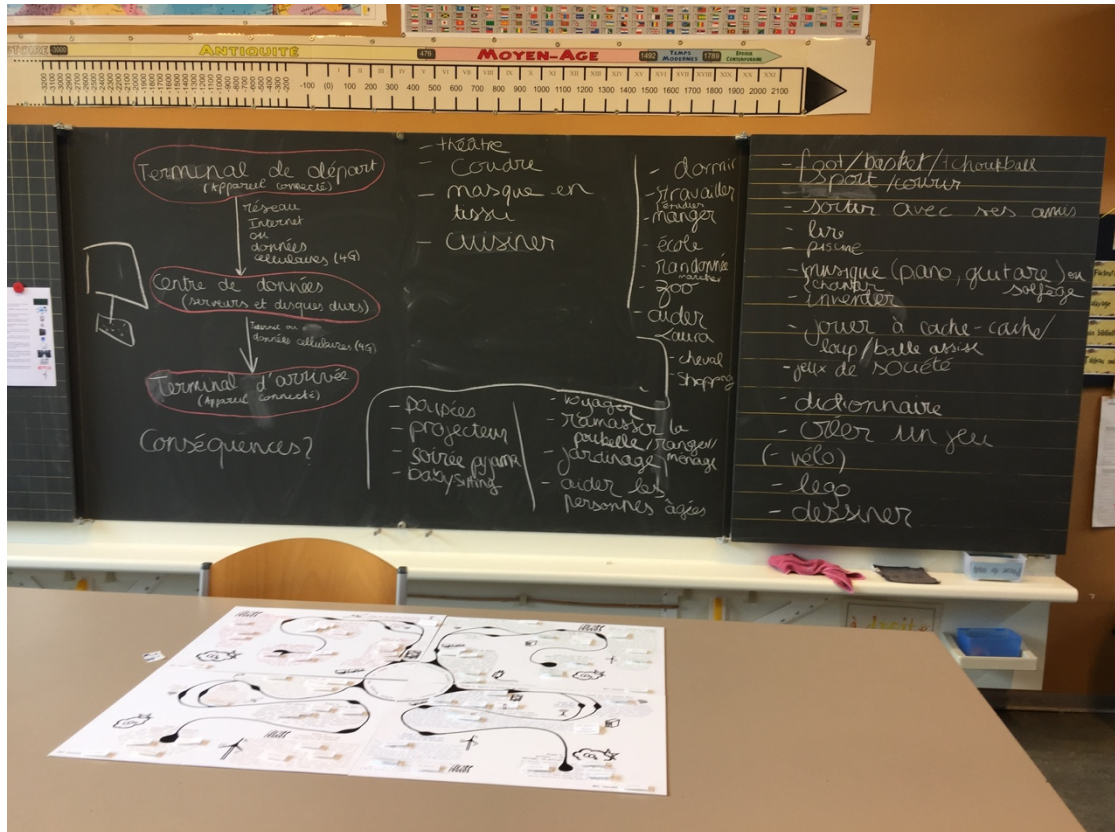


# LA CONSOMMATION D'ENERGIE DES APPAREILS CONNECTES

## UN JEU POUR SENSIBILISER LES ENFANTS



## TRAVAIL DE MATURITE

Collège Voltaire – Genève  
2020-2021

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	p.2
<b>Présentation de l'énergie consommée et du jeu</b> .....	p.3
<b>1. L'énergie consommée par les appareils connectés</b> .....	p.3
1.1. Le parcours des données informatiques et leur consommation d'énergie ...	p.3
1.2. D'où vient l'énergie ? .....	p.7
<b>2. Présentation et préparation du jeu</b> .....	p.10
2.1. Création du jeu .....	p.10
2.2. Entretien avec l'enseignante et règles du jeu .....	p.11
<b>3. Sensibilisation à l'école des Charmilles</b> .....	p.13
3.1 Compte-rendu de l'activité en classe .....	p.13
3.2 Analyse des résultats .....	p.14
<b>Conclusion</b> .....	p.17
<b>Bilan personnel</b> .....	p.18
<b>Annexes</b> .....	p.19
<b>Bibliographie</b> .....	p.25

# Introduction

La surconsommation d'énergie est actuellement un sujet préoccupant dont nous entendons parler bien souvent. Si l'on mentionne la plupart du temps les transports ou l'industrie comme les plus gros consommateurs et pollueurs, qu'en est-il des nombreux appareils connectés présents dans notre quotidien ? En effet, posséder un ordinateur ou un smartphone devient indispensable pour communiquer et se sentir intégré-e dans notre société : en particulier, les enfants reçoivent souvent leur propre appareil avant 10 ou 12 ans. A cet âge-ci, ils et elles utilisent déjà massivement et sans restriction leurs appareils connectés : outre les jeux en ligne, la communication par les réseaux sociaux et les recherches Internet deviennent toujours plus fréquentes. Un-e enfant aux Etats-Unis passe chaque jour en moyenne 4 heures et demi devant un écran<sup>1</sup>. Dans le futur, il reviendra néanmoins à cette jeune génération de réguler cette utilisation massive et polluante.

Ainsi, la sensibilisation des jeunes de cet âge-là à une thématique les concernant toutes et tous – à Genève, du moins – paraît de nos jours essentielle. C'est pourquoi, j'ai décidé de créer un jeu de société autour de la consommation d'énergie due à ces appareils connectés, accompagné d'éclaircissements et de discussions sur le sujet, qui a pour but d'être proposé à une classe de 7P-8P Harmos du canton de Genève. Cette prise de conscience d'une consommation souvent méconnue ou ignorée, mais considérable, permettra d'apporter de nouvelles connaissances à ces jeunes tout en s'amusant. Cette thématique m'a donc semblé idéale pour traiter d'un sujet en lien avec les nombreuses conséquences qu'entraîne la surconsommation massive de notre époque, sans toutefois répéter les faits que tout le monde connaît déjà.

De quelle manière créer concrètement un jeu encadré d'explications retraçant le trajet des données informatiques transférées d'un lieu à un autre, et celui de l'énergie dépensée par nos différentes activités sur des appareils connectés ? Comment, par la suite, sensibiliser une classe d'école primaire à cette consommation massive causée par l'utilisation toujours croissante de ces machines ?

A la fin de ce projet, je souhaiterais à titre personnel avoir acquis une plus grande conscience de ma propre consommation, et pouvoir, dans le futur, la contrôler au mieux par moi-même. Lors de la présentation en classe de ce jeu, j'espère faire prendre conscience à ces jeunes enfants que l'utilisation de leur téléphone portable ou de leur console de jeu connectée a un coût, même s'il nous semble invisible.

Pour commencer, il nous faudra définir et présenter toutes les étapes du parcours de l'énergie utilisée par un appareil connecté, et expliquer leur rôle ; nous nous appuierons pour ce faire sur des données scientifiques en utilisant par exemple les récents rapports du groupe The Shift Project, *Climat, l'insoutenable usage de la vidéo en ligne* et *Lean ICT, pour une sobriété numérique*. Il conviendra ensuite de décrire en détail la réalisation du jeu et comment l'intervention aura été préparée avec une enseignante avant d'être proposée en classe. Après la présentation de l'activité aux enfants - rapportée dans un bref compte-rendu -, nous mesurerons finalement grâce à un questionnaire anonyme dans quelles proportions nos attentes s'avèrent vérifiées - ou pas - en analysant les résultats obtenus.

---

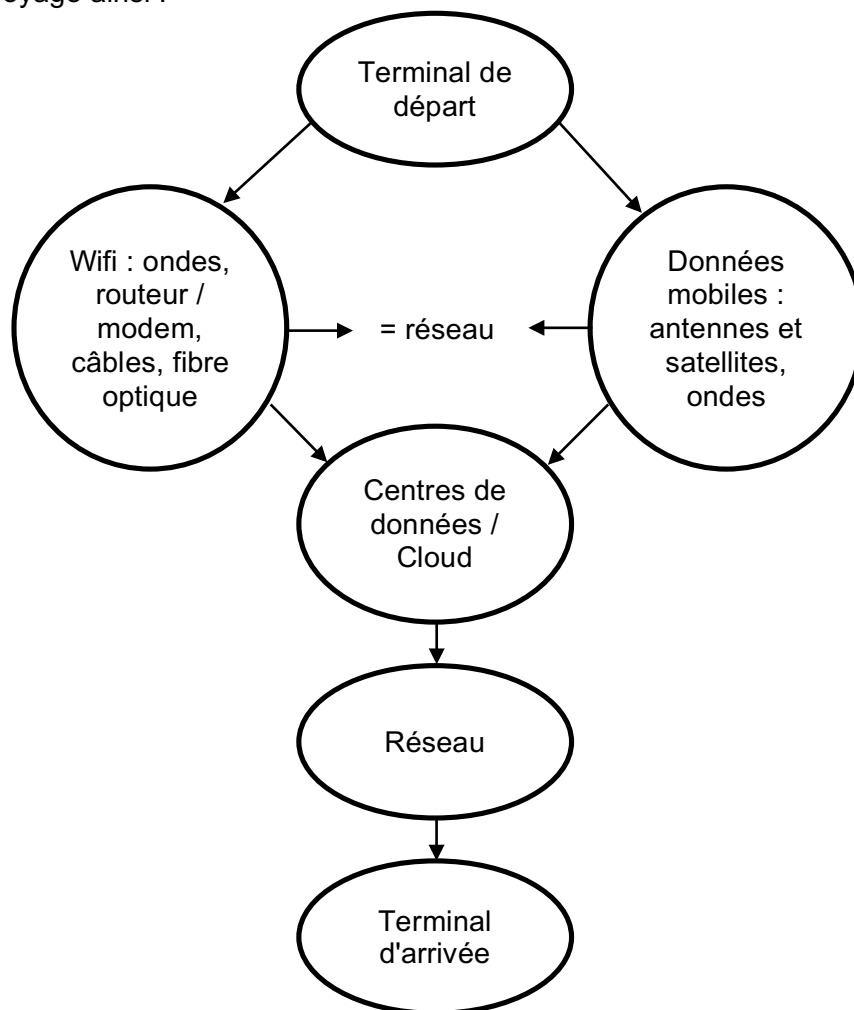
<sup>1</sup> MAUVILLY-GRATON Karine, *Cyberminimalisme*, Paris, Seuil, 2019, p.19.

# Présentation de l'énergie consommée et du jeu

## 1. L'énergie consommée par les appareils connectés

### 1.1. Le parcours des données informatiques et leur consommation d'énergie

Grâce à notre technologie toujours plus avancée, il est devenu incroyablement facile de communiquer, rechercher une information ou visionner notre nouvelle série favorite en utilisant Internet ; et le message envoyé à notre ami·e moins d'une seconde auparavant s'affiche sur son téléphone comme par magie. Que s'est-il donc passé pour que ce message lui parvienne si rapidement ? Même si cela peut paraître surprenant, il vient en effet de faire un aller-retour express jusqu'aux États-Unis ! Une action aussi banale de nos jours emploie bien plus de moyens que ce qu'il nous semble de prime abord. Pour bien comprendre quelle est réellement l'énergie consommée par l'utilisation d'un appareil connecté, commençons par présenter le chemin physique des données informatiques nécessaires à exécuter notre demande. La donnée informatique part du terminal (objets connectés) et est envoyée sur le réseau au travers des modems Wifi, câbles, fibres optiques, antennes de télécommunication, satellites (pour les données cellulaires), avant d'arriver dans un centre de données, où elle est traitée selon la demande de l'utilisateur·trice (par exemple une recherche sur Internet, un visionnage en streaming, un post sur un réseau social ou un achat en ligne<sup>2</sup>). Nous pourrions résumer ce voyage ainsi :



<sup>2</sup> The Shift Project, rapport *Climat, l'insoutenable usage de la vidéo en ligne*, p. 4.

Afin d'être au clair avec les notions que nous avons précédemment évoquées, il convient de poser quelques définitions de base. D'autres définitions plus communes sont explicitées dans l'Annexe 2.

**Appareil connecté** : Objet qui peut recevoir ou envoyer des informations via un réseau de télécommunication<sup>3</sup>, et pouvant en particulier se connecter à Internet.

**Terminal** : Appareil connecté utilisé<sup>4</sup>, par exemple un smartphone, un ordinateur, une TV ou une montre connectée ou une console pour jouer en ligne.

**Réseau (informatique)** : Ensemble d'ordinateurs ou de terminaux interconnectés par des télécommunications généralement permanentes<sup>5</sup>. Voici quelques-uns des éléments impliqués dans le réseau informatique : borne Wifi, câbles, antennes relais, routeurs, centres de données, satellites<sup>6</sup>. Certains sont très énergivores (4G, par exemple) ou diffusent des ondes très probablement néfastes pour notre santé<sup>7</sup>.

**Centre de données ou data center** : Les centres de données stockent et partagent des données informatiques. Ils comprennent en particulier des serveurs, disques durs, systèmes de stockage et dispositifs de sécurité. C'est là qu'est abrité le "cloud" des grandes compagnies comme Amazon<sup>8</sup>. Concrètement, il s'agit de grands hangars très sécurisés dans lesquels sont rangés des ordinateurs, ordonnés en couloirs. Pour refroidir les ordinateurs surchauffés, tous les centres de données sont munis de systèmes de refroidissement. Les énormes parcs de data centers sont appelés "data farms".



Fig.1 : Couloir de centre de données.

**Cloud Computing**: Le Cloud est un vaste réseau de serveurs éparpillés sur toute la planète permettant d'offrir des services informatiques aux utilisateurs et utilisatrices. Ils permettent par exemple de stocker ou gérer des données, de livrer un contenu comme des vidéos en ligne ou de communiquer par les réseaux sociaux<sup>9</sup>. Le Cloud Computing est le fait d'utiliser le Cloud.

Principe du "Cloud Computing" : le routeur, connecté à Internet, envoie les données au serveur, qui les analyse et cherche les diverses informations demandées dans les disques durs et ordinateurs, connectés entre eux par un échangeur.

<sup>3</sup> Wiktionary.

<sup>4</sup> The Shift Project, rapport *Climat, l'insoutenable usage de la vidéo en ligne*, p.4.

<sup>5</sup> Larousse.

<sup>6</sup> MAUVILLY-GRATON Karine, op. cit., p.32.

<sup>7</sup> Le Parisien, *Les ondes électromagnétiques, néfastes pour la planète mais à quel point ?*.

<sup>8</sup> Cisco.

<sup>9</sup> Microsoft.

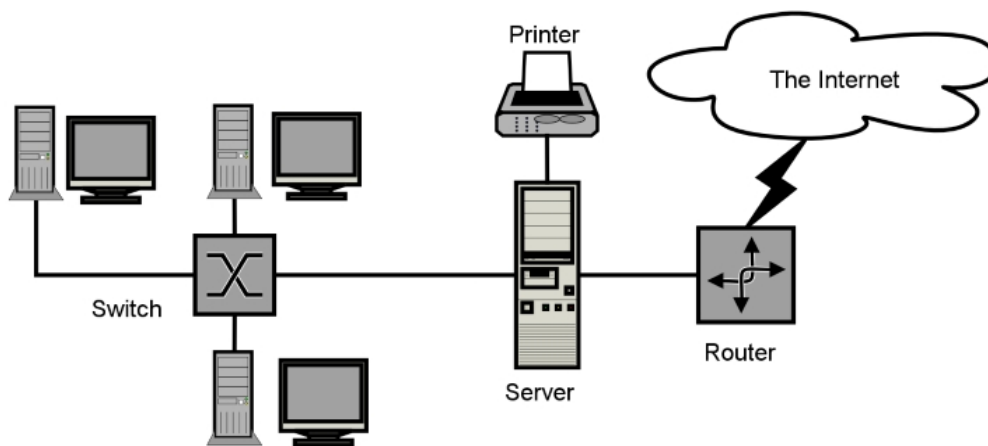


Fig. 2 : Schéma du "Cloud Computing".

A présent, puisque nous savons quel est le long trajet d'une donnée passant par le réseau Internet et quelles en sont les étapes importantes, penchons-nous sur trois cas d'utilisation de services du Cloud Computing : visionner une vidéo en streaming (qui est donc stockée dans le Cloud), rechercher une information sur Google et communiquer via un réseau social. Quel est le réel coût énergétique de ces actions, invisible à nos yeux ?

Lorsque nous décidons de regarder une vidéo en ligne, il nous faut utiliser des plateformes telles que Youtube ou Netflix pour d'abord rechercher la vidéo ; comme expliqué précédemment, notre demande est envoyée depuis notre terminal de départ dans le réseau et arrive dans le centre de données où est stockée la vidéo cherchée, sur le Cloud<sup>10</sup>. Comme l'indique le rapport de The Shift Project, 80% des données informatiques sont des vidéos, dont 60% sont des vidéos *online*<sup>11</sup>. Parmi ces vidéos en ligne, on distingue quatre catégories : la VoD ("Video on Demand", constituée de plutôt longues vidéos comme les films ou les séries de Netflix), les contenus pornographiques, les "Tubes" (vidéos de plutôt courte durée, souvent sur Youtube) et les "autres" (principalement constituée de vidéos circulant sur les réseaux sociaux). Chaque seconde, en 2020, environ un million de minutes de vidéos traversent le réseau<sup>12</sup> (694 jours).

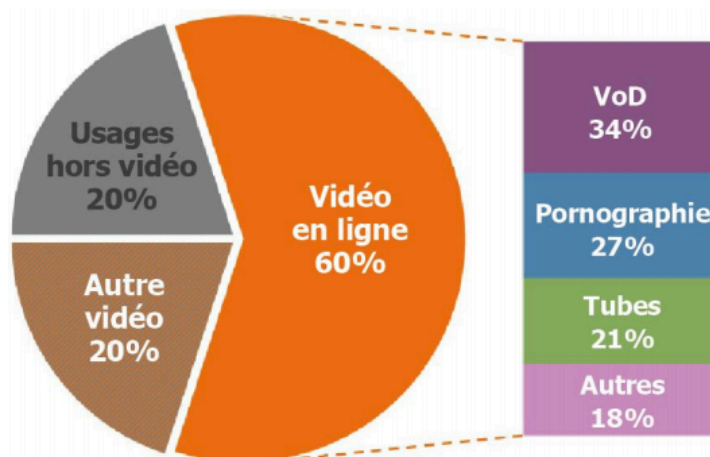


Fig. 3 : Selon The Shift Project, répartition des utilisations de la vidéo.

<sup>10</sup> VERSET Jean-Claude, *Internet bientôt premier consommateur mondial d'électricité*.

<sup>11</sup> The Shift Project, rapport *Climat, l'insoutenable usage de la vidéo en ligne*, p.5.

<sup>12</sup> Greenpeace, rapport *Clicking Clean: who is winning the race to build a green Internet ?*, p.19.

Pour stocker toutes ces données, il faut évidemment un grand nombre de data centers à disposition. Ceux-ci consomment énormément d'énergie puisque des centaines d'ordinateurs - voire des milliers selon la taille du centre – fonctionnent 24 heures sur 24 : pour éviter la surchauffe des machines, nous sommes dans le besoin constant de les refroidir. Malheureusement, les systèmes de refroidissement actuels ne sont pas très efficaces et nécessitent deux fois plus d'énergie pour refroidir les disques durs que pour les faire fonctionner<sup>13</sup>. Par conséquent, chacune des nombreuses "data farms" peut consommer autant d'électricité qu'une ville de 30'000 à 70'000 habitants<sup>14</sup>. En 2016, les 182 centres de données français consommaient 8% de l'électricité annuelle du pays<sup>15</sup>. Un data center moyen<sup>16</sup> consomme en effet 6 millions de kWh/an, environ un million de fois plus que la consommation d'électricité annuelle d'un smartphone<sup>17</sup>.

La quantité d'électricité nécessaire pour regarder une vidéo en streaming peut paraître étonnamment grande ; c'est parce que la vidéo est un support très dense. Seulement dix minutes de visionnage d'une vidéo en haute définition consomment autant d'énergie qu'un four électrique de 2000W à pleine puissance pendant cinq minutes<sup>18</sup>; ou, pour se donner un autre ordre d'idée, il faudrait envoyer environ 100 courriels avec une pièce jointe de 1Mo pour équivaloir à ces dix minutes de vidéo<sup>19</sup>. Pourtant, les utilisatrices et utilisateurs de Youtube mettent en ligne en moyenne 48 heures de nouvelles vidéos chaque minute<sup>20</sup>. Le Cloud croît à toute vitesse.

Bien que moins gourmandes en électricité, les recherches sur Internet sont tout de même très fréquentes : le nombre d'internautes s'approche des 4,1 milliards en 2020<sup>21</sup>, qui effectuent plus de deux millions de recherche par minute<sup>22</sup>. En 2014, on estimait que Google avait 30'000 milliards de pages indexées<sup>23</sup>, et ce chiffre n'a pu que croître depuis.

De même que lors du visionnage d'une vidéo en ligne, notre demande, quand nous lançons une recherche sur un moteur comme Google, traverse le réseau pour aller dénicher l'information souhaitée parmi toutes les données stockées par Google. Comme toute donnée voyageant dans le réseau, elle passe soit par les données cellulaires, soit par un routeur Wifi. Cet appareil allumé 24 heures sur 24 consomme 16 fois plus qu'un smartphone<sup>24</sup> (que l'on doit recharger). Ces données sont si nombreuses que la compagnie possède à elle seule un million de serveurs<sup>25</sup> ; comme expliqué plus haut, les centres de données nécessaires pour stocker toutes ces informations engendrent une très importante consommation d'électricité.

L'utilisation d'un réseau social repose sur le même principe pour communiquer les divers messages et posts d'un·e utilisateur·rice. Les comptes et profils de chaque personne sont enregistrés dans les bases de données de serveurs. C'est pour cela qu'il est possible de se connecter à son compte de tel ou tel réseau social depuis n'importe quel appareil. Le passage de l'information diffusée sur le réseau doit donc forcément passer par un data center avant d'arriver au terminal de l'utilisateur·rice avec qui nous communiquons. Notre message ou post y est alors traité et redirigé vers les terminaux de nos interlocuteurs et interlocutrices.

---

<sup>13</sup> MAUVILLY-GRATON Karine, op. cit, p. 37.

<sup>14</sup> VERSET Jean-Claude.

<sup>15</sup> Ibid.

<sup>16</sup> Selon les critères de The Shift Project : The Shift Project, rapport *Lean ICT, pour une sobriété numérique*, p.28.

<sup>17</sup> The Shift Project, rapport *Lean ICT, pour une sobriété numérique*, p.32.

<sup>18</sup> Ibid, p.33.

<sup>19</sup> Ibid, p.32.

<sup>20</sup> DOMO.

<sup>21</sup> GreenIT, synthèse du rapport d'étude *Empreinte environnementale du numérique mondial*, p.5.

<sup>22</sup> DOMO.

<sup>23</sup> Planétoscope.

<sup>24</sup> The Shift Project, rapport *Lean ICT, pour une sobriété numérique*, p.32.

<sup>25</sup> VERSET Jean-Claude.

Les réseaux sociaux sont beaucoup utilisés dans les pays développés. Voici quelques chiffres au sujet des Américain·es de 18 à 24 ans : 78% possèdent un compte Snapchat, 71% un compte sur Instagram et 60% un compte sur Facebook<sup>26</sup>. Chaque minute, 3'600 nouvelles photos sont publiées sur Instagram et 34'722 "likes" sont enregistrés sur Facebook<sup>27</sup>.

En somme, nos actions quotidiennes d'utilisation des 15 milliards d'appareils connectés sur la planète<sup>28</sup> se révèlent particulièrement énergivores, notamment à cause du réseau immense – consommant 29% de l'énergie globale du secteur informatique - et des centres de données, emplacement physique du Cloud virtuel – qui en consomment 21 %<sup>29</sup>. On considère que le secteur de l'informatique consomme 7% de l'électricité mondiale<sup>30</sup> (et ces chiffres ne prennent pas en compte la phase de production des infrastructures, nécessitant également une importante quantité d'énergie). Pour alimenter ces appareils, nous devons donc produire de l'électricité, mais cette production n'est pas sans effets sur l'environnement, selon comment l'énergie est fabriquée.

## 1.2. D'où vient l'énergie ?

Selon les pays, l'électricité n'est pas produite de la même façon, ni à partir des mêmes matières premières. Les principales sources d'énergie que nous considérerons seront le nucléaire, le charbon, le gaz et les énergies renouvelables. Tous les éléments du réseau informatique, terminaux et data centers ont besoin d'électricité pour fonctionner. L'électricité produite dans le monde est très polluante : seuls 5% provient d'énergies renouvelables, alors que 67% est procurée par des énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon), 12 % par le nucléaire et 16% par l'hydraulique<sup>31</sup>. Cependant, en Suisse, la répartition est différente :

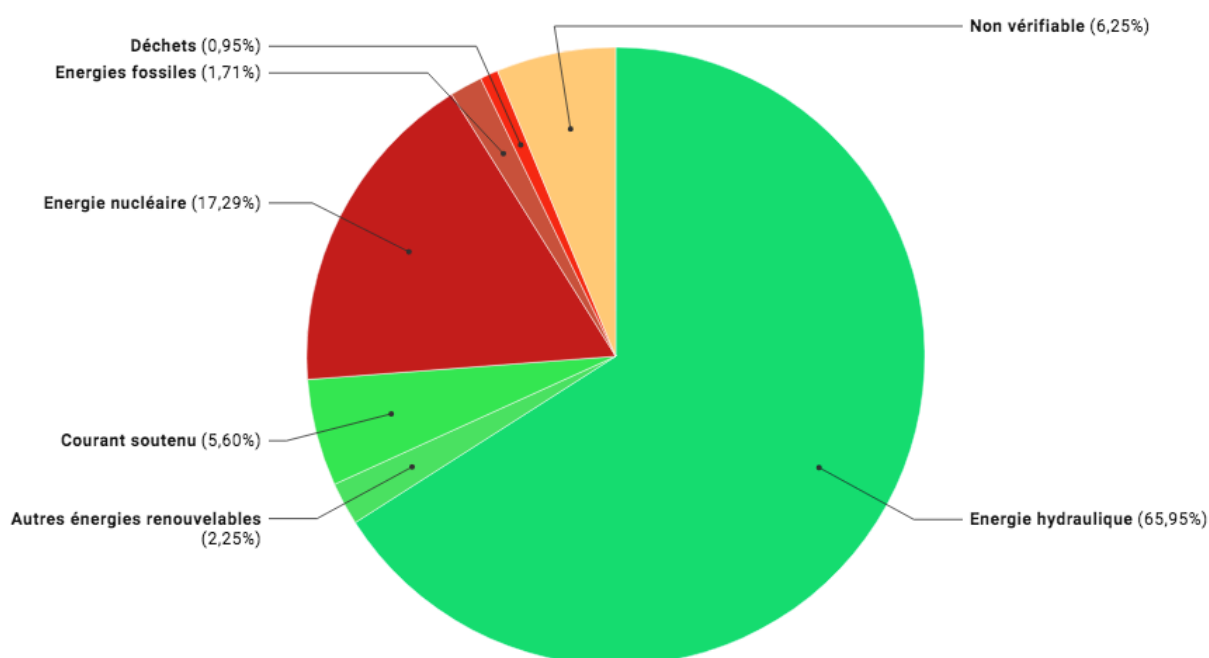


Fig. 4 : Provenance de l'électricité suisse.

<sup>26</sup> MAUVILLY-GRATON Karine, op. cit., p.129.

<sup>27</sup> DOMO.

<sup>28</sup> MAUVILLY-GRATON Karine, op. cit., p.36.

<sup>29</sup> Greenpeace, rapport *Clicking Clean: who is winning the race to build a green Internet ?*, p.15.

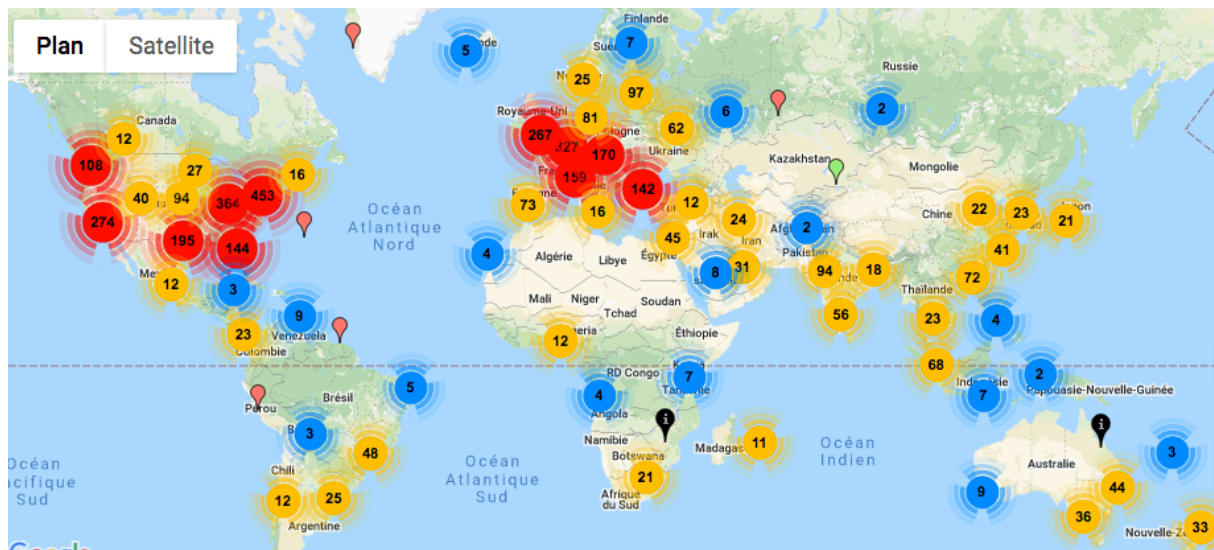
<sup>30</sup> VERSET Jean-Claude.

<sup>31</sup> Ibid.



Nous, qui habitons en Suisse, rechargeons donc nos appareils avec de l'électricité suisse. Elle provient en gros à 66% des barrages hydrauliques de nos montagnes, et à 17% d'usines nucléaires<sup>32</sup>. L'énergie émet en revanche bien plus de CO<sub>2</sub> dans des pays comme les États-Unis : 62,7% est fabriquée à partir de la combustion d'énergies fossiles (principalement gaz naturel et charbon), 19,7% à partir du nucléaire et 17,5% à partir des énergies renouvelables (dont l'énergie hydraulique)<sup>33</sup>.

Les centres de données sont répartis dans des nombreux pays, mais la plupart se situent en Europe ou aux États-Unis : sur cette carte ci-dessous, les ronds indiquent les nombres de centres de données par régions. En Suisse, nous possédons 75 data centers, mais aux États-Unis, il y en a 1802<sup>34</sup>.



- Forte concentration de centres de données
- Moyenne concentration de centres de données
- Faible concentration de centres de données

Fig. 5 : Emplacement et nombre de centres de données dans le monde.

70% du flux numérique passe dans les centres de données de Virginie (USA), État dans lequel 1% de l'électricité provient d'énergies renouvelables<sup>35</sup>. De nombreux centres en Virginie appartiennent à la grande compagnie Amazon ; Google, Apple ou Facebook, quant à eux, ont des data centers aux États-Unis, mais aussi dans d'autres pays comme le Danemark ou la Belgique<sup>36</sup>. Par conséquent, ces compagnies polluent passablement. Une étude menée par Greenpeace montre la provenance de l'électricité alimentant les data centers des géants du net : [cf. image ci-dessous]. Ainsi, même les compagnies notées "A" émettent des gaz à effets de serre.

<sup>32</sup> RTS, *Trois quarts de l'électricité utilisée en Suisse est d'énergie renouvelable*.

<sup>33</sup> US. Energy Information Administration.

<sup>34</sup> Data Center Map.

<sup>35</sup> Greenpeace, rapport *Clicking Clean: who is winning the race to build a green Internet ?*, p.86.

<sup>36</sup> Ibid, pp.88-89.

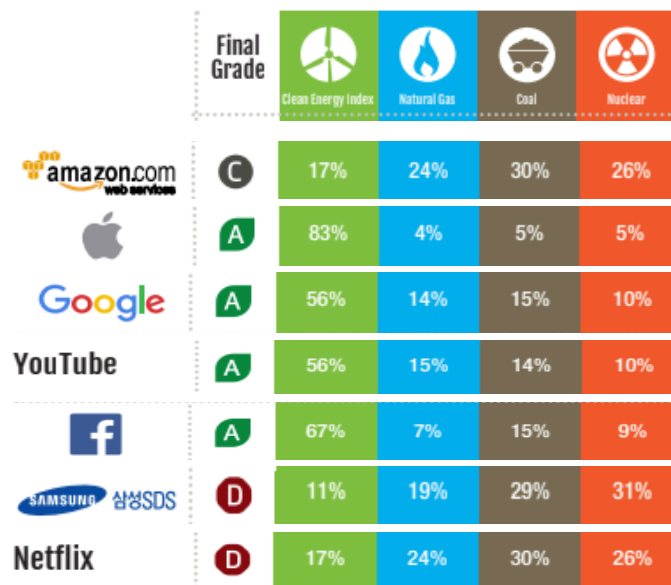


Fig. 6 : La provenance de l'électricité de grandes compagnies de l'informatique.

Quelques ordres de grandeur pour comparer (l'indice CO<sub>2</sub>eq désigne la pollution de gaz à effet de serre qui aurait été émise, exprimée comme si uniquement du CO<sub>2</sub> avait été émis) :

- une recherche Google consomme 3,4kWh, ce qui équivaut à environ 0,8g de CO<sub>2</sub> dégagé. On estime qu'une personne effectue environ 2,6 recherches par jour, donc cela engendre une émission de 9,9kg de CO<sub>2</sub> par an par personne (nous sommes environ 7 milliards d'êtres humains)<sup>37</sup> ;
- les centres de données américains consomment pendant une année autant d'énergie que New York pendant deux ans et émettent autant que 34 centrales de charbon<sup>38</sup> ;
- les vidéos *online* sont responsables de 1% des émissions de gaz à effets de serre mondiales (300Mt de CO<sub>2</sub>)<sup>39</sup> ;
- 10 minutes de vidéo en streaming émettent environ 3g de CO<sub>2</sub>eq en France (où une grande partie de l'électricité provient du nucléaire), mais 50g aux Etats-Unis<sup>40</sup> ;
- 8 heures de streaming vidéo équivaut à un voyage en avion de l'autre côté de l'Atlantique, et le streaming vidéo émet plus de CO<sub>2</sub> que le trafic aérien<sup>41</sup> ;
- les flux de vidéos émettent 3,8% des gaz à effets de serre mondiaux<sup>42</sup>.

Le Cloud n'est donc pas neutre, et toute action comme jouer en ligne, acheter des produits sur le net, communiquer via des réseaux sociaux, effectuer une recherche sur Google ou visionner une vidéo en streaming dégage une grande quantité de CO<sub>2</sub>, notamment à cause de l'utilisation d'un réseau informatique et de centres de données fonctionnant avec une électricité polluante : un·e utilisateur ou utilisatrice moyen·ne émet environ 356kg de CO<sub>2</sub>eq par an<sup>43</sup>.

<sup>37</sup> VERSET Jean-Claude.

<sup>38</sup> NRDC, rapport *Data Center Efficiency Assessment – Scaling Up Efficiency Across the Data Center Industry : Evaluating Key Drivers and Barriers*, p. 5.

<sup>39</sup> The Shift Project, rapport *Climat, l'insoutenable usage de la vidéo en ligne*, p.4.

<sup>40</sup> The Shift Project, rapport *Lean ICT, pour une sobriété numérique*, p.32.

<sup>41</sup> TARRADELLAS Joseph, *Le streaming et les jeux en ligne contre le climat*.

<sup>42</sup> The Shift Project, rapport *Climat, l'insoutenable usage de la vidéo en ligne* p.4.

<sup>43</sup> GreenIT, synthèse du rapport d'étude *Empreinte environnementale du numérique mondial*, p.12.

## 2. Présentation et test du jeu

### 2.1. Création du jeu

Le but du jeu créé est de sensibiliser des enfants entre 10 et 12 ans au sujet de la consommation d'énergie des appareils connectés. Pourquoi avoir décidé d'effectuer cette sensibilisation grâce à un jeu ? L'idée est de proposer une activité ludique à ces jeunes et le jeu permet de concilier apprentissage et divertissement : comme nous l'entendons souvent, on apprend mieux en s'amusant. Pour que le propos présenté capte l'attention des enfants, il m'a fallu tenter de susciter leur intérêt, sans que cela ne leur semble rébarbatif : c'est à cette fin que j'ai opté pour la réalisation d'un jeu.

Dès le début, j'ai cherché à schématiser le parcours des données informatiques (cf. schéma p. 3) grâce à mes lectures. En me basant sur ce trajet, quatre étapes sont alors apparues : le terminal de départ, le réseau informatique, les centres de données (étape scindée en deux axes, la première partie décrivant les centres, la seconde expliquant la consommation d'énergie de ceux-ci), puis retour au terminal de départ. Ainsi, tous les plateaux de jeu comportent ces quatre étapes, qui représentent la structure et l'organisation fondamentale des informations. Après avoir classé chacune des données récoltées dans l'étape lui correspondant, j'ai trié les informations en trois sujets, pour trois plateaux différents : les réseaux sociaux, les recherches Google et les vidéos en lignes. Un dernier plateau est consacré à la provenance de l'énergie pour chaque partie du trajet.

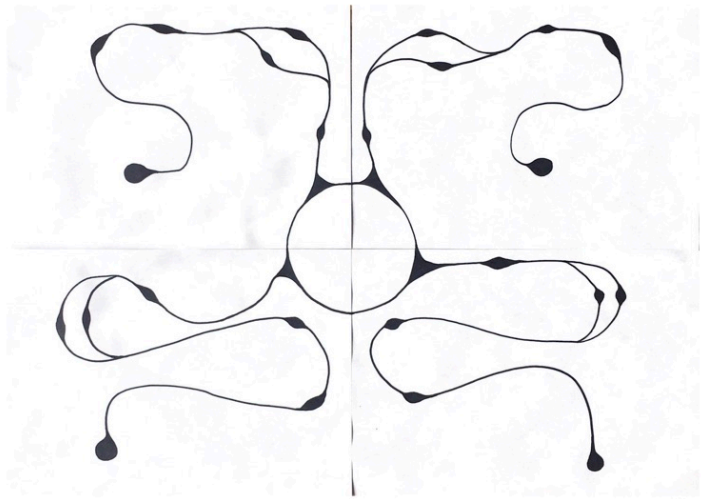


Fig. 7 : plateaux du jeu vierges et assemblés

Comme le jeu est destiné à des enfants jeunes ne possédant que peu de bases scientifiques (en physique, par exemple), j'ai pris en compte uniquement des données suffisamment générales pour être aisément comprises : sur les plateaux de jeu, j'ai simplifié et synthétisé au maximum les informations présentées dans le premier chapitre. Elles sont illustrées par des exemples de la vie de tous les jours, mais restent exactes. Je prévois néanmoins d'expliquer avant le lancement du jeu en classe, dans une petite présentation de la thématique abordée, certains termes techniques spécifiques aux appareils connectés pour faciliter la compréhension : définir ce que sont par exemple un centre de données, un routeur wifi ou le streaming. Ces notions sont probablement floues ou inconnues pour nombre d'entre elles et eux, mais essentielles pour bien comprendre la consommation d'énergie des appareils connectés. Les informations sélectionnées sont également reliées autant que possible à des éléments déjà connus des enfants, comme les États-Unis, la Suisse, ou des plateformes informatiques qu'ils ou elles ont certainement déjà utilisées.

Après avoir veillé à ce que le contenu du jeu soit accessible aux enfants, il a fallu rendre le jeu attractif et amusant. Pour que les informations soient claires, j'ai décidé de les présenter sous forme de textes<sup>44</sup>. Ces courts textes pour chaque étape comportent des trous, que l'on complète avec les petites cartes "Informations" en s'aidant des cartes "Enigmes", comme

<sup>44</sup> Cf. Annexe 1.



expliqué dans les règles du jeu<sup>45</sup>. Puis, au niveau du graphisme, j'ai dessiné au marker noir sur du papier blanc un câble conducteur reliant les quatre plateaux : ces derniers peuvent ainsi être assemblés pour ne former qu'un seul grand plateau. Le câble est parsemé de petits îlots marquant les différentes étapes. Pour égayer l'aspect visuel, les textes des étapes de chaque plateau sont écrits dans des tons d'une même couleur : vert pour celui sur la provenance de l'électricité, jaune/brun pour les recherches Google, rouge/orangé pour les vidéos et bleu pour les réseaux sociaux. J'ai également tenté de choisir une police plutôt avenante (*ayuthaya*) et d'illustrer certains éléments par de très simples dessins.

Fig. 8 : dessin d'éolienne pour les plateaux du jeu

Pour créer les énigmes des cartes "énigmes", je me suis inspirée entre autres d'un jeu de société déjà existant<sup>46</sup>, d'un livre d'énigmes<sup>47</sup> ou de codes plutôt répandus, par exemple dans les *escape games*. J'ai cherché à varier les types d'énigmes afin d'éviter une sensation de répétition pendant le déroulement du jeu.

Le jeu se déroule en deux phases – la première étant la plus longue, mais la seconde permettant de regrouper les données de tous les plateaux pour avoir une vision d'ensemble. D'abord, les équipes jouent les unes contre les autres, ce qui devrait les encourager à bien s'entraider et coopérer au sein de l'équipe, afin de compléter au mieux ses textes et terminer avant les autres. Cependant, pour pouvoir trouver la phrase cachée fragmentée entre les quatre groupes, tous les plateaux devront être complétés et assemblés : alors, il est dans l'intérêt de chaque équipe de terminer son plateau, même si elle n'est pas la gagnante de la première partie. Tous les textes des étapes sont désormais sans lacunes : c'est l'occasion pour tout le monde de découvrir les différences et similitudes des quatre sujets présentés, ainsi que de discuter de la phrase-mystère.

Finalement, j'ai fait imprimer le jeu à "Trajets", imprimerie professionnelle (intégration sociale) qui possédait du papier avec un petit film lustré (donc je n'ai pas eu besoin de plastifier tout le matériel, ce que j'avais initialement prévu de faire, mais qui aurait été chronophage). Les plateaux ont été imprimés au format A3 sur du papier très épais et collés sur du carton gris ; les cartes ont été imprimées sur du papier assez épais et solide, puis coupées. J'ai également collé du velcro pour que chaque petite carte "Informations" puisse être accrochée aux plateaux.

## 2.2 Entretien avec l'enseignante et règles du jeu

Initialement, mon idée était de tester si le jeu fonctionnait bien avec un petit groupe d'enfants dans un cadre privé, mais après avoir rencontré l'enseignante de la classe dans laquelle allait être présenté mon jeu, j'ai jugé que cela ne serait pas nécessaire. En effet, le cadre aurait été trop différent. Le seul "test" que j'ai effectué a été d'imprimer un plateau en A3 pour me rendre compte de la taille et de l'espacement du texte et, heureusement, ce format était tout à fait satisfaisant.

<sup>45</sup> Cf. section 2.2.

<sup>46</sup> **LELIEVRE Claire, LELIEVRE Jacques, TURIER Virgile**, *La boîte à Enigmes junior*, Paris, Hachette Livre/Deux Coqs d'or, 2009.

<sup>47</sup> **MAZZA Fabrice, LHULLIER Sylvain et SIGG Ivan**, *Le Grand Livre des Enigmes*, Paris, Hachette Livre/Marabout, 2006.

Pour mieux comprendre le choix des règles du jeu et comment j'ai préparé l'activité en classe, voici le compte-rendu de l'entretien d'environ 20 minutes du 7 septembre 2020 avec l'enseignante, Laura Chappuis, travaillant à l'école des Charmilles avec une classe de 7P Harmos :

En premier, je lui ai expliqué le principe du jeu en lui présentant les plateaux imprimés en A4 couleur et un plateau imprimé en A3, ainsi que les cartes "Énigmes et " Informations" imprimées deux fois plus petit sur du papier ordinaire. Elle a estimé que ni les énigmes, ni les textes des plateaux ne seraient trop difficiles ou trop longs pour ses élèves, qu'elle connaissait déjà de l'année précédente.

J'avais préparé une série de questions sur des détails, notamment sur les pourcentages présents dans les textes (qui, finalement, ne représentaient pas une difficulté particulière à la lecture), ou bien sur la pertinence d'une feuille rassemblant les définitions importantes<sup>48</sup> et des images à relier (ce qui lui a semblé être une proposition intéressante). Elle a également approuvé l'idée d'un petit questionnaire anonyme<sup>49</sup> que je récolterais à la fin de l'activité. L'enseignante m'a par ailleurs informée que le thème de la classe était Harry Potter, donc qu'elle avait déjà formé quatre groupes ayant l'habitude de travailler ensemble (un pour chaque "maison" - j'ai donc adapté les couleurs des textes du jeu en fonction de la couleur de chaque "maison"). Je désirais aussi prendre une photo du jeu complété avec les enfants, donc elle demanderait aux parents si cela était possible.

Nous avons ensuite discuté de la gestion du jeu en classe. Nous avons décidé que durant l'activité, pendant les explications ou présentations, elle me laisserait le champ libre et serait présente seulement pour surveiller que les interactions avec les élèves déroulent bien ; durant le jeu, elle circulerait en même temps que moi dans les groupes pour les aider si besoin et vérifier les réponses des plateaux au fur et à mesure. Au niveau de la durée de l'activité, elle me réserverait toute la matinée afin que j'aie le temps de tout expliquer sans stress.

Cela nous a mené à établir les règles du jeu : nous accorderions 30 minutes – chronométrées par un minuteur – pendant lesquelles les quatre équipes complèteraient leur plateau à l'aide des cartes "Énigmes" et "Informations". Pour que les plateaux soient décrétés terminés, il faudrait que tous les blancs soient masqués par la bonne carte "Informations". Nous avons décidé que chaque groupe, à la fin du jeu, présenterait son plateau aux autres équipes et exposerait quelques informations qui lui semblaient importantes.

Nous avons terminé par fixer la date de l'activité dans la classe le 29 septembre au matin.

Suite à ce rendez-vous, il m'a fallu imprimer définitivement le jeu, que j'avais relu plusieurs fois et fait relire à deux autres personnes de mon entourage pour s'assurer qu'il ne restait aucune faute de mise en page ou de frappe.

---

<sup>48</sup> Cf. Annexe 2.

<sup>49</sup> Cf. Annexe 3.

### 3. Sensibilisation à l'école des Charmilles

#### 3.1 Compte-rendu de l'activité en classe

L'activité en classe s'est déroulée le mardi 29 septembre 2020 entre 8h00 et 11h15 dans la classe de Laura Chappuis, enseignante de 7P Harnos (élèves d'environ 10 ans) à l'école primaire des Charmilles (Genève). Avant de commenter les résultats de la sensibilisation, commençons par en exposer le déroulement :

L'activité a débuté dès l'entrée des 13 élèves dans la classe. Je leur ai d'abord expliqué la notion d'appareil connecté, puis, pour m'assurer qu'ils-elles avaient bien compris, je leur ai proposé de me donner des exemples ; cet échange a rapidement débouché sur une discussion avec plusieurs questions de leur part sur le sujet. Je les ai également interrogé·e·s afin de savoir quels appareils connectés ils-elles possédaient et comment ils-elles les utilisaient.

Nous avons ensuite parcouru la fiche de définitions (cf. annexes) ; chacun des quatre groupes déjà formés donnait la solution d'une définition après que je leur ai laissé quelques instants pour réfléchir. Il y a eu de nombreuses questions de leur part, et je leur en ai à mon tour posé quelques-unes pour vérifier que tout le monde ait compris les termes nouveaux. Cela a duré environ 45 minutes, mais les élèves ont beaucoup participé. J'ai aussi dessiné quelques schémas sur le tableau pour illustrer mes propos.

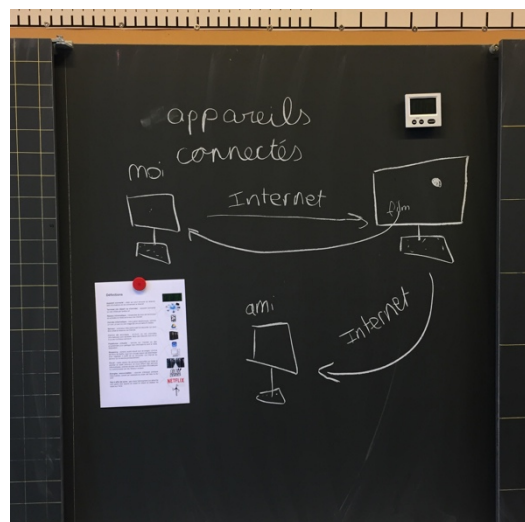


Fig. 9 : Schéma d'une action via Internet

Nous avons alors pu commencer le jeu, élément central de l'activité en classe. J'ai mis en route le minuteur de 30 minutes après leur avoir brièvement expliqué les règles. L'enseignante et moi sommes passées parmi les groupes pour voir si les élèves ne bloquaient pas sur une énigme, si les réponses sur les plateaux étaient correctes et si la dynamique au sein des équipes était bonne. Il a été étonnant de constater que chaque groupe travaillait selon sa propre méthode : l'un résolvait toutes les énigmes ensemble et vérifiait sans cesse ses réponses, un autre avait décidé que chaque personne résolvait des énigmes de son côté, pas forcément dans l'ordre, dans le but de terminer plus rapidement, un autre avait opté pour un mélange de ces techniques. A part un ou deux élèves qui n'avaient pas envie de participer, tout le monde avait l'air motivé·e et s'investissait dans le jeu.

Après la pause du matin, comme toutes et tous avaient terminé leur plateau, je leur ai laissé dix minutes pour préparer une mini-présentation de leur sujet devant le reste de la classe. Les élèves n'avaient pas vraiment lu les étapes des plateaux pendant le jeu, alors il leur a d'abord fallu prendre connaissance des textes, puis en ressortir ce qui leur paraissait être l'essentiel. Comme la dernière consigne s'est révélée trop difficile pour eux-elles, j'ai demandé à chaque personne de choisir quelques phrases de son plateau à lire

devant la classe : tous les groupes ont donc lu les éléments importants concernant leur thème aux autres. Durant cette partie plus difficile et plus "scolaire", les élèves étaient globalement moins concentré·e·s et moins attentif·ve·s.

Lorsque chaque groupe fut passé devant la classe, nous avons rejoint les quatre plateaux et j'ai écrit les mots de la phrase-mystère au tableau ; les élèves ont ensuite proposé des solutions et ont finalement découvert la bonne. Je les ai interrogé·e·s pour savoir si quelqu'un·e connaissait iCloud, et plusieurs en avaient déjà entendu parler, notamment pour les téléchargements de photos. J'ai également posé quelques autres questions à propos des plateaux à toute la classe, en demandant par exemple si quelqu'un·e pouvait expliquer par quoi est produite l'électricité, ou s'il serait possible de visionner toutes les vidéos de Youtube dans sa vie. Les élèves semblaient avoir bien compris le principe que des centres de données stockaient de nombreuses informations et que cela polluait.

La dernière consigne pour terminer mon intervention était de rédiger, par groupe, une petite liste d'au moins cinq activités qui pourraient remplacer l'utilisation d'un appareil connecté. Les équipes m'ont ensuite communiqué leurs propositions que j'ai écrites au tableau ; les élèves ont eu d'autres idées au fur et à mesure de la discussion. Au final, ils et elles ont trouvé 31 types d'activités distinctes, comme du sport, de la musique, un jeu avec ses ami·e·s, et même le ménage.

Pour véritablement clôturer la matinée, je leur ai demandé de remplir un questionnaire<sup>50</sup> anonymement. En passant dans les rangs et en discutant brièvement avec quelques élèves, j'ai été surprise de constater que bon nombre d'entre eux·elles passent déjà plus de quatre ou cinq heures devant un écran chaque jour. L'activité s'est terminée vers 11h10.

En résumé, l'intervention s'est déroulée plutôt positivement, les élèves semblaient dans l'ensemble être intéressé·e·s et beaucoup ont volontiers participé. Je devrais néanmoins procéder à quelques améliorations, principalement dans la manière de cadrer l'activité : globalement, le tout était un peu long, certain·e·s élèves commençaient à s'ennuyer vers la fin. Il faudrait donc, par exemple, que je limite les réponses à cinq ou six, au lieu d'une dizaine, lorsque je cherche à m'assurer que la classe a bien saisi mon propos. Il me semblerait ensuite pertinent de plus revenir sur les exemples percutants des plateaux, ce qui implique pour moi d'être plus précise dans les consignes de la mini-présentation. Le contenu du jeu ne semblait pas être trop compliqué, et pour des enfants un peu plus âgé·e·s, cela serait presque facile.

---

<sup>50</sup> Cf. Annexes n°3.

### 3.2 Analyse des résultats

Le questionnaire anonyme<sup>51</sup> a servi de base à cette analyse. Cette dernière sera également nuancée par mon ressenti personnel de l'intervention et par les réponses des élèves à des questions posées oralement.

Précisons que les sept questions du questionnaire sont implicitement divisées en trois catégories :

- questions relatives à l'utilisation personnelle de chaque élève des appareils connectés (questions 1 et 2) ;
- compréhension et intérêt pour le thème du jeu et pour la problématique qui en découle (questions 3, 4, 5 et 7) ;
- intérêt pour le jeu en lui-même et pour l'activité (question 6).

Pour comprendre parfaitement le tableau suivant, il sera utile de se référer à l'annexe contenant le questionnaire. Étant donné le peu d'élèves de la classe, ces données ne sont représentatives des réponses qui auraient pu être "générales" à ces enfants d'environ 10 ans dans le canton de Genève par exemple.

#### Réponses des élèves au questionnaire anonyme

Question	Oui	Oui et non	Non
1. Utilisation appareils connectés > 1h/jour	54%	15%	31%
2. Possède son propre appareil connecté	77%	0%	23%
3. Intéressé·e par le thème	77%	23%	0%
4. Surpris·e par quantité énergie consommée	<b>85%</b>	0%	15%
5. Savait que consommation énergie => pollution	46%	0%	54%
6. S'est amusé·e pendant le jeu	54%	46%	0%
7. Pense changer son comportement à l'avenir	54%	23%	23%

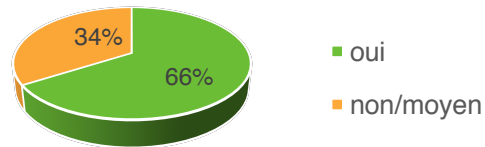
---

<sup>51</sup> Cf. Annexes n°3.

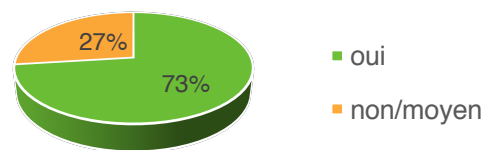


## Réponses des élèves par thématique

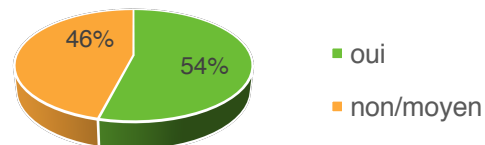
Utilisation personnelle des appareils connectés :



Intérêt pour le thème :



Intérêt pour le jeu :



A présent que nous avons connaissance des résultats chiffrés, nous tirons les conclusions suivantes :

- la plupart des enfants ont leur propre appareils connecté et l'utilisent passablement, cependant, ce n'est pas le cas d'un tiers d'entre eux·elles ;
- globalement, tout le monde a été plutôt ou moyennement intéressé·e par le sujet, ce qui est positif ;
- personne n'a détesté l'activité, mais seulement la moitié des élèves s'est amusée pendant l'intervention.
- malgré un certain intérêt pour le sujet, seule la moitié de la classe pense tenter de changer son comportement à l'avenir.
- le but de ce travail est atteint, puisque 85% des élèves, soit la grande majorité d'entre eux·elles, ont été surpris·es par la quantité d'énergie consommée lors de l'utilisation d'appareils connectés (en orange dans le tableau de la page précédente) : ce résultat témoigne d'une prise de conscience des enfants au sujet de cette problématique.

## Conclusion

Ainsi, en menant des recherches théoriques et de données chiffrées autour de la consommation d'énergie des appareils connectés, puis en les ressemblant et les ordonnant, j'ai créé une activité dynamique centrée autour d'un jeu que j'ai présentée dans une classe d'école primaire. Pour ce faire, il m'a fallu mener un travail de simplification assez conséquent du fond théorique et tenter de rendre ces informations accessibles, et même attrayantes pour ce jeune public. J'ai réalisé cela en concevant un jeu accompagné d'explications qui retrace les principales étapes du trajet d'une donnée informatique.

Ce travail m'a permis d'apprendre quel était le véritable parcours d'une donnée informatique lorsque nous effectuons une action via Internet ; j'ai ensuite pu transmettre cette connaissance à une classe d'enfants d'environ 10 ans, qui utilisent déjà beaucoup les appareils connectés. L'activité a encore besoin d'améliorations, notamment en facilitant l'accès à la théorie mise en avant sur les plateaux pour les élèves, ou en reprenant plus à l'oral les exemples du jeu. Il faudrait également qu'elle dure moins longtemps : les discussions en classe pourraient être mieux cadrées, afin que la concentration des élèves ne s'étiolle pas trop au fur et à mesure. Cependant, dans l'ensemble, les enfants semblent avoir pris conscience qu'utiliser un appareil connecté pollue, et que l'électricité nécessaire à tout le réseau informatique n'est pas forcément produite de manière propre.

Le message du travail et du jeu est clair : l'utilisation croissante des appareils connectés pollue beaucoup, mais reste bien cachée. Il m'a par conséquent semblé essentiel de sensibiliser à ces faits la jeune génération, très concernée par cette problématique. En résumé, le Cloud virtuel est concret et pollue : malgré un nom illusoire, des centaines et des milliers de centres de données très énergivores, partout dans le monde, sont allumés 24 heures sur 24 pour nous offrir des services, et émettent bien plus de gaz carbonique que ce que l'on pourrait soupçonner. Il faut donc avoir conscience que toute action sur Internet a un coût écologique.

Il serait dommage de ne sensibiliser que 13 élèves genevois·e·s à cette thématique si importante. C'est pourquoi, la suite logique de mon travail serait d'effectuer cette activité dans d'autres classes de primaires, en l'améliorant au fil des nouvelles expériences. Je souhaiterais également diffuser le jeu dans la base de données des activités de sciences des écoles primaires du canton (EP discipline).

Pour pousser plus loin la réflexion au sujet de la consommation d'énergie du secteur de l'informatique, nous pourrions alors nous demander quelles sont les conséquences environnementales de la progression de l'école traditionnelle vers l'école numérique : les nombreux avantages de ce fonctionnement ont été démontrés lors des derniers mois, mais outre les inégalités sociales que cela engendre, quel sera le coût des systèmes scolaires virtualisés pour la planète ?

## Bilan personnel

Même si l'objectif d'effectuer une sensibilisation dans une classe et de créer un jeu est globalement atteint, relevons les points de création du travail qui ont moins bien fonctionné et ceux que nous pourrions améliorer par la suite.

La plus grande difficulté a été de simplifier au maximum les textes des plateaux de jeu. Il m'a fallu refaire la mise en page des plateaux plusieurs fois, ce qui est très chronophage ; pour ce genre de travail synthétique, il aurait été plus efficace de bien travailler les textes avant de les insérer sur les plateaux et d'affiner l'esthétique. J'avais procédé ainsi au préalable pour axer précisément mes recherches en dessinant des schémas thématiques des plateaux, ce qui m'avait permis de classer facilement et rapidement les informations récoltées au fil des lectures. En somme, c'est la méthode de conception que je pourrai améliorer dans mes futurs travaux.

L'autre aspect compliqué, que je n'ai pas forcément su résoudre sur le moment et sur lequel il serait pertinent de se pencher, d'autant plus dans la perspective que l'activité en classe sera potentiellement effectuée à nouveau, est le cadrage de la partie explicative avec les élèves. Pour cela, il faudrait que je me donne des indications de temps, d'éléments à présenter et de questions à poser plus claires ; peut-être devrais-je choisir un ou deux exemples plus marquants à expliquer oralement. Assimiler quelques notions pédagogiques de base avant une nouvelle intervention – ce qui n'entraîne pas dans les objectifs de ce travail – m'aiderait probablement à mieux maîtriser ce point.

Les paramètres que je craignais initialement, mais qui, en fin de compte, se sont révélés plus satisfaisants que je ne l'espérais, sont l'impression et le graphisme global du jeu. Dessiner moi-même les petites images des plateaux et le câble conducteur représentaient un risque que j'ai décidé de prendre ; toutefois, les réactions des élèves dans la classe montraient que tout le monde comprenait la signification des petits dessins. Je n'avais fait qu'un test en noir et blanc sur une feuille A3 auparavant, mais sur les plateaux imprimés, le marker noir ressortait bien et le texte était finalement assez grand pour être lu sans difficulté.

L'événement le plus stressant et donc le plus marquant était évidemment l'activité en classe le 29 septembre ; heureusement, les élèves étaient motivé·e·s et j'ai même été étonnée par leur participation active, par leurs questions, et surtout, par leurs nombreuses idées. J'ai en revanche été surprise en constatant à quel point les appareils connectés appartiennent désormais entièrement au quotidien de ces enfants de 10 ans, et ces derniers et dernières les utilisent passablement, parfois plusieurs heures par jour.

Après l'activité, il m'a semblé leur avoir apporté une connaissance nouvelle et intéressante, ce qui est personnellement plutôt satisfaisant. J'espère pouvoir réitérer l'expérience dans d'autres classes prochainement.

## **Annexes**

**Annexe 1** : Textes des plateaux complets. Les mots surlignés en jaunes sont les mots manquants des plateaux.

**Annexe 2** : Feuille des définitions à relier avec les images, distribuée lors de l'intervention.

**Annexe 3** : Questionnaire anonyme également utilisé pendant l'intervention.

**Annexe 4** : Plateaux du jeu

**Annexe 5** : Enigmes pour compléter les plateaux et cartes "Information"

## Annexe 1

### Plateau Vidéo :

Étape 1, depuis le terminal de départ... : De nombreuses données informatiques circulent sur le réseau, dont 80% sont des vidéos. Une vidéo sur 5 provient des réseaux sociaux, une sur 5 du streaming sur Youtube et une sur 3 du streaming de type films, stockées sur des plateformes virtuelles telles que Netflix. En l'an 2020, chaque seconde, 1 million de minutes de vidéos traversent le réseau. Chaque minute, les personnes qui utilisent Youtube diffusent 48 heures de nouvelles vidéos.

Étape 2a, le routeur WiFi.

Étape 2b, les données cellulaires : Lorsque nous utilisons Internet grâce aux données cellulaires (4G), les ondes qui transportent les données informatiques sont acheminées grâce à des antennes-relais et à des satellites.

Étape 3, les centres de données, qu'est-ce donc ? : Ce sont des sortes de grands hangars très sécurisés dans lesquels sont entreposés des centaines ou milliers de disques durs et d'ordinateurs. Les disques durs permettent de stocker toutes les vidéos en ligne. Les ordinateurs analysent les données grâce à des serveurs qui recherchent la vidéo demandée. Les données informatiques de la vidéo que nous voulions visionner retraversent le réseau jusqu'à notre appareil connecté.

Étape 4, l'énergie consommée par les centres de données : Ces ordinateurs des centres sont allumés 24h/24 pour répondre à nos demandes n'importe quand. Ceux-ci chauffent et doivent être refroidis tout le temps, ce qui est très énergivore : les systèmes de refroidissement consomment 2 fois plus d'énergie que les ordinateurs ! Un centre peut donc à lui seul consommer autant qu'une ville de 30'000 à 70'000 habitant-e-s pendant un an. L'électricité est souvent fabriquée à partir de substances polluantes, car cela est bon marché. L'électricité de Youtube provient à 15 % du gaz, à 14% du charbon qu'on brûle et à 10% du nucléaire. Celle de Netflix provient à 24% du gaz, à 30% du charbon et à 10% du nucléaire.

Étape 5, regarder une vidéo en ligne, ça pollue ! : En réalité, regarder une vidéo sur Internet consomme de l'énergie : une vidéo de 10 minutes consomme environ 100 fois plus que d'envoyer un mail avec un fichier de texte. C'est autant d'électricité que pour faire chauffer un four à fond pendant 5 minutes. En Europe, cela dégage en moyenne l'équivalent de 30g de gaz carbonique. La vidéo online est responsable de 1% des émissions mondiales de gaz à effets de serre, ~ 300 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

### Plateau Recherche Google :

Étape 1, depuis le terminal de départ : Souvent, pour rechercher une information, nous utilisons le moteur de recherche Google. Chaque minute, les 4,1 milliards d'internautes, soit plus de la moitié de la population mondiale, effectuent environ deux millions de recherches depuis leur appareil. Google compte plus de 30 milliards de pages de sites Internet. L'accès à ces informations est gratuit car des publicités personnalisées permettent de financer les plateformes d'Internet. Lorsque nous lançons une recherche sur Google, notre demande est envoyée dans le réseau.

Étape 2a, le routeur WiFi.

Étape 2b, les données cellulaires : Lorsque nous utilisons Internet grâce aux données cellulaires (4G), les ondes qui transportent les données informatiques sont acheminées grâce à des antennes-relais et à des satellites.

Étape 3, les centres de données, qu'est-ce donc ? : Ce sont des sortes de grands hangars très sécurisés dans lesquels sont entreposés des centaines ou milliers de disques durs et d'ordinateurs.

Les disques durs permettent de stocker toutes les pages Web de Google. Les ordinateurs analysent les données grâce à des serveurs et recherchent les informations demandées. Les données informatiques de la page Internet que nous voulions lire retraversent le réseau jusqu'à notre appareil connecté. Google possède 1 million de serveurs répartis dans plusieurs pays, par exemple aux États-Unis ou en Belgique.

Étape 4, l'énergie consommée par les centres de données : Ces ordinateurs des centres sont allumés 24h/24 pour répondre à nos demandes n'importe quand. Ceux-ci chauffent et doivent être refroidis tout le temps, ce qui est très énergivore : les systèmes de refroidissement consomment 2 fois plus d'énergie que les ordinateurs ! Un centre peut donc à lui seul consommer autant qu'une ville de 30'000 à 70'000 habitant·e·s pendant un an. L'électricité est souvent fabriquée à partir de substances polluantes, car cela est bon marché. L'électricité de Google provient à 15 % du gaz, à 14% du charbon qu'on brûle, à 10% du nucléaire et à 56% d'énergies renouvelables. Les centres de données américains consomment pendant un an la même quantité d'électricité que la grande ville de New York pendant deux ans.

Étape 5, effectuer une recherche sur Google, ça pollue ! : En réalité, effectuer une recherche sur Google consomme passablement d'énergie : si la lecture de la page Web dure plus que 3 minutes, il est plus écologique de l'imprimer que de la lire en ligne. Chaque personne effectue environ 2,6 recherches par jour, ce qui émet l'équivalent de 9,9kg de gaz carbonique par an et par personne.

Plateau Réseaux sociaux :

Étape 1, depuis le terminal de départ... : Les réseaux sociaux sont devenus des moyens de communication très répandus. Aux États-Unis, 8 jeunes sur 10 entre 18 et 24 ans possèdent un compte sur Snapchat, 7 sur 10 ont un compte sur Instagram, 6 sur 10 un compte Facebook et presque 5 sur 10 un compte Twitter. Chaque minute, 3'600 nouvelles photos sont postées sur Instagram. Quand nous envoyons un message ou postons une photo, les données informatiques de notre action sont envoyées dans le réseau informatique mondial.

Étape 2a, le routeur WiFi : Lorsque nous utilisons une connexion WiFi pour accéder à Internet, le routeur WiFi permet de faire passer les données informatiques de notre appareil connecté dans le réseau. Il reste allumé 24h/24 et propage des ondes néfastes pour notre organisme. Les données passent ensuite au travers de km de câbles.

Étape 2b, les données cellulaires.

Étape 3, les centres de données, qu'est-ce donc ? : Ce sont des sortes de grands hangars très sécurisés dans lesquels sont entreposés des centaines ou des milliers de disques durs et d'ordinateurs. Les disques durs permettent de stocker toutes les informations de nos comptes sur tel ou tel réseau social. C'est pour cela que nous pouvons nous connecter à notre compte sur un réseau social depuis n'importe quel appareil, sans que toutes nos conversations ou tous nos posts ne soient supprimés. Les ordinateurs analysent les données grâce à des serveurs et effectuent les actions demandées, comme envoyer un message à une personne. Les données informatiques du message envoyé retraversent le réseau jusqu'à l'appareil de la personne concernée.

Étape 4, l'énergie consommée par les centres de données : Ces ordinateurs sont allumés 24h/24 pour répondre à nos demandes n'importe quand. Ceux-ci chauffent et doivent être refroidis tout le temps, ce qui est très énergivore : les systèmes de refroidissement consomment 2 fois plus d'énergie que les ordinateurs ! Un centre peut donc à lui seul consommer autant qu'une ville de 30'000 à 70'000 habitant·e·s pendant un an. L'électricité est souvent fabriquée à partir de substances polluantes, car cela est bon marché. L'électricité de Facebook provient à 7% du gaz, à 15% du charbon qu'on brûle, à 9% du nucléaire et à 67% d'énergies renouvelables.

Étape 5, Envoyer un message, ça pollue ! : En réalité, effectuer des actions un réseau social consomme de l'énergie. Un centre de données moyen consomme 1 million de fois plus d'énergie qu'un smartphone. La fabrication d'électricité pour ces centres émet autant de gaz carbonique que 34 centrales à charbon pendant un an.

Plateau *Électricité* :

Étape 1, recharger le terminal de départ : Le secteur informatique consomme 7% de l'électricité dans le monde. En 2018, on comptait 15 milliards d'objets connectés et on pense qu'en 2023, chaque personne sur la planète possédera en moyenne 9,4 appareils connectés. Ceux-ci consomment 34% de l'électricité totale du secteur informatique. L'électricité peut être produite de nombreuses façons : principalement, elle provient à 67% d'énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon), à 16% de l'hydraulique, à 12% du nucléaire et à 5% d'énergies renouvelables. En Suisse, l'électricité que nous utilisons pour recharger nos appareils est produite à 66% grâce à des barrages hydrauliques et à 17% par des centrales nucléaires.

Étape 2a, le routeur WiFi : Lorsque nous utilisons une connexion WiFi pour accéder à Internet, le routeur WiFi permet de faire passer les données informatiques de notre appareil connecté dans le réseau. Allumé 24h/24, il consomme 16 fois plus d'électricité qu'un smartphone. Les données passent ensuite au travers de km de câbles. Le réseau informatique consomme 29% de l'électricité totale du secteur informatique.

Étape 2b, les données cellulaires.

Étape 3, les centres de données, qu'est-ce donc ? : Ce sont des sortes de grands hangars très sécurisés dans lesquels sont entreposés des centaines ou des milliers de disques durs et d'ordinateurs. Les disques durs permettent de stocker toutes les données informatiques. Les ordinateurs analysent les données grâce à des serveurs et font correspondre à chaque demande l'action requise. On compte 4612 centres de données dans le monde, dont 7 à Genève, 75 en Suisse et 1802 aux États-Unis.

Étape 4, l'énergie consommée par les centres de données : Ces ordinateurs sont allumés 24h/24. Ceux-ci chauffent et doivent être refroidis sans cesse, ce qui est très énergivore. L'électricité est souvent fabriquée à partir de substances polluantes, car cela est bon marché. La plupart de ces centres se trouvent aux États-Unis, où l'électricité est produite à 62,5% par des énergies fossiles, à 19,7% par le nucléaire et à 17,5% par des énergies renouvelables. 70% du flux des données numériques passent par l'État de Virginie (USA) où seul 1% de l'électricité provient des énergies renouvelables. Amazon y possède de nombreux centres, et son électricité ne provient qu'à 20% d'énergies renouvelables. L'électricité d'Apple provient à 4% du gaz, à 5% du charbon qu'on brûle et à 5% du nucléaire. Apple possède des centres de données également dans d'autres pays, comme au Danemark.

Étape 5, Utiliser un appareil connecté, ça pollue ! : En réalité, utiliser Internet consomme de l'énergie : envoyer un message, lire une page Web, jouer en ligne ou regarder une vidéo pollue. Chaque personne utilisant un appareil connecté dégage en moyenne l'équivalent de 356kg de gaz carbonique par année.

Phrase-clef (assembler les mots manquants) : Le Cloud est concret et pollue.

## Définitions

**Appareil connecté** : objet qui peut envoyer et recevoir des informations en se connectant à Internet

**Terminal (de départ ou d'arrivée)** : appareil connecté qui est utilisé par quelqu'un

**Réseau informatique** : l'ensemble de tous les terminaux et ordinateurs reliés entre-eux via Internet

**Donnée informatique** : information électronique, comme un mot, un son ou une image qui circule dans le réseau

**Serveur** : ordinateur très performant et sécurisé, qui peut être utilisé à distance via Internet

**Centre de données** : endroit où les données informatiques sont stockées dans des disques durs et où il y a de nombreux serveurs

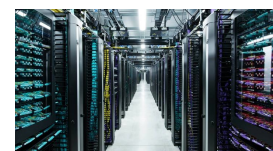
**Plateforme virtuelle** : service sur Internet où des programmes pour partager des informations sont à notre disposition

**Streaming** : contenu audio-visuel (son et image), comme les films de Netflix, que l'on n'a pas besoin de télécharger pour regarder, il suffit de se connecter via Internet au serveur qui le stocke provisoirement

**Cloud** : vaste réseau de serveurs éparpillés sur toute la planète et reliés entre-eux, et nous offrant des services informatiques, comme stocker nos données informatiques ou communiquer par les réseaux sociaux

**Energies renouvelables** : sources d'énergie presque inépuisables, issues par exemple du soleil, de l'eau ou du vent

**Gaz à effet de serre** : gaz dans l'atmosphère qui absorbe une partie des rayons du soleil et retient la chaleur du soleil sur Terre





## Questionnaire

Utilises-tu beaucoup les appareils connectés de chez toi (plus d'une heure par jour) ?

oui non

Possèdes-tu ton propre téléphone portable, ta propre tablette, ou ton propre ordinateur ?

oui non

Le thème de l'activité (la consommation d'énergie des appareils connectés) t'a-t-il intéressé/intéressée ?

oui non

As-tu été surpris/surprise par la quantité d'énergie consommée ?

oui non

Savais-tu que consommer de l'énergie pouvait polluer ?

oui non

T'es-tu amusé/amusée pendant le jeu ?

oui non

Penses-tu à l'avenir essayer de modifier ton utilisation des appareils connectés pour moins consommer ?

oui non

### Étape 1, depuis le terminal de départ

Souvent, pour  , nous utilisons le moteur de recherche Google. Chaque minute, les 4,1 milliards d'internautes, soit plus de  de la population mondiale, effectuent environ deux millions de recherches depuis leur appareil. Google compte plus de  de pages de sites Internet. L'accès à toutes ces informations est gratuit, car des publicités  permettent de financer les plateformes d'Internet.

### Étape 2a, le routeur WiFi

Lorsque nous utilisons Internet grâce aux données cellulaires (4G), les ondes qui transportent les données informatiques sont acheminées grâce à des antennes-relais et à des  .

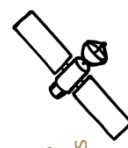
Une recherche Google

### Étape 3, les centres de données, qu'est-ce donc ?

Ce sont des sortes de grands hangars très sécurisés dans lesquels sont entreposés des  de disques durs et d'ordinateurs. Les disques durs permettent de  toutes les pages Web de Google. Les ordinateurs analysent les données grâce à des  et recherchent les informations demandées. Les  de la page Internet que nous voulions lire retraversent le réseau jusqu'à notre appareil connecté. Google possède 1 million de serveurs répartis dans plusieurs pays, par exemple aux États-Unis ou en Belgique.

### Étape 4, l'énergie consommée par les centres de données

Ces ordinateurs sont allumés 24h/24 pour répondre à nos demandes et n'importe quand. Ceux-ci chauffent et doivent être refroidis tout le temps, ce qui est très  : les systèmes de refroidissement consomment 2 fois plus d'énergie que les ordinateurs ! Un centre peut donc à lui seul consommer autant d'énergie qu'une ville de 30'000 à 70'000 habitant-e.s pendant un an. L'électricité fabriquée à partir de  car cela est bon marché. L'électricité de Google provient à 15 % du gaz, à 14% du charbon qu'  , à 10% du nucléaire et à 56% des énergies renouvelables. Les centres de données aux États-Unis consomment pendant un an la même quantité d'électricité que la grande ville de New York pendant deux ans.



En réalité, effectuer une recherche sur Google consomme d'énergie : si la lecture Web dure plus que  minutes, il est plus écologique de l'  que de la lire en ligne. Chaque personne effectue environ 2,6 recherches par jour, ce qui émet l'équivalent de 10 kg de  par an et par personne.

Mot restant :

## Étape 1, depuis le terminal de départ...

Les réseaux sociaux

Les réseaux sociaux sont devenus des

très répandus. Aux États-Unis, 8 jeunes sur 10 entre 18 et 24 ans possèdent un compte sur Snapchat, 7 sur 10 ont un compte sur Instagram, 6 sur 10 ont un compte sur Facebook et presque 4 sur 5 ont un compte sur Twitter. Chaque minute,  nouvelles photos sont postées sur Instagram. Quand nous  ou , les données informatiques de notre action sont envoyées dans le réseau informatique mondial.

Les réseaux sociaux

### Étape 2b, les données cellulaires

Le réseau informatique mondial.

### Étape 3, Les centres de données, qu'est-ce donc?

Ce sont des sortes de grands hangars très sécurisés dans lesquels sont entreposés  de disques durs et d'ordinateurs. Les disques durs permettent de  toutes les informations de nos comptes sur tel ou tel réseau social. C'est pour cela que nous pouvons nous connecter à notre compte d'un réseau social depuis n'importe quel appareil, sans que toutes nos conversations ou tous nos posts ne soient supprimés. Les ordinateurs analysent les données grâce à  et effectuent les actions demandées, comme envoyer un message du message retraversent le réseau jusqu'à l'appareil connecté de la personne concernée.

Le réseau informatique mondial.

### Étape 2a, le routeur WiFi

Lorsque nous utilisons une connexion WiFi pour accéder à , le routeur WiFi permet de faire passer les données informatiques de notre appareil connecté dans le réseau. Il reste allumé 24h/24 et propage des ondes néfastes pour notre organisme. Les données passent ensuite au travers de  km de câbles.

### Étape 4, L'énergie consommée par Les centres de données

Ces ordinateurs sont allumés 24h/24. Ceux-ci chauffent et doivent être refroidis sans cesse, ce qui est très  : Les systèmes de refroidissement consomment 2 fois plus d'énergie que celle dont les ordinateurs ont besoin pour fonctionner ! Un centre de données peut donc à lui seul consommer autant d'énergie qu'une ville de 30'000 à 70'000 habitant.e.s pendant un an.

L'électricité est souvent fabriquée à partir de  car cela est bon marché. L'électricité de Facebook provient à 7% du gaz, à 15% du charbon qu' , à 9% du nucléaire et à 67% d'énergies renouvelables.

### Étape 5, envoyer un message, ça pollue!

En réalité, effectuer un réseau social Un centre de données des  sur consomme de l'énergie. moyen consomme environ  de fois plus d'énergie qu'un smartphone. La fabrication d'électricité pour ces centres émet autant de  que 34 centrales à charbon pendant un an.



Mot restant :



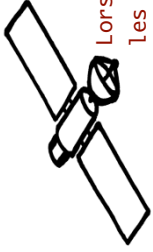
### Étape 4, l'énergie consommée par les centres de données

Ces ordinateurs des centres sont allumés 24h/24 pour répondre à nos demandes n'importe quand. Ceux-ci chauffent et doivent être refroidis tout le temps, ce qui est très  : les systèmes de refroidissement consomment 2 fois plus d'énergie que les ordinateurs ! Un centre peut donc à lui seul consommer autant qu'une ville de 30'000 à 70'000 habitant.e.s pendant un an. L'électricité est souvent fabriquée à partir de  car cela est bon marché. L'électricité de Youtube provient à 15 % du gaz, à 14% du charbon qu'  et à 10% du nucléaire.

L'électricité de Netflix provient à 24% du gaz, à 30% du charbon et à 10% du nucléaire.



Mot restant :



### Étape 2b, Les données cellulaires

Lorsque nous utilisons Internet grâce aux données cellulaires (4G), les ondes qui transportent les données informatiques sont acheminées grâce à des antennes-relais et à des .

### Étape 3

#### Les centres de données, qu'est-ce donc ?

Ce sont des sortes de grands hangars très sécurisés dans lesquels sont entreposés des  de disques durs et d'ordinateurs. Les disques durs permettent de  toutes les vidéos en ligne. Les ordinateurs analysent les données grâce à  qui recherchent la vidéo demandée. Les  de la vidéo que nous voulons visionner retransmettent le réseau jusqu'à notre appareil connecté.

### Étape 5, regarder une vidéo en ligne, ça pollue !

En réalité, regarder une vidéo sur Internet consomme de l'énergie : une vidéo de  minutes consomme  fois plus que d'envoyer un mail avec un fichier de texte. C'est autant d'  que pour faire chauffer un four à fond pendant 5 minutes. En Europe, cela dégage en moyenne l'équivalent de . La vidéo en ligne est responsable de 1% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, ~ 300 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

### Étape 2a, Le routeur WiFi



### Étape 1, depuis le terminal de départ...

De nombreuses données informatiques circulent sur le réseau dont 80% sont des . Une vidéo sur  provient des , une sur  du streaming sur  et une sur  du streaming de type films ou séries stockées sur des  telles que Netflix.

En l'an 2020, chaque seconde,  de minutes de vidéos traversent le réseau. Chaque minute, les personnes qui utilisent Youtube diffusent 2 jours de nouvelles vidéos.



en ligne

La vidéo

La



## Étape 2a, Le routeur WiFi

Lorsque nous utilisons une connexion WiFi pour accéder à  , le routeur WiFi permet de faire passer les données informatiques de notre appareil connecté dans le réseau. Il reste allumé 24h/24 et consomme 16 fois plus d'électricité qu'un smartphone. Il propage des ondes néfastes pour notre organisme. Les données passent ensuite au travers de km de câbles.

Le réseau informatique consomme 29% de l'électricité totale du secteur informatique.

## Étape 3, Les centres de données, qu'est-ce donc ?

Ce sont des sortes de grands hangars très sécurisés dans lesquels sont entreposés  de disques durs et d'ordinateurs. Les disques durs permettent de  toutes les données informatiques. Les ordinateurs analysent les données grâce à  et font correspondre à chaque demande l'action requise. On compte 4612 centres de données dans le monde, dont 7 à Genève, 75 en Suisse et 1802 aux États-Unis.

## Étape 2b, Les données cellulaires

## Étape 1, recharger le terminal de départ

Le secteur de l'informatique consomme  % de l'électricité dans le monde. En 2018, on comptait déjà  d'objets connectés et on pense qu'en  , chaque personne sur la planète possèdera en moyenne 9,4 appareils connectés. Ceux-ci consomment 34% de l'électricité totale du secteur de l'informatique. L'électricité peut être produite de nombreuses façons :

principalement, elle provient à 67% d'énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon), à 16% de l'hydraulique, à 12% du nucléaire et à 5% à partir d'  . En Suisse, l'électricité que nous utilisons pour recharger nos appareils est produite à 66% grâce à des  et à 17% grâce aux centrales nucléaires.

L'électricité consommée

## Étape 4, L'énergie consommée par les centres de données

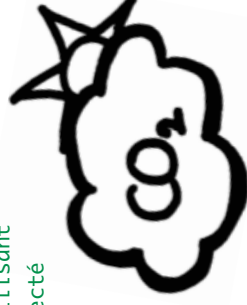
Ces ordinateurs sont allumés 24h/24. Ceux-ci chauffent et doivent être refroidis sans cesse, ce qui est très  . L'électricité est souvent fabriquée à partir de  car cela est bon marché. La plupart de ces centres se trouvent aux États-Unis, où l'électricité est produite à 62,5% par des énergies fossiles, à 19,7% par le nucléaire et à 17,5% par des énergies renouvelables. 70% du flux des données numériques passent par l'État de Virginie (USA) où seul 1% de l'électricité provient des énergies renouvelables.  y possède de nombreux centres et son électricité ne provient qu'à 20% d'énergies renouvelables.

L'électricité d'Apple provient à 4% du gaz, à 5% du charbon qu'  et à 5% du nucléaire. Apple possède des centres de données également dans d'autres pays comme le Danemark.



## Étape 5, utiliser un appareil connecté, ça pollue !

En réalité, utiliser Internet consomme passablement d'énergie : envoyer un message, lire une page Web,  ou regarder une vidéo pollue. Chaque personne utilisant un appareil connecté dégage en moyenne l'équivalent de  kg de  par année.



Mot restant :

## Enigme 1

- Mon premier est entre la naissance et la mort.
- Mon deuxième est utilisé pour jouer et possède six faces.
- Mon troisième est un liquide transparent.
- Mon tout se regarde.

## Enigme 2

J'utilise  
ces moyens de communication  
sur mon smartphone  
pour envoyer des messages  
ou  
pour poster des photos

## Enigme 3

25 15 21 20 21 2 5

Code : A=1, B=2, C=3, etc

## Enigme 4

selleuriv semrofetalp

## Enigme 5

259'041  
+  
87'233  
+  
553'726

## Enigme 1

13 15 25 5 14 19

4 5

3 15 13 13 21 14 9 3 1  
20 9 15 14

Code : A=1, B=2, C=3, etc.

Indice : pour gagner du temps, écrire d'abord le code en entier.

## Enigme 6

JE SUIS UNE MACHINE DANS  
L'ESPACE E7, COMME L4  
LUNE,  
JE TOURNE AUTOUR DE L4  
7ERRE.

## Enigme 7

cette quantité est  
plus grande que cent  
mais plus petite qu'un  
million

## Enigme 8

**R S N B J D Q**

*Code : A=B, B=C, C=D, etc.*

## Enigme 9

Ce sont également des  
hommes  
qui apportent la nourriture  
aux clients d'un  
restaurant.

## Enigme 10

Mon premier est du côté arrière du corps et s'étend de la nuque au derrière.

Mon deuxième se dit d'une personne qui vient d'être mise au monde.

Mon troisième est plus petit que deux, sans être nul.

Mon quatrième peut être géométrique, comme un triangle, un carré ou un rond.

Mon cinquième est la première lettre de l'alphabet.

Mon sixième est le son que fait une montre : ... tac.

On parle de mon tout depuis le début de l'étape 1.

## Enigme 12

H F Y H G Z M X V  
K L O F Z M G V

Code : A=Z, B=Y, C=X, D=W, etc.  
Indice : écrire le code en entier.

## Enigme 11

G E I O V E R R N

Indice : pour découvrir le mot, il faut remettre les lettres dans l'ordre.

## Enigme 3

QU4ND NØUS EFFEC7UØNS CE77E  
AC71ØN, C'ES7 CØMME LØRSQUE  
NØUS ÉCRIVØNS UNE LE77RE E7 L4  
PØSTØNS, M41S C'ES7 PLUS COUR7  
E7 PLUS R4PIDE. C'ES7 QU4ND  
NØUS...

## Enigme 13

C'ES7 7RÈS CH4UD QU4ND ØN F417  
CE77E 4C71ØN.  
CEL4 PRØVØQUE DES FL4MMES E7  
DÉG4GE DE L4 FUMÉE,  
CE QU1 PEU7 Ê7RE 7ØX1QUE ØU  
PØLLU4NT.

## Enigme 14

C'est autant que  
le nombre d'années  
d'un siècle.



## Enigme 15

Ce qui circule dans cet objet :



## Enigme 16

Mon premier est entre 29 et 31.  
Mon deuxième est mille fois dans un kilo.  
Mon troisième a deux lettres et se trouve une fois dans *aide* et deux fois dans *demande*.  
Mon quatrième est utilisé à 24% par Netflix pour son électricité.  
Mon cinquième est un grand véhicule roulant qui nous transporte souvent pendant les courses d'école.  
Mon sixième n'est pas laid.  
Mon septième est un pique-...  
Mon tout pollue l'air.

## Enigme 1

18 5 3 8 5 18 3 8 5 18

21 14 5

9 14 6 15 18 13 1  
20 9 15 14

*Code : A =1, B=2, C=3, etc.  
Indice : écrire le code en entier.*

## Enigme 2

Nous sommes presque 8 milliards d'êtres humains sur Terre, donc plus que le quart, mais moins que les trois quarts sont des internautes.

## Enigme 3

PLUS DE 6 F01S  
LE NOMBRE D'INERN4U7ES SUR  
TERRE.

## Enigme 4

Mon premier se dit des nombres 2, 4, 6, 8, etc.  
Mon deuxième est l'action de quelqu'un qui appuie sur la sonnette : il ou elle ...  
Mon troisième est la première lettre de l'alphabet.  
On dort sur mon quatrième.  
Mon dernier se trouve dans *zénith* ou *zélé*.  
Mon tout est un adjectif qui caractérise ce qui est propre à chaque personne.

## Enigme 14

*En utilisant le code de la première carte :*

**9 13 16 18 9 13 5 18**

## Enigme 2

Autant de jours  
qu'il y en a dans une année  
normale,  
moins cinq,  
fois dix.

## Enigme 15

Mon premier est utilisé à  
15% par Google pour son  
électricité.  
Mon deuxième est un grand  
véhicule roulant qui nous  
transporte souvent pendant  
les courses d'école.  
Mon troisième n'est pas  
laid.  
Mon quatrième est un pique-...  
Mon tout pollue l'air.

## Enigme 5

JE SUIS UNE M4CH1NE  
DANS L'ESP4CE E7, CØMME  
L4 LUNE,  
JE 7ØURNE AU7ØUR DE L4  
7ERRE.

## Enigme 6

cette quantité est  
plus grande que cent  
mais plus petite qu'un  
million

## Enigme 7

**R S N B J D Q**

*Code : A=B, B=C, C=D, etc.*

## Enigme 8

Ce sont également des hommes qui apportent la nourriture aux client.e.s d'un restaurant.

## Enigme 9

Mon premier est du côté arrière du corps et s'étend de la nuque au derrière.  
Mon deuxième se dit d'une personne qui vient d'être mise au monde.  
Mon troisième est plus petit que deux, sans être nul.  
Mon quatrième peut être géométrique, comme un triangle, un carré ou un rond.  
Mon cinquième est la première lettre de l'alphabet.  
Mon sixième est le son que fait une montre : ... tac.  
Mon tout circule dans le réseau.

## Enigme 13

C'est le nombre de feuilles d'un trèfle.

## Enigme 11

H F Y H G Z M X V

K L O O F Z M G V

Code : A=Z, B=Y, C=X, D=W, etc.  
Indice : écrire le code en entier.

## Enigme 10

G N  
E R  
I O  
V E  
R E

Indice : pour découvrir le mot, il faut remettre les lettres dans l'ordre.

## Enigme 12

C'ES7 7RÈS CHAUD QU4ND ØN F417  
CE77E 4C71ØN.  
CEL4 PRØVØQUE DES FL4MMES E7  
DÉG4GE DE L4 FUMÉE,  
CE QU1 PEU7 Ê7RE 7ØX1QUE ØU  
PØLLU4NT.

## Enigme 4

Mon premier est un service qui s'occupe d'envoyer, de trier, et de transporter notre courrier.

Mon deuxième complète la liste : *je, tu, il, elle, ..., nous, vous, ils, elles.*

Ma troisième est plus petite que 2, sans être nulle.

Mon quatrième n'est pas vrai.

Mon cinquième n'est pas tard.

Mon tout est une action que nous effectuons par exemple sur Instagram ou sur Facebook.

## Enigme 5

1

Le nom de notre planète

Contraire de flou

## Enigme 6

cette quantité est

plus grande que cent

mais plus petite qu'un

million

### Enigme 7

R S N B J D Q

Code : A=B, B=C, C=D, etc.

### Enigme 8

Ce sont également des  
hommes  
qui apportent la  
nourriture  
aux client.e.s d'un  
restaurant.

### Enigme 9

Mon premier est du côté arrière  
du corps et s'étend de la nuque  
au derrière.  
Mon deuxième se dit d'une  
personne qui vient d'être mise au  
monde.  
Mon troisième est plus petit que  
deux, sans être nul.  
Mon quatrième peut être  
géométrique, comme un triangle,  
un carré ou un rond.  
Mon cinquième est la première  
lettre de l'alphabet.  
Mon sixième est le son que fait  
une montre : ... tac.  
Mon tout circule dans le réseau.

### Enigme 10

G N  
E R  
I O  
V  
E R

Indice : pour découvrir le mot, il  
faut remettre les lettres dans l'ordre.

### Enigme 11

H F Y H G Z M X V  
K L O O F Z M G V

Code : A=Z, B=Y, C=X, D=W, etc.  
Indice : écrire le code en entier.

## Enigme 12

C'ES7 7RÈS CH4UD QU4ND ØN F417  
CE77E 4C71ØN.  
CEL4 PRØVØQUE DES FL4MMES E7  
DÉG4GE DE L4 FUMÉE,  
CE QU1 PEU7 Ê7RE 7ØX1QUE ØU  
PØLLU4NT.

## Enigme 13

En utilisant le code de la première carte :

1 3 20 9 15 14 19

## Enigme 14

259'041  
+  
87'233  
+  
553'726

## Enigme 15

Mon premier est utilisé à 7% par Facebook pour son efficacité.  
Mon deuxième est un grand véhicule roulant qui nous transporte souvent pendant les courses d'école.  
Mon troisième n'est pas laid.  
Mon quatrième est un pique-...  
Mon tout pollue l'air.

## Enigme 1

C'ES7 LE NØMBRE DE TØMES DE L4  
SERIE DES LIVRES DE HARRY  
PØ77ER.

## Enigme 2

C'est plus de deux fois la population mondiale.

*Indice : nous sommes 7 milliards d'êtres humains.*

## Enigme 4

5 14 5 18 7 9 5 19  
18 5 14 15 21 22 5 12 1 2 12  
5 19

Code : A=1, B=2, C=3, etc. Indice :  
écrire le code en entier pour gagner du  
temps.

## Enigme 5

Mon premier est le contraire de  
haut.  
Mon deuxième se dit de quelqu'un  
qui est très en colère. *Il ou elle*  
*a la ...* C'est aussi une maladie des  
dents.  
Mon troisième est la 25e lettre de  
l'alphabet.  
Mon quatrième est synonyme de  
marrant ou rigolo.  
Mon dernier a quatre lettres et se  
trouve dans *bique*, *pique* ou *tique*.  
Mon tout permet de produire de  
l'électricité avec de l'eau.

## Enigme 3

D4NS 7ROI5 4NS

## Enigme 6

1

synonyme de planète,  
en parlant de la nôtre

NET

### Enigme 7

cette quantité est  
plus grande que cent  
mais plus petite qu'un  
million

### Enigme 8

R S N B J D Q

Code :  $A=B$ ,  $B=C$ ,  $C=D$ , etc.

### Enigme 9

Ce sont également des  
hommes  
qui apportent la  
nourriture  
aux client.e.s d'un  
restaurant.

### Enigme 10

G N  
E R  
I O  
V  
E R E

Indice : pour découvrir le mot, il  
faut remettre les lettres dans l'ordre.



## Enigme 11

H F Y H G Z M X V

K L O F Z M G V

Code : A=Z, B=Y, C=X, D=W, etc.  
Indice : écrire le code en entier.

## Enigme 12

Le nom de cette grande  
compagnie de l'informatique  
ressemble beaucoup au nom de  
la plus grande forêt du  
monde, qui se trouve en  
Amérique du Sud.

## Enigme 13

C'ES7 7RÈS CH4UD QU4ND ØN F417  
CE77E 4C71ØN.

CEL4 PRØVØQUE DES FL4MMES E7  
DÉG4GE DE L4 FUMÉE,

CE QU1 PEU7 Ê7RE 7ØX1QUE ØU  
PØLLU4NT.

## Enigme 14

En utilisant le code de la  
quatrième carte :

10 15 21 5 18

5 14 12 9 7 14 5

## Enigme 15

300  
+  
50  
+  
6

## Enigme 16

Mon premier est utilisé à 4% par  
Apple pour son efficacité.  
Mon deuxième est un grand  
véhicule roulant qui nous  
transporte souvent pendant les  
cours d'école.  
Mon troisième n'est pas laid.  
Mon quatrième est un pique-...  
Mon tout pollue l'air.

énergies renouvelables	Internet	centaines/milliers	substances polluantes	Amazon
barrages hydrauliques		stocker	énergivore	jouer en ligne
356	2023	des serveurs	on brûle	gaz carbonique
vidéo	stocker	substances polluantes	énergivore	3'600
réseaux sociaux	des serveurs		on brûle	envoyons un message
Youtube	données informatiques		substances polluantes	postons une photo
plateformes virtuelles	énergivore	2	satellites	Internet
1 million	on brûle	rechercher une information	centaines/milliers	3
	100	la moitié	stocker	imprimer
satellites	électricité	30 milliards	des serveurs	gaz carbonique
centaines/milliers	30g de gaz carbonique	personnalisées	données informatiques	moyens de communication
				actions
				stocker
				des serveurs
				1 million
				gaz carbonique
				virtuel
				Le Cloud
				et pollue
				est concret
				15 milliards
				7

# Bibliographie

## Monographies :

**MAUVILLY-GRATON Karine**, *Cyberminimalisme*, Paris, Seuil, 2019.

**MAZZA Fabrice, LHULLIER Sylvain et SIGG Ivan**, *Le Grand Livre des Enigmes*, France, Hachette Livre/Marabout, 2006.

## Articles :

**Le Parisien**, "Les ondes électromagnétiques, néfastes pour la planète mais à quel point ?", [En ligne], (consulté le 22 mars 2020).  
<http://www.leparisien.fr/environnement/les-ondes-electromagnetiques-nefastes-pour-la-planete-mais-a-quel-point-20-10-2015-5160171.php>

**RTS**, "Trois quarts de l'électricité utilisée en Suisse est d'énergie renouvelable", [En ligne], (consulté le 22 mars 2020).  
<https://www.rts.ch/info/suisse/11101566-trois-quarts-de-l-electricite-utilisee-en-suisse-est-d-origine-renouvelable.html>

**TARRADELLAS Joseph**, "Le streaming et les jeux en ligne contre le climat", [En ligne], (consulté le 22 mars 2020).  
[https://avenue.argusdatainsights.ch/Article/AvenueClip?artikelHash=7f4fd659387f4f1f9afd2001dfac44d8\\_383B24CCE2981D36EDC2690F50976626&artikelDateid=230483234](https://avenue.argusdatainsights.ch/Article/AvenueClip?artikelHash=7f4fd659387f4f1f9afd2001dfac44d8_383B24CCE2981D36EDC2690F50976626&artikelDateid=230483234)

**VERSET Jean-Claude**, "Internet bientôt premier consommateur mondial d'électricité", [En ligne], (consulté le 12 février 2020).  
[https://www.rtf.be/info/economie/detail\\_internet-bientot-premier-consommateur-mondial-d-electricite?id=9889099](https://www.rtf.be/info/economie/detail_internet-bientot-premier-consommateur-mondial-d-electricite?id=9889099)

## Sites Internet :

**Cisco**, [En ligne], prévisions de l'utilisation des appareils connectés 2018-2023, (consulté le 12 février 2020) et définition de "data center", (consulté le 21 mars 2020).  
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/service-provider/vni-network-traffic-forecast/vni-forecast-info.html>  
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/data-center-virtualization/what-is-a-data-center.html>

**Data Center Map**, [En ligne], cartes interactives montrant la répartition des centres de données à travers le monde, (consulté le 19 mars 2020).  
<https://www.datacentermap.com/countrymap.html>

**DOMO**, [En ligne], nombres d'actions par minute sur le net, (consulté le 12 février 2020).  
<https://www.domo.com/learn/infographic-data-never-sleeps>

**GreenIT**, [En ligne], impacts environnementaux du numérique et sobriété numérique (par F. Bordage), (consulté le 19 mars 2020).  
[https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude\\_EENM-synthese-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-synthese-accessible.VF_.pdf)

**Greenpeace**, [En ligne], rapport sur la provenance de l'énergie utilisée par les grandes compagnies de l'informatique pour alimenter leur data centers, (consulté le 12 février 2020).  
<https://drive.google.com/viewerng/viewer?url=https://ds1.static.rtf.be/article/pdf/internet-greanpeace-1523366410.pdf>

**Microsoft**, [En ligne], définition de "Cloud Computing", (consulté le 21 mars 2020).  
<https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-the-cloud/>

**NRDC**, [En ligne], rapport sur l'efficacité énergétique des data centers, (consulté le 21 mars 2020).  
<https://www.nrdc.org/sites/default/files/data-center-efficiency-assessment-IP.pdf>

**Planétoscope**, [En ligne], données chiffrées sur Google, (consulté le 21 mars 2020).  
<https://www.planetoscope.com/Internet-/1474-recherches-sur-google.html>

**The Shift Project**, [En ligne], rapports d'études sur l'impact du numérique sur l'environnement (premier lien) et plus précisément de celui de la vidéo (deuxième lien), (consulté le 19 mars 2020).  
<https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf>  
<https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/2019-01.pdf>

**US. Energy Information Administration**, [En ligne], provenance de l'électricité aux Etats-Unis, (consulté le 22 mars 2020).  
<https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=427&t=3>

## Encyclopédies et dictionnaires :

**Larousse**, [En ligne], définition de "réseau informatique", (consulté le 21 mars 2020).  
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/r%C3%A9seau/68585>

**Wiktionary**, [En ligne], définition d'"objet connecté", (consulté le 21 mars 2020).  
[https://fr.wiktionary.org/wiki/objet\\_connect%C3%A9](https://fr.wiktionary.org/wiki/objet_connect%C3%A9)

## Jeux :

**LELIEVRE Claire, LELIEVRE Jacques, TURIER Virgile**, *La boîte à Enigmes junior*, Paris, Hachette Livre / Deux Coqs d'or, 2009.

## Iconographie :

**Fig. 1 :** [En ligne], Couloir de centre de données, (consulté le 17 mai 2020).  
<http://www.sifytechnologies.com/wp-content/uploads/2017/04/data-center-powerhouse-banner.jpg>

**Fig. 2 :** [En ligne], Schéma représentant le "Cloud Computing", (consulté le 17 mai 2020).  
<https://www.lebigdata.fr/definition-cloud-computing>

**Fig. 3 :** [En ligne], Selon The Shift Project, répartition des usages de la vidéo.  
<https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/2019-01.pdf>

**Fig. 4 :** [En ligne], Provenance de l'électricité suisse, (consulté le 17 mai 2020).  
<https://www.rts.ch/info/suisse/11101566-trois-quarts-de-l-electricite-utilisee-en-suisse-est-d-origine-renouvelable.html>

**Fig. 5 :** [En ligne], Emplacement et nombre de centres de données dans le monde, (consulté le 17 mai 2020).  
<https://www.datacentermap.com/countrymap.html>

**Fig. 6 :** [En ligne], La provenance de l'électricité de grandes compagnies de l'informatique, (consulté le 17 mai 2020).  
<https://drive.google.com/viewerng/viewer?url=https://ds1.static.rtf.be/article/pdf/internet-greenpeace-1523366410.pdf>

**Fig. 7 :** Plateaux du jeu vierges et assemblés, que j'ai dessinés à la main (avril 2020).

**Fig. 8 :** Dessin d'éolienne pour les plateaux du jeu, dessiné à la main (avril 2020).

**Fig. 9 :** Schéma d'une action via Internet, dessiné au tableau lors de l'activité en classe (septembre 2020).

## Personnes ressources :

**MISCHLER Laetitia**, étudiante en sciences de l'environnement à l'EPFL, échanges de mails en février 2020. Elle a su m'indiquer plusieurs ressources utiles, telles qu'un ouvrage de F. Bordage sur le sujet (finalement non-utilisé dans ce travail) ou bien le site internet de GreenIT.