des filières de recyclage et les emplois nécessaires associés

## **2 - L'EMPREINTE ESTIMÉE DU CLOUD**

L'empreinte que nous pouvons estimer concernant la manipulation de données dans le cloud reste conditionnée aux études existantes et dont les résultats sont, une fois encore, disparates. Le périmètre que nous avons fixé est le suivant :

- prise en compte uniquement du coût de stockage (et non le transfert)
- prise en compte uniquement de l'impact carbone (et non les autres impacts tout aussi importants, dont l'eau notamment)
- non prise en compte de l'impact de la suppression (déplacement du fichier) ni du chemin parcouru pour y accéder

- considération du fait que lorsqu'une donnée est supprimée, elle l'est réellement (plus de redondance ni d'autres sauvegardes).

Dès lors, nous avons choisi de retenir les chiffres de l'étude [Green Cloud Computing \(2021\) basée sur les travaux de Umweltbundesamt \(l'agence fédérale pour l'environnement d'Allemagne\)](#) qui permet une approche rationnelle du sujet.

#### Pourquoi avoir retenu cette étude ?

- Elle décrit une approche simple basée sur l'empreinte de 4 datacenters qui permet d'avoir une approche fine de l'empreinte de chacun de ces équipements.
- elle prend en compte quasiment l'ensemble du cycle de vie des serveurs
- elle propose des résultats cohérents comparés à [l'étude de Stanford](#) dont le périmètre est **transfert** + stockage et qui estime l'empreinte du cloud à 400g CO<sub>2</sub>eq / Go / an
- elle est utilisée comme référence (étude 2020) par la Direction interministérielle du numérique (DINUM) dans ses travaux intitulés "[L'impact des bonnes pratiques numériques écoresponsables au sein de votre organisation](#)"

#### Les limites :

- L'étude se base sur un périmètre restreint de 4 datacenters en Allemagne.
- Les datacenters de très grosses entreprises du cloud utilisent des data centers dont l'efficacité énergétique pourrait être supérieure
- Les données sont basées sur le mix-énergétique allemand. Les données de la plupart des organisations participantes devraient être hébergées au moins au sein de l'Union Européenne pour la plupart, comme l'oblige quasiment la RGPD. Les données des particuliers peuvent être hébergées n'importe où dans le monde. Quelques éléments sur le [mix-énergétique de chaque zone](#) :
  - Europe : 420 g Co<sub>2</sub>eq/kWh
  - France : 60 g Co<sub>2</sub>eq/kWh
  - Allemagne : 460 g Co<sub>2</sub>eq/kWh
  - [Monde](#) : 475 g CO<sub>2</sub>/kWh

Ainsi, le chiffre retenu est que la suppression de données permet ainsi de diminuer l'empreinte des données dans le cloud de **209,5 g CO<sub>2</sub> / Go / an**.

A l'aune de ces nouvelles données, les résultats des éditions 2020 et 2021 (bilans et infographies réalisés) ne seront pas comparables aux résultats de cette édition 2022. Il nous paraissait nécessaire d'une part, d'exploiter les dernières données à jour disponibles publiquement, et d'autre part d'aborder une méthodologie nous permettant de fournir un bilan reflétant une image la plus fidèle possible de l'impact des actions réalisées à travers le Cyber World CleanUp Day en rapport avec les enjeux environnementaux liés au numérique.

#### Calcul de notre bilan post opération Cyber CleanUp Données :

Nous mettons à disposition des organisateurs de Cyber CleanUp un calculateur basé sur les estimations évoquées précédemment, afin d'obtenir une équivalence carbonée de l'impact évité suite à la suppression des données dans le cloud, basé sur un poids total de données remonté via le formulaire bilan. Le calcul est donc le suivant :

- Poids total (Go) = poids des e-mails supprimés (Go) + poids des fichiers supprimés localisés dans le Cloud (Go)
- Impact évité sur 1 année (g CO<sub>2</sub>eq) = Poids total (Go) \* 209,5

Soit par exemple pour une opération d'un Cyber CleanUp ayant supprimé un total de 500 Go de données, un impact évité de 104,75 kg CO<sub>2</sub>eq. par année de stockage.

A partir du site <https://monconvertisseurco2.fr>, nous proposons des équivalences pour participer à la prise de conscience de l'impact évité - dans notre exemple précédent cela représente :

- 539 km de voiture parcouru
- 3,2 nouveaux smartphones fabriqués

### **3 - L'IMPACT ESTIMABLE DE LA PROLONGATION LA DURÉE DE VIE DU MATÉRIEL**

Comme nous le rappelions en introduction, l'impact réel de l'action est la contribution au non renouvellement de votre matériel. Ainsi, par la réduction de la quantité de données stockées sur vos équipements, vous contribuez à prendre soin de vos équipements et à en allonger leur durée de vie.

La fabrication des équipements représente une très grande majorité de l'empreinte du numérique. Les besoins moyens en matière et ressources pour la **fabrication d'un équipement bureautique représentent plus de 70% du bilan environnemental** de son cycle de vie sur une durée moyenne d'utilisation de 5 ans. ([Source ADEME](#))

A titre d'exemple, pour la fabrication d'un ordinateur de 2 kg, il y a besoin de 240 kg de combustibles fossiles, 2,2 kg de produits chimiques, 1000 L d'eau "bleu" et 500 kg de matières. (*Voir répartition de matériaux en annexe*).

Quelques chiffres pour comparer l'empreinte de fabrication et l'économie faite sur leur bilan environnemental de différents types d'équipements :

La dernière étude [ARCEP/ADEME de 2022](#) donne des chiffres actualisés de l'empreinte carbone des équipements numériques.

Les résultats retenus dans la [Base Carbone®](#) pour calculer l'impact à la fabrication sur le changement climatique (en kg CO<sub>2</sub>eq / produit) correspondent à un périmètre « cradle to gate » élargi qui comptabilise les émissions liées à :

- L'extraction des matières premières
- L'approvisionnement
- La mise en forme
- L'assemblage
- La distribution

L'empreinte carbone de l'équipement une fois fabriqué est irréductible. En revanche, en allongeant la durée de vie de l'équipement, on contribue à limiter la fabrication de nouveaux équipements. Par exemple, la durée de vie moyenne d'un ordinateur (fixe) étant de [6 ans](#), nous économisons le bilan de fabrication de 3 ordinateurs à chaque fois que nous prolongeons la durée de vie de plus de 2 ans de 10 ordinateurs. C'est une **économie sur le bilan environnemental de l'équipement d'environ 33%** (source : ADEME).



En partant des données de durées de vie moyenne de chaque type d'équipement, et faisant l'hypothèse que nous allongeons la durée de vie de chacun de ces équipements de 2 ans, nous dressons le tableau suivant pour en déduire une économie sur son bilan environnemental :

Type d'équipement (segmentation)	Impact à la fabrication (kg CO2eq / produit généré)	Durée de vie moyenne initiale (années)	Hypothèse : allongement de 2 ans la durée de vie (%)	-> Economie faite sur le bilan carbone (kg CO2eq / produit)
<b>Ordinateur fixe</b> (bureautique 6kg)	265	5	40%	106
<b>Ordinateur portable</b> (2 kg)	176	6	33%	58,1
<b>Smartphone</b> (0,3 kg - 5 pouces)	88,5	2,5	80%	70,8
<b>Tablette</b> (0,8 kg - de 9 à 11 pouces)	98,3	3	66%	64,9

Calcul de notre bilan post opération Cyber CleanUp Equipements :

Nous mettons à disposition des organisateurs de Cyber CleanUp un calculateur basé sur les estimations évoquées précédemment, afin d'obtenir une équivalence carbonée de l'impact évité suite à une collecte d'équipements fonctionnels auxquels on permet une seconde vie, basé le nombre d'équipements selon son type remonté

via le formulaire bilan.

On considère que tous les équipements fonctionnels récoltés verront leur durée de vie allongée de 2 ans - la garantie légale de conformité sur les produits reconditionnés en France est de 24 mois. Ainsi, on peut y associer une économie de leur bilan environnemental égale au ratio de l'allongement de la durée de vie moyenne initiale de chaque type d'équipement - voir tableau précédent.

Le calcul est donc le suivant :

- EOF = Economie d'un ordinateur fixe (kg CO<sub>2</sub>eq) = 106 \* Nb d'ordinateurs fixes fonctionnels
- EOP = Economie d'un ordinateur portable (kg CO<sub>2</sub>eq) = 58,1\* Nb d'ordinateurs portables fonctionnels
- ES = Economie d'un smartphone (kg CO<sub>2</sub>eq) = 70,8 \* Nb de smartphones fonctionnels
- ET = Economie d'une tablette (kg CO<sub>2</sub> eq) = 64,9 \* Nb de tablette fonctionnelles

Impact total évité (kg CO<sub>2</sub>eq) = EOF + EOP + ES + ET

Soit par exemple pour une opération d'un Cyber CleanUp ayant récolté un total de

- 20 ordinateurs fixes
- 100 ordinateurs portables
- 50 smartphones
- 10 tablettes

une économie potentielle de 12 116,8 kg CO<sub>2</sub>eq. soit plus de 12 tonnes CO<sub>2</sub>eq !

A partir du site <https://monconvertisseurco2.fr/>, nous proposons des équivalences pour participer à la prise de conscience de l'impact évité - dans notre exemple précédent cela représente :

- 62 782 km parcourus en voiture
- 369 nouveaux smartphones fabriqués

#### **4 - ANNEXE - QUELQUES CHIFFRES SUR LA FABRICATION D'UN ORDINATEUR**

La répartition de matériaux en % pour la fabrication d'un ordinateur de bureau

<b>Matériaux</b>	<b>Proportion (%)</b>
Plastiques	23%
Oxydes réfractaires (silice, etc.)	25%
Cuivre	6%
Fer	20%
<b>Terre rare*</b>	<b>2%</b>
Nickel	2%
Plomb	6%
Aluminium	7%

\*Le bilan de l'extraction de "terre Rare" sur l'environnement

1200 Tonnes de roches pour 1 Kg	<b>Lutécium</b>
8 Tonnes de roches pour 1 Kg	<b>Vanadium</b>
16 Tonnes de roches pour 1 Kg	<b>Célium</b>
50 Tonnes de roches pour 1 Kg	<b>Gallium</b>

Il est nécessaire de purifier à grandes eaux les roches extraites **200 M3 d'eau bleu par tonne de roches**

Les terres rares ont des propriétés très proches et leur séparation nécessite des produits acides. Pour obtenir une tonne de terres rares, on se retrouve ainsi avec **60 000 m<sup>3</sup> de déchets gaziers** avec de l'acide chlorhydrique, on **rejette 200 m<sup>3</sup> d'acide** dans l'eau et on génère **1 à 1,4 tonnes de déchets radioactifs**

Source : <http://multimedia.ademe.fr/infographies/infographie-terres-rares-ademe/>