



^b
**UNIVERSITÄT
BERN**

Faculté des sciences

Institut d'informatique

**Centre de recherche spécialisé
dans le numérique durable**

Berne, avril 2020

Fiche d'information sur la durabilité et la transition numérique dans le contexte des grèves pour le climat (Fridays for Future)

Interlocuteur :

Tobias Welz
Collaborateur scientifique
Acquisitions durables

tobias.welz@inf.unibe.ch
+41 31 511 76 20 (ligne directe)
+41 31 631 47 71 (secrétariat)

Matthias Stürmer
Directeur du centre de recherche spécialisé
dans le numérique durable, chaire de transfor-
mation numérique à l'institut d'informatique (INF)
et chaire de numérique durable à l'institut d'in-
formatique de gestion (IWI)
matthias.stuermer@inf.unibe.ch
+41 31 631 38 09 (ligne directe)

Université de Berne
Institut d'informatique
Centre de recherche spécialisé dans le numérique durable

Schützenmattstrasse 14
CH-3012 Berne

www.digitale-nachhaltigkeit.unibe.ch

Table des matières

1	Les données de base	3
	Que devons-nous faire si l'on se base sur les demandes du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ?	3
	Comment notre consommation actuelle se présente-t-elle (UE/CH) ? Quel est l'impact de notre consommation en Suisse et à l'étranger ?	3
	L'informatique a-t-elle un des impacts les plus élevés sur l'environnement ?	4
	Quelle infrastructure informatique utilisons-nous aujourd'hui, laquelle utiliserons-nous à l'avenir ?	4
	Dans quel but utilisons-nous l'infrastructure informatique ? Quel genre de données sont consommées ?	5
	Quel degré de durabilité a le visionnage de vidéos en ligne ?	7
	Quel est le rapport entre le matériel informatique et son utilisation en termes de consommation d'énergie ?	8
	L'informatique au sens large (TIC) peut-elle contribuer à plus de durabilité ?	8
	Qu'en est-il des émissions dues à l'informatique (et aux TIC) en Suisse ? Quels sont les potentiels de développement durable ?	9
	Comment faire un usage durable des TIC dans son propre environnement ?	9
	Comment concevoir une utilisation durable du matériel ?	10
	Comment utiliser les données avec plus de durabilité ?	11
2	La dimension sociale de l'informatique – Discussion en regard des objectifs des Nations Unies pour le développement durable (ODD)	12
	Quelles sont les ressources disponibles ?	13
	Quels sont les problèmes générés par l'utilisation de matériel informatique ou téléphonique ?	14
	Comment ces conséquences peuvent-elles être tempérées ?	14
	Comment atteindre les objectifs sociaux du développement durable ?	14
3	Autoévaluation destinée aux élèves, étudiants et étudiantes	15
4	Autoévaluation destinée au personnel enseignant	17
	Annexe : liste de liens	19

1 Les données de base

La présente fiche d'information traite du développement durable (ou durabilité) et des technologies de l'information dans un contexte scolaire (degré secondaire II), tout en prenant en compte les revendications de la grève des étudiants pour le climat, Fridays for Future. La discussion vise à montrer dans quelle mesure notre comportement est « durable » et ce que nous pourrions changer.

Que devons-nous faire si l'on se base sur les demandes du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ?

Avant d'aborder plus particulièrement l'impact des technologies de l'information, nous nous penchons d'abord sur le contexte général de la discussion climatique. Pour ce faire, les éléments les plus importants de l'impact environnemental de la société seront discutés, tout comme le rôle que les technologies de l'information jouent à cet égard. La notion de développement durable est ici comprise comme permettant d'atteindre les objectifs de l'**Accord de Paris**¹ de 2015. **Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat** (GIEC) a publié un rapport spécial² qui précise ce qui doit être fait pour que ces objectifs puissent être mis en œuvre. Le GIEC demande donc que l'on passe intégralement aux énergies renouvelables dans les domaines de l'immobilier, de la mobilité et de l'approvisionnement en électricité. Il demande aussi que les objectifs mondiaux de réduction des émissions de CO₂ fixés pour 2050 soient respectés. La grève des étudiants pour le climat³ poursuit les mêmes objectifs, mais s'engage pour une mise en œuvre plus rapide que celle préconisée par le GIEC. Les exigences du mouvement de la grève pour le climat FFF reposent toujours sur les stratégies nationales développées pour l'atteinte des objectifs climatiques, qui prévoient de limiter le réchauffement planétaire à 1,5°C. Selon ce mouvement, plus on agira rapidement et plus le cadre des changements sera clairement posé, moins les efforts à fournir seront importants.

Comment notre consommation actuelle se présente-t-elle (UE/CH) ? Quel est l'impact de notre consommation en Suisse et à l'étranger ?

On constate que l'alimentation, les déplacements privés et le logement sont responsables de 70 à 80 pour cent de l'**impact environnemental** global de notre **consommation**. Nous dépensons environ 60 pour cent de notre revenu pour ces postes. Ces résultats sont le fruit d'une étude portant sur la consommation en Europe⁴. Les taux sont les mêmes pour la consommation en Suisse. Ils ont été déterminés au moyen de la méthode simplifiée **des empreintes environnementales liées aux émissions de gaz à effet de serre**⁵. L'empreinte annuelle de chaque consommateur suisse est donc de 14 tonnes de CO₂, dont 7 tonnes de CO₂ sont émises en Suisse et le reste à l'étranger, principalement en raison de la production effectuée à l'étranger. En 2015, les émissions suisses de CO₂ se montaient à 48 millions de tonnes (Mt)⁶. Si nous additionnons les émissions suisses et étrangères, les empreintes environnementales suisses liées aux émissions de gaz à effet de serre se montent à 95 Mt de CO₂ environ.

Pour respecter l'Accord de Paris, il faut réduire les émissions de CO₂ en Suisse de 40 pour cent par rapport à leur volume de 1990 (soit 54 Mt) d'ici à 2030⁷. Un scénario ambitieux de swisscleantech prévoit les réductions des émissions de CO₂ suivantes : bâtiments 68 pour cent, transports 68 pour cent, industrie 48 pour cent, agriculture 24 pour cent et gestion des déchets 6 pour cent. Pour les émissions étrangères, la réduction visée d'ici 2030 est de 20 pour cent.

¹ https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/french_paris_agreement.pdf

² https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_french.pdf

³ fridaysforfuture.de/forderungen/

⁴ Etude EIPRO de l'Union européenne parue en 2006, qui porte sur l'impact environnemental de l'UE des 25. Elle repose sur des données économiques qui sont évaluées par rapport à l'impact environnemental au moyen de plusieurs méthodes.

⁵ Empreintes environnementales de la Suisse – De 1996 à 2015, 2018, OFEV

⁶ Bases statistiques : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/donnees-indicateurs-cartes/donnees/inventaire-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre.html>

⁷ Pariser Klimaabkommen: Bedeutung für die Schweiz und die Wirtschaft, 2016, swisscleantech

L'informatique a-t-elle un des impacts les plus élevés sur l'environnement ?

Des études portant sur la consommation affirment qu'en termes d'impact, notre consommation de vêtements suit directement notre alimentation, nos déplacements à titre privé et nos habitations. Toutefois, il n'est rien dit de l'impact des technologies de l'information et de la communication, groupées ici sous la notion d'informatique. L'informatique ne jouerait-elle donc aucun rôle dans l'impact environnemental d'une société, ou ce rôle serait-il marginal ?

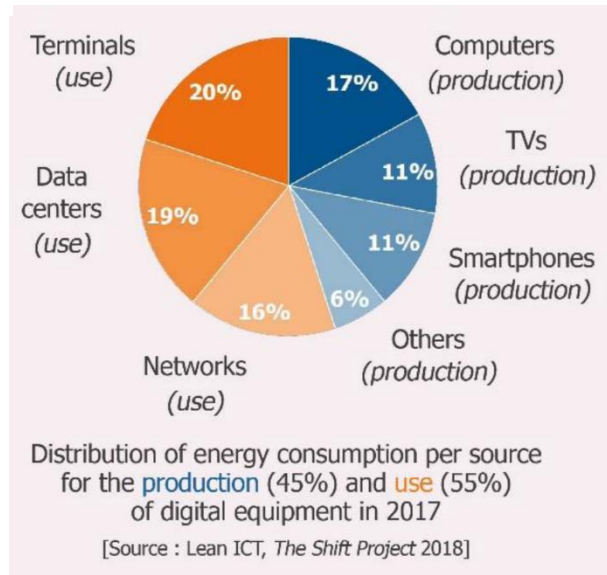


Illustration 1 : Distribution de l'énergie consommée par les équipements informatiques dans le monde, pour leur production et leur utilisation (2017)

En 2015, année de l'étude sur la consommation en Suisse, la **consommation mondiale d'énergie due aux appareils informatiques** se montait à 2300 TWh.

En 2018, la consommation était déjà passée à 3000 TWh, ce qui correspond à l'émission de 2000 Mt de CO₂⁸, soit 4 pour cent des émissions mondiales, soit encore l'équivalent des émissions de l'aviation civile. Si cette tendance se poursuit, le pourcentage des émissions dues aux appareils informatiques sera de 8 pour cent en 2025, soit le taux des émissions mondiales dues aux véhicules automobiles.

La consommation énergétique⁹ (illustration 1) se répartit comme suit : 45 pour cent servent à la fabrication d'appareils et 55 pour cent alimentent l'utilisation de tous les appareils informatiques. Si l'on observe la composition des **flux d'énergie**

servant à **l'utilisation** de tous **les appareils informatiques** en 2017, on constate que ces derniers consomment 55 pour cent de toute l'énergie et qu'ils émettent 1100 Mt de CO₂ ; 20 pour cent sont consommés pour les terminaux (400 Mt de CO₂) et 35 pour cent (700 Mt de CO₂) pour la fourniture et la transmission des données [centres de données : 19 pour cent ; transmission : 16 pour cent]. L'utilisation de tous les appareils informatiques a causé 2 pour cent des émissions mondiales de CO₂ en 2017, avec un taux de croissance annuel de 25 pour cent. Si cette évolution se poursuit, **l'informatique comptera bientôt parmi les quatre principaux facteurs ayant un impact sur l'environnement.**

Quelle infrastructure informatique utilisons-nous aujourd'hui, laquelle utiliserons-nous à l'avenir ?

Quatre raisons sont évoquées pour expliquer **l'explosion de la consommation d'énergie due à l'informatique**¹⁰ : l'utilisation des smartphones, la vie connectée, l'industrie connectée et les échanges de données.

On observe que la production annuelle des smartphones (illustration 2) aura doublé entre 2013 et 2020. Dans le même temps, le nombre d'appareils utilisés a triplé. De manière générale, on prévoit que le nombre d'appareils informatiques connectés (illustration 3) aura doublé entre 2017 et 2022. Simultanément, le nombre d'interfaces reliant les appareils entre eux (*Machine to Machine, M2M*) aura fortement augmenté, et les ordinateurs fixes auront perdu quelque peu du terrain.

⁸ Pour calculer les émissions de CO₂, on multiplie la consommation d'énergie par le facteur d'émission du mix énergétique. Le facteur d'émission du mix énergétique est calculé proportionnellement aux facteurs d'émission des différentes sources énergétiques. Mix énergétique [global] : 519 grammes d'équivalents CO₂ par kWh (2015)

⁹ Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne, 2019, The Shift Project

¹⁰ Lean ICT : pour une sobriété numérique, 2018, The Shift Project

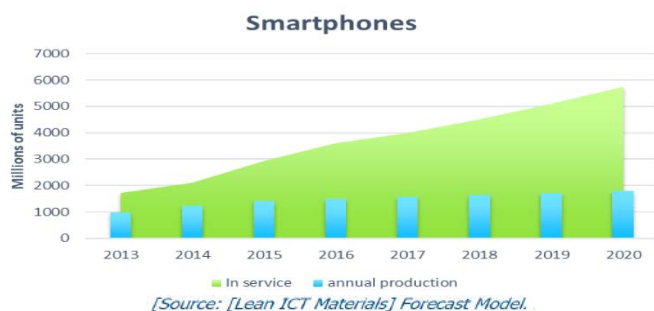


Illustration 2 : nombre de smartphones, ventilation par nombre d'appareils utilisés et par nombre d'appareils produits annuellement (en millions)

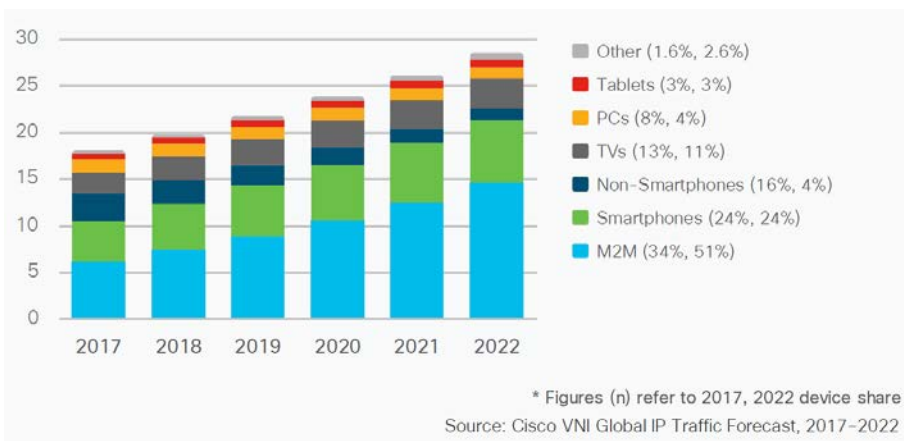


Illustration 3 : nombre de terminaux informatiques utilisés (en milliards)

Dans quel but utilisons-nous l'infrastructure informatique ? Quel genre de données sont consommées ?

Examinons **la composition du trafic mondial de données**. Selon les prévisions de Cisco¹¹, d'ici à 2022, la plus grande partie du trafic de données (80 %) sera due à la vidéo (illustration 4) et ces données circuleront principalement sur les smartphones (illustration 5).

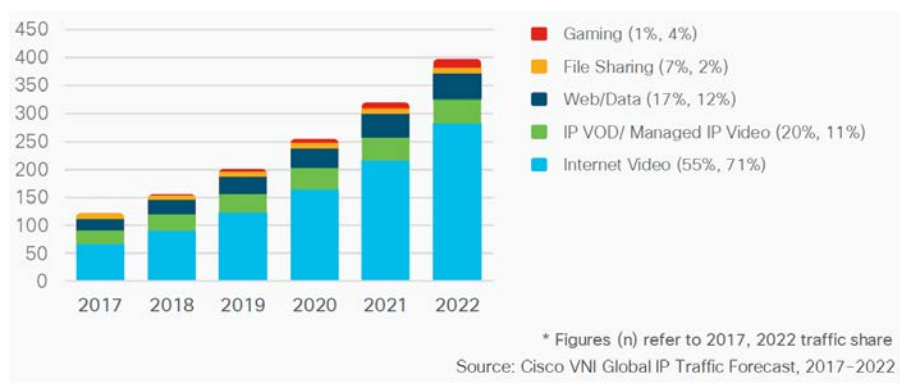


Illustration 4 : Distribution de l'utilisation mondiale des données (en exaocets par mois)

¹¹ Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022, 2019, Cisco

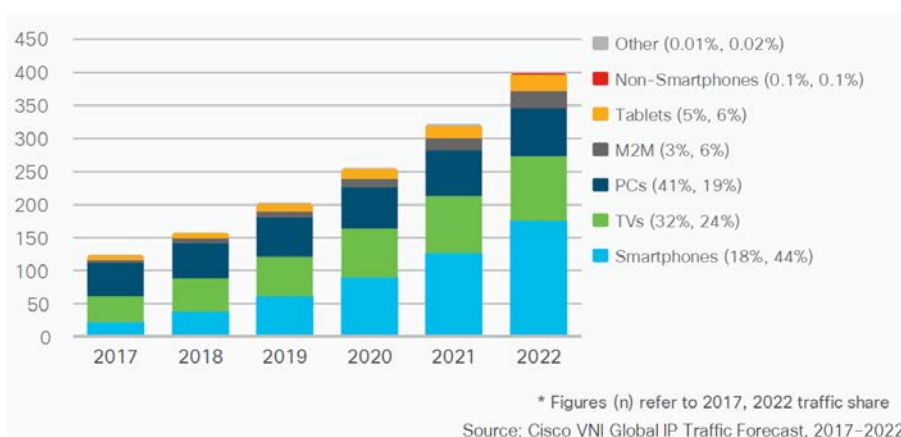


Illustration 5 : Distribution de l'utilisation mondiale des données par genre d'appareil informatique (en exaocets par mois)

Selon cette étude, **le trafic mondial de données**¹² dépassait 1870 exaocets (1,87 milliard de téraocets) en 2018 (illustration 6). Ce trafic se répartissait entre l'**industrie (320 exaocets)** et les **particuliers (1550 exaocets)**. Le trafic de données occasionné par les **vidéos en ligne se chiffrait à 1000 exaocets**, ce qui a provoqué l'émission de 300 Mt de CO₂, soit le volume de CO₂ émis annuellement par l'Espagne. On prévoit qu'en 2022, le trafic mondial de données sera passé à 4750 exaocets.

Si l'on observe la **répartition** du **trafic mondial de données** par région, on constate que 15 pour cent de celui-ci a lieu en Europe occidentale (2018). Le taux de croissance annuel composé (TCAC) sera de 22 pour cent en Europe occidentale (2017-2022). Tout en étant importante, cette croissance est inférieure à celle constatée dans d'autres régions du monde, de sorte qu'en 2022, 13 pour cent des données échangées dans le monde circuleront en Europe occidentale.

IP Traffic, 2017-2022	2017	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR (2017-2022)
By Type (Petabytes [EB] per Month)							
Fixed Internet	85	107	137	174	219	273	26%
Managed IP	26	31	35	40	44	45	11%
Mobile data	12	19	29	41	57	77	46%
By Segment (EB per Month)							
Consumer	100	129	167	212	267	333	27%
Business	22	27	34	42	52	63	23%
By Geography (EB per Month)							
Asia Pacific	43	59	80	105	136	173	32%
North America	42	52	63	77	92	108	21%
Western Europe	18	22	27	33	41	50	22%
Central and Eastern Europe	8	10	12	15	20	25	26%
Middle East and Africa	4	5	7	10	15	21	41%
Latin America	7	9	11	13	16	19	21%
Total (EB per Month)							
Total IP traffic	122	156	201	254	319	396	26%

Source: Cisco VNI, 2018

Illustration 6 : Distribution du trafic mondial de données passant par Internet (en exaocets par mois)

En 2018, 88 pour cent des données circulaient au moyen de technologies utilisant le câble et 12 pour cent au moyen de technologies utilisant la téléphonie mobile. Pour 2022, on prévoit que ces taux passeront à 75 pour cent pour les réseaux par câble et à 25 pour cent pour la téléphonie mobile.

¹² Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022, 2019, Cisco

Technologies de transmission [en kWh par gigaoctet]	2010	2020
Serveurs	0,14	0,06
Internet fixe	0,43	0,16
Données mobiles	10,50	0,54

Illustration 7 : Structure de la consommation énergétique occasionnée par la transmission de données par Internet (en kWh par gigaoctet)

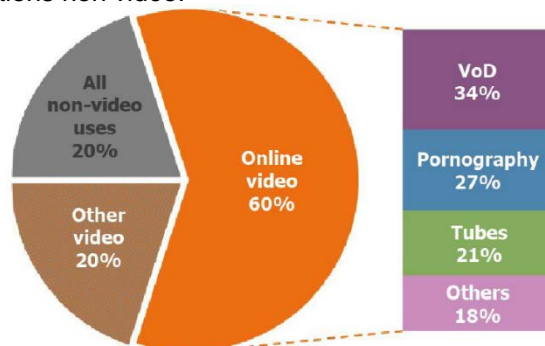
Si l'on compare les technologies de transfert¹³ (illustration 7), on observe que le transfert par câble nécessite beaucoup moins d'énergie que le transfert passant par les réseaux de téléphonie mobile. L'efficacité énergétique des technologies utilisées pour les serveurs s'est nettement améliorée durant la période 2010-2020, tout comme celle des technologies de transmission.

Les valeurs employées ici sont des moyennes. La répartition des consommations d'énergie dépend notamment de la technologie mobile utilisée.

Quel degré de durabilité a le visionnage de vidéos en ligne ?

L'illustration 8 présente le trafic mondial de données distribué en fonction des trois utilisations suivantes¹⁴ : vidéos en ligne, autres formats vidéo et utilisations non vidéo.

- **60 pour cent : vidéos en ligne.** Ventilation :
 - 34 pour cent - Vidéo à la demande [Netflix, Amazon Prime, etc.]
 - 27 pour cent - Pornographie
 - 21 pour cent - Sites de partage de vidéos [95 % YouTube, etc.]
 - 18 pour cent - Réseaux sociaux [Facebook, Instagram, Twitter, etc.]
- **20 pour cent : autres formats vidéo.** Ventilation :
 - Transmissions TV en direct | visiophonie [Skype] | télémédecine | vidéosurveillance
- **20 pour cent : utilisation non vidéo.** Ventilation :
 - Sites Internet | courrier électronique | messageries instantanées | stockage de photographies |
 - Stockage de données pour les particuliers et l'industrie



Source: « [Video+ Materials] Internet Video Traffic by use »

Illustration 8 : Distribution des échanges mondiaux de données, pour la vidéo

En 2018, le visionnage de **vidéos en ligne** représentait 1050 des 1870 exaoctets de l'utilisation totale de données (57 %). Ce visionnage a entraîné l'émission de 300 des 1100 Mt de CO₂ (27 %) émises pour l'utilisation de tous les appareils informatiques. Le pourcentage de l'énergie consommée par des appareils existants passera de 55 pour cent (2017) à 71 pour cent (2022). Le volume des données se montera donc à 3000 exaoctets pour les vidéos en ligne en 2022. Le smartphone est le terminal principal de ces échanges de données.

Face à cette évolution, la question se pose de savoir si une telle croissance est compatible avec les objectifs de l'Accord de Paris. La consommation d'électricité, qui doit provenir intégralement d'énergies renouvelables selon les demandes du GIEC, est cruciale à cet égard. Les chiffres disponibles^{15 16} relatifs aux grands fournisseurs de plateformes vidéos et les objectifs que ces derniers affichent montrent que seuls un petit nombre sont sur la bonne voie.

¹³ Andrae et Edler, On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030, 2015

¹⁴ Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne, 2019, The Shift Project

¹⁵ [Bingeing Footprint](#), 2017, Quartz

¹⁶ [Amazon still lags behind Apple, Google in renewable energy report](#), 2017, Greenpeace

Quel est le rapport entre le matériel informatique et son utilisation en termes de consommation d'énergie ?

L'étape suivante consiste à examiner la **composition de la consommation énergétique des appareils informatiques**¹⁷ (illustration 9). L'envoi de courrier électronique (courrier électronique avec pièce jointe de 1 Mo) et le visionnage de vidéos (vidéo de 10 minutes) montre que le trafic de données est le principal consommateur d'énergie.

REN (Référentiel Environnemental du Numérique - Reference frame of Environmental Negative impacts) - Run Phase													
Impacts	Hardware									Uses			
	Laptop			Smartphone			Data Centre	Connected TV			Residential Router	To send an email Traffic 1 MB device use 3 min (kWh / unit)	To watch a video online Traffic 170 MB device use 10 min (kWh / unit)
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max		Min	Mean	Max			
Electricity usage (kWh / year - kWh)*	13	56	100	4	6	8	6444683	99	157	215	100	0.0010	0.1000

Illustration 9 : Vue d'ensemble de la consommation énergétique en fonction des différents types d'utilisation des appareils informatiques (en kWh par an et en kWh par utilisation)

Notre exemple se fonde sur les différentes consommations d'énergie liées à l'utilisation d'un ordinateur portable dont la consommation annuelle d'énergie est comprise entre 13 et 100 kWh. Pour l'envoi de courrier électronique impliquant l'utilisation d'un appareil durant trois minutes, les consommations d'énergie sont comprises entre 0,0004 kWh (au minimum) et 0,0028 kWh (au maximum). Pour le visionnage d'une vidéo impliquant l'utilisation d'un appareil durant dix minutes, les consommations d'énergie sont comprises entre 0,0012 kWh (au minimum) et 0,0092 kWh (au maximum). Si la définition de la vidéo est modifiée, le volume des données échangé pour dix minutes de visionnage¹⁸ est le suivant : 5 Mo pour une définition de 144 p, 75 Mo pour une définition de 480 p et 300 Mo pour une définition de 1080 p.

Si l'on y ajoute la consommation de données, la moyenne se monte à 0,0010 kWh pour l'envoi de courrier électronique (1 Mo) et à 0,1000 kWh pour le visionnage de vidéos (170 Mo) (voir aussi l'illustration 9). On constate donc que la consommation énergétique est fortement influencée par le trafic de données. Si les mêmes applications étaient utilisées avec un smartphone ou lieu d'un ordinateur portable, cet effet apparaîtrait encore plus nettement.

L'informatique au sens large (TIC) peut-elle contribuer à plus de durabilité ?

Le concept de la **dématérialisation**, c'est-à-dire le fait de dissocier l'exploitation des ressources d'une part et les services d'autre part, est fondamental pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris, qui visent à limiter le réchauffement mondial à 1,5 °C, voire à 2 °C au maximum. En voici un exemple dans le domaine de la mobilité : les vidéoconférences permettent d'éviter des vols en avion, ce qui diminue les émissions de CO₂. En d'autres termes, des structures numériques remplacent des processus physiques.

Toutefois, en raison de l'**effet rebond**, ces solutions ne fonctionnent que jusqu'à un certain point. L'effet rebond décrit les changements de comportement qui se manifestent lorsque l'efficacité énergétique d'un produit s'améliore. Les coûts et le temps sont des paramètres importants dans l'effet rebond. Prenons l'exemple de l'éclairage : remplacer des ampoules ordinaires par des lampes LED réduit la consommation d'électricité et donc les frais d'électricité. Ce remplacement peut avoir pour effet qu'un utilisateur modifie son comportement en laissant la lumière allumée plus longtemps, puisque la consommation d'électricité est réduite. Le rebond se monte aujourd'hui à 20 pour cent pour l'éclairage. Il s'agit là d'un *rebond direct*. Si l'argent économisé par les lampes LED est utilisé pour une consommation accrue d'énergie (passage à un abonnement comprenant plus de données mobiles p. ex.), le *rebond* est *indirect*. L'effet rebond décrit donc les changements de comportement qui annulent partiellement l'effet des

¹⁷ Lean ICT : pour une sobriété numérique, 2018, The Shift Project

¹⁸ [Wieviel Datenvolumen verbraucht Youtube](#), 2017, Chip

améliorations de l'efficacité obtenues par des moyens techniques, parce que l'utilisation devient plus fréquente ou plus intensive. L'effet rebond va aussi parfois jusqu'à être plus important que les économies réalisées. L'effet est alors contraire au but visé.

Les prévisions relatives à l'évolution informatique globale liée à l'utilisation des données et au nombre d'appareils des utilisateurs finaux indiquent que les émissions de CO₂ dans le domaine informatique vont passer à 7-8 pour cent¹⁹ en 2025. Or, selon les objectifs de l'Accord de Paris, le taux de 5 pour cent ne doit pas être dépassé.

Qu'en est-il des émissions dues à l'informatique (et aux TIC) en Suisse ? Quels sont les potentiels de développement durable ?

En 2015, 2,55 Mt de CO₂ ont été émises en Suisse pour l'informatique, dont 0,84 Mt pour l'infrastructure et 1,71 Mt pour les appareils des utilisateurs finaux. Ce volume correspond à 5,3 pour cent des émissions totales. Il dépasse la moyenne générale qui se monte actuellement à 4 pour cent. Pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris, la Suisse doit réduire ses émissions intérieures de 40 pour cent d'ici à 2030. Pour les émissions dues à l'informatique, cela signifie que ni le pourcentage d'émissions ni le volume absolu d'émissions ne doivent croître.

L'étude de Hilty²⁰ intègre les réductions d'émissions nécessaires pour 2025. Il faut notamment que le niveau des émissions en Suisse soit réduit de 10,6 Mt de CO₂. Trois scénarios relatifs à l'évolution des émissions de CO₂ dues à l'informatique durant cette période sont discutés. Un scénario pessimiste prévoit une augmentation à 2,83 Mt (augmentation de 8 %) et un potentiel annuel de réduction de 0,72 Mt. Un scénario prévisible anticipe 2,40 Mt (baisse de 6 %) assortis d'une économie de 2,79 Mt. Un scénario optimiste prévoit 2,08 Mt (réduction de 17 %) pour une réduction annuelle de 6,99 Mt dans les autres domaines. Comme le niveau des émissions devrait être ramené à 37,6 Mt d'ici 2025, les trois scénarios permettent de dégager respectivement 2 pour cent, 16 pour cent et 49 pour cent au maximum des économies nécessaires pour atteindre les objectifs prévus pour la Suisse selon l'Accord de Paris.

L'illustration 10 présente des potentiels de réduction des émissions de CO₂ à exploiter dans les TIC.

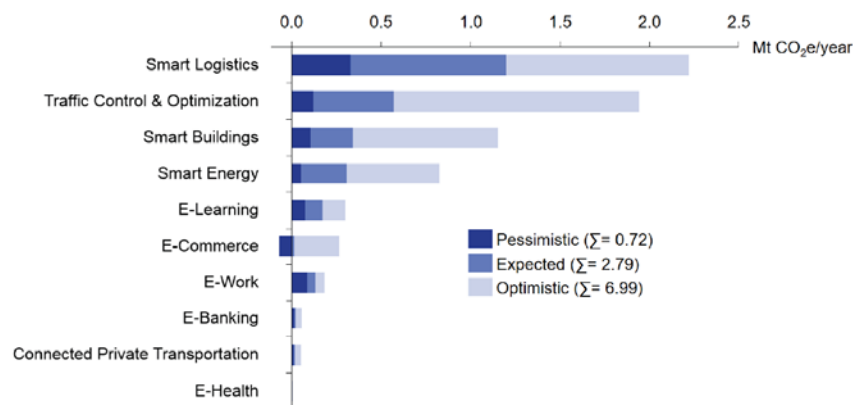


Illustration 10 : Potentiels de réduction des émissions de CO₂ offerts par le passage au numérique en Suisse

Le passage au numérique offre les potentiels de réduction des émissions de CO₂ les plus importants dans les domaines suivants : logistique, gestion du trafic, bâtiments et approvisionnement en énergie.

Si les potentiels de réduction qu'ils offrent sont relativement faibles, les domaines d'application suivants montrent néanmoins l'influence

du passage au numérique dans de nombreux domaines de la vie quotidienne.

Comment faire un usage durable des TIC dans son propre environnement ?

Concentrons-nous maintenant sur l'école, le travail et le cadre privé. Une première remarque de fond s'impose : dans une société numérisée, les TIC nécessitent des ressources pour leur infrastructure et pour leur exploitation. Il faut donc bien comprendre les implications du fait que les *clouds* ne sont pas

¹⁹ Lean ICT - pour une sobriété numérique, 2018, The Shift Project

²⁰ Opportunities and Risks of Digitalization for Climate Protection in Switzerland, 2017, Université de Zurich

des lieux immatériels mais des serveurs physiques (« **There is no cloud – it's just someone else's computer** »)²¹.

Pour agir avec maîtrise dans un monde numérisé, il faut donc disposer de compétences fondamentales. Si l'on veut être en mesure de situer les effets de son propre comportement, il faut pouvoir satisfaire à de nouvelles exigences, telles que la gestion et la maîtrise des données personnelles, l'apprentissage de compétences numériques et de comportements en tant qu'utilisateur du numérique par exemple.

Si nous prenons conscience du fait qu'en 2015, 1,71 Mt de CO₂ ont été émises en Suisse en raison du comportement de l'utilisateur final, et que le visionnage de vidéos joue un très grand rôle dans ce phénomène, il faut alors comprendre quels sont les groupes d'utilisateurs. L'illustration 11 présente les principaux groupes d'utilisateurs des plateformes des réseaux sociaux les plus utilisés.

Plateforme	Utilisateurs principaux - en Suisse	Utilisateurs – en Suisse	Utilisateurs – dans le monde
WhatsApp	14-29 ans	6,5 millions	1500 millions
YouTube	14-29 ans	5,5 millions	1900 millions
Facebook	30-54 ans	3,8 millions	2300 millions
Instagram	14-29 ans	2,5 millions	1000 millions
Snapchat	14-29 ans	1,4 million	287 millions
LinkedIn	30-69 ans	1,2 million	303 millions
Twitter	30-54 ans	0,9 million	330 millions
Pinterest	30-54 ans	0,9 million	250 millions

Il faut donc reconnaître qu'étant donné la large diffusion des réseaux sociaux au sein de la population, nous pouvons tous exercer une large influence en développant un comportement plus durable. Les utilisateurs principaux plus particulièrement peuvent, voire doivent exercer leur influence à cet égard. La motivation de ces groupes à revoir leur comportement d'utilisateur dans le domaine privé ou dans le domaine

Illustration 11 : Vue d'ensemble des utilisateurs de plateformes sociales en Suisse

public et à proposer des façons d'utiliser les plateformes en question de manière durable est donc cruciale. Ce qui vaut dans le domaine des plateformes sociales vaut également pour mener une réflexion de fond sur les **applications intelligentes** et les potentiels de réduction des émissions de CO₂ que ces dernières offrent, aussi bien dans un contexte privé que dans un contexte professionnel.

Comment concevoir une utilisation durable du matériel ?

Le principe de l'usage d'équipements informatiques personnels dans un contexte professionnel ou pour la formation (**AVEC** pour « **Apportez votre équipement personnel de communication** ») permet de limiter au maximum l'utilisation du matériel installé dans les écoles. Le principe AVEC limite au mieux le nombre d'appareils utilisés. En utilisant leur propre infrastructure, les élèves, étudiants et étudiantes améliorent aussi leurs compétences numériques. Le principe de l'utilisation des TIC dans l'apprentissage (« Use ICT to Learn ») trouve ici une application.

Si l'on examine la consommation énergétique d'un ordinateur portable **tout au long de son cycle de vie**²², on constate que la consommation initiale d'énergie (dans la phase de fabrication) détermine le besoin en énergie. La fabrication d'un ordinateur portable demande environ 1850 kWh. Chaque année, cet ordinateur a besoin d'une quantité d'énergie comprise entre 13 et 100 kWh. Pour une durée d'utilisation habituelle de trois ans, la consommation se monte donc à 2150 kWh au maximum. Si la durée d'utilisation est prolongée pour atteindre cinq ans, la consommation maximale se monte à 2350 kWh (durée d'utilisation prolongée de 66 %, accroissement du besoin en énergie de 10 %). Plus la durée d'utilisation d'un appareil est longue, plus le bénéfice écologique est élevé. Outre la consommation énergétique en soi, il faut également prendre en considération les matières premières, dont le principe AVEC permet de limiter au maximum l'emploi. Les rapports sont les mêmes pour les ordinateurs fixes et les smartphones, mais à une autre échelle. La fabrication d'un ordinateur fixe nécessite à peu près autant de matières premières que la fabrication de deux ordinateurs portables. La fabrication d'un smartphone nécessite environ 10 pour cent de l'énergie nécessaire à la fabrication d'un ordinateur portable.

²¹ [Stop saying the cloud is just someone else's computer – because it's not](#)

²² Lean ICT - pour une sobriété numérique, 2018, The Shift Project

La prolongation de la durée de vie dépend pour une large part de la compatibilité croisée du matériel et des logiciels. Utiliser les **logiciels open source**²³ influence notamment positivement la durée de vie.

Pour que le principe AVEC réussisse, il faut aussi qu'une infrastructure scolaire de qualité soit fournie, avec notamment un réseau W-LAN et des services de serveurs énergétiquement performants.

Comment utiliser les données avec plus de durabilité ?

La mise en évidence de l'impact environnemental des TIC a montré très clairement que la consommation de vidéos était le facteur le plus important à cet égard. Qu'il s'agisse des réseaux sociaux, des plateformes de vidéo à la demande ou d'autres formats vidéo, les données consommées déterminent le comportement numérique de l'utilisateur. Si l'on veut consommer plus durablement, il faut que chacun et chacune prenne du recul par rapport à sa consommation. On peut citer des comportements récents comme le « **binge watching** » (consommation de médias de longue durée, comme le visionnage de séries en ligne plusieurs heures d'affilée) ou encore la « **snack culture** » (consommation de médias de brève durée, dans n'importe quel lieu et à n'importe quel moment, comme un grignotage). Il peut alors valoir la peine d'engager une réflexion personnelle autour des phénomènes de type « There is no cloud », « binge watching » ou « snack culture », de s'interroger sur l'étendue d'infrastructure numérique dont nous avons besoin ou de remettre en question la résolution des vidéos que nous regardons.

Même si le visionnage de vidéos occupe une place très importante, il faut disposer de compétences numériques qui vont au-delà de la consommation de vidéos pour agir avec maîtrise dans un monde numérisé. Si des **documents sont systématiquement échangés** sur des plateformes de serveurs au lieu d'être expédiés dans des annexes de messages électroniques, il est possible de dégager des économies d'énergie allant jusqu'à 80 pour cent²⁴, en fonction principalement du nombre des destinataires et de la taille des documents. **Les moteurs de recherche sur Internet**^{25 26} ont besoin de 0,0003 kWh par requête (la source se réfère aux données originales de Google). Si les moteurs de recherche ne se distinguent guère les uns des autres à ce sujet, la composition du mix énergétique et la compensation des émissions de CO₂, jouent en revanche un rôle essentiel. L'électricité nécessaire à chaque requête est égale à l'électricité qu'il faut pour faire brûler une ampoule de 60 watts pendant 17 secondes. On peut aussi dire que trois requêtes correspondent à l'envoi d'un message électronique comportant une pièce jointe de 1 Mo.

Conclusion : ce chapitre sur les données de base montre que le passage au numérique et le développement durable sont en principe compatibles. Toutefois, pour respecter les objectifs de l'Accord de Paris, un développement conséquent de l'informatique s'impose. Il faut notamment que l'accent soit mis sur l'utilisation mondiale des données, sur l'infrastructure numérique nécessaire et sur les compétences numériques de tout un chacun. Le groupe des 14-29 ans dispose d'importantes possibilités pour faire vivre la notion de durabilité dans une société numérique, que ce soit en agissant aujourd'hui ou en disposant dans le futur des compétences lui permettant de repérer les potentiels de durabilité des applications intelligentes. Les ménages suisses ont donc la possibilité d'agir durablement non seulement par leur mode de consommation dans le monde réel, mais aussi en utilisant les contenus numériques avec discernement.

²³ opensource.org

²⁴ Rapport Lean ICT : pour une sobriété numérique. Levier n°4 : favoriser l'échange de documents bureautiques via une plateforme partagée

²⁵ [Google Details, and Defends, Its Use of Electricity](#), 2011, The New York Times

²⁶ [Wie das Internet zum Klimakiller wird](#), 2011, Welt

2 La dimension sociale de l'informatique – Discussion en regard des objectifs des Nations Unies pour le développement durable (ODD)

Le chapitre Données de base compare, par un examen détaillé, l'impact environnemental de l'informatique avec celui d'autres domaines de la société comme le secteur alimentaire, l'habitat et la mobilité. L'observation a toujours été menée sous l'angle des exigences posées par l'Accord de Paris. Ainsi, la durabilité elle-même s'y trouve analysée par rapport à la consommation d'énergie et aux les émissions de CO₂ qui en découlent.

Dans ce qui suit, l'observation porte sur les autres ressources consommées pour que l'infrastructure informatique, en particulier le matériel, soit disponible. Le matériel englobe tous les terminaux, des interfaces entre machines aux serveurs en passant par les smartphones. L'architecture de base est toujours la même, mais les caractéristiques des différents composants varient.

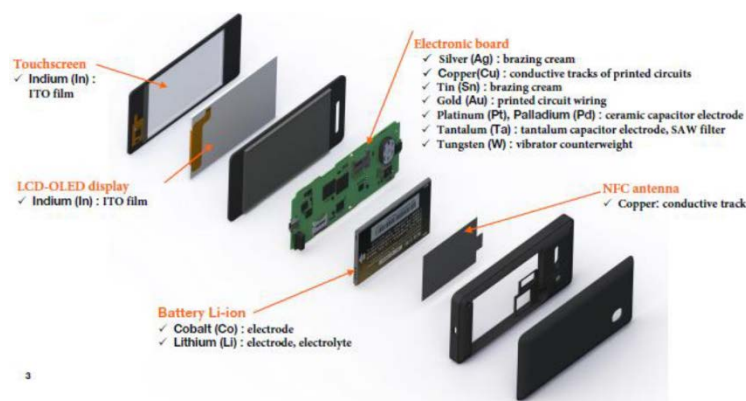


Illustration 12 : Composants de matériel informatique à l'exemple du smartphone

Matières premières problématiques à l'exemple du smartphone. L'illustration 12 montre les différents éléments composant ordinairement du matériel informatique. On constate que chaque élément fonctionnel, comme l'écran, le circuit imprimé, la batterie et l'antenne, contient des métaux différents.

Le développement toujours plus poussé du matériel génère une tendance à utiliser aussi de plus grandes quantités de matériaux, dont certains sont de plus en plus rares. Cette évolution découle à la fois de la miniaturisation des appareils de nouvelle génération et de la densité plus élevée des données que ces appareils utilisent. Parallèlement, la demande générale en appareils utilisateurs grimpe pour presque toutes les catégories d'appareils, comme cela a été exposé dans le chapitre consacré aux données de base.

L'illustration 13 montre l'évolution de la consommation de ressources pour les tablettes et les smartphones. Comme les données relatives aux matières premières sont quasi inconnues, le schéma indique la consommation en équivalent d'énergie primaire par appareil [en kg de CO₂].

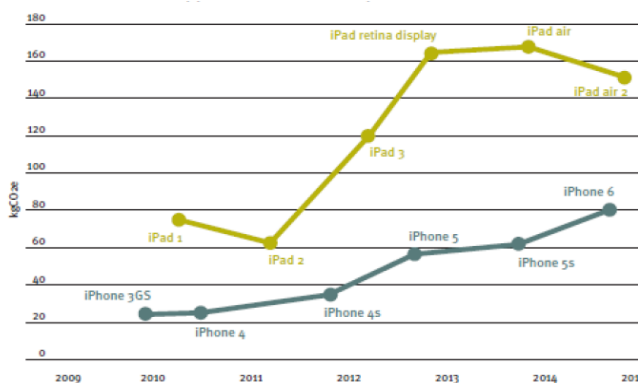


Illustration 13 : Evolution de la consommation de ressources pour le matériel informatique

D'une part, nous utilisons davantage ces appareils, d'autre part la miniaturisation et les nouvelles fonctions requièrent davantage de matériaux rares.

Quelles sont les ressources disponibles ?

Comme on le voit sur l'illustration 12, le matériel informatique et téléphonique est composé d'éléments de base, qui sont combinés différemment selon les utilisations. L'illustration 14 fournit un aperçu des éléments du tableau périodique qui sont utilisés. L'illustration 15 montre les pays détenant les parts de marché les plus élevées dans l'extraction des principales matières premières. On y constate que certaines matières premières, désignées parfois comme « minerais du conflit », proviennent de pays dans lesquels les méthodes d'extraction ne répondent pas aux normes internationales du travail et des droits de l'homme. Ces matériaux sont donc problématiques. Il apparaît aussi que l'offre de ressources primaires est concentrée sur quelques pays qui exploitent une très grande partie des matières premières les plus demandées sur le marché mondial. Cette configuration peut générer des tensions politiques autour de la disponibilité de matières premières.

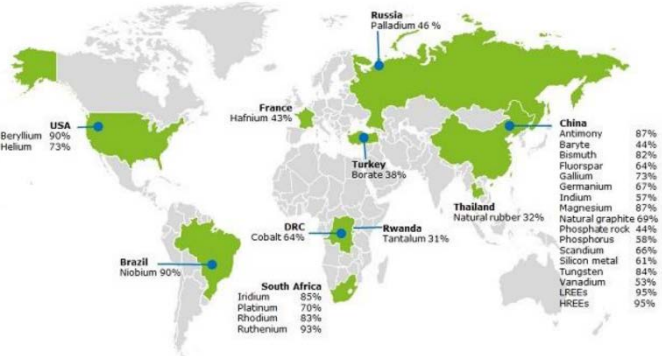
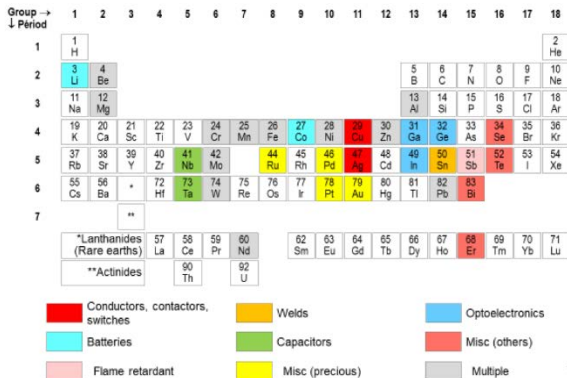


Illustration 14 : Eléments utilisés dans le matériel informatique

Illustration 15 : Vue d'ensemble des ressources primaires exploitées pour les TIC

Ce besoin en ressources primaires fait apparaître, à l'autre bout de la chaîne, quantité de déchets électroniques et de matières premières secondaires, aussi dites de récupération, que le matériel devenu inutile génère chaque année (illustration 16). Le taux de recyclage possible des différentes matières apparaît sur l'illustration 17.

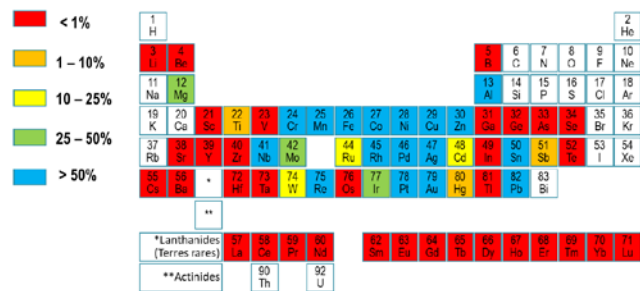
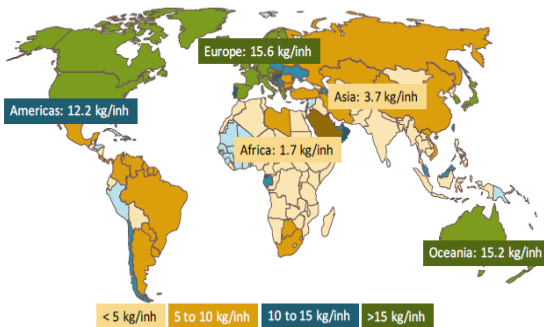


Illustration 16 : Volume de matières premières de récupération issues du matériel informatique

Illustration 17 : Recyclage possible selon les éléments

Concernant les ressources nécessaires pour le matériel informatique, il apparaît que les pays les plus consommateurs (pays industrialisés) ont un besoin de 5 à 10 fois supérieur à celui d'autres régions. Dans le recyclage des déchets électroniques, certains éléments optoélectroniques (Ga, Ge, In) ne peuvent toujours pas être réutilisés, mais beaucoup de métaux de base (Au, Ag, Sn, Cu, Cr, Mn, Co, Al, Fe, etc.) présentent un bon taux de recyclage. Le recyclage pris en compte ici est un recyclage formel effectué par des entreprises spécialisées. Il existe par ailleurs un recyclage informel des rebuts électroniques, pratiqué surtout dans les pays émergents ou en développement et qui fait courir des risques élevés à l'être humain et à la nature. Il est à noter au passage que le taux de recyclage informel des matériaux est nettement inférieur à celui de recyclage pratiqué dans une entreprise spécialisée.

Quels sont les problèmes générés par l'utilisation de matériel informatique ou téléphonique ? Comment ces conséquences peuvent-elles être tempérées ?

La fourniture du matériel informatique est source de diverses tensions dans la société, qui sont analysées ci-après en regard des Objectifs de développement durable (ODD) de l'ONU (illustration 18). Ces sources de tension relèvent de deux catégories : l'approvisionnement en matières premières (ODD 6, 13, 14 et 15) et les modes de consommation liés à la demande (ODD 11, 12).



Illustration 18 : Sources de tensions sociales en rapport avec la demande et la fabrication de matériel informatique

Ainsi, la très forte demande en matériel informatique, exposée dans la partie Données de base, contribue, à travers **l'approvisionnement en ressources primaires et en matières premières secondaires**, à exacerber les problèmes sociaux.

De même, la forte demande en matériel informatique peut entraîner

la **précarisation du travail dans le secteur de la production**. Ces caractéristiques correspondent à la dimension sociale du développement durable concernant les TIC.

Comment atteindre les objectifs sociaux du développement durable ?

Les démarches suivantes permettent une réflexion sur le volet social du développement durable concernant le matériel TIC.

1. Réduire autant que possible le nombre d'appareils informatiques utilisés et les utiliser le plus longtemps possible.
2. Remettre les appareils inutilisés dans le cycle des ressources pour qu'ils soient réutilisés ou recyclés.
3. Envisager l'achat d'appareils de seconde main. En cas d'achat d'appareils neufs, vérifier si des produits équitables (p. ex. souris de Nager-IT, smartphone de Fairphone) et/ou des alternatives sont disponibles en se référant aux classements établis par des ONG dans le domaine informatique et/ou vérifier si le produit souhaité a obtenu un label certifiant que sa chaîne d'approvisionnement est équitable (p. ex. Electronics Watch).

3 Autoévaluation destinée aux élèves, étudiants et étudiantes

L'autoévaluation permet d'analyser son propre comportement en matière de développement durable et d'utilisation du numérique :

- Les enjeux liés aux différentes thématiques sont-ils connus ?
- Quel est mon comportement par rapport aux points discutés ?
- Quels sont les principaux moyens d'influence ?
- Quels sont les moyens d'influence individuels ?
- Des changements sont-ils constatés dans le comportement de l'entourage personnel ?

Données utilisées

Je connais le volume mensuel de données utilisées pour tous mes appareils.

Les vidéos en ligne génèrent le trafic de données le plus important.

Cela n'a pas d'importance, les abonnements illimités n'existent pas pour rien.

En général, on peut choisir soi-même la qualité de la vidéo. Je le fais souvent moi-même.

Le *binge watching*, ça me dit quelque chose. Et quand il y a le wifi, je l'utilise tout de suite, pour consommer moins de données mobiles.

De toute façon, c'est gratuit. Il y a juste la publicité qui dérange parfois entre les clips.

Infrastructure, appareils

Je change d'appareil seulement quand il n'y a plus rien à tirer de l'ancien.

Chaque appareil a son utilité et à un moment ou un autre il en faut un nouveau.

J'ai toujours le tout dernier modèle, qui est quand même beaucoup plus performant.

J'ai donné à recycler tous les appareils qui ne marchaient plus.

Tous mes vieux appareils sont dans un carton. On pourra sûrement en faire quelque chose plus tard.

Je n'ai jamais de vieux appareils. J'en change tellement rapidement qu'ils peuvent sûrement servir à quelqu'un d'autre.

Le mode avion, c'est comme le mode veille, ça consomme juste le courant dont on a besoin.

Je crois que l'électricité vient des énergies renouvelables. Donc ça ne fait rien si je joue longtemps.

Le courant c'est du courant, et sinon, j'utilise mon chargeur de secours.

Société numérique et perspectives de développement durable

Chacun doit modifier son comportement. Nous, les jeunes, on a tout à y gagner.

C'est clair qu'il faut changer quelque chose. Reste à voir ce que ça veut dire.

On ne vit qu'une fois, qu'est-ce que ça change ?

On doit vraiment faire attention pour le CO₂ ici en Suisse. Notre CO₂ émis à l'étranger représente aussi 50 %.

En Suisse, nous devons faire quelque chose, alors j'achète des produits suisses autant que je peux.

Nous sommes un si petit pays et chez nous tout est propre. C'est à la Chine d'agir en premier.

Si on apprend maintenant beaucoup de choses par la voie du numérique, autant le faire directement de manière durable.

La transformation numérique nous donne de nouvelles possibilités. Le développement durable doit aussi être amusant.

Chez moi, tout est hyper-connecté. Je peux suivre de partout tout ce qui se passe chez moi.

Le cycle de vie des produits, je connais. Je fais des efforts pour comprendre ce qui est important pour le quotidien numérique.

Tant qu'à vivre le numérique, autant téléphoner avec la vidéo. Sinon, ça ne vaut pas la peine.

Il n'y a plus besoin de radio. Il y a le multimédia sur les TV connectées. Avec l'image et une dans chaque pièce.

L'intégration du développement durable dans son propre environnement

C'est très inspirant pour penser autrement, ça vaut la peine d'essayer.

Concevoir du neuf, oui, mais nous avons besoin du soutien de ceux qui ont l'expérience de la vie.

Le développement durable s'impose de plus en plus, mais personne ne nous aide à faire les premiers pas.

C'est super d'avoir la possibilité de participer à quelque chose d'aussi important.

Nous voulons changer quelque chose, mais par où commencer ? Histoire d'éviter les erreurs.

C'est agaçant, comme s'il n'y avait rien d'autre. Il y a pourtant des sujets beaucoup plus importants.

4 Autoévaluation destinée au personnel enseignant

L'autoévaluation fournit un aperçu, dans le cadre scolaire, des conditions à réunir pour la mise en œuvre du passage au numérique et du développement durable :

- Dans quelle mesure dispose-t-on de l'infrastructure nécessaire pour concrétiser ces thématiques dans le cadre de l'enseignement ?
- Quels outils de travail peuvent être proposés dans l'optique du passage au numérique ?
- Des événements scolaires sont-ils envisagés en dehors de l'enseignement ?
- Cette thématique est-elle importante pour les autres acteurs de l'école ?

La pratique vécue dans le cadre de l'enseignement

Les nouveaux outils poussent tellement les élèves à s'investir. Je n'aurais jamais imaginé ça.

Ces thèmes sont bien accueillis en classe, mais le savoir-faire fait défaut pour les approfondir.

Maintenant on en parle mais le monologue ne débouchera sûrement pas sur un dialogue.

J'ai envie de traiter le contenu actuel de l'enseignement dans le nouveau contexte.

Les principes sont clairs pour moi, mais je me sens un peu perdu-e dans ce contexte.

Tant que ces thèmes ne sont pas une discipline scolaire, je ne m'en occupe que dans la mesure où je dois le faire.

Infrastructure scolaire

Les natifs du numérique sont plus avancés que nous et nous guident pour la suite.

Les élèves ont besoin d'espaces numériques pour apprendre. Comment les créer rapidement ?

Maintenant j'utilise l'imprimante pour scanner au lieu de faire des photocopies.

Super, la discussion ne s'arrête pas à la fin du cours. La nouvelle plateforme permet aussi de discuter en privé.

Les nouveaux thèmes nécessitent d'être traités au travers de canaux numériques. Quels sont ceux dont nous disposons pour l'enseignement ?

On gagne déjà maintenant un peu de temps et nos documents sont plus faciles à préparer.

Intégration du développement durable en dehors de l'enseignement

Lors des sorties scolaires, le développement durable peut maintenant être facilement intégré dans les réflexions.

Ce thème doit aussi être traité en dehors de l'enseignement. Comment y parvenir ?

Pas ce thème encore en plus, nous avons déjà bien assez à faire comme ça.

En excursion, on a maintenant la possibilité d'approfondir les contenus d'enseignement déjà traités.

Comment peut-on encourager la forte motivation des élèves et développer ainsi leur sens de l'initiative ?

On a déjà un thème et je fais comme d'habitude tout le travail administratif qui va avec.

La transformation numérique signifie permettre le développement de compétences numériques sous des formes variées.

La motivation des élèves est très forte. Comment pouvons-nous l'orienter ?

Mais on ne peut pas vraiment faire avancer la thématique. On n'a pas de mandat dans ce domaine.

Soutien parmi les différents acteurs dans l'école (corps enseignant, secrétariat, conciergerie)

Tous nos actes se situent entre l'objectif des 1,5°C et la consommation de 3 planètes. Nous avons besoin d'une offre claire pour atteindre l'objectif.

A notre niveau, on sait très bien qui est responsable du développement des thèmes.

Si d'autres veulent faire quelque chose, qu'ils le fassent, on verra bien s'il se passe quelque chose.

Les avantages technologiques ouvrent de nouvelles perspectives face aux exigences futures.

Nous savons comment doit évoluer notre offre dans les trois années à venir.

Avec le nouveau réseau W-Lan et le cloud, c'est vraiment pratique.

Investir aujourd'hui dans les compétences numériques, c'est générer des avantages sociaux dans tout le contexte scolaire.

Oui, mais seulement si cela a une véritable utilité pédagogique.

Avec le tout numérique à l'école, les élèves peuvent encore plus se laisser distraire.

Annexe : liste de liens

Les liens suivants ont été consultés et leur actualité vérifiée le 27 novembre 2019, à l'exception des deux liens portant sur les revendications de Citoyens pour le climat en France et sur les objectifs de développement durable de l'ONU, consultés le 22 avril 2020.

Exigences générales sur la protection du climat et situation actuelle en la matière en Suisse

Accord de Paris - unfccc.int/fr/process-and-meetings/the-paris-agreement/l-accord-de-paris

Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C [en anglais seulement] - ipcc.ch/sr15

Revendications de Citoyens pour le climat en France - citoyenspourleclimat.org/presentation-citoyens-pour-le-climat/nos-revendications/

Revendications de Fridays for Future en Allemagne [en allemand seulement] - fridaysforfuture.de/forderungen

« Das sind die Forderungen der „Fridays for Future“ - Demonstranten » [en allemand seulement] - faz.net/aktuell/wirtschaft/mehr-wirtschaft/fridays-for-future-legt-forderungen-zum-klimaschutz-vor-16130706.html

« Fridays for Future - alle Forderungen im Check | Was wäre, wenn...? » [en allemand seulement] - youtube.com/watch?v=wIT_f-lyzCk

#ScientistsForFuture [en allemand seulement] watson.ch/!575535405

Etudes de l'équipe EIPRO [en anglais seulement] - ec.europa.eu/environment/ipp/eipro.htm

Empreintes environnementales de la Suisse - bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/economie-consommation/publications-etudes/publications/empreintes-environnementales-de-la-suisse.html

Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse - bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/donnees-indicateurs-cartes/donnees/inventaire-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre.html

« Pariser Klimaabkommen: Bedeutung für die Schweiz und die Wirtschaft » [en allemand seulement] - swisscleantech.ch/fr/revision-co2-gesetz/

« Opportunities and Risks of Digitalization for Climate Protection in Switzerland » [en anglais seulement, note de synthèse en français] - ifi.uzh.ch/en/isr/news/news/Study-Digitalization-Climate-Protection-Published.html

Critères écologiques en termes de durabilité en informatique

« Pour une sobriété numérique » - theshiftproject.org/article/pour-une-sobriete-numerique-rapport-shift/

« Cisco Annual Internet Report (2018–2023) White Paper » [en anglais seulement] - cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html

« Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne » - theshiftproject.org/article/climat-insoutenable-usage-video/

« Cette vidéo réchauffe le climat : merci de la regarder » [en anglais seulement] - youtube.com/watch?v=JJn6pja_l8s

« Comment réduire en 5 minutes le poids d'une vidéo tout en gardant une bonne qualité? » - theshiftproject.org/guide-reduire-poids-video-5-minutes/

« "Carbonalyser" : l'extension de navigateur qui révèle combien surfer sur le web coûte au climat » - theshiftproject.org/carbonalyser-extension-navigateur/

« Wieviel Datenvolumen verbraucht YouTube? » [en allemand seulement] - praxistipps.chip.de/wie-viel-datenvolumen-verbraucht-youtube_51224

« So viel Datenvolumen verbrauchen Videos per YouTube, Facebook & Co. » [en allemand seulement] - www.onlinekosten.de/mobiles-internet/videos-datenvolumen-verbrauch.html

Netflix – « Un mot au sujet des énergies renouvelables » - media.netflix.com/fr/company-blog/a-renewable-energy-update-from-us

« Stop saying the cloud is just someone else's computer – because it's not » [en anglais uniquement] - zdnet.com/article/stop-saying-the-cloud-is-just-someone-elses-computer-because-its-not/

« Wie das Internet Strom frisst » [en allemand seulement] - sueddeutsche.de/digital/nachhaltig-surfen-wie-das-internet-strom-frisst-1.4578748

« Wie das Internet zum Klimakiller wird » [en allemand seulement] - welt.de/wissenschaft/article13391627/Wie-das-Internet-zum-Klimakiller-wird.html

« Google Details, and Defends, Its Use of Electricity » [en anglais seulement] - ny-times.com/2011/09/09/technology/google-details-and-defends-its-use-of-electricity.html

« Amazon still lags behind apple, Google in renewable energy report » [en anglais seulement] - greenpeace.org/archive-international/en/press/releases/2017/Amazon-still-lags-behind-Apple-Google-in-Greenpeace-renewable-energy-report/

« Soziale Netzwerke – die populärsten Plattformen im Überblick » [article du magazine *Direkt* d'Energie Wasser Bern, en allemand seulement] - ewb.ch/EnergieWasserBern/media/content/PDFs/DIREKT/direkt-1-2019.pdf

« TV oder Netflix? Was Schweizer öfter schauen » [en allemand seulement] - derbund.ch/digital/mobil/tv-oder-netflix-was-schweizer-oefter-schauen/story/16205962

« Greenpeace says binge-watching all those TV shows is bad for the environment » [en anglais seulement] - qz.com/882078/greenpeace-says-that-binge-watching-netflix-nflx-and-amazon-prime-amzn-is-bad-for-the-environment/

« Rebound-Effekte » [en allemand et en anglais seulement] - umweltbundesamt.de/themen/abfall-resourcen/oekonomische-rechtliche-aspekte-der/rebound-effekte

« Nachhaltigkeit, Politik, Engagement – eine Studie zu Einstellungen und Alltag junger Menschen » [en allemand seulement] - bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/jugendstudie_bf.pdf

Critères sociaux en termes de durabilité en informatique

Objectifs de développement durable de l'ONU - un.org/sustainabledevelopment/fr/development-agenda/

Agenda 2030 pour le développement durable - eda.admin.ch/agenda2030/fr/home.html

« 17 objectifs de développement durable » - eda.admin.ch/agenda2030/fr/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung.html

« Die Reise eines Smartphones » [en allemand seulement] - weed-online.org/themen/beschaffung/de-tektivtour/8249830.html

« Nos smartphones et nos ordinateurs portables sont-ils fabriqués équitablement et durablement ? » - voir-et-agir.ch/it-rating/

BuyAware [en allemand et en anglais seulement] - www.buyaware.org/de/

beast blog sur BuyAware [en allemand seulement] - beast.unibas.ch/buyaware-wie-nachhaltig-ist-eigentlich-mein-handy/