

Plateforme wallonne pour le GIEC

Lettre N°40 - Novembre 2025

Climat : que changent nos gestes au quotidien ?

Impacts et enjeux du numérique

Partie 2



> Climat : que changent nos gestes au quotidien ?

Partie 2 : Impacts et enjeux du numérique

Le secteur du numérique s'est imposé comme une composante essentielle de nos vies quotidiennes, de nos loisirs à notre travail, en passant par nos communications, nos déplacements et notre utilisation croissante de l'Intelligence Artificielle. Mais derrière l'apparente immatérialité de nos usages se cachent des infrastructures matérielles lourdes et énergivores. Après notre Lettre n°37, qui abordait les domaines du transport, du chauffage, de l'alimentation et de l'habillement [1], cette Lettre se penche sur l'empreinte carbone de ce secteur-clé. Quels sont les impacts environnementaux de la révolution digitale ? Comment notre usage du numérique influence-t-il la pression sur les ressources, les émissions de gaz à effet de serre, et la consommation d'électricité ? Et surtout, que pouvons-nous faire, individuellement et collectivement, pour en limiter les effets ? Cette Lettre explore ces questions à travers un éclairage factuel, chiffré et documenté.

Bonne lecture !

Pauline Paternostre, Camille Tomasetti, Julien Blondeau, Maëlle Didion, Bérangère Jouret, Philippe Marbaix, Francesco Contino et Jean-Pascal van Ypersele.

Nous remercions chaleureusement Hugues Bersini (ULB), Michel-Ange Curato (Wallonie-Bruxelles International), Jules Delcon (Institute for Sustainable IT) et Pierre-Yves Gousenbourger (UCLouvain) pour leurs relectures et leurs apports à la Lettre.

Les membres de la PwG assument l'entièvre responsabilité du contenu de cette Lettre, notamment en cas d'erreur d'interprétation des rapports et/ou des conseils reçus.

[1] Voir notre Lettre n°37: « Climat: que changent nos gestes au quotidien? Partie 1 ».

Clavier d'ordinateur. Photo : Webandi sur Pixabay.

Sommaire :

> Les impacts environnementaux du secteur numérique.....	3
> Focus sur l'empreinte carbone.....	4
Empreinte carbone de la fabrication de nos équipements.....	5
Empreinte carbone de l'usage quotidien du numérique	5
> L'explosion annoncée des centres de données et la pression croissante de l'usage du numérique sur les réseaux électriques.....	10
En Wallonie	11
En Belgique.....	11
En France	12
> Quelles pistes de solutions ?	12
La sobriété numérique	12
L'effet contrasté de l'IA ?	13
Des centres de données verts ?	14
> Conclusions	15

Poser une question à ChatGPT, regarder une série en streaming, écouter de la musique en ligne, envoyer des documents ou des photos, faire défiler les réseaux sociaux : autant d'actions qui nous semblent anodines et que nous effectuons toutes et tous (ou presque) chaque jour. Pourtant, derrière chacun de ces gestes numériques se cachent une consommation d'énergie et des impacts environnementaux. Cette Lettre présente leur répartition dans la chaîne de valeur du numérique ainsi que leur importance (en fonction des usages et par rapport à notre impact global moyen).

> Les impacts environnementaux du secteur numérique

Le secteur numérique exerce de multiples pressions sur l'environnement. Il se caractérise par une consommation substantielle d'énergie (en grande partie sous forme d'électricité) [2], d'eau et de diverses ressources, y compris minérales.

Dans son étude publiée en 2019 et mise à jour en 2025, le collectif GreenIT [3] calcule (à l'aide d'une analyse de cycles de vie, ACV) les impacts environnementaux du numérique dans le monde en distinguant quatre indicateurs : la consommation d'eau, les émissions de gaz à effet de serre (GES), l'utilisation d'énergie primaire et l'épuisement des ressources abiotiques.

Selon ces calculs, la consommation d'eau douce du secteur du numérique s'élevait en 2019 à environ 0,2% de la consommation mondiale. Cette proportion peut sembler faible mais une consommation d'eau peut être problématique localement sans être élevée à l'échelle mondiale [4]. Pour ce qui est des GES, le numérique a émis 1832 millions de tonnes de CO₂ équivalent (CO₂-éq) en 2023, soit 3,3% des émissions totales de GES dans le monde [5]. Ce chiffre est comparable aux émissions d'environ 2 milliards de personnes qui parcourraient chaque jour 25 km aller-retour dans une voiture thermique récente pour aller travailler, pendant un an. Ces émissions proviennent notamment de la consommation d'électricité, et selon le sixième rapport du GIEC, les estimations indiquent que le secteur numérique représente entre 5 et 12% de la consommation électrique mondiale [6], 6% d'après GreenIT. En 2019, le numérique était à la source d'environ 4,2% de la consommation d'énergie primaire mondiale, toujours d'après GreenIT.

À cela s'ajoutent l'extraction et le raffinage des minéraux nécessaires à la fabrication des équipements numériques — comme le cuivre, l'aluminium, l'or ou encore l'antimoine [7] — par des processus

énergivores, consommateurs d'eau et souvent néfastes pour l'environnement [8].

Les équipements impliqués dans l'usage du numérique peuvent être regroupés en trois grandes catégories : les centres de données, les réseaux numériques et les appareils utilisés par les consommateurs finaux, aussi appelés « terminaux » (téléviseurs, ordinateurs, téléphones, objets connectés, etc.).

Les plus grands contributeurs à l'impact global du secteur sont la fabrication et l'utilisation des équipements des utilisateurs, qui couvriraient entre 59 et 84% selon l'indicateur environnemental observé (pour l'indicateur d'émissions de GES, voir la Figure 1). Une étude du Groupe des Verts au Parlement européen, également basée sur une ACV, confirme cette hiérarchie pour l'Europe : en 2021, 71% des impacts environnementaux provenaient des équipements des utilisateurs, suivis par les centres de données (18%) et les réseaux (11%) [9]. Globalement, tous équipements confondus, la phase de fabrication couvre 54% des impacts, contre 44% pour l'utilisation (les 2% restants sont attribués à la fin de vie et au transport). La durée de vie estimée des équipements est bien entendu un paramètre majeur de telles analyses. Sur la base d'une étude de sensibilité, le rapport conclut que la durée de vie des équipements est un facteur clé de l'impact du numérique en Europe : plus la durée de vie et l'usage sont prolongés, plus les impacts sont répartis dans le temps et donc réduits [10]. Cela indique déjà que garder et utiliser nos téléphones, tablettes, ordinateurs portables et autres équipements plus longtemps, est un levier évident pour diminuer leur impact environnemental (voir plus loin).

[8] Tout comme pour l'eau, l'extraction et le raffinage des minéraux sont un enjeu particulièrement local qui, en fonction des contextes, peuvent causer des problèmes environnementaux, sociaux, et/ou sanitaires.

[2] De l'énergie est nécessaire à toutes les étapes de la fabrication du matériel informatique, y compris pour extraire les minéraux nécessaires. L'électricité est encore en grande partie produite à l'aide de combustibles fossiles : voir notre Lettre n°38 : « Défis et leviers pour un système électrique durable ».

[3] GreenIT 2019 et 2025: Impacts environnementaux du numérique dans le monde, tinyurl.com/Green-IT-2019 et tinyurl.com/Green-IT-2025

[4] La disponibilité et les besoins en eau dépendent du contexte local. La demande globale associée au numérique, tant pour la production des appareils que pour les centres de données, est relativement faible à ce jour par rapport à d'autres usages de l'eau, mais ce sujet apparaît très peu étudié. Nous n'avons pas trouvé d'analyse globale dont la source et la méthodologie soient claires et peu contestables. Pour un aperçu du contexte relatif aux flux et usages de l'eau en Wallonie, voir notre Lettre n°20 (figure 2).

[9] Les Verts/ALE au Parlement européen (2021). Synthèse : Comprendre les impacts environnementaux du numérique et agir, tinyurl.com/greens-efa-digital

[5] 56,2 milliards de tonnes en 2023 selon le PNUE (2025) : doi.org/10.59117/20.500.11822/48854

[6] GIEC, AR6, GTII, chapitre 9, box 9.3, p.975 : tinyurl.com/y6vskh84

[10] Les Verts/ALE au Parlement européen (2021). Le numérique en Europe : une approche des impacts environnementaux par l'analyse du cycle de vie, tinyurl.com/Verts-ALE

[7] L'antimoine est un élément chimique métallique (Sb), notamment utilisé dans la fabrication de semi-conducteurs, d'écrans, et de batteries. Il est classé comme matière première critique pour l'Union européenne, est peu recyclé, et pose des risques sanitaires et environnementaux.

> Focus sur l'empreinte carbone

Tout comme pour l'ensemble des impacts environnementaux du numérique, les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont principalement dues à la fabrication des équipements des utilisateurs et à la consommation d'électricité lors de leur utilisation (66% ou 924 Mt CO₂-éq au total dans le monde en 2019), tandis que l'impact des réseaux et des centres de données est dû quasiment exclusivement à leur utilisation [11] (voir la Figure 1).

En France, l'empreinte carbone annuelle totale du secteur numérique a été évaluée par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) en 2022 [12]. Leur étude couvre la fabrication et l'utilisation de tous les équipements, en France comme à l'étranger. L'ADEME estime que les émissions totales de GES du secteur numérique en France s'élèvent à 29,5 Mt CO₂-éq par an, soit 434 kg CO₂-éq par personne par an. Elles peuvent être comparées aux 850 kg CO₂-éq par personne par an estimées par l'Öko-institut

pour l'Allemagne [13], dont le parc de production d'électricité plus émetteur de CO₂ augmente le poids de la consommation locale d'électricité. Ces valeurs peuvent être comparées à l'ordre de grandeur de l'empreinte carbone individuelle moyenne en Europe de l'Ouest, qui est d'environ 13 t de CO₂-éq par personne et par an [14].

Étant donné les faibles émissions du mix électrique français, qui influence l'impact des étapes de fabrication et d'utilisation dans le pays, la répartition des contributions entre les types d'équipements diffère sensiblement du cas mondial. Par exemple, la fabrication des équipements représente 60% de l'empreinte carbone totale en France, contre 44% au niveau mondial (voir Figure 1).

[13] Öko-institut (2020). « The carbon footprint of our digital lifestyle », tinyurl.com/oko-institut

[14] Chancel, L. & Piketty, T (2015). Carbon and Inequality: From Kyoto to Paris, tinyurl.com/Chancel-Piketty. Voir notre Lettre n°9 sur l'empreinte carbone.

[11] GreenIT (2019), précédemment cité.

[12] ADEME (2025). « Évaluation de l'impact environnemental du numérique en France », tinyurl.com/impact-environnemental

Répartition de l'empreinte carbone du numérique mondial en 2019

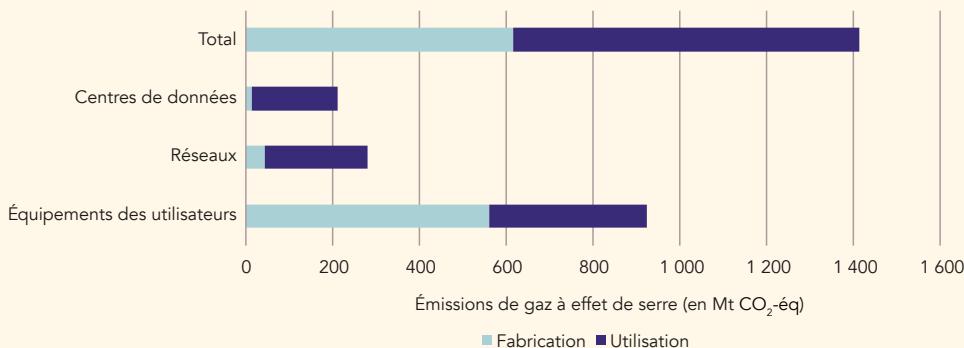


Figure 1: Répartition des émissions mondiales de gaz à effet de serre provenant du secteur numérique en 2019 au niveau mondial, en mégatonnes de CO₂ équivalent (Mt CO₂-éq). Source : GreenIT, voir texte.

Panoplie d'équipements numériques du quotidien. Photo : Raychan sur Unsplash.

Que faire en pratique pour limiter l'empreinte carbone liée à la fabrication de nos appareils numériques ? [A]

- Rallonger la durée de vie de nos appareils (smartphones, tablettes, ordinateurs, montres connectées, etc.) en les gardant aussi longtemps que possible (jusqu'à 5 ans pour un téléphone et 10 ans pour un ordinateur portable) ;
- Réparer avant de racheter (par exemple, remplacer l'écran ou la batterie de notre smartphone) ;
- Favoriser les appareils reconditionnés plutôt que les neufs lorsqu'ils doivent être remplacés ;
- Donner une seconde vie aux appareils inutilisables, notamment en les ramenant en magasin, dans un parc à conteneurs ou un point de collecte pour les recycler ;
- Limiter le nombre d'appareils numériques en notre possession ;
- Privilégier les labels environnementaux (tels que Blue Angel, TCO, EPEAT) pour le matériel informatique.

[A] Voir notamment : WWF France (n.d.). « Agir au quotidien : réduire son empreinte numérique », wwf.fr/agir-au-quotidien/numerique ; et GreenIT (2025), précédemment cité.

Empreinte carbone de la fabrication de nos équipements

En ce qui concerne la fabrication des équipements des utilisateurs, l'ADEME estime que fabriquer un téléphone émet 85 kg CO₂-éq, contre 183 kg CO₂-éq pour un ordinateur portable et 376 kg CO₂-éq pour une télévision [15].

[15] ADEME (2022). « Numérique : Mesurer l'impact carbone des appareils numériques », impactco2.fr/outils/numerique

Empreinte carbone liée à la fabrication de certains équipements numériques du quotidien

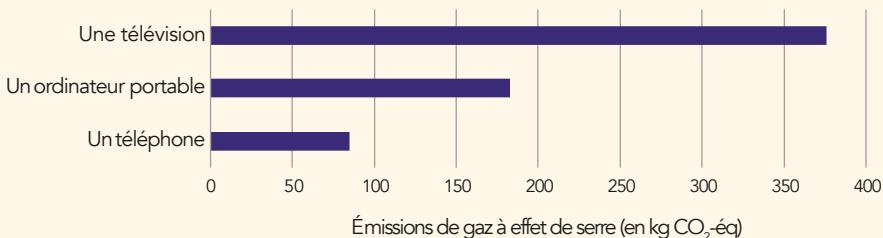


Figure 2: Empreinte carbone liée à la fabrication de certains équipements numériques du quotidien en kilogrammes de CO₂ équivalent (kg CO₂-éq). Source : ADEME, voir texte.

Empreinte carbone de l'usage quotidien du numérique

Nos usages numériques du quotidien (envoyer un courriel, regarder une vidéo, participer à une vidéoconférence, interroger un outil d'IA, se balader sur les réseaux sociaux, ...) semblent parfois anodins. Pourtant, ils mobilisent les infrastructures énergivores mentionnées ci-dessus (centres de données, réseaux et terminaux), et leur multiplication crée un effet de masse significatif.

Empreinte de nos usages numériques, hors IA

Pour la France, l'ADEME [16] propose un outil d'évaluation de l'empreinte carbone de nos usages numériques quotidiens, hors IA. Même si l'ADEME les prend bien entendu en compte dans ses études, cet outil en particulier ne considère pas, par défaut, l'empreinte carbone de la fabrication ni de la durée de vie des équipements, dont on a vu plus haut qu'elles avaient un impact majeur. L'outil se concentre donc sur la consommation liée à l'utilisation. On peut toutefois comparer ces aspects de fabrication et d'usage et les intégrer dans une estimation globale qui dépendrait de l'utilisation et de la durée de vie des équipements.

[16] ADEME (n.d.). « Usage numérique : évaluer l'impact carbone de vos usages numériques », impactco2.fr/outils/usagenumerique (consulté en juin 2025).

Lorsque seul l'usage est considéré, il est possible de convertir les estimations des émissions de gaz à effet de serre (GES) relatives à la France en estimations correspondantes pour l'activité en Belgique, en adaptant les résultats au prorata des émissions de CO₂-éq par kWh d'électricité produite actuellement dans chaque pays (environ trois fois plus qu'en France [17]).

[17] ADEME. « Base Empreinte », base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees (consulté en octobre 2025). L'ADEME évalue les émissions en France à 81 g CO₂/kWh et 256 g CO₂/kWh en Belgique. Ces valeurs sont cohérentes, aux incertitudes et fluctuations d'une année à l'autre près, à celles d'autres sources. La quantité d'émissions par unité d'énergie (intensité carbone) a toutefois diminué au cours des dernières décennies, notamment grâce au développement des énergies renouvelables (voir par exemple l'indicateur de l'Agence Européenne de l'Environnement : tinyurl.com/EEA-elec-intensity).

Exemples d'émissions de certaines activités numériques (hors fabrication)

Prenons quelques exemples concrets. L'envoi d'un courriel depuis un ordinateur portable sans pièce jointe en Belgique engendre une émission de l'ordre de 0,2 à 0,5 g CO₂-éq. Un courriel avec une pièce jointe lourde (jusqu'à 5 Mo) peut atteindre 5 à 17 g CO₂-éq [B]. Regarder une vidéo d'une heure en streaming Haute Définition sur téléviseur en Wi-Fi correspond à environ 100 g CO₂-éq. Utiliser la 4 ou 5G au lieu du Wi-Fi (ou câble) augmente significativement la dépense d'énergie et donc les émissions. Tandis qu'une heure de vidéoconférence entre deux participants en Basse Définition sur un ordinateur portable émet 50 g CO₂-éq, pour chaque participant [C].

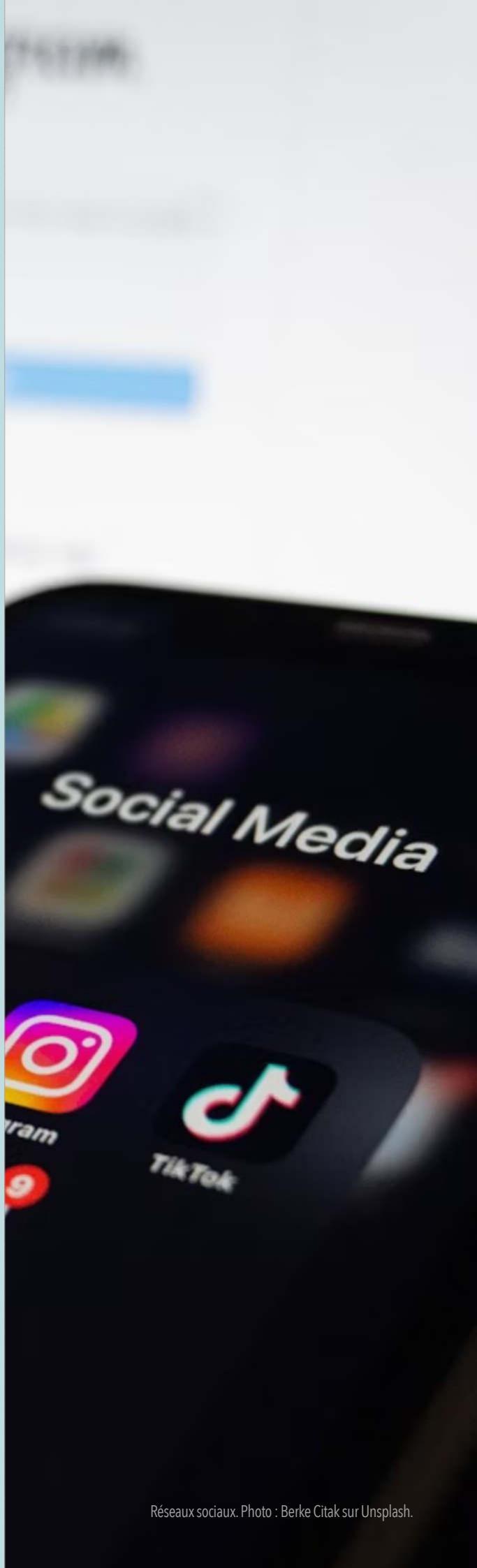
D'autres usages du numérique sont également à prendre en compte, comme les réseaux sociaux. Greenspector [D] a estimé en 2020, sur une moyenne de 10 applications, que 60 secondes de défilement des contenus du fil d'actualité d'un compte actif sur un smartphone émettent 2 g CO₂-éq. Ces estimations quantitatives sont toutefois à prendre avec beaucoup de précaution, en raison de la quantité d'hypothèses nécessaires et du peu d'études détaillées.

Ces chiffres sont effectivement modestes, mais deviennent plus significatifs à l'échelle annuelle. Ils représentent une moyenne de l'ordre de 190 kg CO₂-éq par personne par an en Belgique (voir Figure 5). Ces impacts sont d'autant plus problématiques que la plupart des utilisateurs n'ont généralement aucune conscience de l'énergie mobilisée en arrière-plan pour assurer ces services [E].

Inclure moins de pièces jointes ou envoyer moins de courriels, est-ce une solution ?

Ce n'est pas si simple. Le logiciel « mail » ou ses méthodes de communication ne sont pas responsables d'émissions spécifiques : ce qui consomme de l'énergie et d'autres ressources, c'est le stockage et la consultation du document, tel qu'une photo, son transfert, et sa visualisation sur un écran. Consulter le même contenu via un autre logiciel, notamment en téléchargeant la photo depuis un site, ne changera pas grand-chose et pourrait même augmenter l'émission de gaz à effet de serre associée, selon le cas (par exemple, un logiciel de courriel propose souvent de réduire la taille et le volume de données des photos avant envoi, ce que le partage via un 'cloud' pourrait ne pas faire, entraînant un impact supérieur). Plutôt que cibler les courriels, l'efficacité nécessite d'agir sur tous les usages, en essayant de se focaliser sur les plus gros volumes de données, ce qui mène à viser une sobriété numérique globale (voir ci-dessous).

Par ailleurs, nous ne pouvons lier nos usages aux émissions qu'ils entraînent via les centres de données que de manière très imparfaite. Le lien entre nos actions et ce qu'elles entraînent est parfois très complexe. Par exemple, consulter un site d'information de qualité pour y lire un texte peut entraîner plusieurs dizaines de connexions à des sites liés notamment à la génération de statistiques à des fins publicitaires et déclencher la lecture d'une vidéo publicitaire (inclusa dans la page consultée).



[B] La gamme de valeurs (fournies par le calculateur de l'Ademe, cfr note 17) reflète le fait que nous n'avons pas pu déterminer sans ambiguïté l'intensité carbone (la quantité d'émissions par kWh) utilisée par le calculateur pour la France. La borne supérieure reflète une multiplication des émissions par 3 pour passer des valeurs françaises aux belges, comme expliqué plus haut.

[C] Ces ordres de grandeur sont compatibles avec les résultats de Mike Berners-Lee dans son ouvrage : « Peut-on encore manger des bananes ? » (J'ai Lu, 2025).

[D] Greenspector (mai 2020). « Quel impact carbone pour les applications réseaux sociaux ? », greenspector.com/reseaux-sociaux-impact-carbone/. Nous ne pouvons exclure que cette valeur soit significativement surestimée, car elle suggère une émission par donnée transférée plus grande que dans d'autres études.

[E] Magazine Symbioses (mars 2025), n°143. « Du clic au dé-clic », tinyurl.com/clic-au-declic

Empreinte des usages quotidiens de l'IA

On assiste à une rapide émergence des applications d'Intelligence Artificielle (IA), y compris l'IA générative [18] basée sur les Grands Modèles de Langage (ou « Large Language Models », LLM, en anglais) [19]. ChatGPT est aujourd'hui le cinquième site Internet le plus visité au monde, et la génération de réponses représente aujourd'hui 80 à 90% de la consommation énergétique de l'IA, le reste étant utilisé pour l'entraînement des modèles et les autres applications non-génératives [20].

L'outil développé par Ecogits [21] permet en outre d'estimer la consommation d'énergie et l'empreinte carbone causées par l'utilisation de l'IA, en fonction du lieu où l'électricité consommée est produite. La fabrication des équipements numériques spécifiques à l'IA (serveur spécialisé) est prise en compte dans le bilan. Par exemple, l'outil estime que demander à ChatGPT d'écrire un courriel de 170 caractères en Belgique correspond à une émission d'environ 4 g CO₂-éq. Faire rédiger un rapport de cinq pages fait monter l'empreinte carbone à environ 120 g CO₂-éq. Une étude de l'Agence Internationale de l'Energie en 2025 [22] a chiffré la

consommation électrique des GPUs [23] pour différentes tâches d'IA générative (voir Figure 3). Tout d'abord, ce graphique illustre la variété de modèles d'IA existants qui peuvent être de nombreuses tailles et configurations différentes, influençant directement leur consommation d'énergie. Par exemple, la génération de texte au moyen d'un petit modèle de langage (Yi-1.5 avec 9 milliards de paramètres) consomme environ 0,3 Wh, on monte à environ 5 Wh pour un modèle moyen de langage (Llama 3.3 avec 70 milliards de paramètres) et jusqu'à 9 Wh pour un large modèle de raisonnement (DeepSeek-R1). En revanche, la génération d'une vidéo (de 6 secondes avec 8 images par seconde) est 23 fois plus énergivore que le modèle moyen de langage avec une consommation de 115 Wh, soit deux fois le chargement d'un ordinateur portable.

Pour faire le bilan des activités liées à l'IA, il faudrait s'interroger sur leur contexte : remplacent-elles en partie l'usage d'un ordinateur par un humain (par exemple, si un rapport est rédigé plus rapidement, cela pourrait en réduire l'empreinte), ou est-ce une activité additionnelle (auquel cas on pourrait s'interroger sur le bénéfice attendu pour l'utilisateur) ? Cette prise en compte globale pose des questions d'ordre socio-économique qui dépassent la présente Lettre.

[23] Graphics Processing Unit (GPU), ou « processeur graphique » en français, est une puce informatique spécialisée, largement utilisée pour l'IA. Elle est conçue pour un traitement de données extrêmement rapide et en parallèle.

[18] Une IA générative produit un contenu original tel que du texte, une image ou une vidéo. Elle utilise des modèles complexes pour créer des nouvelles données qui ressemblent aux existantes. Alors qu'une IA non-générative peut classer, prédire, recommander, mais ne crée pas de nouveau contenu.

[19] Birjs, T. et al. (2025). Boston Consulting Group. The Power of Compute: Effects of Data Center Growth on Belgium's Energy System, tinyurl.com/power-of-compute

[20] O'Donnell, J. & Crownhart, C. MIT Technology Review (mai 2025). « We did the math on AI's energy footprint. Here's the story you haven't heard », tinyurl.com/AI-energy-footprint

[21] Ecogits (n.d.), « Ecogits Calculator », huggingface.co/spaces/genai-impact/ecogits-calculator (consulté en octobre 2025).

[22] Agence Internationale de l'Energie (AIE) (2025a). Energy and AI, iea.org/reports/energy-and-ai

Consommation électrique (en Wattheures) indicative pour certaines tâches d'IA générative dans des conditions expérimentales (uniquement GPU) comparée à la consommation électrique liée à la recharge d'appareils électroniques grand public

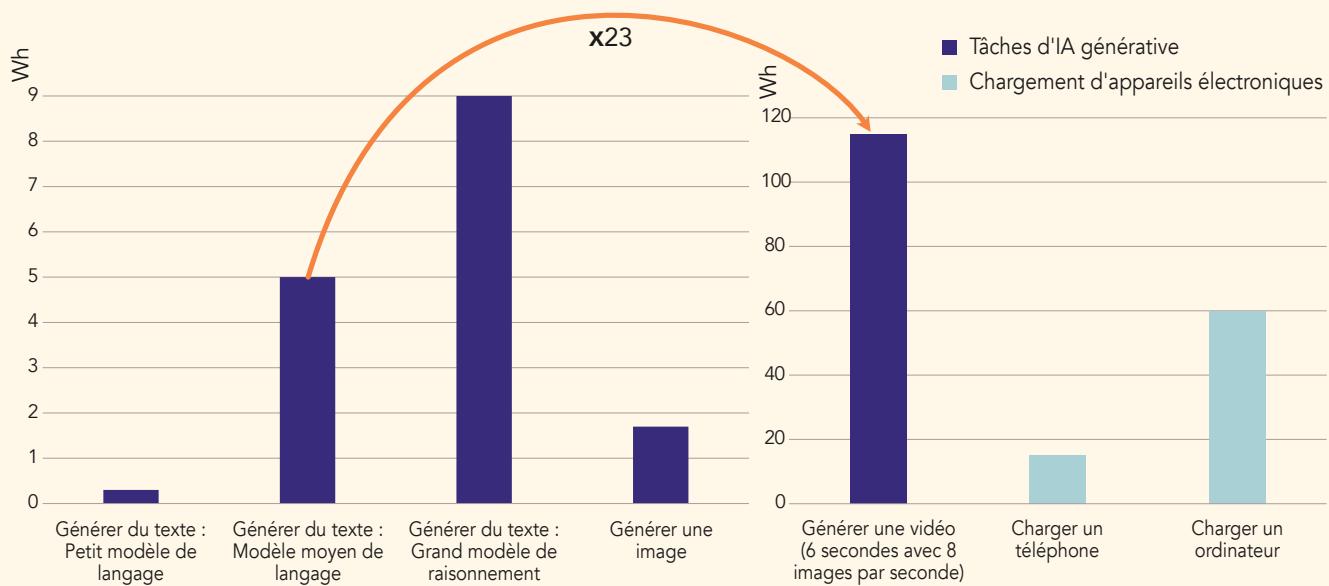


Figure 3 : La consommation d'électricité en Wattheures (Wh) des GPUs pour différentes tâches d'IA générative, comparée au chargement d'un smartphone et d'un ordinateur. Source : IEA (2025), voir texte.

Bilan global de nos activités numériques

L'empreinte carbone associée aux différents usages du numérique représente environ 60 % de l'empreinte totale du secteur (voir Figure 1). Comme mentionné précédemment, cette empreinte se répartit entre divers usages, allant de l'utilisation des réseaux sociaux et du streaming vidéo à la génération de textes et d'images par l'IA, en passant par l'envoi de courriels.

La Figure 5 illustre un exemple de répartition de cette empreinte carbone liée à l'usage du numérique selon les différentes activités réalisées par un·e Belge sur une année. On constate que le streaming vidéo et le recours à l'IA ont un impact plus important que d'autres activités et peuvent donc constituer un levier pour réduire notre empreinte carbone.

Exemple illustratif de l'empreinte carbone liée à l'usage du numérique (hors production de l'équipement) qui pourrait s'appliquer à une personne en Belgique sur une année. Total de l'ordre de 190 kg CO₂-éq/an [probablement entre 150 et 340 kg CO₂-éq/an (*)]

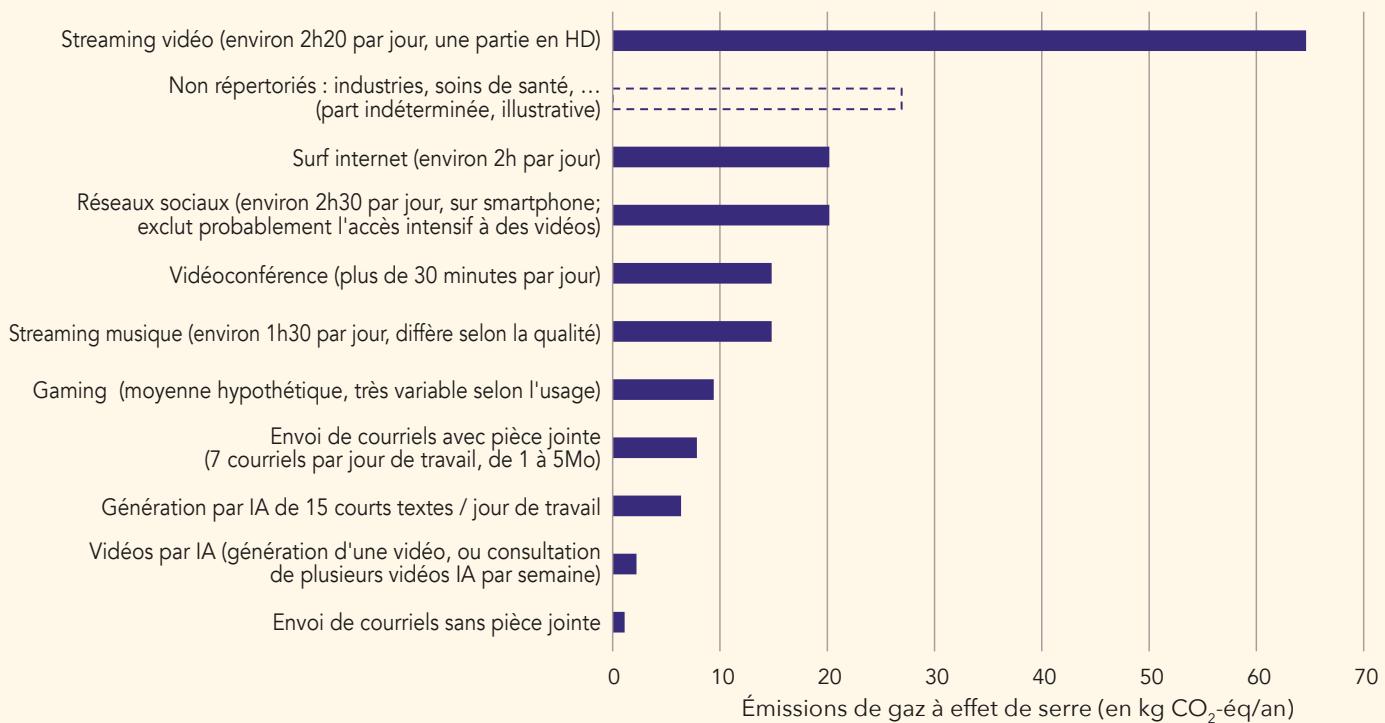


Figure 4 : Exemple illustratif de répartition de l'empreinte carbone liée à l'usage du numérique (57% de l'empreinte totale) par personne (en Belgique) sur une année en kilogrammes de CO₂ équivalent (kg CO₂-éq/an). Dans cet exemple, l'empreinte totale annuelle est de 189 kg CO₂-éq par personne. Bien que nous ayons tenté d'obtenir une illustration globalement réaliste, elle n'a pas la prétention de définir les usages moyens en Belgique car ils ne sont connus que de manière indirecte, incertaine et incomplète. Sources : ADEME (2025); Freitag et al. (2021) ; Istrate et al. (2024), voir texte.

(*) Cette gamme reflète une estimation fondée sur notre compréhension de plusieurs sources, mais nous ne pouvons pas affirmer que la valeur réelle se trouve dans cette plage avec une probabilité définie (telle que les 66% de chances qui sont attachés à l'usage du mot «probable» dans les rapports du GIEC). Selon le GIEC (AR6), le numérique consomme 6 à 12% de l'électricité mondiale, ce qui revient à une émission moyenne située entre 100 et 200 kgCO₂-éq/personne et par an. Les estimations relatives aux pays européens que nous avons identifiées suggèrent que les émissions pourraient être en dessous ou au-dessus de 190 kgCO₂-éq/personne/an, mais aucune ne nous permet d'être plus précis, parce qu'elles incluent une part inconnue pour la production des appareils ou que notre compréhension des résultats est incomplète. Dans cette estimation et dans l'ensemble de la figure, nous avons considéré que les quelques 10 kg émis par l'IA dans l'activité prise comme exemple s'ajoutent aux estimations publiées pour l'ensemble, car l'essor de l'IA est récent et n'est vraisemblablement pas pris en compte, ou pas totalement.

Il est important de garder en tête que la réalité peut fortement varier d'un utilisateur à un autre. Pour obtenir ces résultats, nous sommes partis d'une estimation de l'empreinte carbone liée à l'usage du numérique d'une personne en Belgique, fixée à 180 kg CO₂-éq/an [24]. De manière générale, ces sources ne tiennent pas compte de l'IA générative, c'est pourquoi l'impact de ce secteur a été ajouté pour obtenir un total d'environ 189 kg

CO₂-éq. Nous avons émis l'hypothèse d'une génération de dix courts textes par jour de travail (cinq jours par semaine) et d'une activité qui nécessite la génération d'une courte vidéo par semaine ; des requêtes plus complexes, notamment celles qui demandent à l'IA de consulter des sources, généreraient une plus grande empreinte, difficile à estimer. Une hypothèse similaire a été émise pour les courriels avec une moyenne de 15 courriels

[24] Pour l'utilisation, c'est-à-dire la consommation électrique, depuis le centre de données jusqu'à l'appareil de l'utilisateur. Sources : ADEME (2025), précédemment cité (moyenne française de 173 kg CO₂-éq/an/pers) ; Freitag, C. et al. (2021). The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations, *Patterns*, doi.org/10.1016/j.pattern.2021.100340 (moyenne mondiale de 143 kg CO₂-éq/an/pers) ; Istrate, R. et al. (2024). The environmental sustainability of digital content consumption, *Nature Communications*, doi.org/10.1038/s41467-024-47621-w

sans pièce jointe et 7 courriels avec pièces jointes (de 1 à 5 Mo) par jour de travail. Le reste de l'empreinte est réparti selon les pourcentages suivants : 48% pour le streaming vidéo, 15% pour les réseaux sociaux, 15% de surf sur internet, 11% de streaming musique et 11% de vidéoconférences [25].

Il est donc possible d'obtenir un ordre de grandeur de son empreinte carbone numérique personnelle, en combinant les estimations fournies par différents outils ou études pour la fabrication, l'usage et la durée de vie des équipements. Elle peut alors être comparée aux quelques 13,4 t CO₂-éq (environ) émises par an en moyenne par personne en Belgique [26].

Toutefois, ces données proviennent souvent de méthodologies différentes, reposant sur des hypothèses parfois peu transparentes ou difficilement comparables. Les données relatives à la consommation d'électricité des centres de données ne sont pas toujours suffisamment disponibles, notamment au

sujet de la part consommée par l'IA [27]. Partant d'un présent dont la connaissance est déjà limitée, il est particulièrement difficile d'établir des projections pour le futur, encore plus dans le domaine émergent de l'IA. De plus, les résultats sont très sensibles au mix électrique du pays concerné, à la durée de vie réelle des appareils, ou encore à l'intensité des usages. Ces estimations doivent donc être interprétées avec prudence : elles ne prétendent pas offrir une précision absolue, mais plutôt un éclairage sur l'ordre de grandeur de l'impact.

[27] Chen, S. (2025). How much energy will AI really consume? The good, the bad and the unknown AI's energy problem, *Nature*, [nature.com/articles/d41586-025-00616-z](https://doi.org/10.1038/s41586-025-00616-z)

[25] Istrate, R., et al. (2024), précédemment cité.

[26] Andrieu, B. et al. (2024). An open-access web application to visualise countries' and regions' carbon footprints using Sankey diagrams. *Communications, Earth & Environment*, doi.org/10.1038/s43247-024-01378-8. Voir également notre Lettre n°9 : « De quelles émissions sommes-nous responsables et comment les réduire ? », ainsi que l'étude du Bureau fédéral du Plan (2023) : tinyurl.com/regions-BE. Chaque étude a ses hypothèses et limitations, les résultats sont des estimations approximatives.

Globalement, réduire notre temps d'écran. Photo : Jonas Leupe sur Unsplash.

Que faire en pratique pour limiter l'empreinte carbone liée à l'utilisation de nos appareils numériques ? [9]

- Se questionner sur l'usage que nous faisons de l'IA et sur son utilité dans nos activités quotidiennes, explorer comment l'IA peut être utilisée de manière pertinente et responsable, utiliser les outils d'IA (générationnelle en particulier) avec parcimonie ;
- Utiliser de préférence le stockage dans un disque local plutôt que dans le cloud ;
- Télécharger plutôt que streamer la musique et les films, si nous les écoutons ou visualisons plusieurs fois ;
- Mettre en favoris les sites souvent visités (ou mémoriser leur url...) pour éviter de relancer une recherche à chaque visite ;
- Éteindre autant que possible sa caméra lors des vidéoconférences ;
- Se désabonner des newsletters et mailings publicitaires qu'on ne consulte pas (mais si vous lisez notre Lettre, la télécharger depuis le site aurait un impact similaire à la recevoir par courriel) ;
- Trier et supprimer les courriels qui encombrent notre messagerie ;
- Privilégier le Wi-Fi à la 4G ou la 5G (éviter les gros téléchargements en l'absence de Wi-Fi) ;
- Éteindre ou mettre en veille nos appareils numériques après utilisation ;
- Compresser ou envoyer en plus petit format les photos, vidéos... avant de les partager ;
- Globalement, réduire notre temps d'écran.

[9] Voir notamment WWF France (n.d.), précédemment cité ; et GreenIT (2025), précédemment cité.



> L'explosion annoncée des centres de données et la pression croissante de l'usage du numérique sur les réseaux électriques

Sans pour autant minimiser l'importance (actuelle et future) des équipements des utilisateurs, dont la fabrication et l'usage contribuent aujourd'hui le plus à l'empreinte environnementale globale du secteur, et en particulier aux émissions de gaz à effet de serre (GES), la croissance très rapide du nombre de centres de données peut faire craindre une explosion de leur consommation d'énergie sous forme d'électricité. Cette consommation, qui représente aujourd'hui 14% des émissions de GES du secteur numérique au niveau mondial (30% en France), pourrait donc rapidement concurrencer la fabrication et l'utilisation des équipements d'usage, dont la croissance, bien que significative, pourrait être moindre dans le futur [28]. Le Shift Project prévoyait par exemple en 2021 une croissance de 9% par an du nombre de téléphones mobiles dans le monde, contre 35% par an pour le trafic dans les centres de données, et 40% par an pour le volume de données qui y sont stockées [29].

Alors que la décarbonation de la mobilité, du chauffage et des industries passe largement par leur électrification (voir Lettre 38), la pression supplémentaire sur les réseaux électriques qu'engendre l'augmentation de la consommation du numérique, surtout les centres de données, ne peut que rendre le passage à l'électricité des autres secteurs plus difficile.

À l'échelle européenne, l'usage d'électricité dans le secteur numérique représentait déjà plus de 9 % de la consommation d'électricité en 2022 [30]. La consommation des seuls centres de données en Europe se situe aux alentours de 2% [31], tout comme au niveau mondial [32]. La consommation d'électricité mondiale des centres de données a déjà augmenté de 12% par an entre 2017 et 2023, soit quatre fois plus que la croissance de la production d'électricité mondiale [33]. Et elle pourrait presque tripler, pour passer de 500 TWh en 2025 à environ 1300 TWh en 2030 (voir la Figure 5), soit davantage que la consommation actuelle totale d'un pays comme le Japon [34]. En 2024, les États-Unis représentaient 45% de la consommation globale d'électricité due aux centres de données, suivis de la Chine (25%) et de l'Europe (15%). L'Agence Internationale de l'Energie prévoit d'ailleurs qu'aux États-Unis, près de la moitié de la croissance de la demande en électricité à l'horizon 2030 sera due au développement des centres de données [35].

[30] Agence [wallonne] du Numérique (2022). Impacts environnementaux et climatiques des outils numériques, tinyurl.com/digital-Wallonie; ainsi que : Les Verts/ALE (2021), précédemment cité.

[31] European Commission, Joint Research Center (2024). Energy Consumption in Data Centres and Broadband Communication Networks in the EU, data.europa.eu/doi/10.2760/706491

[32] GIEC, AR6, GTIII, chapitre 9, box 9.3 p.974: <https://tinyurl.com/yovskh84>

[33] Union internationale des télécommunications & World Benchmarking Alliance (2025). Greening Digital Companies 2025: Monitoring emissions and climate commitments: tinyurl.com/itu-monitoring et Agence Internationale de l'Energie (AIE) (2025b). Data Centre Energy Use : Critical Review of Models and Results, tinyurl.com/IEA-2025-datacentres

[34] The Shift Project (2025). Intelligence artificielle, données, calculs : quelles infrastructures dans un monde décarboné, tinyurl.com/TSP-IA; ainsi que AIE (2025a), précédemment cité.

[28] GreenIT (2019), précédemment cité.

[29] The Shift Project (2021). Impact environnemental du numérique : tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G, tinyurl.com/TSP-imp-envi. Dans les régions et pays encore peu équipées, le smartphone peut cependant contribuer à réduire les inégalités d'accès aux contenus numériques : voir par exemple Pew Research Center (2024), tinyurl.com/pew-smartphones-global et Our World in Data (2025), tinyurl.com/owd-mobiles

[35] AIE (2025a), précédemment cité.

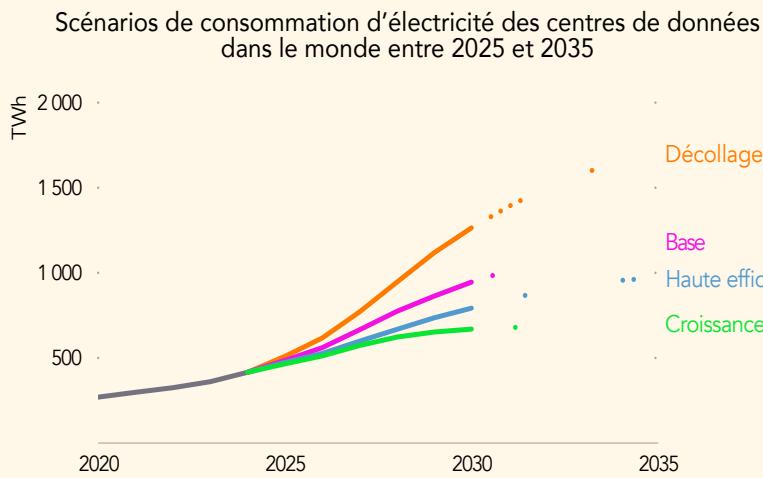


Figure 5 : Scénarios de consommation d'électricité des centres de données dans le monde entre 2025 et 2035. Source : AIE (2025a), voir texte.

Dans le scénario de Base, l'adoption de l'IA, combinée à une digitalisation toujours plus poussée, stimule l'expansion du secteur des centres de données.

Le scénario de Décollage envisage une adoption accrue de l'IA et une importante demande mondiale de services numériques, entraînant une expansion massive des centres de données et donc de leur consommation d'électricité (45% de plus que dans le scénario de base d'ici 2035).

Dans le scénario de Haute efficacité, la demande en IA et services numériques suit la même trajectoire que dans le scénario de base, mais d'importantes améliorations d'efficacité permettent de réduire la consommation énergétique des centres de données de plus de 15% d'ici 2035, malgré une activité équivalente.

Dans le scénario de Croissance ralentie, la diffusion de l'IA et la demande en services numériques progressent plus lentement en raison de contraintes économiques et locales, ce qui freine les investissements et limite la consommation électrique des centres de données à un plateau d'environ 700 TWh.

Le Boston Consulting Group attribue cette croissance à la cloudification [36] des opérations commerciales, l'explosion des services intensifs en usage numérique (streaming vidéo, e-commerce, réseaux sociaux, etc.), et la rapide émergence des applications d'Intelligence Artificielle (IA), y compris l'IA générative basée sur les Grands Modèles de Langage (ou « Large Language Models », LLM, en anglais) [37]. Ces applications devraient être responsables de 60% de la croissance de la consommation électrique des centres de données dans les trois prochaines années.

À cela s'ajoute entre autres le minage de cryptomonnaies, un autre usage numérique à fort impact énergétique. Selon le GIEC, la littérature scientifique indique une consommation d'énergie allant de 47 à 125 TWh pour l'année 2020 pour le minage des cryptomonnaies [38]. Le réseau Bitcoin, fondé sur un mécanisme de « preuve de travail » consommerait à lui seul plus de 100 TWh d'électricité par an [39]. La « preuve de travail » consiste en la réalisation de calculs qui n'ont pas d'utilité en eux-mêmes, c'est-à-dire que la « preuve » exigée pour valider les transactions en Bitcoin, autrement dit le mécanisme choisi pour assurer la sécurité du réseau, repose sur une dépense d'énergie importante (voir les photos ci-dessous).

D'autres cryptomonnaies, telles qu'Ethereum n'ont pas ce lien direct à la dépense d'énergie, mais le Bitcoin reste très utilisé [40]. Certains chercheurs s'interrogent sur la pertinence de cette dépense énergétique, d'autant plus que le volume de transactions validées reste limité comparé aux systèmes bancaires traditionnels [41].

En Wallonie

En Wallonie, une étude exploratoire menée par Climact en 2021 estime que la consommation d'électricité liée à l'usage du numérique sur le territoire wallon s'élève à environ 1,4 TWh par an, soit environ 8% de la consommation électrique régionale [42], ce qui est ligne avec la valeur européenne. Cette estimation inclut les réseaux fixes et mobiles (43%), les centres de données situés en Wallonie (36%), et les « terminaux » des utilisateurs (21%). Elle exclut cependant l'utilisation de centres de données situés à l'étranger. Selon les projections de Climact, la consommation wallonne d'électricité liée au numérique pourrait tripler d'ici 2030, tout comme au niveau mondial. La cause principale serait la croissance de la consommation des réseaux et des centres de données, tandis que la consommation des terminaux pourrait se stabiliser, voire diminuer, grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique.

En Belgique

À l'échelle de la Belgique, l'étude du Boston Consulting Group (BCG) rapporte que les 46 centres de données présents sur notre territoire, dont environ trois quarts se trouvent en Flandre, ont consommé environ 3 TWh d'électricité en 2024, soit environ 4% de la consommation belge [43]. Aux États-Unis également, la consommation d'électricité des centres de données représente environ 4% de la consommation nationale [44].

La capacité électrique des centres de données [45] a d'ailleurs augmenté de 10% par an en moyenne depuis 2018. L'étude du BCG estime en outre que leur consommation d'électricité va continuer à croître très rapidement en Belgique : elle ferait plus que doubler, et jusqu'à quintupler, d'ici 10 ans, pour atteindre de 7 à 16 TWh/an en 2035. À l'horizon 2050, on parle même d'une consommation de 11 à 34 TWh par an pour le pays, selon les différents scénarios.

Le minage de certaines cryptomonnaies, en particulier les Bitcoins, se fait sur des serveurs informatiques qui consomment de grandes quantités d'électricité. Ces photos ont été prises en 2023 à Kangema (Murang'a, Kenya), à côté d'une centrale hydroélectrique dont l'essentiel de la production était destiné à ces serveurs. Photos : PwG (JPvY).



[36] La « cloudification » consiste à transférer l'exécution, la gestion et le stockage des données et applications vers des plateformes cloud (ou serveurs accessibles en ligne).

[37] Boston Consulting Group (2025). The Power of Compute: Effects of Data Center Growth on Belgium's Energy System, tinyurl.com/power-of-compute

[38] GIEC, AR6, GTII, Chapitre 5, Section 3.4.1, p. 541: <https://tinyurl.com/y6vskh84>

[39] Voir notamment le Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index du Cambridge Center for Alternative Finance : ccaf.io/cbnsi/cbeci

[40] Voir par exemple : Bashari, M. et al. (2025). The Environmental Cost of Cryptocurrency: Analyzing CO₂ Emissions in the 9 Leading Mining Countries. *Sustainable Futures*, doi.org/10.1016/j.sfr.2025.100792

[41] De Vries, A. (2020). Bitcoin's energy consumption is underestimated: A market-based approach. *Energy Research & Social Science*, doi.org/10.1016/j.erss.2020.101721

[42] Climact (2021). « Quel est l'impact du secteur numérique sur la consommation d'électricité et les objectifs climatiques de la Wallonie ? », tinyurl.com/climact-Wallonie

[43] Boston Consulting Group (2025), précédemment cité.

[44] Lawrence Berkeley National Laboratory (2024). 2024 United States Data Center Energy Usage Report, doi.org/10.71468/P1WC7Q

[45] La capacité électrique d'un centre de données correspond à la puissance permise par son raccordement au réseau électrique.

Pour rappel, nous expliquions dans notre Lettre n°38 que la consommation actuelle d'électricité en Belgique est d'environ 80 TWh par an, et qu'elle pourrait atteindre 200 TWh par an en 2050. La croissance projetée de la consommation des centres de données est donc loin d'être négligeable : ils représenteraient en 2050 de 5% à 15% de la consommation d'électricité totale en Belgique. Cette croissance accélérée ne pose pas (encore) de problème en termes d'approvisionnement, mais peut déjà augmenter la pression sur les réseaux électriques.

En France

La croissance du nombre de centres de données français devient, comme en Belgique, une source d'interrogations croissantes. Aujourd'hui, 322 centres de données sont installés dans le pays. Leur capacité électrique totale est d'environ 1 GW. La France est au cinquième rang mondial en termes de nombre de centres de données, derrière les Etats-Unis, l'Allemagne, le Royaume-Uni et la Chine. L'attractivité du pays pour les centres de données s'explique au moins en partie par un prix de l'électricité relativement bas [46].

[46] Cette électricité est aussi peu carbonée, principalement grâce à la production nucléaire. Cependant, l'analyse du coût total de l'énergie nucléaire est une question qui dépasse le cadre de la présente Lettre. Voir notamment *Le Monde* (A. Pi-
quard, A Pécout et O. Pinaud, 1er juin 2025) : « Data centers et intelligence artificielle : la course au gigantisme », tinyurl.com/monde-fr-datacentre

> Quelles pistes de solutions ?

Pour finir sur une note positive, le GIEC nous indique que l'augmentation annuelle de la demande en énergie du secteur numérique pourrait être limitée à 1,5% contre les 4% actuels si des mesures de suffisance sont adoptées tout au long de la chaîne de valeur. Selon Ferreboeuf (2019), une transition numérique sobre consiste principalement à acheter les équipements les moins puissants possibles, à les changer le moins souvent possible et à réduire les utilisations inutiles et énergivores [47].

[47] GIEC, AR6, GTIII, chapitre 9, box 9.3, pp. 974-975 : <https://tinyurl.com/y6vskh84>. Voir aussi : Ferreboeuf, H. (2019). Lean ICT: Towards digital sobriety, tinyurl.com/tsp-sobriety; et The Shift Project (2020). Déployer la sobriété numérique, tinyurl.com/tsp-sobriete

La sobriété numérique

L'explosion projetée des usages numériques pourrait compliquer sérieusement l'effort de décarbonation de nos systèmes énergétiques, en accentuant la pression sur une électricité déjà fortement sollicitée par la transition des secteurs du transport, du bâtiment et de l'industrie. Cette dynamique appelle à une forme de régulation volontaire : la sobriété numérique. Le Shift Project en propose une définition opérationnelle : limiter le nombre d'équipements numériques, allonger leur durée de vie, et réduire les usages les plus énergivores ou les plus dispensables [48]. Cette logique est en ligne avec plusieurs objectifs de la philosophie du numérique low-tech, qui promeut des technologies simples, robustes, réparables et adaptées aux besoins essentiels, tout en réduisant leur impact environnemental [49]. Ces recommandations découlent en fait directement des constats établis dans cette Lettre : d'une part, la fabrication des équipements des utilisateurs représente près de la moitié des émissions totales du secteur ; d'autre part, certains usages comme le streaming haute définition, les vidéoconfé-

[48] The Shift Project (2020), précédemment cité.

[49] Low-tech Lab. « C'est quoi une Low-Tech ? », lowtechlab.org/fr/la-low-tech (consulté en juin 2025).

Réparation d'un smartphone. Photo : Kilian Seiler sur Unsplash.

rences à haute fréquence ou encore le recours systématique à des outils d'IA peuvent considérablement alourdir notre empreinte dans le futur.

Une sobriété numérique cohérente passe donc entre autres par la prolongation de la durée de vie des équipements : cela passe par la réparabilité, le réemploi, et un usage modéré qui retarde le besoin de remplacement. Cela implique également de lutter contre l'obsolescence programmée, technique ou logicielle, qui pousse artificiellement au renouvellement prématûr des appareils, malgré leur bon état de fonctionnement [50]. La sobriété numérique implique aussi une consommation plus avisée : préférer la basse définition au streaming HD, compresser les documents qui ne le sont pas, éviter l'envoi de courriels inutiles, désactiver sa caméra pendant une vidéoconférence quand cela est possible [51], ou encore limiter son recours à l'IA générative... Ces gestes simples, appliqués à grande échelle, peuvent réduire significativement l'impact collectif du numérique.

Les scénarios prospectifs le montrent : dans une trajectoire de sobriété numérique comme celle proposée par le Shift Project, la croissance annuelle de la consommation énergétique du numérique en Europe pourrait être limitée à 1,5%, contre 8% si aucune mesure n'est prise [52]. À l'inverse, le développement rapide de l'IA générative, très demandeuse en ressources, risque d'annuler les gains potentiels, voire d'amplifier la pression énergétique. Une approche sélective, qui encourage l'usage raisonné des outils numériques en fonction de leur utilité réelle, semble donc indispensable pour inscrire la transition numérique dans une trajectoire écologique soutenable.

L'effet contrasté de l'IA ?

Bien qu'elle soit à l'origine d'une grande partie des prédictions d'emballage de la consommation énergétique du numérique, l'IA est aussi, pour certains, porteuse d'espoir. Bien utilisée, l'IA industrielle (non générative) permettrait d'optimiser la consommation d'énergie dans l'industrie, l'agriculture, les transports, les bâtiments et les réseaux, avec

des économies d'énergie pouvant atteindre 500 à 1 000 TWh par an au niveau mondial. Les applications couvrent la maintenance prédictive, l'optimisation des flux, ou encore l'exploitation intelligente des renouvelables [53].

Des formes d'IA peuvent avoir un impact positif sur l'énergie :

- La maintenance prédictive permet d'anticiper les pannes de machines grâce à des mesures continues combinées à des modèles dynamiques de leur comportement, évitant ainsi les arrêts imprévus et les surconsommations.
- L'optimisation des flux consiste à optimiser le transport des marchandises pour éviter les trajets inutiles, ou encore à ajuster les horaires de transport en fonction du coût de l'énergie.
- L'exploitation intelligente des énergies renouvelables permet d'adapter la consommation d'énergie à la disponibilité de l'énergie renouvelable intermittente solaire et éolienne, ou à l'inverse, d'adapter autant que possible la production et le stockage d'électricité renouvelable à la demande.

Mais cet optimisme est à manier avec prudence. L'analyse de l'AIE souligne que, malgré les gains possibles, les émissions liées aux centres de données continueront de croître, même dans le scénario de haute efficacité, puisque les gains réalisés dans l'industrie seront probablement largement compensés par les usages récréatifs de l'IA générative - en tout cas dans les scénarios étudiés. Par ailleurs, cette course à l'IA générative s'accompagne d'une pression mondiale sur les chaînes d'approvisionnement en processeurs de dernière génération, dont la fabrication est énergivore et concentrée dans quelques régions du globe. Cette

concentration technologique soulève aussi des enjeux géopolitiques et écologiques majeurs, rarement pris en compte dans les scénarios de transition numérique.

Ainsi, la promesse d'une IA « verte » ou neutre repose sur des paris technologiques et politiques ambitieux. Il serait donc imprudent d'y voir une solution miracle. Un usage raisonnable du numérique et de l'IA, inscrit dans une trajectoire de sobriété énergétique et de pilotage intelligent des infrastructures, reste l'approche la plus responsable.

[50] Halte à l'Obsolescence Programmée (HOP) (2022). « 20 mesures contre l'obsolescence programmée », tinyurl.com/obs-programmee

[51] Péra , C. et al. (2023). Digital sobriety: From awareness of the negative impacts of IT usages to degrowth technology at work, *Technological Forecasting and Social Change*, doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122670

[52] The Shift Project (2020), précédemment cité.

[53] Agence Internationale de l'Energie (AIE) (2025a), précédemment cité.

Des centres de données verts ?

Dans un récent rapport, la European Data Centre Association met en avant les initiatives destinées à diminuer l'impact des centres de données sur le climat et l'environnement. Cinq leviers sont identifiés [F] :

- L'efficacité énergétique [G],
- L'utilisation d'énergie verte,
- Une consommation d'eau responsable et respectueuse de l'environnement [H],
- Le recours à l'économie circulaire,
- Et la valorisation de la chaleur résiduelle produite par les centres.

[F] European Data Centre Association (2024). European Data Centre Overview, tinyurl.com/eudca

[G] L'Efficacité de l'Utilisation de l'Energie (« Power Usage Effectiveness », PUE en anglais) est la métrique utilisée par les centres de données pour caractériser leur efficacité énergétique. Elle est définie comme l'énergie électrique totale consommée par le centre, divisée par l'énergie effectivement utile pour les équipements numériques. Idéalement, la PUE devrait donc tendre vers l'unité. Cette efficacité varie entre différents types de centres de données. En Belgique, elle est actuellement de 1,36 pour les centres dits « de colocation » (gestion centralisée du stockage pour plusieurs clients), et 1,09 pour les centres dits « hyperscale » (centres de très grande taille utilisés par un seul acteur majeur du marché). Voir aussi : Boston Consulting Group, 2025 (précédemment cité). Il faut également noter que la PUE ne considère que l'énergie d'utilisation, et pas l'énergie nécessaire à la fabrication des équipements.

[H] Dans le même esprit, que la PUE, l'Efficacité de l'Utilisation de l'Eau (« Water Usage Effectiveness », WUE en anglais) est une mesure de la quantité totale d'eau consommée par le centre par unité d'énergie consommée par les équipements numériques. Comme pour la PUE, la WUE ne considère pas les activités en amont de l'utilisation, par exemple la quantité d'eau utilisée pour la fabrication du centre, ou celle nécessaire à la production de l'énergie consommée.

Plusieurs initiatives belges illustrent des efforts de transition vers une infrastructure numérique plus durable, tant en Flandre qu'en Wallonie. Le Wallonie Data Center (WDC) situé à Villers-le-Bouillet est alimenté exclusivement par de l'électricité verte certifiée [54]. Il optimise aussi sa consommation énergétique grâce à un système de climatisation performant. De plus, la chaleur produite par les serveurs est récupérée et valorisée pour chauffer les bâtiments du site via un réseau de chaleur. Cet effort de circularité énergétique est couplé à une gestion rigoureuse de la consommation d'eau et à une politique de recyclage [55] des composants informatiques.

En Flandre, le Green Energy Park de Zellik, un campus d'innovation technologique de la Vrije Universiteit Brussel (VUB) et de l'UZ Brussel, l'hôpital universitaire qui lui est associé, accueille actuellement la construction du data center Nexus [56]. Sa mise en service officielle est prévue pour novembre 2025 [57]. L'électricité nécessaire à son fonctionnement sera également issue de sources renouvelables (dont une partie produite directement sur le site) [58].

Bien que des avancées significatives soient réalisées dans la conception et l'exploitation de centres de données plus verts, il est aussi crucial de reconnaître la complexité inhérente à cette transition. Liu et al. [59] soulignent par exemple que la décarbonation de l'infrastructure numérique, et en particulier des centres de données, est entravée par des défis multiples et systémiques liés notamment à la gestion des risques [60], à la coordination des parties prenantes et à la nécessité d'une approche écosystémique pour une durabilité réelle à grande échelle.

Centre de données. Photo : Ismail Enes Ayhan sur Unsplash.



[54] WDC (n.d.). « Green IT : un data center qui respecte votre environnement », waldc.be/fr/data-center/green-it (consulté en juin 2025).

[55] Idéalement précédé des étapes de réparation et de reconditionnement.

[56] VUB (mars 2025). « Flanders invests €8.6 million in the purchase of a new Flemish supercomputer », tinyurl.com/Zellik (consulté en juin 2025).

[57] The Brussels Times (7 mars 2025). « 'Superpower': Flanders invests €8.6 million in new supercomputer », tinyurl.com/ykke6wtk (consulté en juin 2025).

[58] Penta Infra (17 juin 2024). « Penta Infra acquires Nexus sustainable-by-design data center in Brussels », tinyurl.com/penta-infra (consulté en juin 2025).

[59] Liu, F. H. L. et al. (2025). Decarbonising digital infrastructure and urban sustainability in the case of data centres, *npi Urban Sustainability*, doi.org/10.1038/s42949-025-00203-1

[60] Aux États-Unis notamment, de grands utilisateurs de centres de données cherchent à établir des accords directs, et à long terme, avec des producteurs d'électricité bas carbone, notamment nucléaire. Ainsi, Microsoft a annoncé en septembre 2024 un partenariat de 20 ans avec Constellation Energy pour relancer l'unité 1 de la centrale nucléaire de Three Mile Island, afin d'alimenter directement ses propres centres de données à partir de 2028.

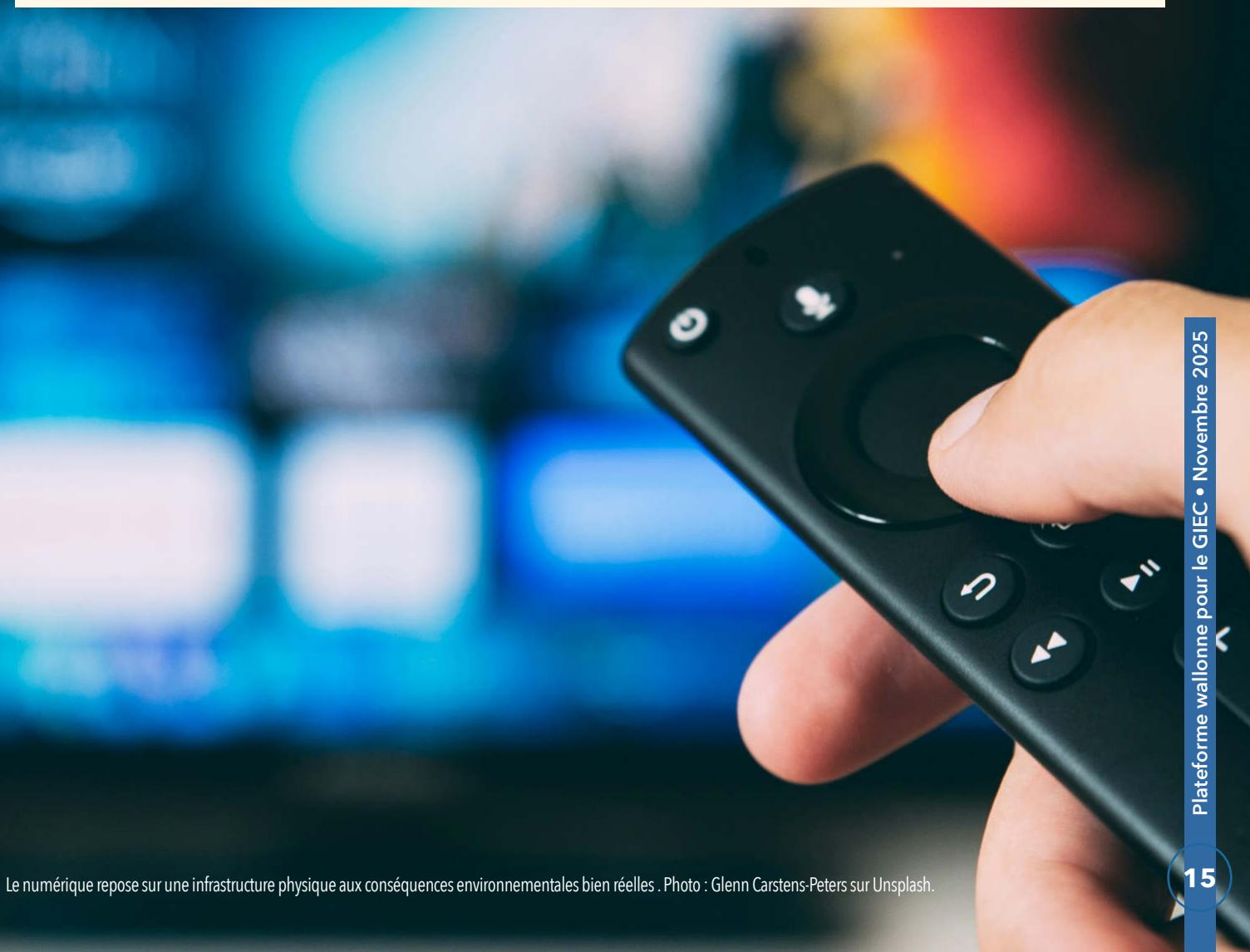
> Conclusions

Loin d'être immatériel, le numérique repose sur une infrastructure physique aux conséquences environnementales bien réelles. Cette Lettre l'a montré : la fabrication et l'utilisation des équipements finaux, tels que les téléviseurs, ordinateurs ou téléphones, constituent aujourd'hui les premières sources d'émissions de gaz à effet de serre du secteur. La production mobilise de grandes quantités d'énergie, de ressources minérales et d'eau, souvent dans des zones géographiques éloignées, et l'empreinte de l'utilisation reste significative dans les pays où le mix électrique est encore fortement carboné.

Dans le même temps, la croissance soutenue des centres de données modifie en profondeur la répartition de l'empreinte environnementale du numérique. Leur consommation d'électricité augmente rapidement, portée par la généralisation du cloud, l'explosion des flux de données et l'essor d'applications comme l'Intelligence Artificielle générative. Dans plusieurs régions du monde, cette tendance laisse entrevoir une possible inversion du rapport entre terminaux individuels et infrastructures collectives en termes d'importance de leur impact. Ce déplacement, souvent invisible pour l'utilisateur, représente un défi important pour les réseaux électriques et les trajectoires de décarbonation. Même si des efforts sont engagés pour améliorer leur efficacité énergétique ou recourir à des sources d'électricité renouvelables, verdir les centres de données ne suffira pas à contenir leur impact si leur usage continue à croître très rapidement.

Face à ces défis, nombreux sont les appels à la sobriété numérique. Ils ne traduisent pas une volonté de se passer du numérique, mais d'en ajuster les usages aux limites physiques de la planète. Réduire la fréquence de renouvellement des équipements, allonger leur durée de vie, éviter les usages les plus énergivores, limiter le recours systématique aux outils d'IA : ces gestes posent question, mais participent à un effort de lucidité face à l'accélération des impacts.

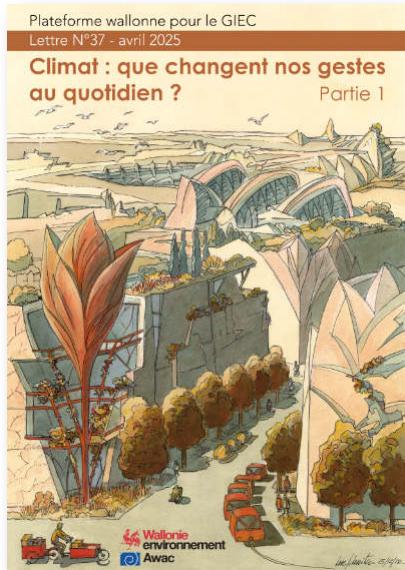
Plus largement, cette réflexion sur le numérique interroge notre rapport au progrès, à la consommation et à l'idée même d'efficacité. Elle invite à dépasser la seule logique d'optimisation technique pour envisager les finalités des technologies que nous développons et utilisons. Certaines applications, comme l'Intelligence Artificielle à visée industrielle, offrent d'ailleurs des perspectives intéressantes d'optimisation des ressources et d'économie d'énergie. Dans un monde contraint par les ressources et le climat, le numérique peut faire partie de la solution, à condition qu'il ne soit plus une part croissante du problème.



Le numérique repose sur une infrastructure physique aux conséquences environnementales bien réelles. Photo : Glenn Carstens-Peters sur Unsplash.

Cette Lettre vous a intéressé·e ?

Lisez la Lettre n°37 qui traite du potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans 4 champs : les transports, l'alimentation, le chauffage et l'isolation du logement et l'habillement.



Abonnez-vous gratuitement :



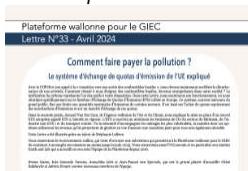
www.plateforme-wallonne-giec.be

(Re)découvrez nos Lettres précédentes en lien avec celle-ci :

37 : Défis et leviers pour un système électrique durable?



33 : Comment faire payer la pollution?



29 : Limites à la croissance: que dit le GIEC?



28 : «Crise» énergétique et climat: comment agir rapidement ?



25 : Changements climatiques 2022: atténuation



20 : Ressources en eau et climat (2/2): État actuel, risques et pistes d'adaptation



22 : Systèmes alimentaires et climat - De la ferme à la table



10 : Réconcilier habitat et climat



9 : Empreinte carbone



3 : Budget carbone



Ce document peut être reproduit, y compris sous forme adaptée, à condition de respecter les droits de reproduction propres aux sources citées dans cette Lettre et d'indiquer sa référence précise ainsi que le site plateforme-wallonne-giec.be.

Éditeur responsable : Pr Jean-Pascal van Ypersele, UCLouvain, Chemin du Cyclotron 2, bte L7.01.15 (PwG), B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

