

LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU NUMÉRIQUE

3.3.1 Quelle est l'empreinte environnementale d'un service numérique ?

Auteurs :

- Julie Delmas-Orgelet, DDemain / NegOctet
- Laurent Devernay, Simplon.co

Activité 07.1 : Quel est l'impact de votre navigation internet ?

Nous venons de voir qu'un service numérique fonctionne grâce à différents équipements, infrastructures et ressources humaines (vos terminaux, les réseaux, les équipements dans les centres de données, les développeurs, les opérateurs...).

Cet écosystème complexe qui permet à chacun de visionner des sites Internet, de faire des recherches, etc. nécessite d'extraire des ressources pour produire les équipements, consomme de l'énergie, utilise des gaz réfrigérants (à fort potentiel de réchauffement climatique) : tout cela constitue une part essentielle de l'empreinte environnementale du service numérique.

Mais comment la mesurer ?

Pour bien faire, il faut réaliser ce que l'on appelle une Analyse de cycle de vie. C'est un travail complexe et laborieux qui nécessite de recueillir beaucoup de données à toutes les étapes de la chaîne. Mais il existe désormais différents outils à disposition des utilisateurs et des producteurs de contenus que nous sommes. Bien qu'approximatifs, ils permettent de se faire une idée plus précise de l'impact de notre navigation ou de notre manière de concevoir des contenus pour le web.

Diapo de la capsule

Quel est l'impact de votre navigation internet ?

Dans cette activité, nous vous proposons d'analyser l'empreinte environnementale d'une navigation web et de matérialiser l'impact des différentes fonctionnalités proposées : lecture d'article, de vidéo, de présentation interactive...

Pour effectuer cette activité, nous avons choisi l'outil **Carbonalyser** qui permet de visualiser la consommation électrique et les émissions de gaz à effet de serre associées à votre navigation internet. Il en existe d'autres.

Attention les hypothèses et données de base ne permettent pas de se baser sur cet outil pour mesurer finement les émissions de g eq CO2 liées à votre navigation. Le résultat n'est donc pas à prendre comme une mesure. Par contre, cet outil vous permettra d'évaluer la différence relative d'impacts de sites web différents.

Vous allez pour cela installer une extension sur votre navigateur, puis nous vous guiderons pour naviguer dans le web avant d'analyser les résultats de Carbonalyser. Cette application ne fonctionne que sur **Firefox.**

Le texte associé

Quel est l'impact de votre navigation internet ?

Dans cette activité, nous vous proposons d'analyser l'empreinte environnementale d'une navigation web et de matérialiser l'impact des différentes fonctionnalités proposées : lecture d'article, de vidéo, de présentation interactive...

Pour effectuer cette activité, nous avons choisi l'outil **Carbonalyser** qui permet de visualiser la consommation électrique et les émissions de gaz à effet de serre associées à votre navigation internet. Il en existe d'autres.

Attention les hypothèses et données de base ne permettent pas de se baser sur cet outil pour mesurer finement les émissions de g eq CO2 liées à votre navigation. Le résultat n'est donc pas à prendre comme une mesure. Par contre, cet outil vous permettra d'évaluer la différence relative d'impacts de sites web différents.

Vous allez pour cela installer une extension sur votre navigateur, puis nous vous guiderons pour naviguer dans le web avant d'analyser les résultats de Carbonalyser. Cette application ne fonctionne que sur **Firefox**.

Diapo de la capsule

Installation de Carbonalyser

1. Télécharger et Installer l'extension en cliquant sur le lien correspondant à votre navigateur. Cette application fonctionne sur **Firefox**. **Malheureusement, l'extension a été désactivée de Chrome après la sortie du Mooc.**
2. Activez l'extension Carbonalyser en cliquant sur l'icône en haut à droite dans votre navigateur. Attention, l'extension actuelle Carbonalyser fonctionne sur le modèle du [Shift de 2018 basé sur Andrae 2015](#) : le ratio kWh/Go utilisé pour la partie réseau est surestimé et le ratio pour les data center est un peu surévalué. [27/07/2021]
3. Cliquez sur "Démarrer l'analyse".

Pour se retrouver dans des conditions d'expérience réalistes, nous vous proposons de consulter certaines sources et de répondre aux questions.. Vous pouvez oublier Carbonalyser pour le moment, il vit sa vie :)

Source : <https://theshiftproject.org/carbonalyser-extension-navigateur/>



Test de navigation 1 / 3

Dans l'article [Comment marche internet](#) à quoi est comparé le navigateur ?

Une voiture

Un conducteur

Un GPS

Feedback

Le texte associé

Installation de Carbonalyser

1. Télécharger et Installer l'extension en cliquant sur le lien correspondant à votre navigateur. Cette application fonctionne sur [Firefox](#). **Malheureusement, l'extension a été désactivée de Chrome après la sortie du Mooc.**
2. Activez l'extension Carbonalyser en cliquant sur l'icône en haut à droite dans votre navigateur. Attention, l'extension actuelle Carbonalyser fonctionne sur le modèle du [Shift de 2018 basé sur Andrae 2015](#) : le ratio kWh/Go utilisé pour la partie réseau est surestimé et le ratio pour les data center est un peu surévalué. [27/07/2021]
3. Cliquez sur "Démarrer l'analyse".

Pour se retrouver dans des conditions d'expérience réalistes, nous vous proposons de consulter certaines sources et de répondre aux questions.. Vous pouvez oublier Carbonalyser pour le moment, il vit sa vie :)

Source :

<https://theshiftproject.org/en/carbonalyser-browser-extension/>

Source code is available in open access:

<https://github.com/supertanuki/Carbonalyser>

Test de navigation 1 / 3

Dans l'article [Comment marche internet](#) à quoi est comparé le navigateur ?

- **Une voiture (réponse correcte)**
- Un conducteur
- Un GPS

Diapo de la capsule

Internet est comparable au réseau routier

Dans l'article, Internet est comparé à un réseau routier et le navigateur présent sur votre ordinateur ou votre smartphone est comparé à la voiture qui vous permet d'y circuler.

Source :

[Comment ça marche internet, coursinfos.fr](#) [consulté le : 16/12/2021]

Le texte associé

Feedback

Internet est comparable au réseau routier

Dans l'article, Internet est comparé à un réseau routier et le navigateur présent sur votre ordinateur ou votre smartphone est comparé à la voiture qui vous permet d'y circuler.

Source : [Comment ça marche internet, coursinfos.fr](#) [consulté le : 16/12/2021]



Feedback

Des requêtes permettent d'accéder aux informations

À chaque fois que l'on envoie une requête sur Internet, toute une infrastructure est sollicitée. Ainsi, si on tape une requête sur un moteur de recherche, on va d'abord interroger le serveur qui héberge le moteur de recherche, puis envoyer une seconde requête en cliquant sur le lien du site. **En tapant directement l'adresse, on évite une requête supplémentaire.** Les informations contenues sur le serveur sont ensuite transmises au navigateur de votre ordinateur qui les interprète pour afficher les données de la manière voulue.

Source :

[Le web, "site internet" ou "site web"? Grain du MOOC SNT / ClassCode & Inria, 2020](#)
[consulté le : 16/12/2021]

Test de navigation 2 / 3

Dans la vidéo [Le web, "site internet" ou "site web"?](#), comment accède-t-on au site [www.ilovepigeon.com](#) ?

- **Via un moteur de recherche (réponse correcte)**
- En tapant l'URL
- Via les favoris

Feedback

À chaque fois que l'on envoie une requête sur Internet, toute une infrastructure est sollicitée. Ainsi, si on tape une requête sur un moteur de recherche, on va d'abord interroger le serveur qui héberge le moteur de recherche, puis envoyer une seconde requête en cliquant sur le lien du site.

En tapant directement l'adresse, on évite une requête supplémentaire.

Les informations contenues sur le serveur sont ensuite transmises au navigateur de votre ordinateur qui les interprète pour afficher les données de la manière voulue.

Source : [Le web, "site internet" ou "site web"? Grain du MOOC SNT / ClassCode & Inria, 2020](#) [consulté le : 16/12/2021]

Diapo de la capsule

Test de navigation 3 / 3

Dans l'infographie "[Pollution numérique du Clic au Déclic](#)" on préconise de limiter l'usage du Cloud au strict nécessaire, pourquoi ?

On consomme plus d'énergie

On ne sait pas où sont stockées nos données

C'est quoi un cloud ?

Feedback

On consomme plus d'énergie à cause du stockage et du transfert des données.

Rappelons ce qu'on peut lire dans l'infographie : "Le stockage en ligne de ses e-mails, photos, vidéos, musiques, et autres documents impose des allers-retours incessants entre le terminal de l'utilisateur et les serveurs. Or, transporter une donnée sur l'internet consomme 2 fois plus d'énergie que de la stocker pendant 1 an. On favorise au maximum le stockage et l'usage local de ses données."

Sources : [consultées le : 16/12/2021]

[Pollution numérique, du clique au déclic, qqf.fr](#)

[Gardons le contrôle dans nos pratiques numériques ! ademe.fr, 2021](#)

Le texte associé

Test de navigation 3 / 3

Dans l'infographie "[Pollution numérique du Clic au Déclic](#)" on préconise de limiter l'usage du Cloud au strict nécessaire, pourquoi ?

- **On consomme plus d'énergie (réponse correcte)**
- On ne sait pas où sont stockées nos données
- C'est quoi un cloud ?

Feedback

On consomme plus d'énergie à cause du stockage et du transfert des données

Rappelons ce qu'on peut lire dans l'infographie : "Le stockage en ligne de ses e-mails, photos, vidéos, musiques, et autres documents impose des allers-retours incessants entre le terminal de l'utilisateur et les serveurs. Or, transporter une donnée sur l'internet consomme 2 fois plus d'énergie que de la stocker pendant 1 an. On favorise au maximum le stockage et l'usage local de ses données."

Sources : [Pollution numérique, du clique au déclic, qqf.fr](#)

[Gardons le contrôle dans nos pratiques numériques ! ademe.fr, 2021](#) [consultées le : 16/12/2021]

Diapo de la capsule

Le texte associé

Fin du test

Passons à l'analyse des résultats

Allez, fini la navigation ! C'est l'heure de découvrir l'empreinte environnementale de notre navigation.

Arrêtez l'extension Carbonalyser en cliquant sur l'icône de l'extension puis sur Stop Analysis. Vous devriez voir quelque chose comme ça. Notez qu'il n'est pas nécessaire d'arrêter Carbonalyser pour afficher les résultats.

L'extension affiche un rapport d'analyse comprenant différentes informations : trafic, temps de navigation, quantité de données transitées, etc.

Fin du test

Passons à l'analyse des résultats

Allez, fini la navigation ! C'est l'heure de découvrir l'empreinte environnementale de notre navigation.

Arrêtez l'extension Carbonalyser en cliquant sur l'icône de l'extension puis sur Stop Analysis. Vous devriez voir quelque chose comme ça. Notez qu'il n'est pas nécessaire d'arrêter Carbonalyser pour afficher les résultats.

L'extension affiche un rapport d'analyse comprenant différentes informations : trafic, temps de navigation, quantité de données transitées, etc. En particulier, on peut voir comme information :

- le "top 5 du trafic relatif à votre navigation"
 - 79% www.youtube.com
 - 15% www.qgf.fr
 - 5% www.cousinfo.fr
- "En 5 mn de navigation, vous avez fait transiter 30Mo de données. Cela a nécessité 0,008 kWh d'électricité, soit 4gCO2e"

Feedback

Analyse 1 / 4

Classer les actions suivantes du trafic le plus important vers le moins important

(les réponses sont correctement classées)

- 1 - regarder une vidéo
- 2 - consulter une présentation
- 3 - lire un article

Diapo de la capsule

Le poids des données, un élément clé de l'impact des services numériques

La vidéo en streaming nécessite un échange important de données entre le serveur et votre ordinateur, mais l'infographie n'est pas neutre non plus. En comparaison, la lecture d'un simple article est dérisoire. Le poids des données et le trajet qu'elles effectuent a un impact environnemental majeur sur les services numériques.

Nous avons pris ici un cas d'utilisation spécifique mais chaque utilisation du web a son propre impact. En fonction de ce qu'on fait (lire un texte, regarder une vidéo, chercher un film dans un catalogue VOD), du site sur lequel on le fait mais aussi en fonction de la façon dont on accède à une connexion internet (filaire, wifi, 3G/4G/5G), l'impact sera différent.



Analyse 2 / 4

Quel est l'impact de la navigation en g éq.CO2 du bilan de Carbonalyser affiché à gauche ? (gramme équivalent CO2)

Saisissez un nombre

OK

Feedback

Le texte associé

Feedback

Le poids des données, un élément clé de l'impact des services numériques

La vidéo en streaming nécessite un échange important de données entre le serveur et votre ordinateur, mais l'infographie n'est pas neutre non plus. En comparaison, la lecture d'un simple article est dérisoire. Le poids des données et le trajet qu'elles effectuent a un impact environnemental majeur sur les services numériques.

Nous avons pris ici un cas d'utilisation spécifique mais chaque utilisation du web a son propre impact. En fonction de ce qu'on fait (lire un texte, regarder une vidéo, chercher un film dans un catalogue VOD), du site sur lequel on le fait mais aussi en fonction de la façon dont on accède à une connexion internet (filaire, wifi, 3G/4G/5G), l'impact sera différent.

Analyse 2 / 4

Quel est l'impact de la navigation en g éq.CO2 du bilan de Carbonalyser affiché à gauche ? (gramme équivalent CO2)

Feedback

La bonne réponse est 4 g éq CO2

Comment est calculé cet impact?

Pour chiffrer ces impacts, le programme comptabilise la quantité de données transitant via le navigateur ou trafic. Il traduit ensuite moyennant quelques approximations ce trafic en consommation électrique (Kwh) puis en grammes d'équivalent CO2 (gCO2). Ces deux indicateurs, bien que

Diapo de la capsule

Comment est calculé cet impact?

Pour chiffrer ces impacts, le programme comptabilise la quantité de données transitant via le navigateur ou trafic. Il traduit ensuite moyennant quelques approximations ce trafic en consommation électrique (Kwh) puis en grammes d'équivalent CO2 (gCO2). Ces deux indicateurs, bien que approximatifs, permettent de donner des ordres de grandeur et de faire des analogies : chargement de smartphone, trajet en voiture, etc.

50% des impacts environnementaux d'un service numérique est associé au terminal utilisateur : sa production mais aussi sa consommation d'électricité. L'autre moitié des impacts est associée à la consommation d'énergie des réseaux et des datacentres.

Source : [Lean ICT - Pour une sobriété numérique. The shift project. 2018](#)

[Consultée le : 16/12/2021]

Le texte associé

approximatifs, permettent de donner des ordres de grandeur et de faire des analogies : chargement de smartphone, trajet en voiture, etc.

50% des impacts environnementaux d'un service numérique est associé au terminal utilisateur : sa production mais aussi sa consommation d'électricité. L'autre moitié des impacts est associée à la consommation d'énergie des réseaux et des datacentres.

Source : [Lean ICT - pour une sobriété numérique. The shift project 2018.](#) (Consultée le 16/12/2021)

Analyse 3 / 4

Si vous étiez en Chine, l'empreinte environnementale de votre navigation serait :

Plus élevée

Identique

Moins élevée

Feedback

Des Kilowatts aux équivalents CO2

En effet, lorsqu'on se base sur l'électricité consommée au cours de l'utilisation du service numérique, c'est l'impact environnemental approximatif de cette électricité qui est calculé.

En France, la production d'électricité est essentiellement nucléaire, donc à faible impact CO2. En Chine ou aux Etats-unis, le charbon et d'autres énergies fossiles sont davantage mobilisés.

Mais la production d'électricité a d'autres impacts (consommation d'eau douce, par exemple) et un service numérique ne consomme pas que de l'électricité, il faut aussi tenir compte de la fabrication du terminal utilisé pour accéder à ce service par exemple.

Analyse 3 / 4

Si vous étiez en Chine, l'empreinte environnementale de votre navigation serait :

- **Plus élevée (réponse correcte)**
- Identique
- Moins élevée

Feedback

Des Kilowatts aux équivalents CO2

En effet, lorsqu'on se base sur l'électricité consommée au cours de l'utilisation du service numérique, c'est l'impact environnemental approximatif de cette électricité qui est calculé. En France, la production d'électricité est essentiellement nucléaire, donc à faible impact CO2. En Chine ou aux Etats-unis, le charbon et d'autres énergies fossiles sont davantage mobilisés. Mais la production d'électricité a d'autres impacts (consommation d'eau douce, par exemple) et un service numérique ne consomme pas que de l'électricité, il faut aussi tenir compte de la

Diapo de la capsule

Le texte associé

fabrication du terminal utilisé pour accéder à ce service par exemple.

Analyse 4 / 4

Pour avoir une meilleure vision de l'empreinte des services numériques, quels seraient les autres indicateurs qui pourraient être utilisés ?

Plusieurs réponses sont possibles

<input type="checkbox"/> Épuisement des ressources non renouvelables (pétrole, gaz)	<input type="checkbox"/> Emission de particules fines production d'énergie, transport
<input type="checkbox"/> Consommation d'eau	<input type="checkbox"/> Radiation ionisantes effet de la radioactivité
<input type="checkbox"/> Consommation d'énergie primaire énergie avant toute transformation	<input type="checkbox"/> Impact sur la biodiversité extinction, mutation d'espèces

Feedback

L'analyse du cycle de vie

Pour mieux comprendre et réduire l'impact d'un service, il est préconisé **d'évaluer l'impact environnemental du service numérique dans son ensemble** : de sa création à sa fin de vie. On mettra alors en œuvre une **Analyse du Cycle de Vie (ACV)**. Ainsi en élargissant notre vision, en essayant de lister tous les indicateurs pertinents et en mesurant le service numérique dans son ensemble, nous disposons d'une vision holistique qui permet d'adapter la conception des services ainsi que nos usages.

Pour autant, se limiter à certains indicateurs et à un périmètre plus restreint permet de faciliter la mesure, ce qui peut être une bonne première étape pour comparer ou identifier des pistes d'amélioration.

Analyse 4 / 4

Pour avoir une meilleure vision de l'empreinte des services numériques, quels seraient les autres indicateurs qui pourraient être utilisés ?

Plusieurs réponses sont possibles

- **Épuisement des ressources** non renouvelables (pétrole, gaz)
- **Emission de particules fines** production d'énergie, transport
- **Radiation ionisantes** effet de la radioactivité
- **Consommation d'eau**
- **Consommation d'énergie primaire** énergie avant toute transformation
- **Impact sur la biodiversité** extinction, mutation d'espèces

Toutes les réponses sont correctes

Feedback

L'analyse du cycle de vie

Pour mieux comprendre et réduire l'impact d'un service, il est préconisé **d'évaluer l'impact environnemental du service numérique dans son ensemble** : de sa création à sa fin de vie. On mettra alors en œuvre une **Analyse du Cycle de Vie (ACV)**. Ainsi en élargissant notre vision, en essayant de lister tous les indicateurs pertinents et en mesurant le service numérique dans son ensemble, nous disposons d'une vision holistique qui permet d'adapter la conception des services ainsi que nos usages. Pour autant, se limiter à certains indicateurs et à un périmètre plus restreint permet de faciliter la mesure, ce qui peut être une bonne première étape pour comparer ou identifier des pistes d'amélioration.

Diapo de la capsule	Le texte associé
<p data-bbox="170 180 510 224">L'analyse du cycle de vie</p> <p data-bbox="170 269 1003 451">Il existe plusieurs types d'outils pour prendre conscience et réduire les impacts du numérique. Carbonalyser, outil mono-critère et orienté usage, vous a permis de prendre conscience de l'impact de votre navigation en mettant en avant l'impact du transport et du traitement des données site par site.</p> <p data-bbox="170 496 1003 605">Mais de nos jours un même site voir une même page web va combiner différents média (textes, vidéos, podcasts) dans une même page. La manière dont le site est conçu et développé a donc un impact direct.</p>	<p data-bbox="1094 175 1598 207">Conclusion sur l'analyse du cycle de vie</p> <p data-bbox="1094 237 2011 428">Il existe plusieurs types d'outils pour prendre conscience et réduire les impacts du numérique. Carbonalyser, outil mono-critère et orienté usage, vous a permis de prendre conscience de l'impact de votre navigation en mettant en avant l'impact du transport et du traitement des données site par site.</p> <p data-bbox="1094 457 1961 570">Mais de nos jours un même site voir une même page web va combiner différents média (textes, vidéos, podcasts) dans une même page. La manière dont le site est conçu et développé a donc un impact direct.</p>

Pour installer l'extension Carbonalyser :

1. Téléchargez et installez l'extension en cliquant sur le lien correspondant à votre navigateur. Cette application fonctionne sur **Firefox**. Malheureusement, l'extension a été désactivée de Chrome après la sortie du Mooc.
2. Activez l'extension Carbonalyser **The Shift Project** en cliquant sur l'icône en haut à droite dans votre navigateur.
- Attention !** L'extension actuelle Carbonalyser fonctionne sur le modèle du Shift de 2018 basé sur Andrae 2015 : le ratio kWh/Go utilisé pour la partie réseau est surestimé et le ratio pour les data center est un peu surévalué. [27/07/2021]
3. Cliquez sur "Démarrer l'analyse".

Pour continuer...

Suivez la 2ème activité de la séquence : Comparer le poids des éléments d'une page web.

Dans cette activité, il faut classer des composants d'une page web selon leur poids (vidéos, images, fil twitter, podcast..).

Si vous souhaitez approfondir certaines notions

La fiche [L'analyse du cycle de vie appliquée aux services numériques](#) explique pourquoi et comment évaluer l'impact environnemental des services numériques grâce à L'analyse du cycle de vie.

Crédits :

<p>Auteurs :</p> <ul style="list-style-type: none">● Julie Delmas-Orgelet, DDemain / NegOctet● Laurent Devernay, Simplon.co	<p>Une coproduction Class'Code / Inria</p> 
<p>Equipe pédagogique :</p> <ul style="list-style-type: none">● Laurence Farhi, Tatiana Khomenko, Inria Learning Lab● Sophie de Quatrebarbes, S24B pour Class'Code	<p>Avec le soutien du ministre de l'éducation nationale de la jeunesse et des sports et UNIT</p> 
<p>Graphismes :</p> <ul style="list-style-type: none">● Illustrations : Mikaël Cixous, 4 minutes 34● Photographies de Guillaume Clémencin : Nicolas Ledu	
<p>Cette ressource a été produite dans le cadre du Mooc Impacts environnementaux du numérique sous licence CC BY 4.0 FR 2021 www.fun-mooc.fr</p>	