

# la collection numérique

de l'Agence de mutualisation  
des universités et établissements  
d'enseignement supérieur ou  
de recherche et de support  
à l'enseignement supérieur  
ou à la recherche

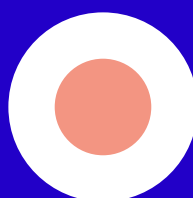


octobre 2023

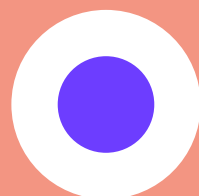
## Urgence sur les sobriétés numériques !

amue 

MUTUALISATION + SOLUTIONS



# #29



Directeur général de la publication ·  
Simon Larger

Rédacteurs en chef · Bertrand Mocquet,  
David Rongeat - Amue, Benjamin Ninassi  
- Inria, membre d'EcolInfo, Didier Mallarino  
- CNRS, membre d'EcolInfo, Adrien Luxey-  
Bitri - Inria - membre d'EcolInfo

Secrétaire de rédaction · La com'

Mis en page par · @yay.graphisme

ISSN 2650-8494  
La collection numérique est sous Licence  
Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0

Image de couverture « Black Mirror  
sur fond noir » David Rongeat 2023

Ont collaboré comme auteur(e)  
à ce numéro : Le bureau du GDS EcolInfo,  
Adrien Luxey-Bitri, Didier Mallarino,  
Benjamin Ninassi, Guillaume Aulanier,  
Simon Larger, Claude-Isabelle Roux,  
Mejdi Bouchlaghem, Jean-Michel Vahl,  
Jean-Christophe Burie, Stéphane Crozat,  
Jacques Sainte-Marie, Thierry Lochon,  
Fabrice Flipo, Charles Joudon-Watteau,  
Loïs Ponce, Tom Nico, Marie-Alice Foujols,  
Gaël Guennebaud, Mélissa Ridet, Sophie  
Provost, Cyrille Bonamy, Cédric Boudinet,  
Laurent Bourgès, Karin Dassas, Marie  
Chevalier, Laurent Lefèvre, Francis Vivat,  
Arnaud Levy, Manuel Vuillerme, Christine  
Debray, Philippe Quémerais, François  
Berthet, Cédric Bréluzeau, Olivier Wong,  
Aurélié Lagarrigue, Laurence Farhi,  
Vincent Courboulay, Stuart McLellan,  
Emmanuelle Frenoux Romain  
Vanoudheusden, Adel Noureddine,  
Annabelle Boutet-Diéye, Jean-François  
Cerisier, Nadège Soubiale, Thierry Oger,  
Paul Leclercq, Antoine Gademer, Frédéric  
Desenzani, Marion Fischer, Servane  
Mouton, Léa Mosesso, Nolwenn Maudet,  
Edlira Nano, Aurélien Tabard, Arnaud  
Diemer, Landia Egal, Amaury La Burthe,  
Maxime Bréhin, Richard Mas, David  
Rongeat

Remerciements et réseautage :  
Le bureau et les membres d'EcolInfo,  
Laurent Crouzet, Gautier Roussilhe.  
L'illustratrice Hélène Salazar pour son  
accord d'usage de son travail. Richard  
Hanna et Olivier Joviado pour leur travail  
à la Dinum. Bertrand Mocquet

Editeur · Amue · 2, rue Albert Einstein  
- 75013 Paris

Fabriqué en France

Toutes les images et photos de ce  
numéro sont © et libres de droit, droits  
réservés autorisation d'usage spécifique  
à cette publication.



Tous les numéros de la collection  
sont en téléchargement Amue.  
la collection numérique, [ici](#) →

prochain numéro de la collection  
numérique (décembre 2023) :  
IA et Enseignement Supérieur :  
quels enjeux et impacts ?  
Vos propositions de témoignages  
et retours d'expériences dès  
maintenant à [numerique@amue.fr](mailto:numerique@amue.fr)

## Édito

# Urgence sur les sobriétés numériques !



POUR UNE INFORMATIQUE ÉCO-RESPONSABLE

S'il semble acquis aujourd'hui que le numérique n'est pas virtuel et immatériel, il est encore difficile de mesurer son influence sur nos sociétés et de l'identifier comme un facteur de l'Anthropocène.

Six des neuf limites planétaires permettant de ne pas compromettre les conditions d'habitabilité de la terre ont été dépassées ou sont en passe de l'être. Nous consommons chaque année bien plus que ce que la terre peut produire.

Il est encore temps de ralentir et de réfléchir à nos actions pour diminuer la pression anthropique que nous exerçons sur la planète.

Cherchons l'étroite fenêtre encore ouverte pour construire ensemble une société garantissant un niveau de vie décent et équitable.

Ce numéro consacré à la sobriété numérique est là pour rappeler à la fois l'urgence d'agir, mais également présenter des axes sur lesquels nous pouvons le faire.

Le numérique modifie nos modes de vie en profondeur. Il est présent dans tous les secteurs et influence profondément nos modes de vie, de consommation, tout autant que nos modèles économiques.

Il est cependant possible d'agir à plusieurs niveaux pour réduire les impacts environnementaux et sociétaux de nos activités numériques.

De la recherche d'efficacité soumise aux dangers des effets rebond, à la sobriété parfois entachée de greenwashing, de nombreuses pistes non-exclusives s'offrent à nous. Certaines sont proposées et discutées dans ce numéro où vous trouverez matière à vous former, ou vous informer, pour penser et participer à la résolution des défis que l'humanité a elle-même mis sur sa route.

[Le bureau du GDS EcolInfo : Cliquez ici](#) →

### NDLR : EcolInfo dont le bureau est auteur de l'édito

Le Groupement de Service (GDS) du CNRS EcolInfo mène des travaux visant à évaluer et réduire les impacts négatifs environnementaux et sociétaux des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC). Avec sa cinquantaine de membres, il forme un collectif à l'expertise unique, qui agit au sein de l'ESR (Enseignement Supérieur et Recherche) pour réduire les aspects négatifs du numérique.

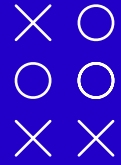
Vous pouvez lire ou relire l'article présentant plus complètement le GDS EcolInfo dans le numéro « [Numérique Responsable](#) » de décembre 2023, page 26-27.

Les travaux de EcolInfo sont accessibles : Cliquez [ici](#) →

Pour contacter l'équipe ou rejoindre EcolInfo : Cliquez [ici](#) →



enjeux  
et stratégie



auteurs

**Adrien Luxey-Bitri**, Inria, CNRS, UMR 9189 CRISTAL, France, **Didier Mallarino**, CNRS/OSU Pythéas, UAR 3470, **Benjamin Ninassi**, adjoint au responsable du programme "Numérique et Environnement", Inria

# La sobriété numérique : un impératif environnemental ?

**Point de situation, contexte et enjeux, l'état des lieux est sans appel : les limites sont dépassées !**



Mines à Tabriz (Iran) : évocation de la matérialité du numérique Photo deomid.roshan sur Unsplash.

Quels que soient les indicateurs que l'on consulte, les dégâts que l'espèce humaine impose à la planète nous ont fait entrer dans une nouvelle ère géologique : l'ère de l'Anthropocène (1 - **Anthropocène**). Les limites planétaires à ne pas dépasser pour un environnement propice à la vie sont quasiment toutes loin derrière (2 - **Limites Planétaires**). Le vivant se meurt à une vitesse inédite (3 - **IPBES**) et le climat (4 - **GIEC**) change si vite qu'il ne permettra qu'une adaptation à la marge rendant invivable pour les humains et à court terme des parties entières de la planète et ce, pour plusieurs générations. La plupart des cycles biogéochimiques sont *a minima* perturbés. Les cycles de l'eau le sont également. Nous ponctionnons plus que ce que la terre peut produire et nous augmentons

drastiquement sa toxicité par le rejet de nos déchets. Notre capacité en tant qu'espèce à nous développer durablement est profondément menacée : ce n'est pas un scénario de science-fiction, ce n'est pas demain, c'est déjà maintenant.

Avec un déploiement qui s'infiltré toujours plus profondément au cœur des activités humaines, le numérique est principalement présenté comme une technologie de rupture, un paradigme incontournable et indispensable à l'amélioration de tous secteurs d'activité. Nous lui devons indiscutablement l'ère de l'information : l'accès immédiat à l'ensemble du savoir humain et la communication instantanée sont par exemple des acquis d'une envergure à ne pas minimiser. Les liens entre numérique et environne-

ment sont étroits et complexes : il permet une meilleure modélisation des écosystèmes et se présente comme une aide incontournable à la décarbonation voire à la réduction plus générale des pollutions d'autres secteurs. Néanmoins – malgré les nombreuses économies d'échelle qu'il permet – les outils numériques engendrent des coûts tout au long de leur cycle de vie (5 - **cycle de vie**). Ceux-ci rendent la croissance exponentielle du secteur, liée à nos usages débridés actuels, incompatible avec les limites planétaires. Bien souvent, les optimisations apportées sont compensées par un accroissement de l'usage ou un détournement des gains obtenus vers d'autres usages non moins délétères. C'est l'effet rebond (6 - **effet rebond**). Le numérique accélère et augmente fortement l'efficacité de notre société productrice de biens souvent éphémères, aggravant ainsi nos impacts à toutes les échelles. Par ailleurs, les profondes transformations sociales et les dérives totalitaires pouvant être induites par le numérique invitent à se questionner sur l'éthique de l'utilisation de ces outils, notamment vu la vitesse de progression des travaux en IA et leur déploiement massif.

Face à cette ébriété numérique dans laquelle notre société s'enfoncé vers l'ère promise des Métavers, la notion de sobriété numérique commence à émerger, dont on propose de reprendre la version de travail du projet Alt-Impact suivante : *La sobriété numérique consiste, dans le cadre d'une réflexion individuelle et collective, à questionner le besoin et l'usage de produits et services numériques dans un objectif d'équité et d'intérêt général. Cette démarche vise à concevoir, fabriquer, utiliser et considérer la fin de vie des équipements et services numériques en tenant compte des besoins sociaux fondamentaux et des limites planétaires.*

Faire preuve de techno-discernement (7 - **Bihouix**) et s'approcher de la sobriété numérique conduit inévitablement à faire des choix (8 - **Jarrige**), à prioriser et donc à hiérarchiser les usages technologiques sous un autre prisme que la rentabilité financière (9 - **Parrique**). Cet impératif collectif nécessite néanmoins d'inventer de nouveaux modèles économiques, de nouvelles manières de faire société autour du sens de nos activités et d'y réintégrer la saine reconnaissance de notre interdépendance avec l'environnement.

## (1) Anthropocène :

- <https://www.vie-publique.fr/parole-dexpert/271086-terre-climat-quest-ce-que-lanthropocene-ere-geologique>
- <https://fr.unesco.org/courier/2018-2/anthropocene-enjeux-vitiaux-debat-scientifique>
- *L'événement anthropocène, livre de Jean-Baptiste Frescoz et Christophe Bonneuil, 2013, Seuil* : <https://www.seuil.com/ouvrage/l-evenement-anthropocene-jean-baptiste-frescoz/9782021135008>

## (2) Limites planétaires :

- <https://reporterre.net/Sept-des-huit-limites-planetaires-depassees-un-diagnostic-tres-grave>
- <https://www.nature.com/articles/s41586-023-06083-8>
- <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/la-methode-scientifique/systeme-terre-extremes-limites-9269494>
- <https://bonpote.com/la-6e-limite-planetaire-est-franchie-le-cycle-de-leau-douce/>

## (3) IPBES : Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services :

- <https://www.ipbes.net/>
- <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment-Fr>

## (4) GIEC :

- <https://www.vie-publique.fr/en-bref/284713-nouveau-rapport-du-giec-des-solutions-face-au-rechauffement-climatique>
- <https://news.un.org/fr/story/2023/03/1133417>
- <https://www.ipcc.ch/francais/>

## (5) Cycle de vie :

- <https://ecoinfo.cnrs.fr/?s=cycle+de+vie>
- <https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/publications/guide-pratique-achats-numeriques-responsables/demarche-numerique-responsable/analyse-cycle-de-vie/>
- <https://learninglab.gitlabpages.inria.fr/mooc-impacts-num/mooc-impacts-num-ressources/Partie3/FichesConcept/FC3.3.1-ACVservicesnumeriques-MoocImpactNum.html>

## (6) Effet Rebond :

- <https://bonpote.com/propos-5-paradoxe-de-jevons-et-effet-rebond/>
- <https://ecoinfo.cnrs.fr/thematiques/consequences-du-numerique/effets-rebond-du-numerique/>
- <https://learninglab.gitlabpages.inria.fr/mooc-impacts-num/mooc-impacts-num-ressources/Partie2/FichesConcept/FC2.4.2-EffetsRebonds-MoocImpactNum.html>

## (7) Bihouix :

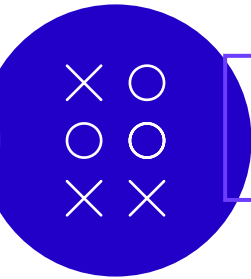
- <https://www.babelio.com/livres/Bihouix-Lage-des-low-tech/1339788>

## (8) Jarrige :

- <https://www.arte.tv/fr/videos/103447-011-A/et-si-on-arretait-le-progres/>
- "Technocritiques du refus des machines à la contestation des technosciences" : <https://www.editions-ladecouverte.fr/technocritiques-9782707178237>

## (9) Parrique + CNRS :

- <https://timotheeparrique.com/>
- <https://lejournel.cnrs.fr/articles/pib-et-transition-ecologique-sont-ils-compatibles>



*auteur*  
**Guillaume Aulanier**, chargé de mission  
calcul à la DGRI - MESRI

# Bilan des Émissions de Gaz à Effet de Serre, suivez le guide !

## On fait le point sur les programmes et cadres d'action qui encadrent les méthodes de calcul.

Depuis quelques années, notre pays s'est engagé dans une politique active en faveur de la transition écologique et du développement soutenable. C'est dans ce contexte que le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (MESRI) a produit, à la demande de la première ministre, un plan Climat/Biodiversité et transition écologique de l'enseignement supérieur et de la recherche. Ce plan prévoit notamment que tous les établissements de l'enseignement supérieur et de la recherche produisent un bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES) générées par leurs activités.

Le calcul numérique ne peut et ne doit pas échapper à cette évaluation.

En effet, l'offre des grandes infrastructures de recherche pour le calcul de haute performance n'a fait que croître depuis l'avènement du calcul numérique avec l'augmentation des besoins des communautés scientifiques, qui ont toujours maintenu un facteur de pression de 1,2 à 1,5 sur les supercalculateurs nationaux sous la responsabilité du Grand Équipement National pour le Calcul Intensif (GENCI). Et cette tendance est amenée à se raidir encore plus dans les années qui viennent. En premier lieu, du fait des besoins scientifiques en HPC, et en second lieu avec le très fort accroissement du nombre de projets dédiés à l'IA déposés à GENCI.

Ces éléments interrogent nécessairement sur la soutenabilité de cette croissance des moyens de calcul mis à la disposition de l'enseignement supérieur et de la recherche. La réponse des communautés scientifiques et industrielles du HPC à toutes les échelles –notamment européenne– est de promouvoir le développe-

ment de nouvelles technologies, moins énergivores, plus sobres et efficaces. C'est d'ailleurs dans ce contexte que l'on voit se profiler un changement de paradigme dans le HPC, allant vers moins de Central Processing Units (CPU), au profit d'utilisation croissante des GPU. La réalisation en 2020 d'une extension de GPU à la machine Jean Zay à l'Institut du développement et des ressources en informatique scientifique (IDRIS) à Orsay, et l'ouverture en 2023 de la nouvelle machine *Adastra* dominée par les GPU au Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur (CINES), s'inscrivent naturellement dans cette dynamique vertueuse d'un point de vue énergétique.

Cette évolution s'accompagne de son lot de challenges, en termes de développement d'applications nouvelles, et d'évolution et de portabilité des grands codes de recherche existant et optimisés pour un usage de CPU. C'est une évolution nécessaire, sur laquelle les communautés HPC ne peuvent pas faire l'impasse. C'est dans ce cadre, qui va de pair avec le projet européen du consortium Jules Verne piloté par GENCI pour l'acquisition et l'installation au Très Grand Centre de Calcul du CEA (TGCC) d'une machine de la classe ExaScale EuroHOC, que se situe le Programme et Équipement Prioritaire de Recherche (PEPR) exploratoire « Numérique Hautes Performances pour l'Exascale » (NumPEX), piloté par le CEA, le CNRS et INRIA, dont l'un des objectifs est justement de soutenir le développement d'applications et de bibliothèques s'exécutant sur les GPU.

Dans ce contexte, la Direction Générale de la Recherche et de l'Innovation (DGRI) a chargé GENCI de mettre en

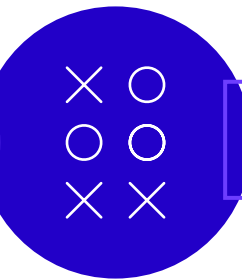


Avec 46 PFlop/s et 58 GFlops/Watt, le supercalculateur *Adastra* au CINES est classé 3<sup>ème</sup> au classement Green500, et 12<sup>ème</sup> au Top500.

place avec ses partenaires (le CNRS/IDRIS, le CEA/TGCC et le CINES) un cadre d'action permettant de produire, selon une méthode commune et en mobilisant les mêmes données, un BEGES pour l'ensemble des grandes machines qui intègre leurs phases de construction et de fonctionnement opérationnel. L'objectif est de proposer une méthode permettant de redistribuer auprès de tous les utilisateurs les quantités de carbone produites

en fonction de leur utilisation de ces machines, mais aussi de produire un guide méthodologique explicitant les données et les règles de calcul retenues pour calculer toutes les composantes de ce BEGES, avec l'ambition que celui-ci puisse servir aux autres responsables de machines de ce type, notamment dans les méso-centres, pour qu'ils puissent eux aussi produire leur propre bilan.





auteur  
**Simon Larger**, directeur de l'Amue

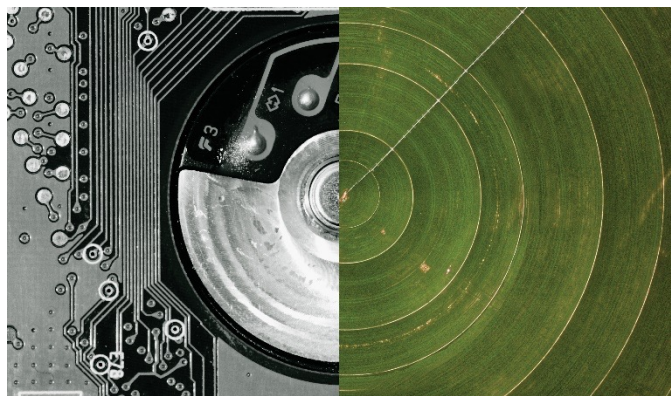
# Protection de l'environnement, numérique responsable : quelle mutualisation des solutions, pour le Climat ?

## Urgence d'agir et moyens mis en œuvre, la preuve en actions !

### EN MATIÈRE DE PROTECTION, TOUT COMMENCE PAR LE DROIT

Quand on parle de protection, quelle qu'en soit l'objet, il y a pour moi nécessairement un sujet de droit. Et en matière de protection de l'environnement et du Climat, il en va naturellement de même. Sans minorer le fait que le droit nait lui-même d'une prise de conscience sociale globale qui le fait émerger, il incarne le passage d'une intention ou d'une action individuelle à un fait social et collectif majeur : chacun non seulement *peut* protéger l'environnement dans lequel il vit, mais il le *doit*, sous l'effet du droit.

J'ai donc souhaité entrer dans ce sujet par un rapide rappel de la manière dont la nature est devenue, progressivement, un sujet de droit, d'abord un sujet de droit proclamé (mais sans forte effectivité) puis sujet de droit opposable, aux individus et à la société tout entière, notamment aux personnels de l'ESR, aux étudiants, aux diverses organisations de cet écosystème et à leurs principaux partenaires.



Issu du Kit de sensibilisation « sobriété numérique » du ministère de la culture, Crédits : shura72 - [Todor Nikolov](#) - [istockphoto](#), conception agence Ellen Coopers.

Le droit international d'abord, avec la [Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio](#) en 1992 – année de création de l'Amue - et l'émergence de la notion de développement durable, présentée comme la recherche d'une compatibilité entre trois dimensions : environnementale, sociale et économique. Suivront d'autres conférences et accords internationaux qui s'imposeront comme cadres aux nations signataires et parfois comme boussole aux autres : principa-

Urgence sur les sobriétés numériques !



lement le [protocole de Kyoto](#), cet accord international de 1997 visant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, puis l'[Accord de Paris](#) en 2015 lors de la COP21. La nature, la préservation des espèces (dont les humains) s'invitent dans les textes internationaux, avec une Europe en fer de lance et une Asie qui bascule résolument vers les ENR, dans un accord devenu enfin contraignant.

La déclinaison, au niveau Européen et Français, de ces textes a donné lieu à une inflation de textes et réglementations, parfois en ordre dispersé, de plus en plus exigeantes sans toujours être efficaces. Notons cette information du Haut Conseil pour le Climat : plus de 3145 lois climatiques au niveau mondial.

Dans le domaine du numérique, la France s'est récemment dotée de dispositions législatives : une partie numérique de la loi Agec (Anti Gaspillage et Economie Circulaire ) et la loi Reen (Réduire l'Empreinte Environnementale du Numérique) à retrouver sur cette page. Mais je termine cette trop longue introduction juridique en soulignant un point : l'obligation de procéder à un bilan des gaz à effet de serre (BGES) dans les établissements publics de plus de 250 agents a été posée par l'article 75 de la loi Engagement National pour l'Environnement du 12 juillet 2010. Selon l'ADEME, en 2021, seuls 20 % des établissements publics avaient rendu leurs BGES, et pour les entreprises privées, ce chiffre était de 40 %. Il y a donc urgence à agir, et vite, pour passer des proclamations de bonnes intentions aux transformations réelles.

### URGENCE D'AGIR, NOTAMMENT SUR LE NUMÉRIQUE

Cette base juridique fondamentale constitue un point d'appui, un levier, légitimé et enrichi par les travaux de recherche scientifique et plus largement, relayée par la société, qui en fait une cause prioritaire. En effet, le célèbre rapport Meadows, il y a 50 ans, mettait déjà en avant les limites de la croissance, dans le contexte et le modèle industriel de l'époque, sans imaginer qu'une croissance puisse être décarbonée voire « décarbonante », et sans que la question de l'impact du numérique ne se pose encore. Plus récemment les réguliers rapports du GIEC, par leurs approches systémiques et scientifiquement irréfutables s'imposent à nous, surtout au sein de l'ESR, tout autant si ce n'est plus qu'un cadre législatif.

Lutter contre la destruction du monde, est un défi pour l'espèce humaine. Gageons que ce défi finira par nous unir au-delà des divisions pour notre propre avenir. Aucun droit à l'échec, aucun amende-

ment possible, surtout dans le domaine du numérique, pour une agence comme la nôtre.

La part du numérique dans l'impact sur le monde semble faible, seulement quelques pourcents. Et il apporte également des solutions, contribue à une meilleure connaissance des phénomènes en jeu... Mais l'ambivalence est là : le numérique fait un peu partie des solutions, et un peu partie du problème par son impact environnemental, sanitaire et social.

Brillamment abordée par des experts dans ce numéro, retenons surtout que cette incidence ne fait que croître très rapidement d'où la nécessité d'agir. Cela pose la question des contrefactuels et de leurs impacts. Un cours magistral en ligne a un impact environnemental indiscutable, mais quel aurait été l'impact du même cours en présentiel, pour 250 étudiants qui se seraient déplacés dans un amphi, si on tient compte des déplacements et du besoin immobilier que cela suppose (construction, éclairage, chauffage, maintenance, etc.) ? J'évoquais plus haut les impacts sanitaires du numérique, et nous avons tous vécu le drame du « tout numérique à marche forcée » pendant la crise COVID-19 sur la santé mentale des jeunes, sans même parler de la dégradation notoire de l'expérience de vie étudiante. Il ne faudrait pas pour autant passer à côté de tout ce que la dimension numérique apporte au transfert des connaissances. Un nouvel équilibre est donc à trouver, mais le retour aux méthodes du passé serait une inaction coupable.

Et il en est de même pour la dématérialisation des processus de gestion, les réunions en ligne, les envois de messages ou documents ; il faut toujours rapprocher l'impact du numérique à un contrefactuel physique bien déterminé, pour savoir s'il apporte une solution ou pose un problème. Nous avons, dans ce domaine, encore besoin de science et j'espère que ce numéro vous apportera, nous apportera des réponses.

### ET L'AMUE DANS TOUT CELA

Comme je le soulignais en introduction, l'Amue est née en même temps que le concept de développement durable, en 1992 ; elle se doit donc de porter – au moins à ce titre – un message singulier et une action forte.

L'Amue a intégré cet impératif dans son [contrat de développement](#), qui oriente et encadre ses stratégies pour 5 ans. En préambule, le sujet de l'anthropocène ; Extrait : « *A l'heure de l'Anthropocène, il semble nécessaire pour nos organisations de considérer le concept de sobriété pour diminuer la croissance de la consommation d'énergie et de matières associées au numérique.* »



Cette vision stratégique est évidemment déclinée en objectifs et actions.

Par sa nature d'organisme de mutualisation, l'action de l'Amue optimise les activités numériques de l'ESR, fédérant les constructions et les exploitations de services numériques. En addition, je veux souligner à ce titre notre stratégie d'offre de services cloud dans des data-centres régionaux labélisés. Hébergées dans des infrastructures publiques optimisées à la demande, portées par des universités et/ou des collectivités territoriales de confiance, au plus proches des territoires, vos applications ont un impact carbone bien moindre que si vous les conserviez « on premise », ou même si nous les stockions aux USA, voire même plus proche. Car rappelons que, même en les hébergeant simplement en Allemagne, elles auraient un impact carbone 9 fois supérieur.

L'usage de technologies open source dans les nouvelles solutions co-construites constitue également un vecteur d'allongement de durée de vie et maintenabilité technique des solutions, il est important de le dire à cette occasion.

Saluons en outre la détermination de conviction d'un groupe de personnels de l'Amue, le Mutualab' Ecolo, qui a été force de proposition dans cette voie (voir page 10 du numéro « [Numérique Responsable](#) » de décembre 2023).

Parmi les actions déjà menées, citons les journées développement durable organisées en novembre 2022, les interventions Amue sur le numérique responsable lors de séminaires professionnels (A-DSI par exemple), la présente collection numérique et en particulier le N° « [Numérique responsable](#) » de décembre 2020, qui contribuent à la veille des établissements sur ce sujet.

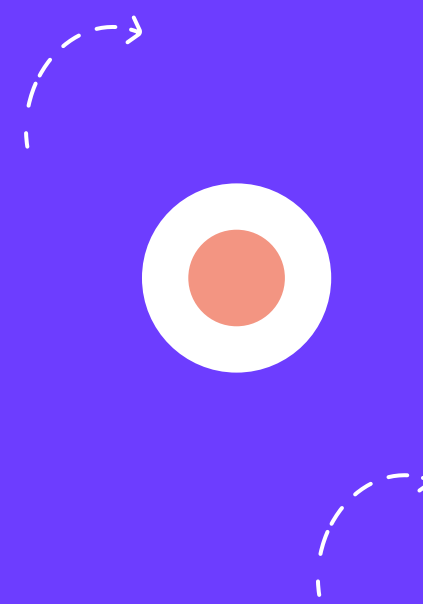
Plusieurs autres actions de l'Amue donnent lieu à des articles dans ce numéro : le travail mené sur l'écoresponsabilité de nos projets ([voir page 60](#)), le projet Silabic ([voir page 42](#)) visant à fournir des données de Sifac et Mission ESR vers

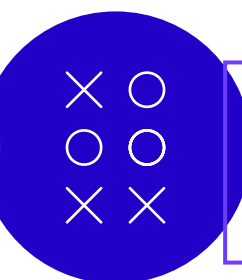
labo 1.5 pour le calcul du bilan carbone des établissements et laboratoires, je ne les développe donc pas ici.

Mais je tiens, en conclusion, à souligner le rôle de centrale d'achat de l'Amue qui porte pour l'Enseignement Supérieur et la Recherche des accords-cadres nationaux comme MATINFO : il permet de limiter l'impact des équipements numériques en offrant de plus longues garanties et des durées de réparabilités des matériels prolongées ([voir page 52](#)). Les critères de sélection de notre accord-cadre relatif à l'instrumentation scientifique, sous forme de groupement de commande coordonné par nos collègues du CNRS, sont également particulièrement exigeants sur la consommation d'énergie et l'impact carbone.

Pour revenir à l'Agence, je ne peux terminer ce chapitre sans évoquer, modestement, notre exemplarité interne : la réduction drastique de nos surfaces parisiennes en 2023 (passage de 1800 m<sup>2</sup> à 440 m<sup>2</sup> avec généralisation du flex et open-space), la sobriété de notre nouveau site web, la mutualisation de nos serveurs au sein du GIPC au travers de notre partenariat avec UNIF, etc. C'est une vigilance et un effort de chaque instant, et chaque résultat compte.

Enfin, et en me tournant vers l'avenir proche, nous vous appelons à la mobilisation pour les journées d'étude inter-métiers du plan climat-biodiversité des 22,23 et 24 novembre (voir en fin de numéro, les inscriptions dans la rubrique « Grandes Oreilles ») que nous organisons avec l'IH2EF sous le haut-patronage de Michel Eddi, HFDD du MESR. Nous vous y attendons nombreux, pour une prise de conscience renforcée avec notamment Benoit Laignel (GIEC), pour une meilleure appréhension du cadre d'évaluation des stratégies DD (intervention du HCERES) et pour l'aide à la définition concrète de vos plans d'action dans le cadre des schémas directeurs DDRSE attendus pour 2024, une autre forme de mutualisation des solutions... pour le Climat !





*auteur.e.s*

**Claude-Isabelle Roux**, présidente,  
**Mejdi Bouchlaghem**, vice-président,  
**David Rongeat**, administrateur,  
Cume

## Le fil « vert du Cume »

**Éclaireur et partageur de tendances, le Cume fait de la sobriété numérique, une priorité.**



Devant l'urgence de l'enjeu, le Cume a choisi de faire du thème de la sobriété numérique son fil rouge... coloré en vert, son objectif est de se faire le relais d'une sensibilisation élargie.

Au Cume, nous n'avons pas l'expertise du sujet mais savons solliciter les compétences et attirer l'attention de la communauté à travers nos activités.

Dans cette voie, le Cume organise des webinaires visant à sensibiliser et former ses adhérents et collègues de l'ESR à des comportements numériques responsables et à plus de sobriété.

Voici quelques exemples de nos webinaires passés :

→ 24/01/2023 et 3/2/2023 : "Que se cache-t-il derrière la 'magie' du Numérique ? De l'extraction jusqu'à la fin de vie" en collaboration avec EcoLogic [\[Vidéo 1\]](#)

→ 23/11/2022 : "Vers le chemin du numérique responsable à l'Université d'Angers" [\[Vidéo 2\]](#)

→ 19/11/2021 : "Le numérique responsable" en partenariat avec l'association MIR [\[Vidéo 3\]](#)

Aussi, nous intégrerons un volet impact environnemental avec Eco-Info dans notre prochaine Journée Thématique autour de l'IA le 22 novembre prochain ([voir rubrique Grandes Oreilles page 80](#)).

Nous promouvons, par exemple, la mutualisation des équipements, des pratiques de refroidissement écoénergétiques, et l'utilisation d'énergies renouvelables dans les Datacenters. Nous encourageons également l'adoption de clients légers par le personnel.

Nous réfléchissons à la participation de nos membres à des fresques numériques. De plus, nous accordons une grande importance aux aspects sociétaux du numérique, tels que l'inclusivité et l'accessibilité. Nous examinons également la durée de garantie des équipements, comme le propose le marché Matinfo ([voir page 52](#)).

Nous encourageons nos instances dirigeantes à adopter des pratiques plus sobres. Cela peut parfois être complexe en raison des demandes contradictoires de nos gouvernances, entre l'innovation et la modernité d'une part, et la sobriété d'autre part. Nous observons cette double injonction dans nos organisations et dans la société en général : la demande d'innovation et de renouvellement constant des solutions numériques, ainsi que la nécessité de sobriété dans un secteur numérique de plus en plus impactant sur l'environnement.

Aussi, comme dans d'autres organisations, les directions numériques de l'ESR (Enseignement Supérieur et Recherche) doivent répondre aux attentes des gouvernances et usagers tout en luttant contre l'obésité des données, les équipements plus nombreux, les demandes de numérisation toujours plus nombreuses.

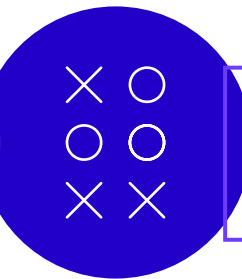
Nous attendons d'autres étapes après la loi REEN ([voir page 25](#)) qui vise à réduire l'empreinte environnementale du numérique. Cette loi représente une première étape qu'il est essentiel de renforcer et d'étendre. Le secteur de l'enseignement supérieur et de la recherche est déjà engagé dans cette transformation, et le Cume souhaite apporter sa contribution à cette initiative. Mais cette voie nécessite un soutien incontournable de l'État.



### Pour aller plus loin

Le Comité des Usages Mutualisés du Numérique pour l'Enseignement (**CUME**) est une association professionnelle créée en 1983 pour accompagner les établissements d'enseignement supérieur dans le développement des technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement. Le Cume organise régulièrement des journées thématiques nationales sur des sujets d'actualité et de prospective pour favoriser les échanges de compétences et d'expériences liées à l'utilisation des technologies numériques dans l'enseignement.

Son site web : Cliquez [ici](#) →



auteur

**Jean-Michel Vahl**, directeur du Numérique à l'Université de Lorraine, pour l'ADSI-ESR, membre de EcoInfo

# L'A-DSI met la sobriété numérique au cœur des débats

**Lors de son séminaire en 2022, l'A-DSI a dégagé 5 idées forces qui guideront les actions concertées de ses membres pour un avenir éclairé.**



La pandémie Covid a donné lieu à un déploiement inédit de solutions et d'outils à destination de la communauté universitaire pour maintenir la continuité de l'enseignement. Au mépris d'une autre urgence, celle de la sobriété numérique ! C'est le thème choisi par l'association A-DSI pour son 9<sup>ème</sup> séminaire. Au programme des interventions : les enjeux de la sobriété numérique et comment faire évoluer nos pratiques ! Retour sur 5 idées fortes du séminaire.

## ➤ COMPRENDRE L'URGENCE DE LA SOBRIÉTÉ

À l'heure de l'Anthropocène, où croissance démographique et consommation boulimique mettent en péril l'avenir de la planète, le numérique n'est malheureusement pas, en dépit des espoirs qu'il suscite, un acteur neutre. Responsable de 4 % de l'émission des gaz à effet de serre (GES) et 15 % de la consommation électrique mondiale, son impact sur l'environnement est en croissance exponentielle. Derrière l'image du nuage se cachent 30 milliards d'objets connectés, 8 000 centres de données, 1,2 millions de km de câbles sous-marins transatlantiques... Si rien n'est fait, Internet deviendra en 2030 la première source mondiale de pollution. Il est donc urgent d'apprendre la sobriété.

## ➤ ACCEPTER LA COMPLEXITÉ DES SITUATIONS ET PENSER TRANSVERSAL

Le numérique est souvent réduit à son usage, Internet en particulier, mais une démarche de sobriété

doit cibler tout autant le matériel, le logiciel, les infrastructures, les données que les usages. L'analyse de cycle de vie (ACV) nous apprend que la fabrication d'un PC va produire 80 % de GES et son usage 20 %. Elle va aussi consommer 240 kg de combustibles fossiles, 6 tonnes d'eau, voir des enfants exploiter des mines de terres rares au bout du monde, l'Afrique devenir la poubelle des DEEE, et produire des résidus de microplastiques qu'on retrouvera dans notre propre alimentation... Les impacts du numérique sont multiples et complexes : environnementaux, sociaux, économiques, éthiques... directs et indirects avec des effets rebonds.

## ➤ DÉPLOYER LA SOBRIÉTÉ

Certaines pistes émergent tout de même de cette complexité. La règle des 5 (ou 6 !) R en est une. Refuser l'achat de nouveau matériel ou service numérique quand on le peut, réduire la consommation de biens numériques au strict minimum, réparer les équipements, réutiliser tout ce qui peut l'être, recycler correctement tout ce qui ne peut pas être réutilisé et rendre le reste à la terre. Le programme Matinfo s'inscrit parfaitement dans cette dyna-

mique. En matière de logiciel, on parlera éco-conception, open source, réutilisation, mutualisation. En matière de data, on pensera sobriété dans l'usage et le déploiement des solutions, Open Data et FAIR, solutions institutionnelles. Allongement de la durée de vie des ordinateurs, optimisation de la consommation énergétique des centres de données, sensibilisation des utilisateurs, éco-conception... Les DSI ont de nombreux moyens pour réduire l'empreinte environnementale du numérique.

## ➤ ÊTRE SOUTENU ET STRUCTURÉ

60 % de l'empreinte carbone d'un individu étant due à son environnement social et professionnel, en tant qu'acteurs de l'état, les acteurs de l'ESR ont un rôle majeur à jouer, teinté d'exemplarité. Au sein des DSI, cet engagement va solliciter les leviers et procédures classiques des projets transversaux : implication au plus haut niveau institutionnel, désignation d'un responsable NR (Numérique Responsable) avec relais internes efficaces, budget de fonctionnement identifié, vision stratégique à court, moyen et long terme, indicateurs clairs, politique de communication et de formation, démarche d'évaluation des résultats, processus de labellisation...

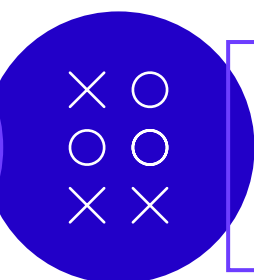


## ➤ RELEVER UN DOUBLE DÉFI

Prendre le temps de satisfaire les besoins essentiels de la communauté ESR, sans en créer de nouveaux, en utilisant le moins de ressources possibles est le défi à relever des DSI.

Concevoir des technologies sobres, résilientes, robustes, faciles à maintenir, ayant peu de dépendances, faciles à comprendre, réparables, locales, sera celui des équipes informatiques.





*auteur*

**Jean-Christophe Burie**, Vice-Président Campus Numérique - Système d'Information de La Rochelle Université, membre de l'association des VPNum, pilote du GT DEMOES « construction d'une transformation numérique responsable »

# Numériquement responsables

## Les VPNum de l'ESR se mobilisent autour du défi de la transformation numérique et c'est innovant !



Le numérique a un impact environnemental et sociétal, c'est un fait. Les Vice-Présidents Numériques (VPNum) des établissements de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (ESR) l'ont bien compris. Réunis au sein de l'association VPNum, le Numérique Responsable est devenu un sujet abordé régulièrement lors des Boot Camp ou conférences-débats qu'ils organisent. À l'image de notre société, le numérique est aujourd'hui très ancré dans l'ESR et même tend à se développer. Que ce soit pour l'enseignement, la recherche ou l'administration, les personnels sont souvent demandeurs de nouveaux services numériques ou de nouveaux équipements pour les accompagner et les aider dans leurs tâches quotidiennes. Comment sous cette pression, peut-on alors être numériquement responsable ? Les VPNums<sup>1</sup> partagent ainsi les actions réalisées dans leurs établissements afin de « limiter » les impacts engendrés par le numérique. Le calcul de l'empreinte du numérique est une étape essentielle avec des outils tels que le WeNR<sup>2</sup> afin de voir si les actions engagées la font évoluer dans le bon sens. Mais les établissements de l'ESR sont souvent invités à aller plus loin.

Afin de soutenir leur transformation numérique, l'Etat a décidé d'accompagner un ensemble d'établissements à travers le programme DEMOES (Démonstrateurs Numériques dans l'Enseignement Supérieur). L'objectif consiste à expérimenter, dans une approche globale, toutes les dimensions de la transformation numérique (stratégie d'établissement, transformation des cursus, équipement, plateformes et d'outils, ressources pédagogiques, etc.). Le numérique offre, en effet, de nombreuses opportunités pour les établissements. Mais ces transformations doivent-elles se faire sans aucune limite ? Conscients des impacts du numérique, le Secrétariat Général Pour l'Inves-

tissement, le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et l'Agence Nationale de la Recherche ont créé des groupes de travail autour des projets DEMOES dont l'un est dédié à « la construction d'une transformation numérique responsable ». Ce groupe doit analyser les démarches, les plans stratégiques et les actions concrètes pour que l'implémentation de la transformation numérique s'inscrive dans un processus durable, énergétiquement frugal et écologiquement responsable.

Les établissements lauréats se sont emparés de cette question. Ainsi, le projet AIR (Université de Rennes) expérimente une approche de métavers orientée "low tech", conçue pour être numériquement sobre avec la plateforme open-source WorkAdventure<sup>3</sup> en déployant des campus virtuels qui sont des métaphores (et non des jumeaux) des campus physiques : la solution est peu exigeante en matériels (web, utilisable sur d'anciens ordinateurs, faible bande passante) tout en offrant une interactivité et une immersion suffisante au regard des objectifs pédagogiques. Un des livrables du projet PLEAIDES (Université de Lorraine) sera une étude d'impact de sa solution de métavers. Le projet SMARTCODE (La Rochelle Université), organise l'hybridation de ses formations en équipant les salles de manière raisonnée et en limitant leur nombre.

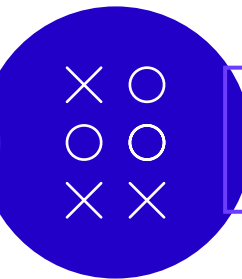
Jusqu'à présent, les projets de transformation numérique étaient souvent menés à leur terme avec comme principales contraintes la soutenabilité financière et la disponibilité des ressources humaines. Cependant serons-nous un jour capables de renoncer à un projet numérique si nous estimons que son impact environnemental ou sociétal est trop important par rapport au bénéfice envisagé ?

[1] <https://vpnum.fr/>

[2] <https://institutnr.org/wenr>

[3] <https://workadventu.re/>





auteur **Stéphane Crozat**, enseignant-chercheur à l'UTC, membre de framasoft

# La lowtechisation à l'UTC

## Low-tech, mais en clair ? C'est l'objet de cet article qui décrypte de façon limpide le concept et ses applications.

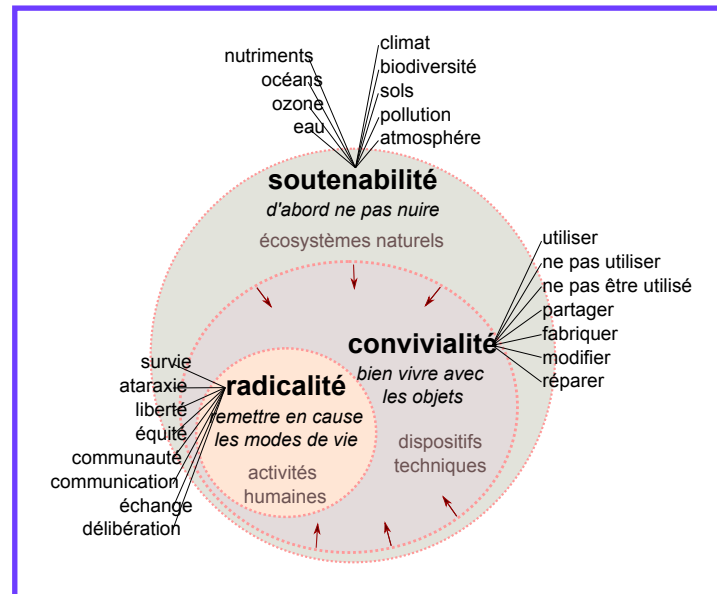
### CRITIQUE DU SOLUTIONNISME TECHNOLOGIQUE

Le scénario S4 de l'Ademe, le « pari réparateur », présente un intérêt indéniable : il promet de résoudre nos problèmes environnementaux sans toucher à nos modes de vie. Nous continuerons à manger presque autant de viande, nous nous déplacerons encore plus dans un monde encore plus mondialisé, et le numérique conservera une croissance exponentielle. Ce scénario ne nie pas la gravité des problèmes environnementaux que les scientifiques relèvent, mais il mise, littéralement, sur l'émergence de progrès techniques qui les résoudront : géo-ingénierie, énergies alternatives, substitution numérique...

Le solutionnisme correspond à la façon de penser historiquement, techniquement, et géopolitiquement constituée de nos sociétés industrielles, renforcée par les institutions

de la recherche scientifique (Scott, 2011), il y a donc un coût à penser autrement. De plus, en perpétuant l'espoir d'une solution miraculeuse, il diminue le sentiment d'urgence, conduisant à une attitude de type "burn now, pay later" (Dyke & al., 2021). Il tend donc à une forme de pensée hégémonique, et pourtant, le solutionnisme est un pari. Et si nous perdons ce pari nous perdons gros. Or l'histoire récente montre que le solutionnisme dysfonctionne régulièrement, en particulier lorsqu'il s'agit de problèmes environnementaux. Jevons formule son paradoxe dès 1865 et pour autant nous en sommes toujours presque systématiquement victimes. Les Meadows formulent en 1972 les limites d'une croissance exponentielle que nous continuons pourtant de rechercher intentionnellement. Bihouix (2014) souligne le paradoxe de la situation actuelle : le monde n'a jamais été globalement aussi « saccagé » et pourtant nous n'avons jamais eu autant de « moyens techniques de régler tout ça ».

Urgence sur les sobriétés numériques !



Lowtechisation = soutenabilité + souhaitabilité + convivialité

### PROPOSITIONS DE LA LOWTECHISATION

À l'UTC nous explorons une autre approche, qui rompt avec les valeurs dominantes de nos sociétés contemporaines, et propose à leur place celles de soutenabilité, radicalité et convivialité. La théorie du Donut de Kate Raworth propose d'adresser la notion d'espace juste et sûr pour les humains en insérant le développement entre une frontière environnementale et une frontière sociale. Via ses 7 commandements des low-tech Philippe Bihouix insiste sur la remise en cause des besoins et la nécessité de durabilité. Puis, en tant qu'ingénieur, il ajoute une dimension technique, souhaitant des technologies que l'on peut connaître et maîtriser, conviviales au sens d'Ivan Illich. Le Low-tech Lab propose

une définition qui reprend les axes sociaux, environnemental et technique : l'utilité, en lien avec la remise en cause des besoins, l'accessibilité, en lien avec l'appropriabilité de la technique, et la durabilité, en lien avec la réduction de l'impact environnemental.

Nous définissons sur cette base la lowtechisation comme un processus d'ingénierie visant à créer des outils plus conviviaux, soutenables et radicaux. En pratique, avant que le produit n'existe, les concepteurs passent leurs spécifications fonctionnelles au crible d'outils qui permettent une évaluation réflexive. On trouvera par exemple les « 7 péchés du greenwashing » pour traquer les assertions écologiques non justifiées, l'outil « effet rebond » pour tenter d'anticiper les effets indirects, ou encore le « diamant », en référence aux 5 facteurs d'effondrement de Jared Diamond.

#### Références bibliographiques

Bihouix, Philippe. L'âge des low-tech : Vers une civilisation techniquement soutenable. Seuil., 2014.

Dyke, James, Robert Watson, et Wolfgang Knorr. « *Climate Scientists: Concept of Net Zero Is a Dangerous Trap* ». The Conversation, 22 avril 2021.

Hersh, M. A. « *Systemic Approaches and Technological Fixes* ». IFAC-PapersOnLine, 16th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability TECIS 2015, 48, n° 24 (1 janvier 2015): 71-76.

Low-tech Lab. « *Qu'est-ce que la low-tech ?* », 2023.

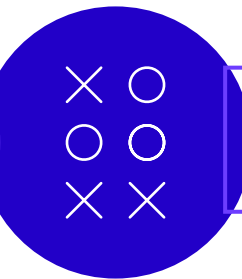
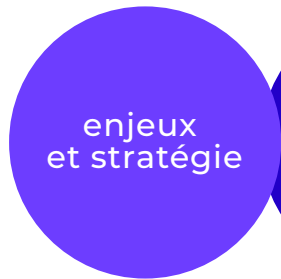
Raworth, Kate. « *A safe and just space for humanity : Can we live within the doughnut?* » Oxfam Discussion Papers, 2012.

Scott, Dane. « *The Technological Fix Criticisms and the Agricultural Biotechnology Debate* ». Journal of Agricultural and Environmental Ethics 24, n° 3 (1 juin 2011): 207-26.

#### lownum.fr

- ➔ Rendez-vous sur lownum.fr : Cliquez [ici](#) ➔ pour poursuivre la découverte de la lowtechisation :
- ➔ Tous les supports du cours ouvert à l'UTC en 2023
- ➔ Les projets menés par les étudiants : un navigateur Web éco-pédagogique, un ordinateur qui dure 50 ans, un système de comptabilité de l'empreinte environnementale, un logiciel pour construire et réparer chez soi, une application de partage de véhicules sobres en campagne...
- ➔ Des vidéos, émissions de radio, présentations, articles, références...





auteur

**Jacques Sainte-Marie**, responsable du programme 'numérique et environnement' d'Inria

# Inria se mobilise pour l'environnement

## La recherche, le temps, l'urgence et le sens... les mots clés d'Inria.

Au sein des établissements de recherche, la prise en compte des enjeux environnementaux est réelle et à de nombreuses conséquences. Cela peut se traduire par de nouveaux sujets de recherche (en lien avec la soutenabilité, la sobriété, la modélisation de l'environnement...), par la mobilité thématique de scientifiques souhaitant infléchir leurs travaux vers des thématiques liées à l'environnement, par la médiation scientifique qui doit sensibiliser aux impacts des activités humaines, expliquer les enjeux du changement climatique mais aussi présenter les travaux, les bonnes pratiques et les résultats obtenus. Cela passe également par un mode d'organisation donnant plus de place à la RSE. Chez Inria, cela s'est traduit notamment par la mise en place d'un programme baptisé 'numérique et environnement' qui vise à la fois à la réduction des impacts environnementaux du numérique, au développement de recherches en lien avec la modélisation de l'environnement et à faire en sorte que les recherches en sciences du numérique aident à la décarbonation de nombreux secteurs (agriculture, mobilité, énergie, industrie...). Il s'agit de susciter et de financer des projets de recherche sur des sujets très exploratoires, risqués tout en assurant le transfert et l'impact de ces recherches sur l'écosystème et les partenaires. La liste des défis à relever est longue mais il y a trois aspects sur lesquels je voudrais particulièrement insister : l'implication, le sens et le temps.

Commençons par l'implication. Comme le montrent de nombreuses études (par exemple le [baromètre des représentations sociales du changement climatique](#) de l'ADEME), l'environnement est devenu une préoccupation majeure au sein de la population et les scientifiques n'échappent pas à cette tendance. Mais cette évolution peine parfois à se traduire concrètement car les questions environnementales ont souvent une priorité qui entre en concurrence avec d'autres (habitudes prises,

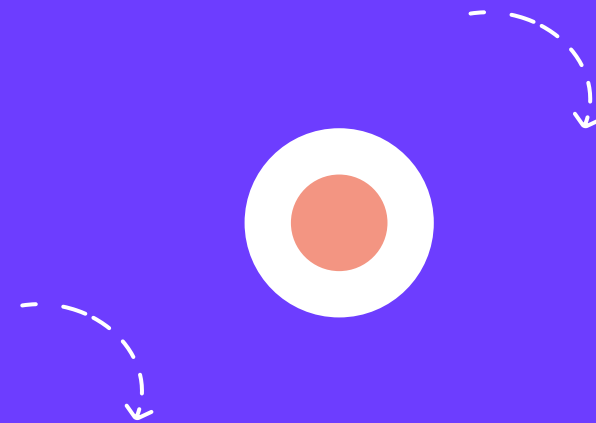


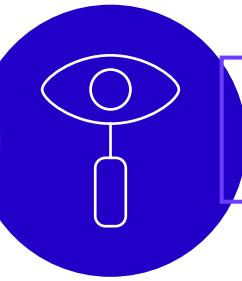
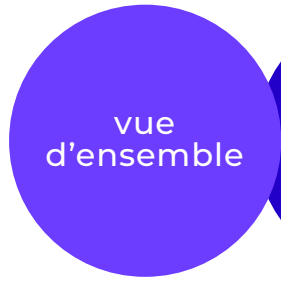
difficultés à changer, reconnaissance scientifique acquise dans son domaine...). Chez Inria, on souhaite faciliter l'engagement des scientifiques en faveur de l'environnement, favoriser les partenariats avec des acteurs majeurs (ADEME, INRAE, etc.), encourager la prise de risques et attirer des jeunes. Tout cela pour peser sur les mutations en cours.

Face aux changements climatiques et aux mutations en cours, de nombreuses personnes sont en quête de sens. Pour attirer les jeunes dans nos formations et dans nos équipes de recherche, il est capital de donner du sens à nos travaux de recherche afin qu'ils contribuent effectivement au progrès, notion souvent questionnée mais essentielle. On voit monter depuis plusieurs années ce besoin de sens dans les thématiques de recherche portées par les scientifiques et dans leur aspiration à contribuer aux évolutions environnementales ou sociétales.

Pour conclure, je voudrais évoquer le temps et les échéances qui nous attendent. Les conséquences du changement climatique, celles bien visibles et celles prédites, obligent de nombreux secteurs (agriculture, mobilité, industrie) à évoluer profondément et rapidement. Si la recherche scientifique est caractérisée par le temps long, elle ne peut pas s'affranchir de cette contrainte temporelle, elle doit s'emparer des défis à relever. Et les façons de contribuer et d'avoir de l'impact sont nombreuses : publications scientifiques, algorithmes, logiciels, innovation...

Urgence sur les sobriétés numériques !





auteur **David Rongeat**, Pôle Stratégie et Transformation numérique, Amue

# Ébriété numérique : soyons sobre, sans modération

## Et si on prenait le temps d'en parcourir tous les aspects, pour mieux comprendre l'ampleur du sujet ?

Vous trouverez une définition complète de ce que signifie la sobriété numérique dans le tout premier article, situé ([voir page 6](#)). Nous revenons ici pour mettre en avant quelques points essentiels, une vue d'ensemble.

### NUMÉRIQUE C'EST AVANT TOUT MATÉRIEL

Le numérique donne l'illusion d'être immatériel : des flux de données, des applications numériques, de la virtualisation, de la dématérialisation, des octets dans les nuages, être en ligne (quelle ligne ?). On dirait que rien ne se touche.... Détrompons-nous. Le numérique est implacablement matériel : il est fait de machines physiques, de bâtiments, d'usines de fabrication d'ordinateurs, de centres de données, d'équipes qui travaillent dans des bureaux, d'écrans, de téléphones portables, de près de 2 millions de kilomètres de fibres, d'engins qui extraient des matières 1<sup>ères</sup>, de fourneaux pour les métaux, de mineurs qui creusent la terre, de transports, de déchets...



Illustrations par Héléna Salazar (facilitatrice graphique à [Bien Fait pour ta Com](#)) dans le cadre du Labo "Vers une sobriété numérique" du CERDD en 2019. Chaleureux remerciements à Héléna Salazar.

Urgence sur les sobriétés numériques !



**Pour aller plus loin, les travaux de Gautier Roussilhe**

Nous vous proposons de lire les travaux de Gautier Roussilhe, Doctorant au [RMIT](#) et au [Centre de Recherche en Design](#) (ENS Saclay, ENSCI). Lors de récents échanges il met en avant cet article "A long road ahead: a review of the state of knowledge of the environmental effects of digitization" co-écrit avec Sophie Quinton et Anne-Laure Ligozat qui récapitule l'état des connaissances sur les effets environnementaux de la numérisation : à lire [Cliquez ici](#) →

Vous êtes invités à parcourir son site : [Cliquez ici](#) →

Vous pourrez trouver par exemple l'Analyse de cycle de vie (ACV) d'un [service de messagerie en ligne](#) ou la structuration et contenu de [l'enseignement](#) « Limits to digitalization » pour science po Paris.

Pour des articles en Français, ces trois exemples :

- Explications sur l'empreinte environnementale du secteur numérique : [Cliquez ici](#) →
- Explications sur l'empreinte carbone du streaming et du transfert de données : [Cliquez ici](#) →
- Comprendre la consommation de métaux dans le numérique : [Cliquez ici](#) →

### LA PLACE DU NUMÉRIQUE

Le numérique a envahi nos vies en quelques décennies, au travail, dans nos vies collectives ou privées. Bien sûr des usages sont bénéfiques dans la recherche, la santé, la facilitation de liens sociaux raisonnables par exemple.

Mais il est impératif de se questionner sur la place du numérique, la direction que nous souhaitons prendre, collectivement. Il y a des décideurs (représentants les citoyen.ne.s) et régulateurs au niveau d'une nation (la politique de transport ferroviaire par ex), au niveau d'une collectivité territoriale (infrastructures sportives d'une métropole par ex), mais sur ce sujet globalisé qu'est le numérique, à part quelques organismes normalisateurs, pas d'arbitre. L'usager/consommateur incité à toujours plus est-il un arbitre conscient de l'impact ? Les GAFAM ou grandes sociétés du numérique sont-elles les décideurs de la propagation du numérique ? *In fine* c'est très probable, une vision offre à grand renfort de publicités.

Entendu cette semaine au Green It Day à Montpellier, cette idée de « parlement de la demande » prononcée par Diego Landivar. Rêvons d'une grande consultation sur une orientation choisie par les citoyen.ne.s.

### DES IMPACTS

Les impacts du numérique existent tout au long de son cycle de vie : de la conception au recyclage, de la fabrication à l'usage, depuis les matières premières jusqu'aux déchets DEEE ([voir page 62](#)). N'oublions pas les impacts sociétaux que sa généralisation implique : normalisation des attitudes, incidences sur la santé ([voir page 66](#)), inégalité d'accès, dérives sur l'exploitation des données, utilisation par les états totalitaires pour réprimer et surveiller, etc. Pensons que tout au long de cette chaîne du numérique, il y a des femmes et des hommes (mais aussi des enfants dans des mines ou des décharges électroniques) dont les conditions de travail et de vie sont scandaleuses. Ceci n'est pas virtuel !

Trop souvent la sobriété numérique est associée à la sobriété énergétique, à croire que le numérique n'est que consommateur d'électrons. Trop souvent son impact est mesuré, sur l'environnement, en équivalent CO<sub>2</sub>, unité de mesure des gaz à effet de serre.

Les impacts du numérique sont aussi, sur l'environnement et le monde, les terres détruites pour les matières premières, les eaux souillées par les usines de traitement ou de fabrication, les surfaces naturelles préemptées, la biodiversité impactée et détruite par toute la chaîne de fabrication, transport, usage et fin de vie.

Du point de vue environnemental, retenons des ordres de grandeur (les articles de ce numéro présentent des données et sources qui convergent, parfois quelques écarts en fonction des dates et méthodes) : l'impact global en eCO<sub>2</sub> du numérique est équivalent à celui du transport aérien. En eCO<sub>2</sub>, si le numérique était un pays il aurait une empreinte environnementale équivalente à 2 ou 3 fois la France. La fabrication d'un ordinateur implique environ une tonne de matière première, celle d'un smartphone une à trois fois le poids moyen de son usager. Une conversation CHATGpt de quelques occurrences, consomme 1/2 litre d'eau. Boulimie de ressources, lisons cette phrase de Marieke Van Lichtervelde dans le [dossier « Libé » spécial IA avec Cédric Villani](#) : « On va extraire autant de métaux dans les trente prochaines années que ce que l'humanité a extrait jusqu'à présent ».

Nous pouvons schématiquement retenir que c'est la phase de fabrication des objets du numérique qui a le plus d'incidence, plus que son usage (énergie). Et dans les matériels du numérique, mécaniquement par leur nombre et croissance, ce sont les terminaux usagers (Écrans, ordinateurs, smartphone) qui eux aussi sont les plus destructeurs. N'oublions pas les usages massifs qui sont gourmands en infrastructures et en énergie (au total le numérique consomme environ 10 % à 15 % de l'électricité mondiale).



## LA CROISSANCE DU NUMÉRIQUE

S'il stagnait à ces quelques pourcents d'impact, nous pourrions œuvrer à le limiter. Mais le numérique a une croissance boulimique. Voyons avec ce titre [d'article d'usine nouvelle](#) citant Benjamin Ninassi, chercheur à l'Inria : «La croissance numérique actuelle n'est pas soutenable ». En effet la croissance du numérique et donc son impact, est de l'ordre de 10 % par an, soit environ doubler à horizon 2030. La croissance du numérique

## LES SOBRIÉTÉS ET PISTES D' ACTIONS

Sobriétés numériques au pluriel car les axes d'actions sont variés. Trois principaux axes pour ces sobriétés : sobriété sur les matériels et équipements, sobriété sur les données et sobriété sur les logiciels et les usages.

→ Agir sur le matériel, sa durée de vie, son optimisation, son utilisation, sa quantité (4 écrans par personne sont impératifs ?), réparer, recycler, agir sur les déchets, recycler, penser cycle de vie...

→ Agir sur les données, en limiter la collecte, le stockage, la taille, l'exploitation mercantile...

→ Agir sur les logiciels (et les services numériques) par de l'écoconception, de l'optimisation, choisir de l'open source, ne développer que le nécessaire, les faire vivre longtemps, les créer frugaux.

→ Agir sur les usages : se recentrer sur les fonctions essentielles, arrêter les fonctionnalités trop consommatrices ou superflues, freiner le tout numérique quand ce n'est pas crucial, ralentir pour intégrer les impacts sociétaux...

Essayons de relever le défi proposé par la low-tech pour aller vers des technologies sobres, résilientes, faciles à comprendre, faciles à maintenir, ayant peu de dépendance, réparables, locales, un véritable challenge pour l'ingénierie.

En clin d'œil à la série dystopique « Black Mirror », l'image de couverture de ce numéro est sobre pour de l'affichage à l'écran et renvoie ce que pourrait être le contenu d'un écran si le numérique continue à croître et contribuer à exploser les limites planétaires (environnement, énergie, matière première, biodiversité...).

Dans cette idée de trouver les actions efficaces, les prioriser, la formation proposée par EcoInfo sur les 8 R (Res sentir – Réfléchir – Réduire – Refuser – Réparer – Ré-utiliser – Recycler – Ralentir), voir l'encart ci-dessous.

Agissons, l'état d'urgence nous l'impose.



### Deux guides pour s'inspirer et agir

Le premier guide porte sur les données de recherche, « [Guide de Bonnes Pratiques sur la gestion des données de la Recherche](#) » Une mise à jour récente (aout 2023) qui fait un focus et sensibilise

à l'enjeu des impacts des données sur l'environnement, avec ces chiffres de la recherche « soixantaine de zettaoctets de données créées en 2020 et des projections

à 170 zettaoctets pour 2025. ». Ce sujet du numérique responsable est positionné dès les phases de préparation.

Le second est une publication de la Dinum, l'occasion de saluer avec amitiés les pilotes de ce projet : Richard Hanna et Olivier Joviado.

Le guide « [Bonnes pratiques numérique responsable pour les organisations](#) » approche tous les sujets macro et micro : mesure et évaluation, achat durable, stratégie, services numériques, conception, formation. Des dizaines de fiches pratiques, dans tous les domaines

pour agir, fiches qui sont positionnées en priorité et difficultés.

A lire absolument pour agir.



### Pour aller plus loin, une formation EcoInfo

EcoInfo propose, du 20 au 24 novembre, une formation « Impacts environnementaux du numérique : les 8R (Res sentir – Réfléchir – Réduire – Refuser – Réparer – Ré-utiliser – Recycler – Ralentir).

Cette formation, qui se tiendra à la Rochelle, est ouverte à tout personnel de l'enseignement supérieur et de la recherche qui souhaite agir sur la réduction des impacts du numérique.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur cette page : [Cliquez ici](#) →



### Quelques références à lire ou à relire

Une courte sélection de rapports, lois ou textes.

→ Bien sûr l'évidence : le rapport du GIEC, intraitable par sa méthodologie : le [6<sup>ème</sup> rapport](#).

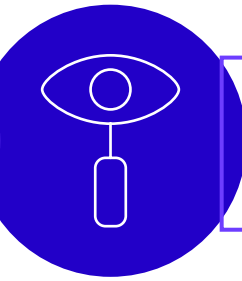
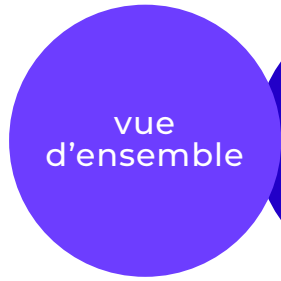
→ Le dernier rapport du Haut conseil pour le climat « [Acter l'urgence, engager les moyens](#) ». : quelques points clés dans [l'article page 74-75](#)

→ La partie numérique de la loi Agec (Anti gaspillage et économie circulaire) et Reen (réduire l'empreinte environnementale du numérique) à retrouver sur [cette page](#).

→ La feuille de route du gouvernement « [Numérique & environnement : faisons converger la transition](#) ».

→ Coté Enseignement Supérieur et Recherche : le [Schéma Directeur "Développement Durable – Responsabilité Sociétale et Environnementale"](#).





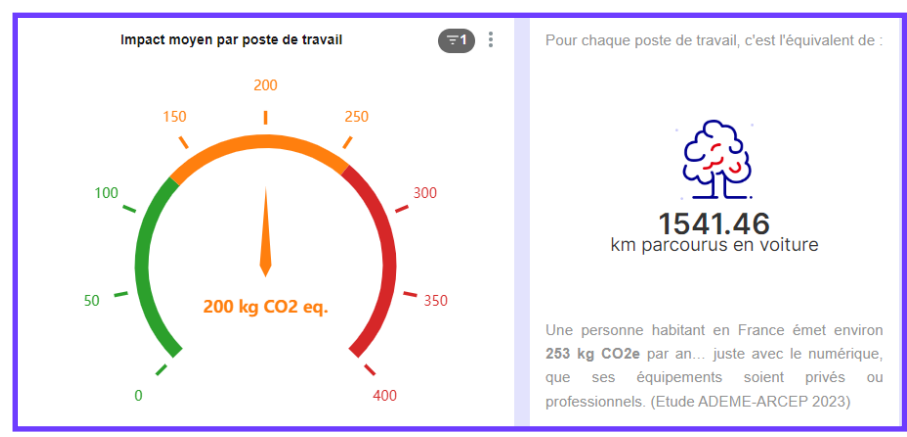
auteur  
**Thierry Lochon**, directeur du programme Numérique et Ecologie, Ministère de la Transition écologique

# NumEcoEval calcule l'empreinte environnementale d'un SI

## Et c'est un véritable outil de pilotage ! On suit sa genèse.



impact moyen par poste de travail



L'idée de l'outil NumEcoEval remonte à fin 2021, suite à des expérimentations de mesure d'empreinte du numérique menées au sein du Ministère de la transition écologique. Ces travaux avaient pour objet d'évaluer des éléments de notre SI selon plusieurs vues complémentaires, partant de la mesure du parc matériel à celle de services numériques, tel qu'un service métier ou la webconférence de l'état. Le calcul du PUE de notre datacentre venait compléter notre démarche.

Ces expérimentations confiées à des prestataires différents ont mis en relief plusieurs points :

→ Le manque d'outil ou méthode qui fasse référence et, selon les acteurs, une certaine

opacité sur les résultats obtenus, compliquant à la fois l'appropriation de la démarche et la consolidation des résultats ;

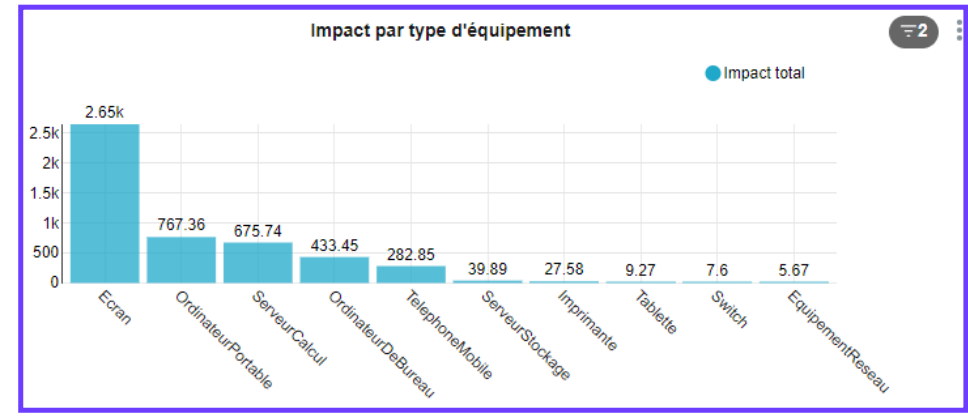
→ Une approche souvent mono-critère (Gaz à Effet de Serre) et des outillages typés bureautique répondant au besoin de mesures ponctuelles ou expérimentales, mais beaucoup moins aux besoins d'un pilotage dans la durée combinant plusieurs critères d'impact et à des organisations multi-sites comme un ministère ;

→ Une sollicitation récurrente des mêmes acteurs que sont les gestionnaires de parc ou l'hébergeur des services numériques, incompatible avec une démarche à grande échelle.

Le résultat des expérimentations (éléments méthodologiques et/ou outils) avait également



Impact par type d'équipement



vocation à être versé dans la bibliothèque des communs, portée par la mission interministérielle du numérique éco-responsable (minnumEco). C'est l'une des raisons du choix de l'open-source, la seconde étant que, dans un contexte où les résultats de mesures sont observés, être transparent sur les algorithmes utilisés par l'état était une évidence.

L'outil, opérationnel mais nécessairement perfectible et évolutif, répond d'ores et déjà à la majorité des difficultés rencontrées lors des expérimentations et permet, au-delà d'une simple évaluation d'empreinte, d'analyser plus finement les sources d'impacts de l'ensemble des couches de son SI (du matériel aux services numériques) ou d'évaluer l'impact de décisions au travers de simulations.

Pour fonctionner, l'outil doit, en complément de quelques paramétrages, disposer en entrée de deux sources de données :

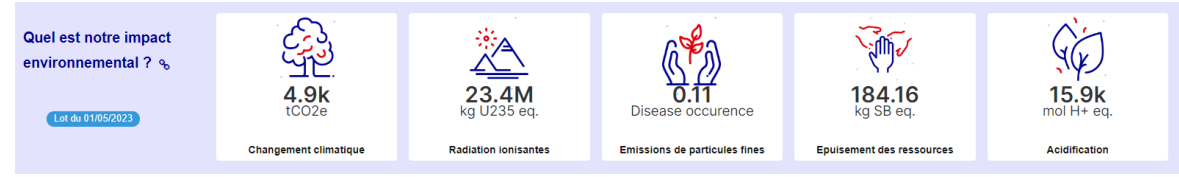
→ Des données d'impact collectables depuis diverses sources comme la base empreinte de l'Ademe, Boavizta, NegaOctet, etc.

→ Des données relativement simples de description de son parc matériel ou des éléments de caractérisation des services numériques, l'essentiel étant de récolter et s'appuyer sur des données utiles en gestion courante et facilement accessibles.

La majorité des choix d'architecture ont été guidés par la volonté de faciliter son intégration dans le SI de l'organisation et d'imaginer une automatisation de son alimentation. Ce sont les raisons qui ont conduit au choix d'un outil orienté serveur plutôt que bureautique ou l'essentielles des fonctions sont accessibles via des API.

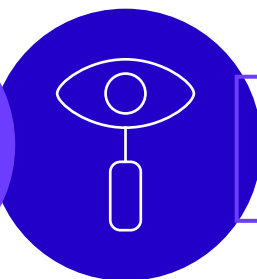
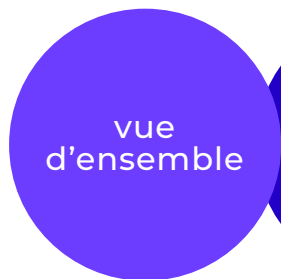
Les premiers usages répondent aux attentes, mais il faut que son déploiement s'inscrive dans une démarche globale. Si l'outil permet de démarrer avec des données agrégées, améliorer progressivement la connaissance de son SI améliore à la fois la pertinence des résultats et des scénarios de progrès.

L'une des principales priorités en termes d'évolutions sera, au-delà d'améliorations techniques et de documentation, d'aligner l'outil aux exigences de la PCR SI (NDLR : référentiel Product Category Rules) en cours d'élaboration avec l'Ademe.



Quel est notre impact environnemental

**Pour aller plus loin**  
La documentation de l'outil et son code source sont accessibles à l'adresse suivante : Cliquez [ici](#) →  
L'adresse suivante permet également de solliciter l'équipe, soit pour des points techniques particuliers soit pour un échange ou une démonstration autour des premiers usages au MTE : Cliquez [ici](#) →



auteur

**Fabrice Flipo**, Senior Researcher à Institut Mines Télécom BS, membre de EcoInfo



# L'impératif de la sobriété numérique

## C'est aller au-delà du vert !

Le numérique désigne des dispositifs techniques permettant soit de commander des fonctions (robotique, logistique, automatique), soit de communiquer (espaces publics, échanges de messages et signaux entre personnes)<sup>1</sup>. C'est une technique « de rupture » et « générique », ayant des usages possibles extrêmement étendus, et dont l'adoption enclenche des changements importants dans de nombreux domaines ou secteurs, tant sur le plan organisationnel (industries et organisations) que des modes de vie. Aujourd'hui, l'économie digitale représente 5 à 15 % du PIB mondial, suivant les définitions<sup>2</sup>.

Sous l'angle matériel, « le numérique » se présente en premier lieu comme un secteur, produisant une infrastructure, et animant, par la consommation énergétique, une infrastructure – production, transmission et stockage d'information au sens logiciel du terme. L'infrastructure est constituée principalement de terminaux, de réseaux et de centres de production d'information ou de calcul, dont les fameux *datacenters*, centres de données. Les réseaux voient transiter des milliers de milliards de « bits »<sup>3</sup>. Pour Cisco, le trafic mondial a triplé, entre 2017 et 2022, passant de 1,5 ZB en 2017 à 5 ZB en 2022<sup>4</sup> soit +26 %/an<sup>5</sup>.

### LES IMPLICATIONS ÉCOLOGIQUES DU NUMÉRIQUE SONT DE TROIS ORDRES

→ un smartphone récent contient 78 éléments distincts. Les plus notables en quan-

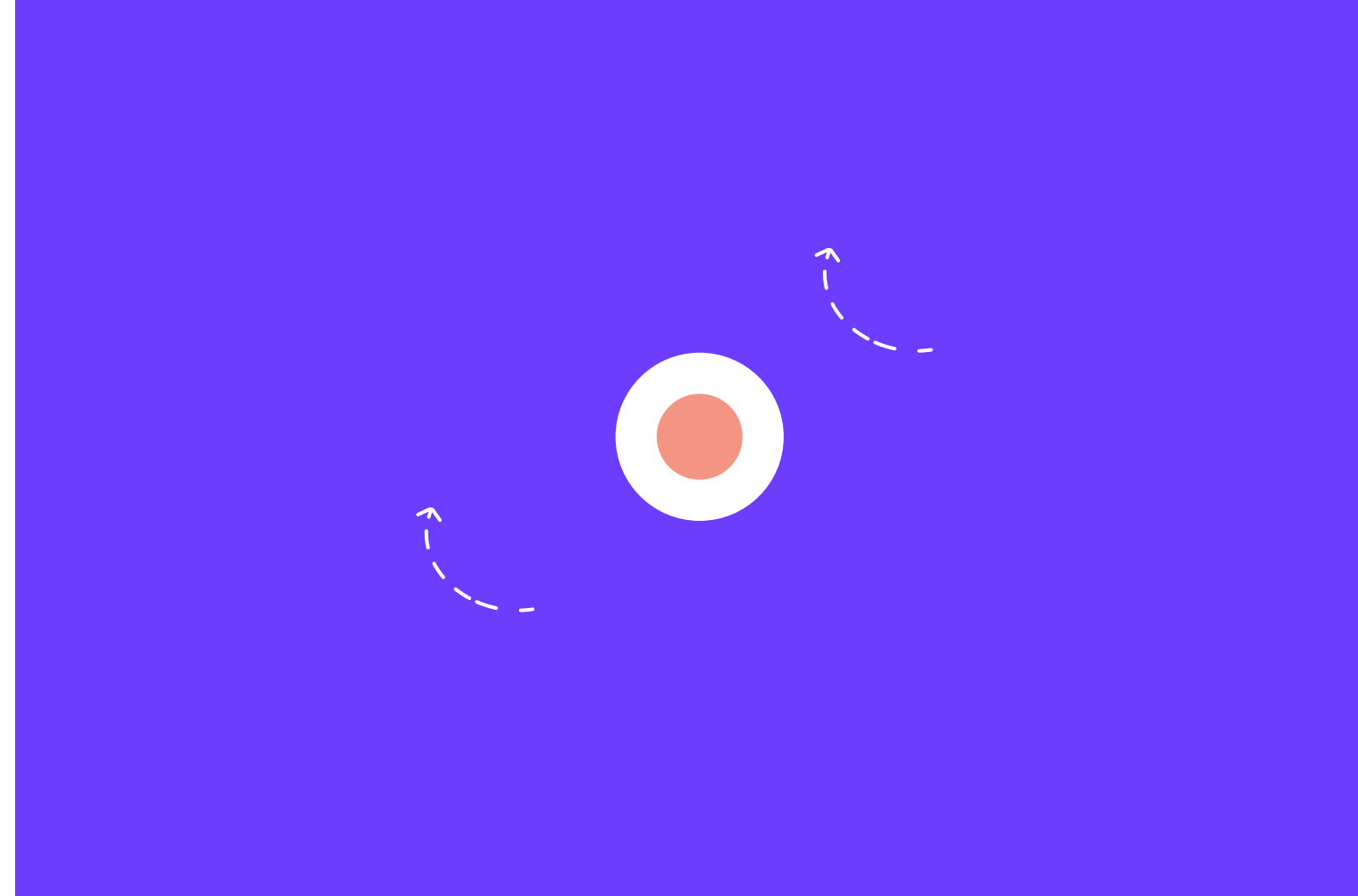
tité sont l'aluminium, l'acier, le plastique et le verre. Sont également présentes les fameuses « terres rares » (yttrium, europium, terbium etc.), le germanium, le cobalt ou encore le lithium<sup>6</sup>. Le numérique au sens large (y compris les réseaux) consomme 6 % du cuivre extrait à l'échelle mondiale, 35 % de l'étain, 90 % du gallium, 60 % du tantale, 35 % du cobalt<sup>7</sup>. Le recyclage est faible, de même que le réemploi<sup>8</sup>.

→ Les toxiques fortement présents au début des années 2000 (cadmium, plomb, chrome 6) ont presque disparu, du fait de la réglementation, à l'exception des retardateurs de flamme et du plastique.

→ la consommation d'énergie du numérique s'élève à près de 5 % du total consommé dans le monde et 4 % des émissions de GES<sup>9</sup>, avec une croissance phénoménale de 8 % par an. C'est le secteur dont les émissions progressent le plus vite. Elles ont dépassé celles du transport aérien et pourraient atteindre 6 à 10 % des émissions mondiales d'ici 2040, si la trajectoire reste inchangée.

Le numérique influence également la dynamique des secteurs qui l'utilisent (automobile etc.). Un article récent montre que le bilan écologique est globalement négatif<sup>10</sup>.

Que faire ? « Verdir » le numérique, certes. Verdir également les autres secteurs. Mais les mesures mises en place en restent en général à l'efficacité : toujours plus de biens et de services, qui consomment chacun un peu moins. La sobriété consiste au contraire à interroger les modes de vie, entendus comme des pratiques répétitives et largement répandues. Le choix du numérique, c'est le choix d'un monde qui va avec.



[1] Wiener, Norbert, *La cybernétique. Information et régulation dans le vivant et la machine (1947)*, Seuil, 2014.

[2] CNUCED, « Digital economy report 2019. Value creation and capture : implications for developing countries. », 2019, pp. 4-6.

[3] Un « bit » désigne une unité unique d'information. À ne pas confondre avec le *byte*, en anglais, qui correspond à l'octet, soit 8 unités d'information.

[4] 1 ZB = 1 000 milliards de milliards de bytes ou octets.

[5] Cisco, *Cisco Annual Internet Report (2017–2022) White Paper*. Le dernier rapport (*Cisco Annual Report 2018–2023*) ne décompte plus que les débits, pas la quantité totale d'information qui transite.

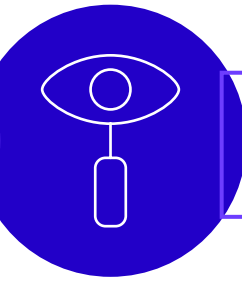
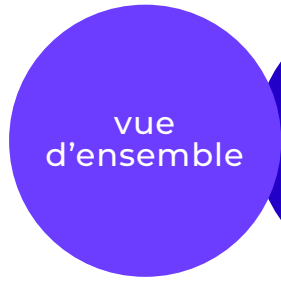
[6] European Commission, Report on critical raw materials and the circular economy, 2018.

[7] Source : [EcoInfo](#), qui cite Philippe Bihouix.

[8] ADEME, Rapport annuel du registre des déchets d'équipements électriques et électroniques, 2020.

[9] Shift Project, « Déployer la sobriété numérique », octobre 2020.

[10] Lange, Steffen, Pohl, Johanna et Santarius, Tilman, « Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? », *Ecological Economics*, vol. 176, , octobre 2020, p. 106760.



auteur.e.s  
**Charles Joudon-Watteau, Loïs Ponce et Tom Nico**, chargés de mission à l'Arcep

# L'enjeu de l'empreinte environnementale du numérique

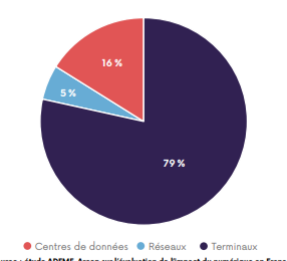
## Un nouveau chapitre de la régulation de L'Arcep.

Les dynamiques de croissance des usages numériques et de l'infrastructure matérielle qui les soutient participent à l'augmentation de l'empreinte environnementale du numérique. L'Arcep a fait de ces enjeux un nouveau chapitre de sa régulation.

### L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE DU NUMÉRIQUE

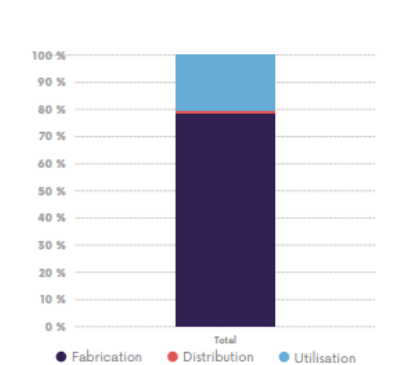
En 2022, l'Arcep a publié, conjointement avec l'ADEME, les résultats de son évaluation de l'empreinte environnementale du numérique en France<sup>1</sup> en 2020 : le numérique représente 17 Mt CO<sub>2</sub>e en 2020, soit 2,5 % de l'empreinte carbone nationale. En y regardant de plus près, 79 % de cette empreinte carbone est due aux terminaux utilisateurs, 16 % aux centres de données et 5 % aux réseaux.

PART DE L'EMPREINTE CARBONE ASSOCIÉE À CHAQUE BRIQUE DU NUMÉRIQUE



Cette étude, qui s'appuie sur une analyse de cycle de vie multicritère, met en évidence que la phase de fabrication des équipements représente près de 80 % de l'empreinte carbone du numérique.

PART DE L'EMPREINTE CARBONE ASSOCIÉE À CHAQUE PHASE DE L'ENSEMBLE DES 3 BRIQUES



Si l'étude montre que les terminaux sont à l'origine de l'essentiel des impacts, elle souligne néanmoins que les différentes briques (terminaux, centres de données, réseaux) sont largement interdépendantes.

L'étude réalise aussi une évaluation prospective à horizon 2030 et 2050, publiée en 2023. Il ressort de cette évaluation que, sans action pour limiter la croissance de l'impact environnemental du numérique, son empreinte carbone pourrait tripler entre 2020 et 2050 et sa consommation d'énergie doubler. Un scénario de forte numérisation de la société interroge par ailleurs la disponibilité des métaux et minerais.

Urgence sur les sobriétés numériques !



Un des leviers d'action est de promouvoir la « sobriété numérique », qui commence par une interrogation sur l'ampleur du développement de nouveaux produits ou services numériques et une réduction du nombre d'équipements. L'allongement de la durée de vie des terminaux, en développant davantage le reconditionnement et la réparation des équipements, est un axe majeur de travail, tout comme la sensibilisation des consommateurs à ces enjeux. Afin d'améliorer l'efficacité énergétique, l'écoconception doit également être systématisée à l'ensemble des équipements et dans les modalités de déploiement des réseaux et services.

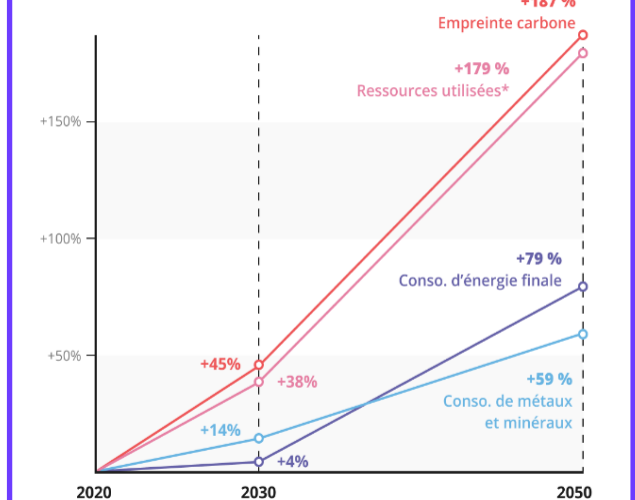
### DÉVELOPPER UNE EXPERTISE DANS UNE APPROCHE COLLABORATIVE

Depuis 2020, l'Arcep collecte des données environnementales auprès des acteurs du numérique. Cette collecte donne lieu à la publication de l'enquête annuelle « Pour un numérique soutenable », qui permet de suivre l'évolution de plusieurs indicateurs rendant compte de l'empreinte environnementale du numérique.

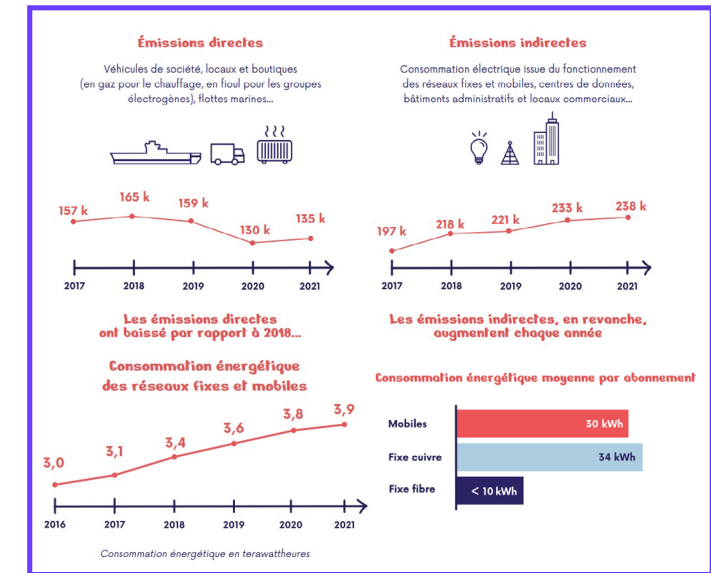
Les deux premières éditions de l'enquête annuelle portent sur l'empreinte environnementale des principaux opérateurs de communications électroniques<sup>2</sup>.

### Sans actions pour la réduire, l'empreinte carbone pourrait presque tripler en 2050, la consommation d'énergie doubler

Evolution du scénario tendanciel de 4 indicateurs de l'impact environnemental du numérique (sur tout le cycle de vie).



\* Définition MIPS prenant en compte les matériaux utilisés, la biomasse, les déplacements de terre mécaniques ou par érosion, l'eau, et l'air.



La loi REEN 2<sup>3</sup>, promulguée fin 2021, a permis à l'Arcep, d'élargir sa collecte de données notamment aux opérateurs de centres de données et aux fabricants de terminaux. Cette collecte sera l'objet de la troisième édition de l'enquête.

Le périmètre des acteurs interrogés et des indicateurs collectés continuera d'être progressivement étendu, dans une démarche collaborative et itérative, afin de disposer à terme d'une vision la plus précise possible de l'empreinte environnementale du numérique.

[1] <https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiqués/detail/n/environnement-190122.html>

[2] [www.arcep.fr/cartes-et-données/nos-publications-chiffres/impact-environnemental/enquete-annuelle-pour-un-numerique-soutenable-edition-2023.html](https://www.arcep.fr/cartes-et-données/nos-publications-chiffres/impact-environnemental/enquete-annuelle-pour-un-numerique-soutenable-edition-2023.html)

[3] LOI n° 2021-1485 du 15 novembre 2021 visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France.

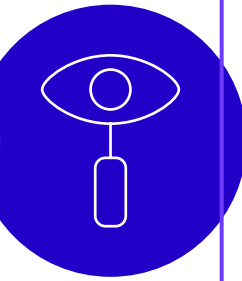
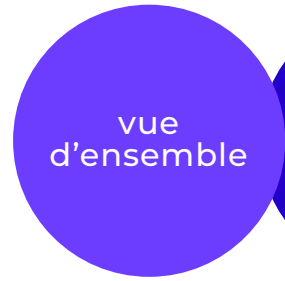
[4] [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/rapport-pour-un-numerique-soutenable\\_dec2020.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-pour-un-numerique-soutenable_dec2020.pdf)

### Pour aller plus loin

Depuis plusieurs années, l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ARCEP) s'est engagée sur la thématique de l'empreinte environnementale du numérique pour en faire progressivement un nouveau chapitre de sa régulation. Dès son rapport « Pour un numérique soutenable », publié en décembre 2020, l'Arcep soulignait l'importance de mesurer, à partir de données fiables et de méthodologies robustes, l'empreinte environnementale du numérique afin d'identifier les leviers d'action efficaces. À travers ses pouvoirs de collecte de données environnementales et ses travaux communs avec l'Ademe, l'Arcep entend se positionner comme un expert neutre sur ces sujets.







auteur.e.s

**Marie-Alice Foujols**, Ingénieure de Recherche, CNRS, IPSL, Sorbonne Université, Paris, membre de la coordination du GDR Labos 1point5, **Gaël Guennebaud**, Chargé de recherche, Inria, LaBRI, Université de Bordeaux, membre du GDS Ecoinfo et du GDR Labos 1point5, **Mélissa Ridet**, Maîtresse de Conférences, Sorbonne Université, LPNHE, Paris, membre de la coordination du GDR Labos 1point5

# Des méthodologies de mesures d'empreinte pour différents usages du numérique en recherche

## Mieux comprendre l'empreinte carbone de la recherche pour la réduire.

Cet article présente deux actions menées en collaboration entre le GDS *Ecoinfo*<sup>1</sup> et le GDR *Labos 1point5*<sup>2</sup>. Le GDS *Ecoinfo* est un groupement de services dont l'objectif est d'agir pour réduire les impacts (négatifs) environnementaux et sociétaux des Technologies de l'Information et de la Communication (TICs). Il est né en 2012. Le GDR *Labos 1point5* est un groupement de recherche qui propose de mieux comprendre l'empreinte carbone de la recherche pour la réduire. Il existe depuis 2021. Les deux groupements ont des intérêts et des problématiques en commun et plusieurs personnes participent aux deux initiatives.

Le travail d'estimation de l'empreinte carbone des équipements informatiques développé dans *Ecoinfo* est utilisé dans l'outil permettant d'établir le bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES) des laboratoires, *GES 1point5*<sup>3</sup>, proposé à tous les laboratoires de recherche par *Labos 1point5*. Au moment d'étendre les capacités de *GES 1point5* pour tenir compte de l'empreinte des infrastructures de recherche, cette même collaboration a permis de converger sur une méthodologie d'estimation et d'attribution de l'empreinte des centres de calcul intensif nationaux.

Aujourd'hui, le secteur des TICs est crédité pour environ 2 % à 4 % des émissions de gaz à effets de serre (GES) mondiales<sup>4</sup>, soit le même ordre voire plus que le secteur de l'aérien. Une université ou un laboratoire soucieux de réduire son empreinte carbone ne peut donc faire l'impasse d'analyser son propre usage du numérique dont la partie la plus visible concerne son propre parc informatique, mais aussi le calcul intensif dont l'empreinte peut être extrêmement significative pour certains laboratoires.

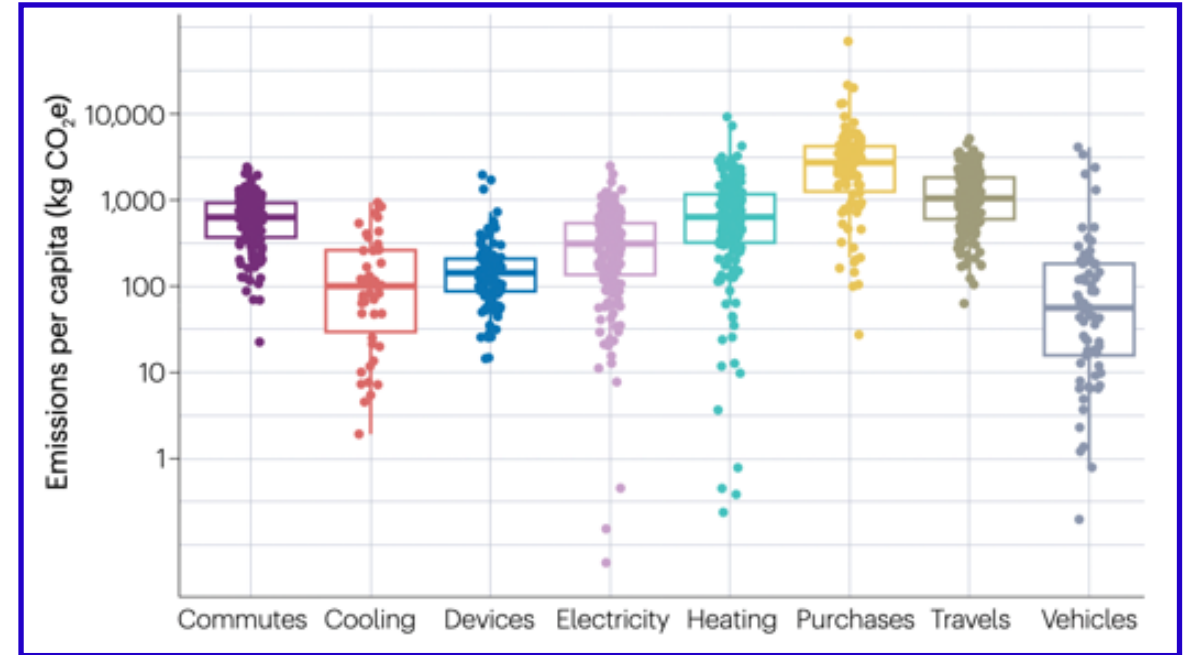
### ECODIAG - UN SERVICE OPENSOURCE D'ECOINFO

Initié en 2019<sup>5</sup> au sein du GDS *Ecoinfo*, l'objectif d'Ecodiag<sup>6</sup> est de faciliter l'estimation de l'empreinte carbone des équipements informatiques d'une entité bien définie. Après plusieurs évolutions, celui-ci prend la forme d'une application web opensource et server-less, garantissant à l'utilisateur qu'aucune donnée ne sort de son client web. Celle-ci offre plusieurs modes de calculs permettant de s'adapter à différents usages.

Le mode *flux* estime les émissions de GES des phases de fabrication et transport des équipements achetés pendant la période considérée (par exemple, une année). Cette méthode a l'avantage d'être précise et simple, et est bien adaptée à la réalisation d'un bilan annuel d'un parc informatique notamment de laboratoire.

Le mode *stock*, quant à lui, se base sur un inventaire des équipements actifs couplé à une estimation de la durée de vie de chacun des équipements. Ce mode est proposé principalement à des fins pédagogiques car il permet une estimation, très grossière, de la consommation électrique annuelle, et donc de comparer les émissions liées à la fabrication et à la phase d'usage, tout en analysant les effets d'une prolongation (ou raccourcissement) des durées de vie sur ce rapport fabrication-usage et sur l'empreinte globale.

Pour alimenter ces calculs, Ecodiag repose sur une base de données des facteurs d'émission de fabrication et de consommation électrique des différents équipements.



Émissions de GES par personne (kg CO<sub>2</sub>e) par source d'émission en 2019 (c'est-à-dire l'empreinte carbone totale des unités de recherche divisée par le nombre de membres du personnel au sein de ces unités). Chaque unité de recherche de la base de données GES 1point5 fournit une estimation par source (points) assemblée en boîtes à moustaches (médiane et plages interquartiles) pour chaque source indépendamment. Ce graphique illustratif rassemble les évaluations stabilisées et soumises de n = 154, 149, 115, 149, 149, 79, 159 et 156 unités de recherche, respectivement, pour chaque source. Ces unités de recherche peuvent être rattachées à un ou plusieurs grands domaines de recherche (sciences et technologies, sciences de l'environnement, sciences de la vie et de la santé ou sciences humaines et sociales). La distribution de l'empreinte des achats de matériel informatique des laboratoires se trouve en troisième position en partant de la gauche. Extrait de<sup>12</sup>.

Celle-ci est construite à partir des données publiques fournies par les constructeurs dont la collecte et l'extraction ont été partiellement automatisées dans le sous-projet Ecodiag-data<sup>7</sup> et mutualisées avec un effort similaire au sein du projet Boavizta<sup>8</sup>. Ces données brutes doivent être considérées avec prudence car ces fiches présentent de nombreuses erreurs de saisie flagrantes<sup>7</sup>, mais aussi des variations importantes correspondant à des choix méthodologiques et des hypothèses différentes ne représentant pas nécessairement des variations réelles. Utiliser ces données telles quelles pourrait amener les utilisateurs d'Ecodiag à de fausses conclusions ou de fausses stratégies de réduction. Pour éviter ces écueils, ces données sont agrégées par catégories et consolidées à partir d'autres sources comme la base empreinte de l'ADEME<sup>9</sup> et les données publiques de Négaoctet<sup>10</sup>.

### L'EMPREINTE DES ACHATS DE MATÉRIELS INFORMATIQUES DANS GES1POINT5

L'outil *GES 1point5* permet aux laboratoires une estimation de leurs émissions de GES et de leurs incertitudes. La prise en main est simple et facilite un suivi annuel. Les émissions prises en compte dans la version actuelle sont les déplacements domicile-travail, la consommation des bâtiments, les déplacements professionnels, les achats et les achats de matériels

informatiques. Cet outil est utilisé par de nombreux laboratoires de recherche (~800) qui peuvent ainsi réaliser annuellement leur BEGES et suivre l'effet de décisions de réduction qui ont été adoptées par le laboratoire ou que les membres du laboratoire sont incités à suivre<sup>11</sup>. Un deuxième outil, *Scénarios 1point5*, permet de simuler la trajectoire de réduction correspondant à différents changements de comportement. Ces deux outils servent à initier une discussion et à la médiation pour une prise de décision éclairée par la mesure.

L'ensemble des BEGES validés par les laboratoires permet une représentation des émissions de GES d'une partie de la recherche bien que biaisée par une surreprésentation des laboratoires de sciences dites dures et par le fait que les laboratoires seuls ne représentent qu'une partie des émissions de la recherche. Une représentation des différents postes d'émission pour une centaine de laboratoires pour l'année 2019 est représentée dans la figure jointe. La partie achat de matériels informatiques (devices) se situe en cinquième position en terme d'émissions avec en moyenne 22t CO<sub>2</sub>e par laboratoire pour une émission totale de 935t CO<sub>2</sub>e par laboratoire en moyenne, après les achats, les voyages professionnels et la consommation des bâtiments (chauffage, électricité et refroidissement).

*GES 1point5* sépare les achats de matériels informatiques des autres achats grâce à Ecodiag. En effet pour les autres achats, l'estimation de l'émission des GES utilise une estima-





tion basée sur la valeur monétaire de l'achat<sup>13</sup> (voir page 42). Cette méthode est très efficace mais a plusieurs limitations notamment une grande incertitude associée au résultat. Les achats de matériel informatique des laboratoires peuvent être très conséquents et l'utilisation des données d'Ecodiag permet de séparer ce poste des autres achats et de l'estimer plus précisément. Seul l'achat est estimé, la consommation électrique des équipements se retrouve dans le poste bâtiments. Cette séparation du poste informatique des autres achats est un ajout important à *GES 1point5* car le matériel informatique est un poste sur lequel une action de réduction des émissions de GES est possible simplement et rapidement en allongeant la durée de vie des équipements par exemple.

Toutefois, le matériel informatique en propre ne représente pas le seul impact de l'usage du numérique dans les structures de recherche.

### ↳ L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE CALCUL INTENSIF DANS GES 1POINT5

Dans le cadre de l'outil *GES 1point5* qui inclut déjà une partie du numérique, les achats, il était important d'ajouter un poste qui concerne les infrastructures de recherche. Elles sont cruciales pour les activités de recherche et sont, pour une grande part, hors du périmètre des laboratoires. Pour le calcul numérique, ces infrastructures existent aux niveaux international, européen, national, régional et pour certains par discipline. Il faut noter que ces ressources pour le calcul sont accessibles sur projet scientifique sans dépense monétaire du laboratoire et donc n'entrent pas dans les estimations de GES liés aux achats.

Pour cela, un travail commun entre *Ecoinfo* et *Labos 1point5* et avec les centres de calcul nationaux (et européen), avec GENCI (Grand Équipement National de Calcul

Intensif, qui coordonne les infrastructures de calcul dans leur ensemble) et avec quelques représentants des communautés disciplinaires a été entrepris. Son but était à la fois d'estimer l'empreinte carbone globale des centres nationaux, et d'établir une méthode d'attribution de cette empreinte aux usagers évitant d'introduire une fausse concurrence entre les centres ; concurrence qui pourrait accélérer l'obsolescence et donc être contre-productive d'un point de vue environnemental. L'unité fonctionnelle retenue distingue le type d'architecture (CPU<sup>1</sup> et GPU<sup>2</sup>). Elle peut être vue comme un mix entre l'heure de calcul sur un cœur CPU et/ou un GPU (qui est l'unité utilisée dans les dossiers de demandes d'heures des projets calcul des utilisateurs) et une unité représentant une certaine quantité de calcul. Cette dernière est en effet variable d'une génération de CPU/GPU à une autre.

L'expertise d'*Ecoinfo* croisée à l'expertise des centres de calcul nationaux, répondant avec enthousiasme à la demande de la communauté soutenue par le ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, a permis de détailler les BEGES des calculateurs nationaux et de proposer un facteur d'émission moyen. Ce FE sera intégré dans l'outil *GES 1point5* prochainement en même temps que celui d'autres infrastructures ce qui permettra aux laboratoires d'ajouter ce poste à leur BEGES dans une prochaine version pour une estimation plus complète.

Un travail similaire est en cours pour les calculateurs régionaux. Un travail équivalent sur les stockages pérennes est nécessaire. Cela n'a pas été fait car il faut pour cela agrandir le tour de table aux centres de données.

Enfin, l'empreinte GES est loin de permettre de décrire l'ensemble de l'empreinte environnementale des calculateurs. Là aussi une coopération avec *Ecoinfo* devrait permettre d'avancer avec les meilleurs experts du domaine et toujours de façon coordonnée.

[1] [Ecoinfo](#)

[2] [Labos 1point5](#)

[3] Mariette et al. An open-source tool to assess the carbon footprint of research. *Environ. Res. Infrastruct. Sustain.* 2, 035008 (2022)

[4] Freitag et al. The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations. *Patterns* 2021

[5] Montbroussous, Schaeffer, Moreau, Berthoud, Feltin. [Calculer le bilan Carbone de votre parc informatique avec EcoDiag](#), un service EcoInfo

[6] [Ecodiag](#)

[7] [Ecodiag-data](#)

[8] <https://www.boavizta.org/>

[9] <https://www.ademe.fr/>

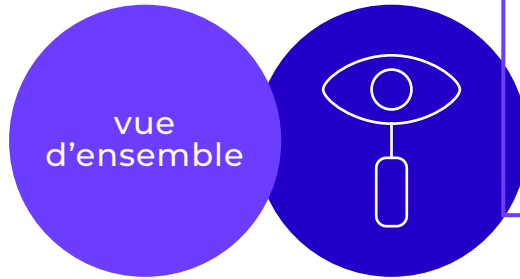
[10] <https://negaoctet.org/>

[11] [Labos 1point5](#), Objectifs et trajectoires bas-carbone dans l'ESR : état des lieux et recommandations, 2023

[12] Ben-Ari, T. [How research can steer academia towards a low-carbon future](#). *Nat Rev Phys* (2023); <https://doi.org/10.1038/s42254-023-00633-9>

[13] Paepe, M. D., Jeanneau, L., Mariette, J., Aumont, O. & Estevez-Torres, A. [Purchases dominate the carbon footprint of research laboratories](#). Preprint at bioRxiv (2023)





*auteure*  
**Sophie Provost**, cheffe de projet Numérique Responsable à la DSN mutualisée de Rennes, Ville et Métropole et Présidente de l'Institut du Numérique Responsable  
Contact : <https://linkedin.com/in/sophieprovost>

# La stratégie "pour un numérique responsable"

## Rennes, Ville et Métropole s'engage dans la lutte contre le changement climatique. On fait le point sur les actions mises en œuvre.

➤ S'INSCRIRE DANS UNE DÉMARCHE POUR UN NUMÉRIQUE PLUS RESPONSABLE C'EST S'INSCRIRE DANS LA DURÉE, DANS UNE DÉMARCHE ITÉRATIVE DE CO-CONSTRUCTION PAR L'INTELLIGENCE COLLECTIVE



Au sein des services de Rennes, Ville et Métropole, un premier plan d'action de sobriété numérique a accompagné la signature de la [Charte Verte](#) en 2015 lors du précédent mandat. Puis la pandémie de Covid 19 de 2020 a non seulement accéléré la numérisation des services mais également la prise de conscience des impacts du numérique. La maturité de nos collectivités et l'ambition partagée dans le domaine, de nos élus, Pierre Jannin et Yann Huaumé, ont ainsi permis de concrétiser, en avance de phase de la [loi REEN](#), une [stratégie politique pour un numérique responsable](#), adoptée à l'unanimité en conseils municipal et métropolitain au printemps 2022.

Cette stratégie constitue une politique sectorielle à part entière et participe à "désiloter" les pratiques internes car le numérique est partout. En effet, il s'agit d'adopter une vision systémique, autour de 6 responsabilités qui reposent sur les enjeux du NR : réduire et raisonner les impacts environnementaux, sociaux et sociétaux du numérique.

Dans cette perspective, et dans la lignée de la [Région Bretagne](#), déjà pleinement investie sur ces sujets, Rennes, Ville et Métropole a choisi d'adhérer à l'[INR](#) et



**PIERRE JANNIN**  
Conseiller municipal de la Ville de Rennes, délégué au numérique et à l'innovation



**YANN HUAUMÉ**  
Vice-président de Rennes Métropole - Numérique et métropole intelligente - Maire de Saint-Sulpice-la-Forêt

photos © Arnaud Loubry/Rennes Ville et Métropole

**1** UNE RESPONSABILITÉ ÉCOLOGIQUE ET ENVIRONNEMENTALE

**2** UNE RESPONSABILITÉ SOCIALE

**3** UNE RESPONSABILITÉ DÉMOCRATIQUE ET ÉTHIQUE

**4** UNE RESPONSABILITÉ DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET D'USAGE

**5** UNE RESPONSABILITÉ DE GOUVERNANCE ET D'ÉQUILIBRE TERRITORIAL

**6** UNE RESPONSABILITÉ DE QUALITÉ DU SERVICE PUBLIC

→ Adopter une communication responsable  
→ Intégrer les NR dans nos politiques de soutien aux associations et entreprises

→ Élaborer une stratégie de la donnée notamment au service de la résilience du territoire

→ Évaluer l'impact de notre stratégie "pour un numérique responsable" dans une démarche d'amélioration continue et de transparence

→ Intégrer des critères NR dans notre processus PMO et approche méthodologique de design de service

Les enjeux d'aujourd'hui et demain imposent à nos collectivités de repenser leurs pratiques professionnelles et services aux citoyens :

→ Donner du sens à l'engagement dans la fonction publique en adoptant des approches agiles dans l'expérimentation de projets innovants qui prennent en compte des défis de notre société

→ Intégrer le NR dans une démarche plus large de RSO pour attirer de nouveaux talents et pérenniser la motivation des personnels

Au service de l'intérêt général, au cœur de l'action publique en proximité des citoyens.

de s'inscrire dans une démarche de [labellisation NR](#). Label de progression exigeant, qui nous "engage et oblige" comme le souligne Johan Theuret (DGA du Pôle Ressources auquel est rattachée la DSN) ; les étapes du processus ont ainsi permis de formaliser :

→ Une cartographie des actions menées en transversalité et des parties prenantes internes et externes à mobiliser

→ Un diagnostic de maturité sur la base d'un [référentiel commun](#)

→ Un plan d'engagement concret pour aller toujours plus loin

Nos collectivités ont ainsi obtenu [le Label NR niveau II de l'INR](#) en février 2023, dans une démarche de transparence accompagnée par un auditeur externe, lors de la phase initiale puis dans le cadre d'un audit de suivi à 18 mois (le label étant octroyé pour 3 ans).

Cette démarche de labellisation constitue un des leviers structurants de notre stratégie NR à l'échelle du territoire sans la contraindre par ailleurs. Concrètement Rennes, Ville et Métropole met en œuvre un plan d'action sur différents axes de travail :

→ Intégrer des clauses et critères NR à nos marchés publics numériques dans le cadre d'une stratégie de promotion des achats responsables (SPAR)

→ Prendre en compte l'impact environnemental, en expérimentant les outils d'évaluation multicritères, comme une aide à la décision en adoptant une démarche méthodologique d'ACV simplifiée

→ Renforcer nos dispositifs de réemploi

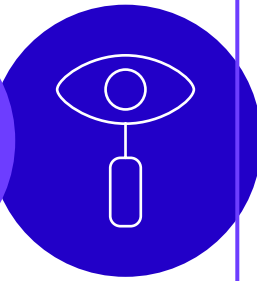
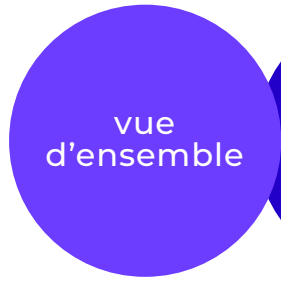
→ Participer à coordonner la structuration d'une filière 4R à l'échelle régionale

→ Développer des actions de sensibilisation et montée en compétences en interne et en externe

### FOCUS sur l'INR : Cliquez ici →

"Think and Do Tank" créé en 2018, l'INR fédère près de 200 adhérents de tous secteurs (publics, privés, académiques, associatifs, ...) engagés à différents degrés dans une démarche NR. En partenariat, notamment avec les instances gouvernementales et associées (MTE, Ademe, Arcep, Dinum, ANCT, ...) l'INR participe activement aux réflexions collectives sur l'évolution du cadre normatif du numérique et à la production des outils nécessaires aux organisations pour son application.

La signature de la [charte NR](#) constitue un premier jalon d'engagement, à vos stylos ;-)



*auteur.e.s*

**Cyrille Bonamy**, ingénieur de recherche, CNRS,  
**Cédric Boudinet**, ingénieur informatique industrielle, Grenoble INP,  
**Laurent Bourgès**, ingénieur de recherche, CNRS,  
**Karin Dassas**, ingénieure de recherche, CNRS,  
**Laurent Lefèvre**, chargé de recherche, Inria,  
**Benjamin Ninassi**, ingénieur de recherche, Inria,  
**Francis Vivat**, ingénieur de recherche, CNRS

# Bonnes pratiques en écoconception de service numérique

## Incontournables pour diminuer de façon drastique les GES, elles font l'objet d'un guide. On en découvre la genèse.

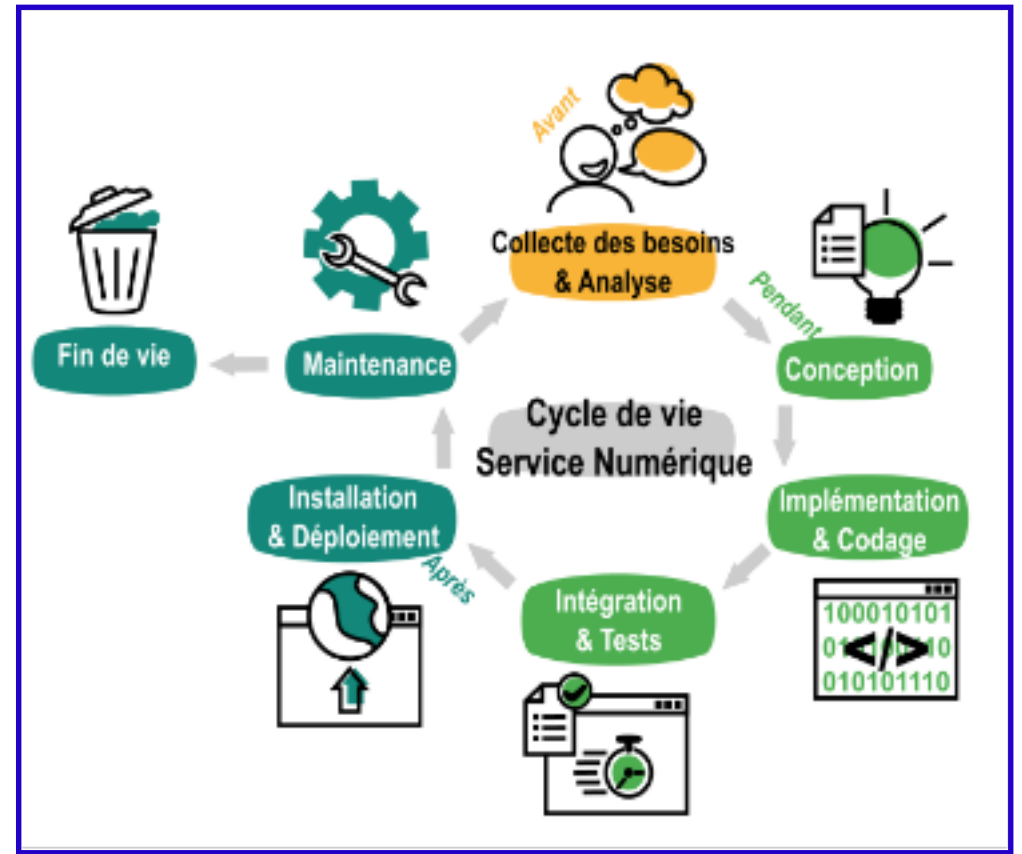
L'écosystème numérique mondial serait à l'origine de 2 % à 4 % – selon les études – des émissions des GES (gaz à effet de serre) sur la planète, soit jusqu'à deux fois plus que le transport aérien. Toutes les études s'accordent pour dire que cette contribution est en croissance continue (évaluation à + 6 %/an en moyenne au niveau mondial par The Shift Project (The Shift Project, 2021), et à environ + 2 à 4 %/an en France par le Haut Conseil pour le Climat, le rapport d'information du Sénat et l'étude ADEME-Arcep (ADEME & Arcep, 2023; HCC, 2020; Sénat, 2020). Le numérique contribue également au dépassement d'autres limites planétaires, notamment à travers la fabrication des équipements et la mise en place des infrastructures nécessaires à son fonctionnement.

EcolInfo, un collectif qui comprend des ingénieurs, des chercheurs et des enseignants-chercheurs des secteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur, s'intéresse à cette problématique depuis plus d'une décennie. Différentes actions ont été engagées par le collectif, avec notamment la production d'un guide de Bonnes pratiques en écoconception de service numérique, dont la dernière version a été publiée en mai 2023.

Ce guide est destiné tout particulièrement aux développeurs, mais il peut intéresser

tout public désireux de voir que des actions concrètes peuvent être proposées tout au long du cycle de vie d'un logiciel. Le guide suit un fil directeur temporel, avec des conseils et de nombreuses références (outils, méthodes, autres guides) pour les étapes qui précèdent le développement, les étapes correspondant au développement lui-même, puis la phase post développement, qui inclut notamment la fin de vie du logiciel.

Deux des grands principes d'écoconception (ERC) sont mis en avant dès que possible : (E) éviter et (R) réduire. À noter aussi l'importance donnée dans ce guide à la gestion des données (principe FAIR) pour éviter toute redondance inutile (en termes de stockage et de production). La notion d'amélioration continue est aussi évoquée, puisque l'impact environnemental peut être diminué en parcourant plusieurs fois le cycle. Des fiches spécifiques déclinent les différentes actions possibles pour le calcul scientifique, l'utilisation d'algorithmes d'intelligence artificielle, des GPU, ou encore le développement web. Il est important de rappeler que ces bonnes pratiques d'écoconceptions sont complémentaires d'une approche de sobriété plus générale, en limitant le développement et l'usage de services et fonctionnalités numériques au strict nécessaire.



Marie Chevalier, 2023



### Indispensable

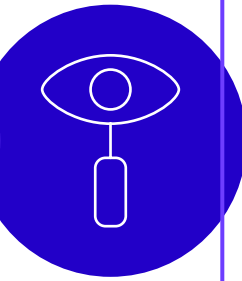
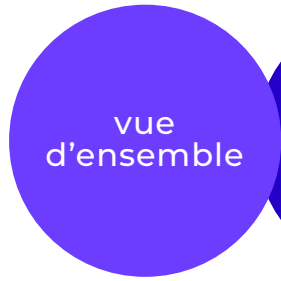
À partager sans modération, le document « Je code : les bonnes pratiques en écoconception de service numérique à destination des développeurs de logiciels » a lire :

[Cliquez ici](#) →

Pour le citer : « Cyrille Bonamy, Cédric Boudinet, Laurent Bourgès, Karin Dassas, Laurent Lefèvre, et al.. Je code : les bonnes pratiques en écoconception de service numérique à destination des développeurs de logiciels. 2022, pp.1-19 ».

[Cliquez ici](#) →





auteur

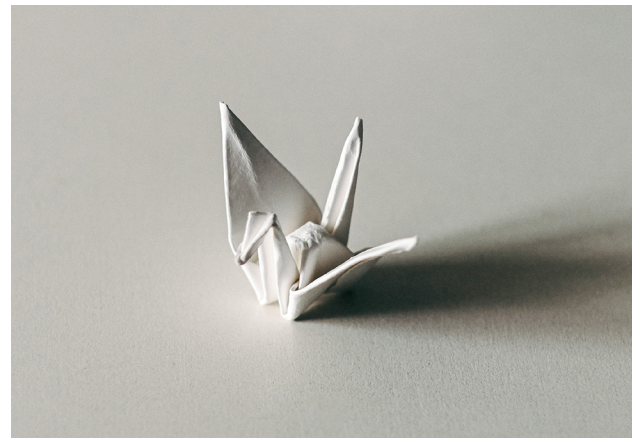
**Arnaud Levy**, co-fondateur de la coopérative noesya, développeur, maître de conférences associé et directeur des études du Bachelor Universitaire de Technologie (BUT) Métiers du Multimédia et de l'Internet (MMI) à l'Université Bordeaux Montaigne, chercheur associé au laboratoire de recherche MICA, référent Approche par Compétences (APC) auprès de l'ADIUT

# Décarboner les sites web des universités françaises

## Une nécessité qui demande un engagement fort et politique.

### LA DÉMATÉRIALISATION N'A RIEN D'IMMATÉRIEL

Le numérique en général et les sites Web en particulier ont un impact écologique non négligeable à trois niveaux : les terminaux, les réseaux, les centres de données. Les terminaux constituent, de très loin (entre 64 et 92 %), la partie la plus importante de l'impact écologique du numérique, du fait principalement de la phase de fabrication. Les sites Web ont une responsabilité double : limiter le gaspillage de ressources (puissance des serveurs, trafic réseau, puissance des terminaux) d'une part, éviter l'obsolescence technique d'autre part.



### FAIRE MOINS POUR FAIRE MIEUX

Les solutions techniques permettant de minimiser l'impact environnemental existent déjà, et n'ont rien d'innovant : utiliser des sites statiques pour diminuer la charge serveur (et améliorer la sécurité), produire des pages légères (moins de 500 ko à l'idéal), employer le moins possible de JavaScript et de ressources externes (moins de 20 requêtes à l'idéal), se conformer aux standards du Web (ce qui présente d'importants bénéfices en accessibilité aux personnes en situation de handicap), produire des feuilles de style les plus légères possibles. Tout cela permet de créer des pages frugales, qui se chargent très vite et fonctionnent parfaitement même sur de vieilles machines. Il est important de préciser que le seul compromis graphique est l'interdiction des vidéos en lecture automatique. Mis à part cela, les sites sont aussi jolis et ergonomiques que s'ils n'étaient pas éco-conçus. C'est ce que nous avons fait dans le cadre du commun numérique que nous développons, Osuny.



Évocation de la pré-compilation. Photo de [insung yoon](#) sur Unsplash

### ÉVALUER L'AMPLEUR DU PROBLÈME

Nous avons utilisé comme étalon le site produit pour l'IUT Bordeaux Montaigne avec Osuny, et détaillé toute la méthodologie, notamment les sources d'erreur ou d'imprécision. Pour chacune des 70 universités françaises, nous avons évalué l'impact en g eqCO2, et mesuré le delta par rapport à l'IUT. Ces chiffres ne sont absolument pas parfaits,

à commencer par la méthode : s'appuyer sur un poids de page pour estimer un impact carbone, quand on sait que la majeure partie de l'impact vient de la fabrication des périphériques, est un raccourci problématique. Néanmoins, les poids de page et le nombre de requêtes sont des mesures exactes, qui dénotent une faible qualité des sites Web : le site le plus performant est 2 fois plus lourd que l'étalon, le site le moins performant est 69 fois plus lourd. Et les problèmes ne s'arrêtent pas là : nombre de sites présentent une conformité RGAA faible (donc ne sont pas accessibles aux personnes en situation de handicap), et utilisent des dépendances États-Uniennes comme Google Analytics, Google Fonts ou des scripts distribués par CDN (donc ne respectent pas les préconisations de la CNIL en termes de protection des données personnelles).

### PASSER À L'ACTION

Il faut réparer tous ces sites problématiques. Nous avons mesuré uniquement les sites principaux, mais de nombreuses universités opèrent des dizaines de sites Web, donc ce n'est que la partie émergée de l'iceberg. Tous nos travaux sur Osuny sont sous licence libre, tout est disponible gratuitement, que ce soit pour un pilote ou pour une migration massive. Encore faut-il une volonté politique d'une part, et une disponibilité des équipes informatiques et communication d'autre part. Beaucoup de nos collègues sont en tension permanente du fait de sous-effectif chronique. Le soutien des présidences d'Université est nécessaire pour doter les équipes des moyens humains nécessaires à l'indispensable transition écologique. Des dotations exceptionnelles, par exemple dans le cadre du plan France 2030, seraient également bienvenues pour permettre aux équipes d'agir.

#### Sources

- [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/etude-numerique-environnement-ademe-arcep-volet02\\_janv2022.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/etude-numerique-environnement-ademe-arcep-volet02_janv2022.pdf)
- <https://www.iut.u-bordeaux-montaigne.fr>
- <https://www.osuny.org/actualites/2022-07-06-l-iut-bordeaux-montaigne-se-dote-d-un-site-sobre-accessible-et-secure/>
- <https://www.osuny.org>

### Méthodologie : des chiffres plus précis

La première version de l'étude, publiée en 2022, utilisait la méthode de calcul générique de Website Carbon Calculator. Suite à la présentation de l'étude au sein de l'association Boavizta, nous avons procédé à une nouvelle analyse en utilisant l'intensité carbone de l'énergie française. Les sites Web ne se sont pas améliorés, mais l'évaluation du carbone évitable est passée d'environ 10 000 tonnes à environ 4 500 tonnes. Cela ne constitue pas une amélioration, mais une estimation plus précise dans le contexte du mix énergétique fortement nucléaire.

→ A voir sur : Cliquez [ici](#) →



témoignage



auteur  
**Manuel Vuillerme,**  
consultant technique, Amue

# Piloter une trajectoire bas carbone, réalisme ou utopie ?

## Difficile de collecter les données de eCO<sub>2</sub> dans l'ESR, mais des initiatives voient le jour. On lève le voile sur l'une d'entre elles !



Image par [Gerd Altmann](#) de Pixabay



La comparaison des émissions de CO<sub>2</sub> par secteur d'activité, et leur projection pour les années à venir, amènent à considérer le numérique comme un émetteur majeur, en progression constante et très importante. Sur le plan national, il dépassera d'ici 2040 les émissions des transports aériens avec 6,7 % des émissions de GES (Source : [Arcep](#)).

Bien que peu réjouissante, cette croissance numérique (encouragée tous azimuts par les programmes de transition numérique voir « [Soutenir la transition numérique de la France](#) ») ne couvre pas que des aspects négatifs. Une infime partie de ces émissions est en effet produite pour la construction et l'utilisation de services logiciels ayant comme finalité la maîtrise des émissions de CO<sub>2</sub> dans chacun des secteurs d'activité. Ainsi peut-on dire que

le numérique est le seul secteur qui fait à la fois partie du problème et de la solution. Les systèmes informatiques et logiciels construits pour le suivi et la diminution des émissions carbone de l'ensemble des activités humaines pourraient à ce titre ressembler à des arbres que l'on plante : des solutions de compensation à moyen terme, le temps que l'idée germe, croisse, collecte et produise des solutions amenant des décisions de sobriété ou de décroissance maîtrisées.

Faisant partie, pour certains, d'un "techno-solutionnisme à la mode", la construction d'outils de mesure d'une dimension composite ("l'équivalent CO<sub>2</sub>" qui regroupe la production de plusieurs gaz à effet de serre) et très abstraite (gaz par nature invisibles, émis durant tout le cycle de vie d'objets, ou de pro-

cessus, de leur conception à leur disparition), semble tout de même être la seule voie pour permettre une comptabilisation aussi précise et exhaustive que possible des émissions de gaz à effets de serre, et ainsi piloter une trajectoire bas carbone.

Le principe de ces outils de calcul consiste à transformer des données exprimées en dimensions "physiques" (Litres, m<sup>3</sup>, Tonnes, km, KWH,...) ou monétaires (\$, €, ...), en une unique dimension : l'eCO<sub>2</sub> (pour "équivalent CO<sub>2</sub>"). Cette transformation s'appuie sur des bases de "Facteurs d'émissions", publiques, privées, ou "faites maison", listant, pour un objet ou service donné, la quantité d'eCO<sub>2</sub> émise durant son cycle de vie.

Ces quantités d'eCO<sub>2</sub> sont aussi réparties dans les différentes catégories d'émissions prévues par la méthodologie de l'ADEME, pour la déclaration des émissions de GES.

La relative simplicité de la logique des calculs contraste avec la complexité à récupérer des données de qualité. Dans l'ESR particulièrement, les données de factures ou de commandes issues de la finance (parfois incomplètes, dans un format à retravailler), celles des déplacements professionnels, des énergies en provenance d'outils de gestion du patrimoine, celles plus spécifiques de la recherche (gros matériel de laboratoire, cheptel, intrants, ...) : toutes ces informations disséminées dans plusieurs sources, sont à récolter et à analyser avant de les transformer dans le logiciel de "Bilan Carbone".

Aujourd'hui encore essentiellement manuelle, cette collecte doit pouvoir s'automatiser pour limiter les possibilités d'erreurs de saisie, et pour faciliter les échanges entre les systèmes amonts et le logiciel qui manipule, classe et transforme les données d'origine. Cette automatisation aura aussi pour objectif la facilité d'itérations, permettant de calculer plus fréquemment les émissions d'une entité et pourquoi pas intégrer ces valeurs dans des tableaux de bord décisionnels croisant des valeurs issues de la finance et des valeurs eCO<sub>2</sub>.

C'est dans cette optique que l'Amue travaille actuellement à produire des services qui pourront s'interfacer à terme avec des logiciels tels que CAMPUS1.5, le logiciel issu du collectif LABOS1.5 ([voir page 32](#)), et qui permettra bientôt d'établir les bilans carbone des universités, selon la méthodologie ADEME adaptée aux établissements de l'ESR.

Coté Amue, les premiers travaux sur les extractions de données de SIFAC et ESR MISSION devraient commencer, dans la suite de la mise en place des [programmes de formation](#) DD de l'IH2EF du 22 au 24 novembre, et conformément à la mise en œuvre du plan climat pour l'ESR proposé par Michel Eddi en 2023.





témoignage



auteure

**Christine Debray**, directrice de projet sobriété numérique culturelle, service du Numérique, Ministère de la culture

# La transition écologique du secteur culturel

## Comment accompagner la transformation numérique du secteur culturel en portant une vision positive d'un numérique responsable et durable, à même de favoriser la démocratie culturelle et le rayonnement de la diversité culturelle française.

Le Service du Numérique du ministère de la culture s'est attaché, depuis sa création en janvier 2021, à prendre en compte les impacts écologiques du numérique dans l'ensemble de ses actions.

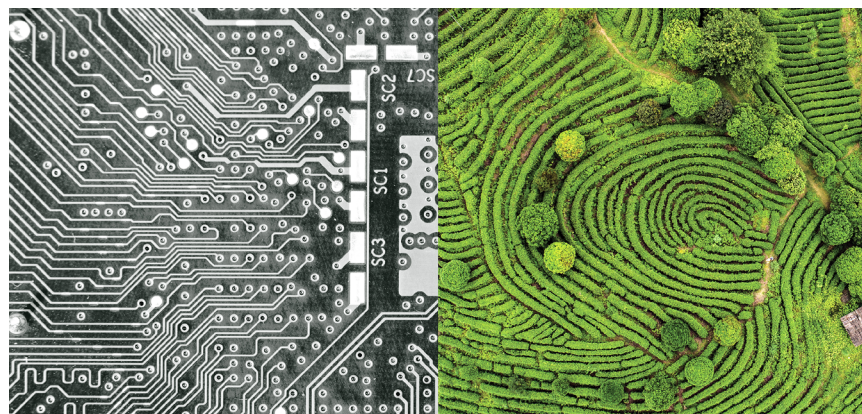
Interlocuteur naturel de la DINUM (direction interministérielle du numérique) sur ces sujets d'écoresponsabilité numérique, il a participé aux groupes de travail organisés par la DINUM, mais a surtout construit un plan d'actions d'une quarantaine de points dont la moitié est déjà en place.

Parmi ces actions figurent un volet important de mutualisation de tous ordres :

→ Abandon du centre de données interne du ministère pour un centre de données mutualisé avec d'autres ministères (service proposé par les Douanes). Cette mutualisation a permis un gain énergétique très important et fait baisser la facture énergétique de 57 %

→ Mutualisation des applications sur un même serveur en virtualisant (simulant) plusieurs serveurs sur un même serveur physique avec un facteur 10.

→ Mutualisation des projets demandés par les différents services métiers du ministère en appliquant une analyse des demandes, associée à une parfaite connaissance des briques techniques et projets déjà existants



Issu du Kit de sensibilisation « sobriété numérique » du ministère de la culture, Crédits : Thomas Soellner, istockphoto, conception agence Ellen Coopers

→ Mutualisation des projets à l'interministériel en participant à « l'état plateforme » par la création des services interministériels comme Vitam (conservation des archives numériques) ou FranceTransfert (le WeTransfer de l'administration)

Mais aussi des actions sur le long terme comme :

→ L'allongement de la durée de vie des matériels (passage de 5 à 6 ans pour les PC portables et PC fixes)

→ Dans le respect de la stratégie « cloud au centre » de la DINUM, choix d'un centre de données cloud « vert » et souverain pour la nouvelle infrastructure de données destinée à accueillir à terme les données les plus importantes du SI ministériel

Inscrit dès l'origine dans la durée, le plan d'actions est évolutif et est amené à s'enrichir de nouvelles actions chaque année.

Au-delà du numérique interne de l'administration du ministère, le Service du Numérique s'est également engagé dès 2022 sur la transition écologique du secteur culturel, notamment car les pratiques culturelles en ligne, et surtout le visionnage de vidéos, ont progressé ces dernières années de manière fulgurante et représentent aujourd'hui 60 % de la bande passante internet.

D'abord en explorant avec le secteur culturel (par une série d'entretiens et d'une consultation en ligne), les impacts écologiques de la stratégie numérique culturelle du ministère et les attentes du secteur culturel.

Mais aussi en travaillant sur des critères d'écoresponsabilité numérique dans les « appels à projets » du ministère quand ils ont une composante numérique ; ou encore en finançant depuis 2022 et pour 4 ans un projet de recherche-action (« les Augures lab Numérique Responsable ») qui permet chaque année à une vingtaine de structures de s'acculturer aux enjeux écologiques du numérique culturel et de chercher collectivement des réponses.

Pour poursuivre et amplifier ses actions, le ministère m'a nommée « directrice de projet sobriété numérique culturelle ». Cet engagement à plein temps sur ces sujets déjà portés depuis 2021 va permettre au ministère de la Culture

sur le numérique interne :

→ D'élargir le plan d'action à l'ensemble des 100 opérateurs déconcentrés du ministère

→ D'engager le ministère vers une labellisation « Numérique Responsable »

et sur le numérique culturel :

→ De centraliser les ressources nécessaires à une plus grande sobriété numérique des acteurs et pratiques culturels

→ D'identifier et de faire naître les besoins de méthodologies et outils numériques pour aider à la transition écologique du secteur culturel

→ D'aider à la sensibilisation du secteur culturel au numérique écoresponsable

→ De chercher les financements possibles et de les faire connaître aux acteurs culturels

→ D'accompagner les opérateurs et le secteur culturel sur ces financements

Il s'agit par là pour le ministère de la culture, non seulement de « faire sa part » en tant qu'administration, mais également de préparer tout le secteur culturel à la grande transformation à venir.



témoignage  
établissement



auteurs

**Philippe Quémerais**, chargé de mission numérique responsable, **François Berthet**, directeur de projets DD&RS, **Cédric Bréluzeau**, directeur des Systèmes d'Information, **Olivier Wong**, Vice-Président Numérique de l'Université de Rennes

# À l'université de Rennes, on pilote responsable

Et preuve en est, en 2023, elle obtient le renouvellement de son label "Développement durable et de responsabilité sociétale" et l'intègre dans son SDN.



L'université de Rennes place la transition écologique et sociale au cœur de son projet stratégique 2022-2027. Cet engagement environnemental et sociétal s'appuie sur une politique mise en place depuis 2012. La sincérité de cette démarche a été reconnue nationalement avec l'obtention en 2019 du label "Développement durable et de responsabilité sociétale". Ce label a été renouvelé en 2023 pour 4 nouvelles années.

Cette démarche amène progressivement l'établissement, à enclencher un processus de transformation conduisant à « faire autrement » tant dans les missions et activités, que dans son modèle organisationnel.

Fortement positionnée sur le numérique, tant en formation qu'en recherche, sur un territoire où ce secteur représente une force économique considérable (35 000 personnes à Rennes), l'Université de Rennes est particulièrement questionnée. Comment faire converger les transitions numérique et écologique ? Comment interro-

ger notre usage du numérique ? Comment déployer une sobriété numérique ?

En 2021, l'université a nommé un ingénieur de l'ENSSAT déjà impliqué dans l'écoconception, en tant que chargé de mission « Numérique Responsable ». Une démarche transverse a été lancée avec la volonté d'embarquer tous les acteurs intéressés de l'établissement : qu'ils soient uniquement utilisateurs, enseignants ou bien spécialistes du numérique, avec la même envie de s'impliquer collectivement dans la recherche et la mise en œuvre d'actions concrètes. Cette démarche s'est structurée en trois axes : infrastructure et équipements, usages, formation et sensibilisation. Plusieurs actions concrètes ont ainsi été menées : organisation de webinaires et conférences, déploiement de la fresque du numérique, estimation du bilan carbone des activités numériques, collecte des équipements électriques et électroniques pour réemploi ou traitement par une entreprise locale d'insertion spécialisée...

## CONSTRUIRE UNE GOUVERNANCE NUMÉRIQUE ADAPTÉE ET EFFICACE

En parallèle, l'intégration de la dimension environnementale dans le pilotage stratégique et opérationnel des projets numériques se met en place. Le schéma directeur du numérique (SDN) de l'université a été structuré en positionnant le numérique responsable, à la fois de façon transverse pour intégrer ce sujet dès l'instruction des nouveaux projets et également de façon dédiée, au sein d'un axe. Ce SDN est défini et piloté au travers de plusieurs organes et une comitologie déclinée aux niveaux stratégique, pilotage et opérationnel. Cette comitologie, associée à la mise en place d'un outil de gestion de portefeuilles des projets à l'échelle de l'Université, favorise la transparence et les échanges transverses entre la gouvernance, la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre. Elle facilite également les arbitrages et les priorisations nécessaires.

Dans ce cadre, le chargé de mission Numérique Responsable travaille de concert avec le vice-président Numérique et le soutien du vice-président chargé de la transition écologique afin d'apporter un avis sur les projets numériques.

Il faut noter les rôles primordiaux que portent dans ces actions, la direction des services informatiques et le service universitaire de pédagogie et des TICE pour accompagner la montée en compétences numériques de tous les acteurs.

En janvier 2023, l'Université de Rennes est devenue un EPE : Établissement Public Expérimental, qui regroupe une Université et cinq écoles publiques d'enseignement supérieur de la métropole de Rennes. Dans ce cadre, une mission visant à déployer une stratégie numérique responsable à cette échelle plus large a été lancée.



Effacement sécurisé lors de reconditionnement

La transition numérique crée de nouvelles vulnérabilités et entraîne des nouveaux impacts sur l'environnement, les personnes et les organisations. En conséquence, il apparaît que les sujets d'écoconception, de protection de la vie privée et de cybersécurité devraient être traités conjointement. À l'Université de Rennes, le chargé de mission Numérique Responsable, la Déléguée à la Protection des Données et le Responsable de la Sécurité des Systèmes d'Information ont un positionnement auprès de la gouvernance du Numérique qui leur permet d'apporter, au besoin, un avis dès l'initiation des projets. Par exemple, la prise en compte et le traitement des données présentes dans les postes informatiques en fin de vie, avant leur reconditionnement, est l'une des actions menées dans ce cadre avec la Direction du Système d'Information et la Direction de l'Immobilier et de la Logistique.





témoignage  
établissement



auteur.e.s

**Aurélié Lagarrigue**, ingénieure pédagogique, Inria,  
**Benjamin Ninassi**, adjoint au responsable  
du programme « Numérique et Environnement »,  
Inria, **Laurence Farhi**, ingénieure pédagogique, Inria

# Impact'Num le MOOC responsable

## Un bel exemple de coopération pour former aux impacts environnementaux du numérique.

Low tech, écologie numérique, numérique responsable... La prise de conscience de l'impact de l'activité humaine sur l'environnement progresse, et les appels à l'action pour le réduire se multiplient. C'est dans ce contexte que Class'Code et Inria proposent depuis fin 2021, avec le soutien du Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports et d'Unit, le [MOOC Impact'Num sur la plateforme nationale FUN \(France Université Numérique\)](#). Ce Mooc co-réalisé par une trentaine d'experts du Numérique et de son impact sur l'environnement invite les participants à mieux comprendre les effets positifs et négatifs du numérique.

Le numérique représente aujourd'hui autour de 4 % des émissions de gaz à effet de serre pour ses seuls effets directs, et sa consommation énergétique s'accroît tous les ans de manière exponentielle. Il est pourtant souvent présenté comme un facteur clef permettant les transitions énergétiques et environnementales. Alors, comment s'y retrouver dans la masse de chiffres et d'informations qui peuvent aboutir tant à des théories alarmistes qu'à des excès de confiance ? Quels passages à l'actions sont possibles à des échelles individuelles ou collectives ? Plus de 25 000 participants ont ainsi déjà pu à travers ce Mooc apprendre à mesurer, décrypter et agir, pour questionner leur place de citoyen dans un monde de plus en plus virtuel.

Le MOOC Impact'Num est un **outil de sensibilisation et de prise de conscience citoyenne** proposant plusieurs niveaux de lecture. D'une part, un parcours de découverte pouvant convenir à des élèves dès la seconde. D'autre part, un parcours d'approfondissement pour aller plus en détail sur certains sujets précis. Il est disponible en français et anglais, permettant ainsi d'augmenter sa diffusion et son impact.



Les contenus (en dehors des évaluations) sont également mis à disposition via [ce portail de ressources dédiés](#). Ils sont sous Licence Creative Commons CC-BY 4.0 : Attribution, permettant une large diffusion et appropriation. Ainsi, le Mooc a été utilisé par des classes de seconde (notamment le Lycée Simone Veil à Valbonne) dans le cadre de l'enseignement SNT (Sciences Numériques et Technologie). Plusieurs universités l'utilisent déjà, soit dans des cursus étudiants comme à l'INSA de Rennes ou dans le cadre du Master Smart-Edtech de l'université côté d'azur, soit pour la formation continue des personnels, comme par exemple à l'UGA - Université Grenoble-Alpes, où le Mooc a été ajouté dans le catalogue des formations internes

En complément, Inria diversifie ses formats de formation sur le sujet. Ainsi Inria Academy propose une [formation professionnelle dérivée du Mooc](#) en format hybride. En parallèle Inria Learning lab a développé une formation en mobile learning sur son application [ePoc](#). Grâce à 3 scénarios narratifs engageants, l'apprenant prend conscience de l'impact du Smartphone sur la planète. Enfin via un jeu sérieux : [PhoneImpact](#), Inria propose de faire vivre à ses apprenants une expérience ludique pour découvrir la matérialité des ressources minières nécessaires au numérique.

Que ce soit dans le cadre du renforcement des actions d'enseignement aux enjeux de transition écologique et de développement durable, de première étape pour aller de l'écoconception de service numérique ou pour déployer une stratégie numérique responsable dans une organisation, ce Mooc Impact'Num est une ressource éducative libre essentielle pour la construction de modules ou d'unités d'enseignement portant sur les enjeux du numérique.

NDLR : En plein bouclage nous avons détecté cette récompense attribuée au Mooc sujet de ce numéro qui remporte le prix du "MOOC de l'année" Open Education night de EdFlex. Félicitations aux équipes.

Cliquez [ici](#) →

"MOOC IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU NUMÉRIQUE"





témoignage  
établissement



auteurs

**Vincent Courboulay**, Chargé de Mission Numérique Responsable, **Stuart McLellan**, Directeur du Système d'Information, **Jean-Christophe Burie**, Vice-Président Campus Numérique – Système d'Information

## De l'intérêt d'un schéma directeur numérique responsable

### À La Rochelle Université, on investit l'avenir.

La révolution numérique a profondément transformé notre société et notre environnement académique n'a pas fait exception. Les technologies numériques ont créé des opportunités immenses, mais elles ont aussi soulevé des défis éthiques et environnementaux considérables.

Dès 2018, La Rochelle Université s'est engagée dans une démarche Numérique Responsable (NR) en nommant un chargé de mission. Notre objectif : faire du numérique un outil de création de nouvelles valeurs durables, plus respectueuses de l'environnement et plus éthiques. Nous avons ainsi été parmi les premiers à calculer et réduire l'empreinte du numérique sur notre campus, appréhender le sujet par une sensibilisation de tous les acteurs, offrir des formations « numérique responsable » ou encore nous inscrire dans la co-création d'un label NR ou de l'Institut du Numérique Responsable (INR).

Mais, nous avons aussi ressenti le besoin de créer un cadre stratégique pour guider notre université vers une utilisation responsable et éthique de la technologie.

Un document cadre, établi suite à de nombreux entretiens, a posé trois ambitions pour La Rochelle Université :

1. Intégration des impacts environnementaux du numérique
2. Prise en compte de la responsabilité sociale et sociétale du numérique
3. Transition numérique structurée et consciente

Ces ambitions imposent un premier pas : une prise de conscience des impacts environnementaux pour initier une démarche numérique responsable globale. Cette prise de conscience n'a de sens que si elle se matérialise auprès de chaque partie prenante. Les impacts se glissent dans leur quotidien, à travers le parc informatique, les

services numériques, les infrastructures, les connaissances transmises. C'est pourquoi l'accompagnement des équipes dans cette démarche est primordial.

Les impacts de la responsabilité sociale et sociétale sont moins palpables et quantifiables que les impacts environnementaux. Pour autant, ils peuvent s'immiscer dans tous les stades d'un projet numérique, l'ensemble du cycle de vie d'appareils électroniques et dans les décisions liées à la transition numérique. Les enjeux, en particulier pour une institution publique telle que La Rochelle Université, sont de rendre les services numériques qu'elle propose accessibles au plus grand nombre et ainsi limiter la fracture sociale liée au numérique.

Enfin, la prise de conscience des différents impacts liés au numérique ne doit pas pour autant renoncer aux projets numériques. Ces projets sont essentiels et répondent également aux volontés d'innovation de Rochelle Université. Mais leur mise en œuvre nécessite, en amont, des réflexions afin d'intégrer les enjeux sociaux et environnementaux de manière systématique et naturelle et minimiser les impacts.

Par ailleurs cette démarche numérique innovante peut également être au service d'une démarche à impact environnementale et sociale positive.

En conclusion, le schéma directeur de notre Politique Numérique Responsable est un engagement pour un avenir numérique plus éthique, durable, et inclusif. Il s'agit d'une feuille de route pour une utilisation responsable de la technologie, de la promotion de la recherche innovante à la protection de l'environnement. Nous nous sommes engagés à mettre en œuvre ces principes et de faire de notre établissement une Université numérique responsable.

# La Rochelle Université

Entrepreneuse et innovante, La Rochelle Université, attachée à sa mission de service public, est caractérisée par sa capacité à insérer ses diplômés, l'excellence et la démarche partenariale de ses équipes de recherche et ses liens étroits avec le monde de l'entreprise. Cliquez [ici](#) →





témoignage



auteur.e.s

**Francis Vivat**, LATMOS-CNRS, membre du groupe « Aspects Développement Durable » de MatInfo, **Emmanuelle Frenoux**, Maitresse de Conférence, Université Paris-Saclay

# Le marché Matinfo limite l'impact du numérique universitaire

## Entrons dans le détail du marché pilote de l'ESR en matière de sobriété.



→ Comment limiter la fabrication ? Il nous est apparu qu'un frein majeur à la conservation des machines était leur durée de garantie. En conséquence, nous sommes passés de garanties de 1 à 3 ans, suivant les matériels (MatInfo 3), à des garanties de 5 ans extensibles à 7 ans pour tous les matériels (Matinfo 5), y compris les écrans, les batteries et les stations d'accueil.

→ Comment améliorer la composition des machines ? Il est compliqué de vérifier les allégations de composition et d'utilisation de matières recyclées nous-même, mais des écolabels de type 1 (avec des audits indépendants) peuvent nous y aider. Nous sommes passés d'une certification optionnelle de certaines machines en EPEAT à la certification obligatoire de tous les matériels en EPEAT (Bronze pour les serveurs, Silver pour les postes clients), la certification TCO pour tous les écrans depuis Matinfo 4, et TCO pour tous les postes clients depuis MatInfo 5.

→ Comment limiter la consommation électrique ? Là aussi, une norme peut nous aider pour l'efficacité énergétique de l'alimentation, 80+ (au moins 80 % de rendement électrique). Nous sommes passés de 80+ Silver pour tous les matériels (donc 87 % minimum) à 80+ platinum (90 % minimum) sauf pour les serveurs pour lesquels la phase d'usage est prépondérante avec 80+ Titanium (94 % minimum).

→ Comment connaître l'impact carbone de ma machine ? Depuis le dernier marché, les titulaires doivent afficher clairement, et à un même niveau que le coût financier, le coût CO<sub>2</sub> des machines et de leurs options. Ce n'est pas encore parfait : nous travaillons avec les services développement durable et les services de développement des sites de vente des constructeurs, y compris au niveau

Qui dit numérique, dit ordinateurs, du smartphone à l'infrastructure avec ses serveurs, en passant par tous les postes clients portables ou fixes. Et qui dit ordinateurs pour les universités dit achats, donc marché public.

De par l'impact majeur de la production par rapport à la phase d'utilisation, par exemple pour le coût carbone (80 à 90 % pour un smartphone utilisé 2 ans, autour de 80 % pour un ordinateur portable utilisé 5 ans ou 40 % pour un serveur utilisé 7 ans), mais également pour tous les autres impacts liés aux matériaux utilisés et aux effets sociétaux liés, l'achat de matériel neuf doit être exemplaire afin de limiter cet impact.

Au travers des différents marchés MatInfo, nous n'avons eu de cesse d'augmenter les exigences environnementales pour les machines neuves vendues par nos titulaires, afin de contrôler au mieux les impacts environnementaux de nos achats informatiques et d'assurer une démarche globale plus écoresponsable au sein de l'ESR.



mondial, pour infléchir leurs politiques dans la bonne direction, profitant du poids que représente notre marché. C'est long et semé d'embûches, mais vous pouvez compter sur nous pour ne pas lâcher le morceau. L'autre but de l'exercice est d'arriver à sortir tous les ans, par organisme et université, et même par unité de recherche (donc multi-tutelle), l'empreinte carbone des achats du numérique.

Attention cependant à comparer ce qui est comparable : on ne peut pas effectuer de comparaisons fiables entre des modèles issus de constructeurs différents. En effet, les incertitudes sur les calculs d'impacts varient selon la méthode utilisée et le périmètre choisi. Il n'est donc pas possible de comparer directement des machines n'ayant pas été évaluées selon la même méthode : seuls les ordres de grandeurs restent corrects. L'homogénéisation des méthodes d'analyse du cycle de vie et de détermination des périmètres d'études n'est malheureusement pas encore d'actualité.

Et le réemploi là-dedans ? À l'heure actuelle, nous n'avons trouvé aucune publication scientifique prouvant qu'il est moins vertueux de conserver 7 ans une machine achetée neuve que d'utiliser une machine âgée de 1 à 3 ans, remise à neuf (avec changement de batterie et parfois de disque dur ou d'autres composants), garantie au maximum 1 an... dont la durée de vie sera donc mécaniquement plus courte... Mais nous cherchons encore !

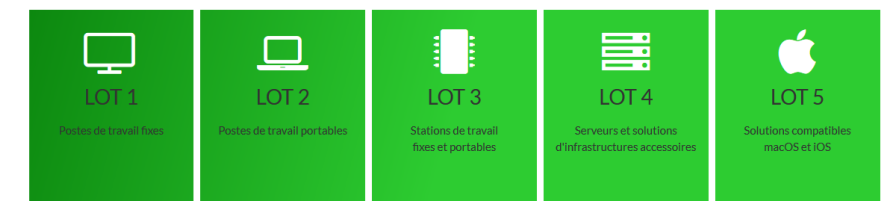
Se préoccuper de développement durable, c'est également se préoccuper de droits humains, de parité, d'intégration et de qualité de vie au travail. Lors de l'élaboration du cahier des charges des marchés MatInfo, nous avons inclus des questions sur la politique RSE des futurs titulaires, sur les chaînes d'approvisionnement, et grâce à un étoffement du groupe de travail développement durable de MatInfo (6 personnes maintenant), des clauses sociales vont maintenant apparaître dans les futurs marchés.

**Mais en fin de compte, la bonne question à se poser n'est-elle pas : "avez-vous vraiment besoin de changer votre machine maintenant ?"**

### Indispensable

MatInfo est un groupement de commande de MATériel INFORMATIQUE pour tous les centres de recherche ainsi que Renater et les centrales d'achat de l'Amue et du CNRS.

Rendez-vous sur le site complet du groupement de commande : Cliquez [ici](#) →





témoignage  
établissement



auteur.e.s

**Romain Vanoudheusden**, Directeur R&D sur les usages du numérique en éducation, Réseau Canopé ; **Adel Noureddine**, Maître de conférences en informatique, Université de Pau et des Pays de l'Adour ; **Annabelle Boutet-Diéye**, Maitresse de conférences en sciences sociales, IMT Atlantique-Bretagne-Pays de Loire ; pour le GTnum ÆSON (« Adopter une Education à la SOBriété Numérique ») de la DNE, **Jean-François Cerisier**, Professeur en Sciences de l'information et de la communication, Directeur du laboratoire Techné (UR 20297), université de Poitiers), **Nadège Soubiale**, Maître de conférence en Sciences de l'Information et de la communication, laboratoire MICA (UR 4426), université de Bordeaux Montaigne)

# EÆSON, projet ambitieux

## Introduire la sobriété numérique dans l'enseignement par une approche éclairée, pour un engagement massif.



Midjourney et l'auteur du prompt Jean-François Cerisier

### LE GTNUM

La transition numérique transforme nos vies de bien des manières, améliorant notre accès à l'information, notre communication et probablement notre efficacité au travail. Cependant, cette évolution technologique a également eu et continue à avoir un impact significatif sur l'environnement. En s'appuyant sur la recherche, alliant sciences humaines

et sociales et informatique, le projet de programme de recherche appliquée à l'éducation à un numérique responsable, intitulé GTnum ÆSON (« Adopter une Éducation à la SOBriété Numérique »), vise à sensibiliser les élèves, les enseignants du secondaire, les collectivités et les développeurs d'équipements, ressources et services numériques aux enjeux environnementaux du numérique. Les travaux du GTnum ÆSON contribuent à promouvoir

un numérique plus responsable et sobre dans le secteur de l'éducation. Comme tous les programmes développés avec le soutien de la DNE (Direction du Numérique pour l'Éducation), le GTnum ÆSON s'appuie sur des travaux de recherche et de veille scientifique.

### PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Le GTnum ÆSON est porté par le laboratoire MICA (Médiations, Information, Communication et Arts) de l'Université Bordeaux Montaigne, en co-animation avec l'IMT (Institut Mines Télécom) Atlantique Bretagne Pays de la Loire. Il bénéficie du soutien de la Délégation de Région Académique au Numérique Educatif en Nouvelle Aquitaine, ainsi que de plusieurs universités et laboratoires associés, notamment le Laboratoire LIUPPA (EA 3000) de l'université de Pau et des pays de l'Adour, les laboratoires FoReLLIS (UR 15076) et Techné (UR 20297) de l'université de Poitiers, et le Laboratoire ERCAE (UR 7493) de l'Université d'Orléans. Parmi les partenaires, on compte également Réseau Canopé, la Ligue de l'enseignement-FOL 29, et le Conseil Régional de Bretagne.

### LES OBJECTIFS DU GTNUM ÆSON

Ces partenaires, venant d'horizons et de disciplines diverses se sont fixé trois objectifs principaux :

Il s'agit en premier lieu d'analyser les discours institutionnels de l'Éducation nationale, les programmes scolaires, les référentiels de compétences, et autres politiques liées à l'éducation. L'objectif est de dresser une cartographie des termes et concepts liés à la sobriété numérique dans ces documents, permettant ainsi de mieux comprendre comment cette notion est abordée dans le contexte éducatif. Nous proposerons ainsi un état de l'art des recherches menées ces dernières années, ainsi que des analyses lexico-sémantiques des documents officiels de l'Éducation nationale traitant de la sobriété numérique sur la même période. L'hypothèse que nous posons est que les discours, lorsqu'ils existent, peuvent être porteurs de contradictions inhérentes au double enjeu de la transition numé-

rique et écologique. Aussi, on s'interroge ici sur les effets possibles de ces paradoxes sur les enseignants en charge de porter ces messages auprès des futurs citoyens que sont les élèves et étudiants.

En complément au premier axe, il nous est donc apparu nécessaire de mettre en œuvre des observations in vivo de la perception et la transformation en actes pédagogiques qu'ont les acteurs de terrain, notamment les enseignants, les partenaires éducatifs, et les élèves. À travers des entretiens et des études de cas, le GTnum ÆSON cherche à évaluer comment ces acteurs intègrent ou n'intègrent pas la sobriété numérique dans leurs pratiques éducatives. Il s'agit donc de comprendre les perceptions, les attitudes, et les actions de ces acteurs en matière de numérique responsable.

Enfin, le projet se donne pour ambition de développer des modules de formation destinés aux enseignants et de créer un guide de bonnes pratiques pour les collectivités, visant à promouvoir la sobriété numérique dans l'éducation, dans une démarche itérative abondée par les deux premiers axes du projet. Cette approche implique la collecte des besoins et des pratiques liés à l'éco-conception et à l'achat de ressources matérielles et logicielles pour l'enseignement, avec une adaptation des solutions en fonction du contexte éducatif et des divers publics grâce à des ateliers de travail et à la collecte de retours d'utilisateurs.

Le projet GTnum ÆSON constitue une initiative importante pour sensibiliser et former les acteurs de l'éducation au sens large à un numérique responsable et sobre. En créant des modules d'acculturation et de formation adaptés aux différentes cibles évoquées, et en intégrant des chercheurs de différentes disciplines et universités, nous avons pour objectif d'engager le plus d'acteurs possibles, d'éprouver pendant ces deux années à venir des pratiques concrètes, dans le but ultime de préparer les générations futures à faire face aux défis environnementaux posés par le numérique, tout en tirant parti de ses avantages pédagogiques.



témoignage  
établissement



auteur

**Thierry Oger**, chargé  
de mission transitions  
écologique et numérique,  
Direction Du Numérique,  
Université d'Angers



# Rôles et actions d'un chargé de mission numérique responsable

## À Angers, on s'engage dans le développement durable et la transition écologique, en structurant les actions.

Début 2020, l'Université d'Angers a souhaité afficher politiquement son engagement sur les transitions numérique et écologique. Dès sa nomination, en mars de cette même année, Le Président de l'université a nommé un Vice-Président patrimoine et transitions écologique et numérique, et un chargé de mission transitions écologique et numérique.

Cette nomination de chargé de mission s'est accompagnée d'une lettre de mission avec des objectifs affichés sur de nombreux projets, tels que le label DD&RS, Développement Durable et Responsabilité sociétale ([www.label-ddrs.org/](http://www.label-ddrs.org/)), le numérique responsable avec notamment des objectifs de rationalisation de salles serveurs et d'équipements informatiques, ou de l'accompagnement sur le projet intranet (voir le [n° 12 de la collection numérique « numérique responsable »](#) de décembre 2020) de l'Université d'Angers.

### ➤ QUELS SONT LES RÔLES D'UN CHARGÉ DE MISSION ?

Le rattachement auprès du cabinet du Président m'a permis d'agir en transversalité. Je peux solliciter les directions, les services, les composantes ... Le dossier label DD&RS est un exemple concret. En lien avec le VP Vie de Campus et le VP Numérique, j'ai pu organiser un groupe de travail, composé d'enseignants, de personnels administratifs ou techniques, pour lancer la 1<sup>ère</sup> autoévaluation DD&RS, et la 2<sup>ème</sup> pour cette fin d'année 2023. Nous avons ainsi pu travailler en transversalité sur les thèmes stratégie et gouvernance, enseignement et formation, recherche et innovation, environnement et politique sociale.

Le numérique responsable est un sujet qui m'a permis de diffuser les connaissances d'Angers auprès des partenaires locaux de l'université mais également auprès d'associations professionnelles de l'ESR comme le Cume

([www.cume.fr](http://www.cume.fr)). Organiser des webinaires a permis de mettre en lumière les actions portées par l'université depuis plusieurs années.

Être un facilitateur de projet, un organisateur, un animateur, un communicant, être source de propositions résumant, à mon sens, les principaux rôles d'un chargé de mission.

### ➤ QUID DES ACTIONS D'UN CHARGÉ DE MISSION ?

Les actions de diffusion de l'information, notamment sur le label DD&RS et sur le numérique responsable sont à mener au quotidien auprès des instances, conseil d'administration, conseil licences/master, comité de direction... L'organisation de webinaires est un bon vecteur de sensibilisation sur ces sujets.

L'animation de fresques entre dans les actions d'accompagnement, comme la gestion du projet de réductions de l'empreinte carbone de la direction informatique de l'université.

La visibilité d'un chargé de mission auprès des partenaires de l'université est souvent comparable à un Vice-Président ; toutefois en interne, il peut se trouver limiter dans ses rôles et actions par le fait qu'il n'est pas en responsabilité directe d'une direction ou d'un service.

Il s'agit donc d'un savant équilibre à trouver sur la base de diplomatie.

Le terme « facilitateur » est, je crois, ce qui caractérise le mieux un chargé de mission au sens large et plus particulièrement un « chargé de mission numérique responsable ». Sans vouloir heurter les spécialistes de la langue française, le terme « infuseur d'idées ou de projets » est une belle métaphore.





témoignage



auteurs

**Paul Leclercq**, La Fresque Numérique et **Antoine Gademert**, enseignant-chercheur, co-responsable de la Majeure Data Engineering, EPF École d'ingénieur.e.s

# Donner du sens pour aller plus loin

## Comment motiver des étudiant.e.s ingénieur.e.s à la transition écologique du numérique ?

### ➤ METTRE DE LA JOIE ET DONNER ENVIE

Les sujets de transitions sont **indispensables** et inscrits dans la loi Réduire l'Empreinte Environnementale du Numérique (REEN). Pour des raisons de limites planétaires bien sûr, cependant on oublie parfois de tirer sur un des meilleurs leviers : l'apport de bénéfices plus ou moins immédiats. Nous devons apprendre à aborder le numérique responsable comme on aborde nos déplacements à vélo : ils sont plus courts, plus efficaces, on évite les embouteillages, le stationnement et les frais d'essence, bon pour la santé... en oubliant presque l'impact carbone réduit.

Chercher à réduire les impacts environnementaux et sociétaux de nos usages numériques, ce sont de beaux défis intellectuels. Cela devrait permettre de combattre le "bore out" presque généralisé des consultants en transformation digitale. Il nous semble essentiel de rappeler, à l'encontre de tous les discours répandus sur "l'écologie punitive", que la transition est également souvent à l'initiative de rencontres sincères et apportées de joie – émotion souvent oubliée voire interdite dans nos milieux d'ingénieurs mais incontournable pour tenir comme nous le disent si bien Alain Damasio ("Les Furtifs"), Flore Vasseur ("Bigger than us"), Camille Etienne ("Pour un soulèvement écologique") ou Nicolas Framont ("La guerre des mots").

La génération actuelle d'étudiant.e.s exige de donner du sens à son travail, donnons-leur du grain à moudre.

### ➤ PÉDAGOGIE FRESQUES – PRENDRE DE LA HAUTEUR SUR LA TECHNIQUE

Comment sortir le nez des étudiant.e.s de leurs claviers ?

La **Fresque du Numérique** est idéale pour faire de la cohésion de groupe, cet atelier de 3 heures a plusieurs points forts : ce sont les étudiant.es qui sont acteur.rices de l'élaboration des savoirs. On arrive sans trop d'efforts à embarquer presque toute la classe. L'atelier pioche aussi dans les meilleures sources techniques comme Ecoinfo tout en mélangeant les enjeux sociaux et éthiques pour prendre de la hauteur sur la place du numérique dans nos vies. Le plus difficile pour ces élèves ayant suivi un cursus scientifique depuis près de 10 ans : questionner ce que l'on crée, plutôt que de creuser en profondeur, telle une taupe en colère, dans le dernier algorithme de reconnaissance faciale.

Pour poursuivre la réflexion sur le questionnement des normes nous recommandons également, l'atelier **2Tonnes**, et sa dernière évolution basée sur la théorie économique du Donuts, ou la **Fresque des Nouveaux Récits**, basée sur les sciences sociales.

### ➤ SEMAINE SANCTUARISÉE

Pour embarquer le plus grand nombre sur ces sujets, Antoine, co-responsable de la majeure Data Engineering, sanctuarise une semaine entière sur l'éthique, le droit et les impacts environnementaux. Les étudiant.es n'ont pas la distraction de faire autre chose durant les cours cette semaine-là : pas de rendus



ou de partiels attendus dans les autres matières. Le mot d'ordre : se donner le temps (de penser, de prendre du recul) et montrer que ce n'est pas un cours "de plus". C'est un des plus importants défis de leur futur vie professionnelle (et personnelle) !

### ➤ DÉBAT - L'ART DE NE PAS SE BATTRE

Après 6 heures de réflexions sur l'écoconception basées sur le Référentiel général d'écoconception de services numériques (RGESN), Paul témoigne qu'un des meilleurs moments de son année a été de conclure par un débat et une mise en situation incluant le fameux PFH, comprendre " #@! put... de Facteur Humain" Le "putain de facteur humain" le terme employé par Hubert Reeves (#RIP) sur l'inaction des hommes face à l'état de la Terre.

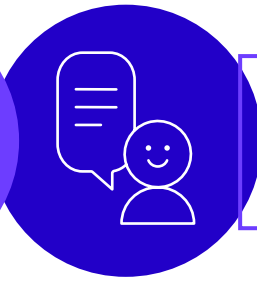
Le pitch : "Imaginez une réunion importante initiée par votre directrice. Cette personne, avec son habitus intimidant – voiture, vêtements, langage, posture, et accessoirement responsable de votre augmentation – vous partage la dernière innovation à mettre en place pour votre service numérique : l'ajout d'un accessoire du type Google Glass permettant à votre application web d'accéder enfin au domaine si innovant de la réalité virtuelle. Qu'en pensez-vous, mais surtout quels arguments amenez-vous lors de cette réunion ?"

À travers ces débats, les étudiant.es gagnent en confiance en leur savoir-faire et réalisent leur future plus-value en entreprises, et surtout qu'ils ont des devoirs pour aider ces dernières à innover – sans mourir.

### La Fresque du Numérique

Un atelier pour comprendre en équipe et de manière ludique les enjeux environnementaux du numérique :

Cliquez [ici](#) →



*auteur*  
**Frédéric Desenzani**, chargé de domaine Qualité / ingénieur Qualité, Département Développement et Accompagnement des Compétences, Amue

# À l'Amue aussi on est éco-responsable

## Et ça commence par l'offre SI !

L'Amue porte la thématique de la sobriété numérique jusque dans son offre SI au travers d'un outil innovant, le dispositif d'éco-responsabilité des projets, dit « Dispositif EEP ». Ce dispositif s'inscrit pleinement dans les orientations portées par le contrat quinquennal 2021-2025 de l'Agence, et notamment l'axe « efficacité et sobriété numérique » (voir [Contrat Quinquennal de développement de l'Amue 2021-2025](#), Chapitre 2. Efficacité et sobriété numérique, page 31). L'enjeu pour l'Agence est de concevoir des produits et services numériques plus sobres d'un point de vue environnemental, économique et social.

À partir des travaux menés par le groupe de travail Architecture d'Entreprise écoresponsable du club urba-EA, l'Amue a contextualisé la « grille d'évaluation d'un projet » afin de l'adapter à son organisation. Simple et pragmatique, le dispositif permet à un projet informatique d'être évalué sur ses impacts environnementaux au travers de quelques critères.

### ET CONCRÈTEMENT COMMENT TOUT CECI FONCTIONNE ?

Le dispositif comprend 6 axes à évaluer au travers de questions qui permettent de donner une notation globale au projet ainsi qu'une notation axe. Il permet la construction d'indicateurs qui seront suivis annuellement, mettant ainsi en lumière les variations d'une année sur l'autre et en particulier les améliorations portées par les équipes projets.

En effet, l'analyse des résultats obtenus doit permettre à chaque projet d'identifier des axes d'amélioration qui seront portés dans son plan produit et à la cellule transverse d'identifier des axes d'amélioration qui pourront être appliqués à l'ensemble des produits de l'Amue.

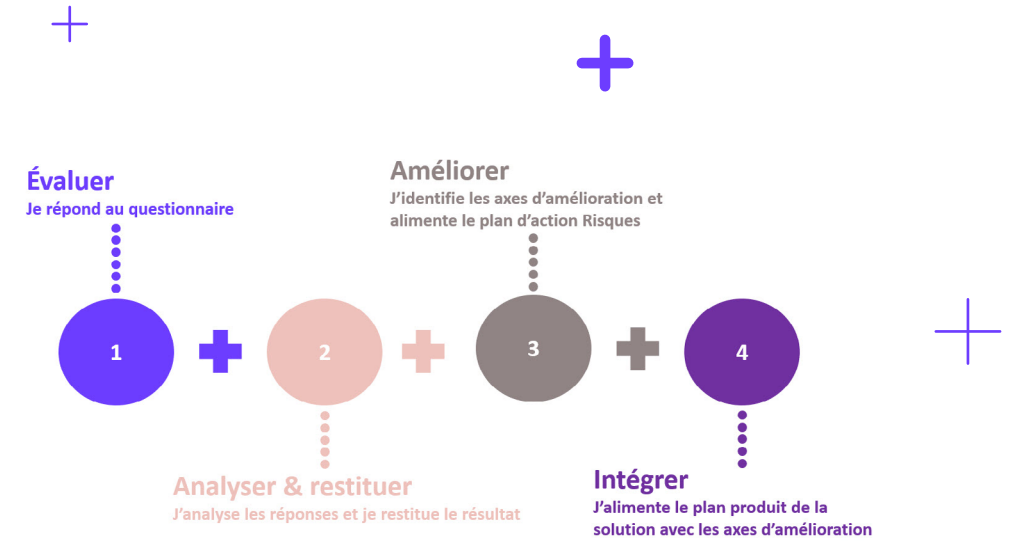
### ET POUR ACCOMPAGNER CE DISPOSITIF ?

Pour accompagner les Chefs de projet et faciliter le déploiement de la démarche au sein de l'Amue, un cadre méthodologique en 4 étapes a été construit.

Chaque projet répond au questionnaire et est accompagné par l'Ingénieur Qualité. Au cours de l'évaluation, les équipes projets doivent être en mesure de pouvoir rassembler des « preuves » (comptes rendus, livrables, documents) permettant de justifier le niveau choisi pour chaque sous-thème.



Les 6 axes d'analyse

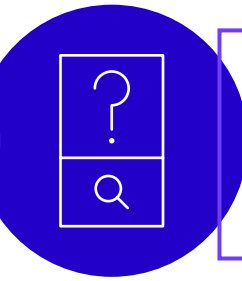
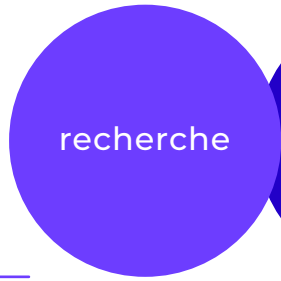


Le cadrage méthodologique

Lorsque le questionnaire a été renseigné, des indicateurs sont automatiquement calculés au travers d'un Eco-score gradué de 1 à 4 et d'un radar. Ces indicateurs alimentent une analyse formalisée projet par projet.

Des axes d'amélioration sont identifiés et alimentent le plan produit de la solution.

Au vu de la diversité des produits de l'Amue, que ce soit en termes de cycle de vie (projets en cours de construction, déploiement, maintenance) ou de choix de construction (co-construction, progiciel...), les résultats de l'évaluation sont pertinents à l'échelle du projet seul. Comparer les résultats entre les projets n'a donc aucun sens.



auteure

**Marion Fischer**, Doctorante au LISN (UMR9015) (CNRS / Université Paris-Saclay) et à Arts et Métiers, CNRS, Université de Bordeaux, I2M - site de Chambéry, F-73375 Le Bourget-du-Lac, France

# Et si l'on parlait de la pollution de fin de vie de nos équipements numériques

## Il est essentiel de contextualiser le sujet pour en comprendre les enjeux et voir plus loin !



Les équipements numériques nécessitent pour exister des ressources épuisables (fossiles, minérales et aquatiques) à chaque étape de leur cycle de vie (extraction des matières premières, fabrication des composants, assemblage, utilisation, etc.), tout en ayant des impacts sur les écosystèmes avec les émissions de diverses substances et déchets, donc in fine des impacts sur les cycles biogéochimiques de la Terre. Ces équipements contiennent des substances dangereuses nécessaires à la fabrication et relarguées au moment de la fin de vie<sup>1</sup>. Lorsqu'ils ne sont plus utilisés, ils deviennent des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE).

En France, en 2021, la moitié des DEEE ne sont pas collectés<sup>2</sup>. Au niveau mondial, ce chiffre augmente à 83 % ; la grande majorité des DEEE ne passent ainsi pas par les traitements de fin de vie recommandés<sup>3</sup>. Deux éco-organismes sont agréés pour la collecte et la gestion des DEEE ménagers numériques en France : ecologic et ecosystem (d'autres possibilités existent pour les DEEE professionnels). Lorsque les DEEE sont collectés, ils vont en majorité au recyclage (75%), puis à l'élimination (13%), la valorisation (10%) et enfin à la préparation à la réutilisation (2%)<sup>4</sup>. La préparation à la réutilisation est le traitement de fin de vie le moins courant alors que c'est le traitement à prioriser d'après le Code de l'environnement<sup>5</sup>. En effet, les éco-organismes s'intéressent de plus en plus à cette stratégie ; un fond de réemploi est entré en vigueur depuis 2022 pour les acteurs de l'économie sociale et solidaire, dans le cadre de la responsabilité élargie des entreprises<sup>6</sup>. En outre, le recyclage d'un équipement n'implique pas que la totalité de ses matériaux

soit recyclée : concernant les smartphones, il est possible de recycler jusqu'à 17 métaux alors que ceux-ci comptent plus de 70 matériaux<sup>7</sup>. La qualité des matériaux recyclés est souvent peu connue ou peu explicitée dans les évaluations environnementales des équipements numériques alors qu'elle peut être inférieure à la qualité du matériau initial<sup>8</sup>. Enfin, il faut garder à l'esprit que les opérations de recyclage ont un coût environnemental qui varie fortement en fonction du matériau<sup>9</sup>.

Par ailleurs, une grande partie des DEEE non collectés a un destin inconnu ; ils peuvent devenir des flux informels (exportation illégale de DEEE), être traités avec d'autres filières de déchets<sup>10</sup> ou rester en hibernation<sup>11</sup>. Les DEEE exportés illégalement (principalement dans des pays d'Asie ou d'Afrique), vont subir des traitements de fin de vie dans des conditions sanitaires et sociales non régulées, pouvant engendrer des risques environnementaux et

sociaux potentiels sévères (contamination des sols, de l'air et de l'eau des écosystèmes proches des sites de traitements et stockage, santé humaine impactée par les méthodes de traitements et les sites contaminés, etc.)<sup>1,12</sup>. Ces risques ne sont jamais considérés dans les évaluations environnementales d'équipements numériques.

La fin de vie des équipements numériques est peu discutée dans l'Enseignement Supérieur et la Recherche. Afin de limiter les pollutions liées à nos DEEE numériques, il est nécessaire de réduire la production de DEEE en prolongeant la durée de vie des équipements numériques au maximum et en privilégiant la réutilisation de l'équipement ou des pièces, ainsi qu'en limitant à la source les achats d'équipements numériques et leurs usages. Ces mesures pourraient être renforcées par des législations en luttant contre les obsolescences matérielle et logicielle.

### Références

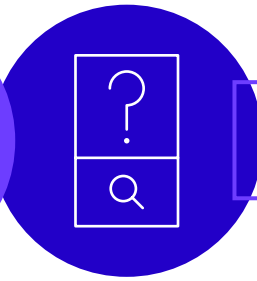
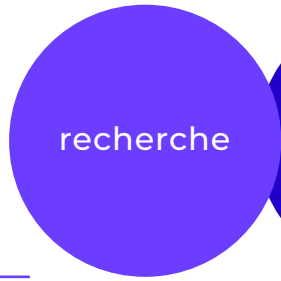
1. Déportes, I., Fangeat, E. & Desqueyroux, H. (2018). Impacts sanitaires potentiels de la gestion des déchets électriques et équipements électroniques : brève comparaison des connaissances dans les pays émergents et les pays occidentaux. *Environnement, Risques & Santé*, 17, 57-64. Cliquez [ici](#) →
2. ADEME, Equipements électriques & électroniques – Données 2021, chiffres clés. Cliquez [ici](#) →
3. Forti, V. et al. (2020). The Global E-waste Monitor 2020. en-S. Cliquez [ici](#) →
4. Jover, M., M. Borie et S. Moriceau (2020). Equipements électriques et électroniques : données 2020. fr-fr. Cliquez [ici](#) →
5. Article L. 541-1 II 2 du Code de l'environnement. Cliquez [ici](#) →
6. LOI n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (1). Cliquez [ici](#) →
7. Umicore, « When your phone stops ringing ». Cliquez [ici](#) →
8. Ballester, M., A. Van Schaik, and M. A. Reuter. "Fairphone's Report on Recyclability—Does modularity contribute to better recovery of materials." (2017).
9. Mir, S., & Dhawan, N. (2022). A comprehensive review on the recycling of discarded printed circuit boards for resource recovery. *Resources, Conservation and Recycling*, 178, 106027.
10. Rochat, D., A. Haarman et E. Raverdy (2021). Étude gisement DEEE - Rapport de phase 2 – Modélisations et plan d'action (DEEE ménagers. Rapp. tech. Sofies. Cliquez [ici](#) →
11. André, H., Söderman, M. L., & Nordelöf, A. (2019). Resource and environmental impacts of using second-hand laptop computers: A case study of commercial reuse. *Waste Management*, 88, 268-279.
12. Heacock, M. et al. (mai 2016). "E-Waste and Harm to Vulnerable Populations: A Growing Global Problem". en. In : *Environmental Health Perspectives* 124.5, p. 550-555. issn: 0091-6765, 1552-9924. doi:10.1289/ehp.1509699. url: Cliquez [ici](#) →

### NDLR : un travail passionnant :

Le travail de l'auteure peut être consulté sur sa [page HAL](#) . Vous trouverez notamment des études et rapports sur l'impact carbone d'une visio-conférence, sur l'empreinte carbone d'un GO sur le réseau Renater et son récent travail sur les DEEE.







auteur  
**David Rongeat, Amue**

## Un peu de bibliographie

Assumée comme incomplète, cette liste d'articles ou textes est issue de la veille qui a mené à la construction de ce numéro de la collection numérique. Une liste partiellement issue de la veille Amue, d'échanges avec des membres du GDS EcoInfo, de références proposées par EcoInfo dans sa newsletter ou du dernier programme du colloque icts4 ([voir encart page 69](#)).

La première proposition porte sur un travail de recherche relatif au « cadrage Évaluation environnementale de projets impliquant des méthodes d'IA. Une publication collective, 10 auteur.e.s porté par EcoInfo <sup>1</sup>

Moins académique, cet article <sup>2</sup> de [Reporterre](#) titré « Le numérique écologique n'existe pas ». Il appelle à la lecture du livre « Contre l'alternumérisme » de Julia Laina et Nicolas Alep <sup>3</sup>, ouvrage radical qui, selon l'éditeur « détruit méthodiquement cette théorie dangereuse ».

Sur les mesures d'incidences du numérique, cette publication <sup>4</sup> dont la traduction sera « Évaluation de la pression exercée par la VoD sur la consommation d'énergie du réseau ». Présenté à ICTS 4 en juin, vous pouvez visionner la courte présentation sur cette [vidéo](#).

Concernant l'IA, la question est posée dès le titre « L'intelligence artificielle peut-elle devenir un outil convivial ? ou doit-on immédiatement arrêter toute recherche en IA ? » <sup>5</sup>.

Enfin, cette approche orientée usagers pour cet article « The Impact of Green Feedback on Users' Software Usage » <sup>6</sup> qui dans son abstract indique « *Dans cet article, nous visons à réduire l'impact énergétique des logiciels en incitant les utilisateurs finaux à modifier leur comportement d'utilisation des logiciels, en les sensibilisant et en leur fournissant un retour d'information écologique sur les logiciels.*

[1] Laurent Lefèvre, Anne-Laure Ligozat, Denis Trystram, Sylvain Bouveret, Aurélie Bugeau, et al.. Proposition de document de cadrage Évaluation environnementale de projets impliquant des méthodes d'IA. EcoInfo. 2022, pp.1-8. ([hal-03853135](#)).

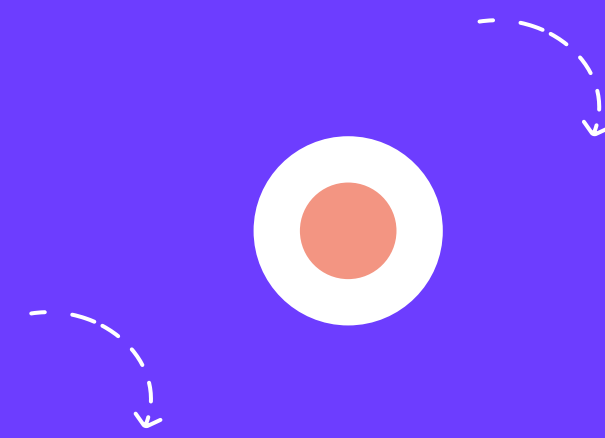
(2) Article « [Le numérique écologique n'existe pas](#) ».

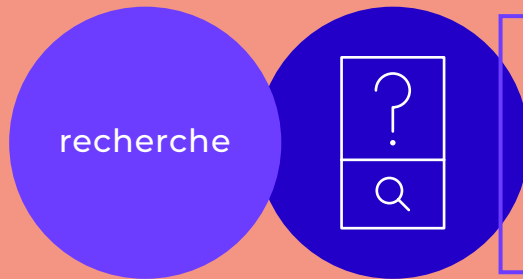
(3) Contre l'alternumérisme, de Julia Laina et Nicolas Alep, [Hobo Diffusion](#), février 2020, 144 p., 10 €.

(4) Gaël Guennebaud, Aurélie Bugeau, Antoine Dudouit. Assessing VoD pressure on network power consumption. *ICT4S - International Conference on Information and Communications Technology for Sustainability*, Jun 2023, Rennes, France. ([hal-04059523](#)).

(5) Romain Couillet, Pierre-Olivier Amblard, Denis Trystram, Achille Baucher. [L'intelligence artificielle peut-elle devenir un outil convivial ? ou doit-on immédiatement arrêter toute recherche en IA ?](#). *Conférence Archipel 2022 : Risques systémiques, trajectoires et leviers d'action transdisciplinaires*, Jun 2022, Grenoble, France.

(6) Adel Noureddine, Martín Diéguez Lodeiro, Noëlle Bru, Richard Chbeir. The Impact of Green Feedback on Users' Software Usage. *IEEE Transactions on Sustainable Computing*, 2022, pp.1-14. ([10.1109/TSUSC.2022.3222631](#)). ([hal-03855088](#)).





*auteure*  
**Servane Mouton**, Docteur en médecine, Neurologue et Neurophysiologiste, spécialisée dans les troubles des apprentissages scolaires. Présidente de l'Association NERF (Neuro-Environnement Réseau Francophone)

# La sobriété numérique : un impératif de santé publique ?

## Diminuer le temps d'écran et... retrouver l'attention, dormir sereinement, pratiquer une activité physique qui équilibre...

Le déploiement d'internet dans les années 1990' puis l'arrivée des outils numériques nomades avec les premiers smartphones en 2007 ont conduit à une explosion des temps d'écrans, à un âge de plus en plus précoce, phénomène que les confinements successifs n'ont fait qu'accroître. Les chiffres suivants sous-estiment certainement la réalité et témoignent

du gouffre entre les recommandations actuelles pourtant peu exigeantes et les faits observés (Tableau 1) : les Français de moins de 3 ans passent en moyenne 1 h 22 devant la télévision chaque jour ; 1/3 des 7-11, la moitié des 11-15 ans et ¾ des 15-18 ans consacrent plus de 3 heures aux écrans pour leurs loisirs ; ¼ des 15-18 ans plus de 7 heures !

Tableau 1 : Temps d'écran moyen quotidien par appareil et global en fonction de l'âge en France

	Tranche d'âge						
	0-<3 ans	3-<7 ans	7-<11 ans	11-<15 ans	15-<18 ans	18-<65 ans	
Temps moyen/j par support numérique*	Smartphone	0h44	0h26	0h37	2h31	3h51	
	Télévision	1h22	1h38	1h45	1h57	1h51	
	Tablette	0h34	0h45	0h46	1h02	0h56	
	Console	0h14	0h32	1h01	1h28	1h32	
	Ordinateur	0h17	0h19	0h33	1h25	2h08	
Temps moyen global/j**		1h47	2h28	3h38	4h50	4h51	
		(1/4 enfants > 3h)	(1/3 enfants > 3h)	(1/2 enfants > 3h)	(3/4 enfants > 3h 1/4 enfants > 7h)	(85% adultes > 3h, 40% adultes > 7h)	
Recommandations temps d'écran/jour AAP***, OMS****	0-<2 ans	2-<5ans	5-<18 ans				
	Pas d'écran	Moins de 1 heure	Moins de 1 heure-1h30				

Au cœur de ces usages excessifs, l'économie de l'attention. Les GAFAM<sup>1</sup> et consorts cherchent à maximiser les activités connectées afin de collecter le « surplus comportemental » source de profits. Les parents, maîtrisant souvent difficilement leur propre comportement, peuvent donner un exemple décalé par rapport à ce qu'ils attendent de leur enfant. Par ailleurs,

la numérisation de l'enseignement adresse une injonction contradictoire en imposant le recours aux écrans pour le travail scolaire et la communication élève-parent-enseignant : il est difficile voire impossible pour le jeune de résister à la tentation du divertissement et pour le parent d'empêcher ces écarts.

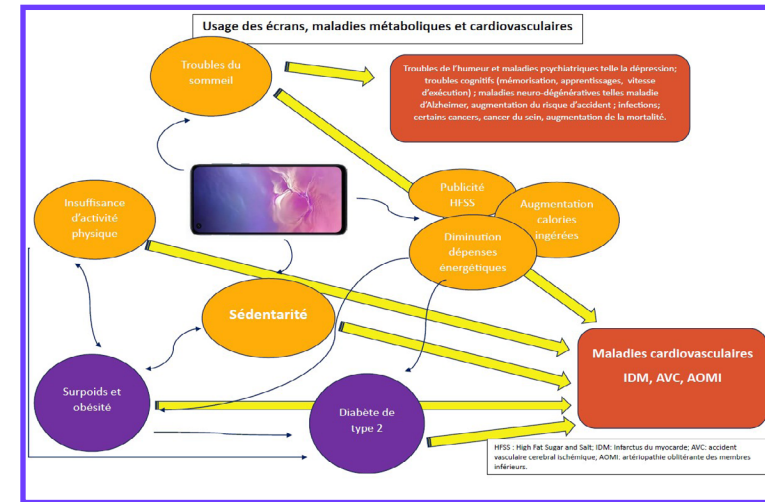


Figure 1 - Liens entre usage des écrans, maladies métaboliques et cardiovasculaires

Or, la littérature scientifique ne cesse de s'alourdir quant aux effets délétères de ces mésusages sur la santé à court, moyen et long terme.

Deux éléments sont des enjeux majeurs de santé publique (Figure 1). D'abord la sédentarité. En 2020, les experts de l'ANSES<sup>2</sup> concluaient parlant de l'activité physique et de la sédentarité des moins de 18 ans, cette dernière étant évaluée par le temps d'écran récréatif, que « près de la moitié de la population est considérée comme présentant un risque sanitaire élevé ». Or la sédentarité est un facteur de risque cardiovasculaire indépendant, qui favorise le développement des autres facteurs de risque que sont le surpoids, l'obésité et le diabète de type 2. L'usage actuels des écrans favorise donc les maladies cardiovasculaires (AVC et infarctus du myocarde notamment), actuellement première cause de mortalité dans le monde selon l'OMS<sup>3</sup> et dont la prévalence ne cesse de croître.

Ensuite, les troubles du sommeil. En 2020, les experts de l'INVS<sup>4</sup> alertaient : « Pierre angulaire des difficultés de sommeil des enfants et des adolescents, les écrans sont aujourd'hui au premier plan des préoccupations des spécialistes. » Or, être en

dette chronique de sommeil expose à de multiples problèmes de santé : surpoids et obésité, diabète, maladies cardiovasculaires, dépression, maladie d'Alzheimer, infections, cancer du sein, perturbation de la mémoire et des apprentissages, accidents.

Sans être exhaustif, citons en vrac d'autres problématiques : perturbations du neuro-développement, troubles visuels, exposition à la violence et à la pornographie, cyber-harcèlement, dysmorphie induite par les réseaux sociaux, exposition aux rayonnements radiofréquences et aux perturbateurs endocriniens présents dans les outils informatiques.

Il apparaît nécessaire et urgent d'organiser des campagnes massives d'information et de mettre en œuvre une régulation efficace notamment de l'économie de l'attention, pour protéger les usagers, en particulier les mineurs, des risques inhérents à l'usage inapproprié des écrans. Nous inspirant de l'exemple Suédois, nous devrions aussi remettre en cause la numérisation extensive de l'enseignement.

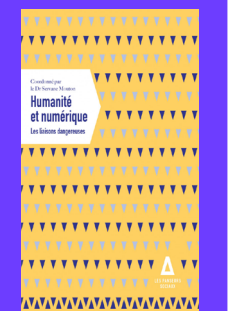
### Pour aller plus loin

Pour voir ou revoir la conférence **Ecrans : menaces sur la santé**. (vidéos et supports écrits des interventions disponibles sur le site) organisée par EcoInfo le 9 Mai 2023 à l'ENS Lyon Gerland.

Cliquez [ici](#) →

### NDLR

Servane Mouton, auteure de cet article, a coordonné un livre grand public « Humanité et numérique - Les liaisons dangereuses ». A retrouver dans toutes les bonnes librairies.

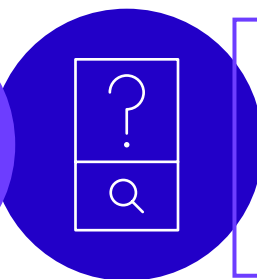
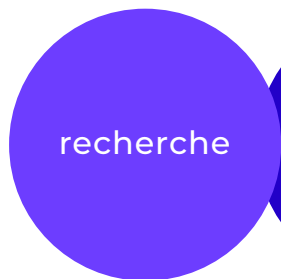


[1] Google Apple Facebook Amazon Microsoft.

[2] ANSES. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'évaluation des risques liés aux niveaux d'activité physique et de sédentarité des enfants et des adolescents. 2020.

[3] Organisation Mondiale de la Santé.

[4] Institut national du sommeil et de la vigilance. 20<sup>ème</sup> journée du Sommeil. 2020. Le sommeil d'hier et de demain.



auteur.e.s

**Léa Mosezzo**, designer indépendante, **Nolwenn Maudet**, maître de conférences, ACCRA, Université de Strasbourg, **Edlira Nano**, doctorante, LIRIS, Université Claude Bernard Lyon 1, **Aurélien Tabard**, maître de conférences, LIRIS, Université Claude Bernard Lyon 1 – Centre Inria de l'Université de Lille

# Les chemins de l'obsolescence

## Au cœur de l'enquête qui dévoile comment vivre avec des appareils vieillissants, malgré tout.

*J'ai réussi par des grandes magouilles à télécharger une application qui t'affichait des boutons virtuels*

*Ça devenait un peu galère parce que pour écrire fallait bien viser, parce que ça mangeait sur la touche espace et tout ça...*



Extrait de l'entretien avec Théo

Les terminaux représenteraient 79 % de l'empreinte carbone du numérique en France (à côté des centres de données et des réseaux), avec une large part attribuée à la phase de fabrication, plutôt qu'à la phase d'usage<sup>1</sup>. Les smartphones sont emblématiques de cette distribution : ils consomment peu d'énergie, mais sont renouvelés fréquemment.

En France, en 2019, l'âge moyen d'un smartphone en usage était de 32 mois, avec un remplacement au bout de 43 mois d'usage en moyenne. Notre système consumériste pousse au renouvellement que ce soit par la production d'objets peu réparables et difficilement maintenables, l'ajout incrémental de fonctionnalités, ou les stratégies commerciales<sup>2</sup>.

Si la casse matérielle joue un rôle important (écran cassé suite à une chute, batterie usée...), un facteur complémentaire relativement peu étudié est l'obsolescence du côté logiciel. Nous avons enquêté auprès d'un public soucieux de faire durer ses smart-

phones, afin d'identifier les problèmes rencontrés et les stratégies de prolongement de la vie des terminaux.

Nous avons identifié trois principaux facteurs d'obsolescence logicielle. La saturation du stockage tout d'abord, due à l'accumulation de données dans l'appareil qui rend difficile l'installation de nouvelles applications ou le téléchargement de contenu. Les problèmes liés aux mises à jour ensuite : quand on ne peut plus mettre à jour le smartphone, certaines applications deviennent indisponibles. À l'inverse, les mises à jour sont souvent la source de nouveaux dysfonctionnements. Enfin, les causes de nombreux dysfonctionnements sont souvent incomprises. Les applications et fonctionnalités deviennent partiellement ou complètement inutilisables, entraînant une baisse d'utilisation du smartphone pouvant être gênante, mais parfois aussi bénéfique.

Notre enquête suggère que dans bien des cas, la décision de changer de smartphone n'est



*L'appareil photo...*

*Ça faisait écran noir.*

*Ça arrivait souvent quand je voulais retourner la vision.*

*Et du coup – après quelques recherches – le serveur de l'appareil photo plantait.*



Extrait de l'entretien avec Enzo

La majorité de nos informant-es essayent de repousser le moment du renouvellement : en réparant et maintenant leurs smartphones ; en contournant les problèmes (par exemple en mettant en place des boutons virtuels pour remplacer les boutons physiques cassés) ; en étendant le stockage ou la batterie ; ou bien encore en renonçant à certains usages, par exemple en répartissant les usages au sein des téléphones de la famille, ce qui entraîne cependant de nouvelles dépendances.

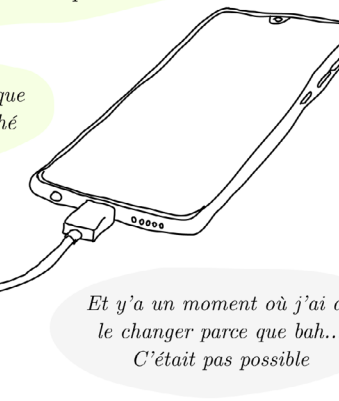
En conclusion, notre travail invite les développeur-euses et designers à prendre en compte ces expériences de vie avec des objets vieillissants. Nous pensons également que de nouvelles réglementations prenant en compte l'obsolescence logicielle sont aujourd'hui nécessaires pour favoriser la durabilité des terminaux.

*Au début il s'éteignait de temps en temps quand je le verrouillais, puis au bout d'un moment c'était systématique*

*Je pouvais l'utiliser que quand il était branché*

*En gros si je le débranchais il s'éteignait, et il pouvait plus se rallumer*

*Et y'a un moment où j'ai dû le changer parce que bah... C'était pas possible*



Extrait de l'entretien avec Nicolas



**Pour aller plus loin**  
Pour en savoir plus sur l'enquête et les travaux de l'équipe, rendez-vous sur la page « Enquête : vivre avec un smartphone obsolète ». Cliquez [ici](#) →

### ICT4S (NDLR)

ICT4S (The International Conference on Information and Communications Technology for Sustainability) est une série de conférences internationales consacrées à tous les types de recherche, de développement et d'application des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) pour le développement durable. Elles réunissent des chercheurs de premier plan dans le domaine des TIC pour le développement durable, ainsi que des représentants des gouvernements et de l'industrie, des décideurs et des responsables politiques, des étudiants, des artistes et le grand public. La conférence 2023 ([voir https://ict4s23.org/](https://ict4s23.org/)) se tenait à Rennes en juin dernier.

Une série de conférence à suivre pour se tenir à jour de l'évolution du sujet du numérique responsable.



1 | Etude ADEME – Arcep sur l'empreinte environnementale du numérique en 2020, 2030 et 2050

2 | Jeanne Guien. Le consumérisme à travers ses objets. Editions Divergences, 2021





témoignage société



*auteur*  
**Arnaud Diemer**, Université Clermont Auvergne, CERDI (Centre d'études et de recherches en développement), European Excellence Center on Sustainability (ERASME), Observatory of Post Growth and Degrowth (OPCD)

# La sobriété numérique à l'heure de la décroissance

## Modèle économique versus responsabilité, l'environnement en question.

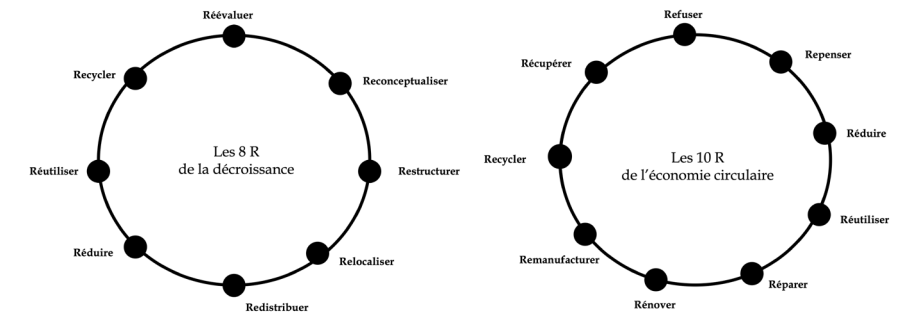
Depuis quelques années, du fait de la place grandissante des technologies numériques dans nos vies et de la prise de conscience de l'impact de nos activités humaines sur le réchauffement climatique, les concepts de sobriété numérique et de décroissance bénéficient d'une visibilité médiatique sans précédent, laissant entrevoir quelques points de convergence entre les deux approches. La décroissance, médiatisée en France par les travaux de Timothée Parrique (*Ralentir ou Périr*, 2022) et Vincent Liegey (*La sobriété, la vraie*, 2023) se présente désormais comme un nouveau paradigme, remettant en cause l'essence même des modèles économiques, à savoir l'idée d'une croissance illimitée. Par décroissance, il faut entendre ici « une réduction de la production et de la consommation, planifiée démocratiquement pour retrouver une empreinte écologique soutenable, pour réduire les inégalités, pour améliorer la qualité de vie » (Charte de l'Observatoire de la Post-Croissance et de la Décroissance, 2022). La sobriété occupe une place importante dans les travaux des pionniers de la décroissance, Pierre Rabhi dans *La Sobriété heureuse* (2010) et Serge Latouche dans *Vers une société d'abondance frugale* (2011), font de la sobriété, un antidote à la société de la surabondance sans joie. Elle suppose de sortir du cercle infernal de la création illimitée de besoins et de produits comme de la frustration croissance qu'elle engendre. Le réenchantement du monde n'est alors possible qu'à travers le choix d'un

art de vivre fondé sur l'autolimitation individuelle et collective. L'épuisement des ressources naturelles (eau), le réchauffement climatique, la montée des inégalités et les phénomènes de pollution nous rappellent chaque jour, l'urgence de la situation et les impacts des activités économiques sur l'espèce humaine.

Le numérique n'échappe pas aux débats. D'un côté, il est reconnu comme un levier de développement économique et social, dont l'empreinte environnementale augmente rapidement (9% par an). La transition numérique est ainsi considérée comme un moyen de réduire la consommation d'énergie dans un grand nombre de secteurs (« IT for Green ») et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre (elles sont passées de 2,5% à 4% du total des émissions mondiales depuis 2013). De l'autre, il appelle à tirer parti de nos capacités d'analyse pour construire et utiliser un système numérique qui, en ramenant sa consommation de ressources matérielles et énergétiques à un niveau compatible avec les contraintes environnementales, préserve ses apports sociétaux essentiels (The Shift Project, 2018). La sobriété numérique entend donc réfléchir sur notre système d'usages, et la technique qu'il sous-entend (Ademe, 2022). Il s'agit de passer d'un numérique devenu instinctif à un numérique conscient et réfléchi, d'identifier les apports sociétaux du numérique à préserver et à développer afin de pouvoir leur allouer en priorité les ressources disponibles (The Shift Project, 2020).



La sobriété numérique appelle donc à un nouveau paradigme, qui n'est pas sans rappeler les grands principes (Latouche, 2006) de la décroissance, à savoir réévaluer, reconceptualiser, restructurer, redistribuer, relocaliser, réduire, réutiliser, recycler. Certains préféreront parler d'économie circulaire et d'insister sur les 10 R (refuser, repenser, réduire, réutiliser, réparer, rénover, remanufacturer, recycler, récupérer), il n'en demeure pas moins que la sobriété numérique entend prôner un retour à une capacité individuelle et collective à interroger l'utilité sociale et économique de nos comportements d'achat et de consommation d'objets.



Les défis à relever sont à la fois technologiques (débat autour du low tech et du high tech), sociaux (autonomie de la personne et convivialité de l'outil), environnementaux (respect des limites planétaires).



### Retour sur... François Jarrige

Dans le Numéro 26 « Virtuels ? Vous avez dit virtuels dans le Sup' ? » vous retrouverez cet article, écrit par Bertrand Mocquet, en page 44 et 45 : « Le tout virtualisable est-il un progrès technique ? une solution ou une idéologie ? »

Extrait de l'article : « *François Jarrige se présente comme un historien des techniques, de l'industrialisation et de l'environnement qui s'intéresse à la façon dont les techniques sont discutées, débattues, reçues par la Société. Il s'intéresse ainsi à l'histoire sociale et économique des techniques, intérêt débuté autour de l'analyse des conflits et émeutes autour de l'introduction des machines au XIX<sup>e</sup> siècle.* »

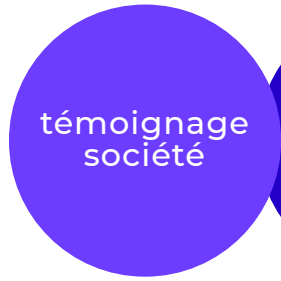
Une synthèse d'une interview donnée par François Jarrige, Maître de conférences en histoire contemporaine à l'université de Bourgogne. Vous pouvez lire cet article et/ou visionner la vidéo titrée « Progrès technique : solution ou idéologie ? »



### Pour aller plus loin

ADEME (2022), *En route pour la sobriété numérique*, 9 p.  
Latouche S. (2006), *Le pari de la décroissance*, Fayard.  
Latouche S. (2011), *Vers une société d'abondance frugale*, Mille et Une Nuits.  
Parrique T. (2022), *La décroissance, ralentir ou périr*, Seuil.  
Liegey V., Brockman I. (2023), *La Sobriété, la vraie*, Editions Tana.  
Rabhi P. (2010), *Vers la sobriété heureuse*, ACTES Sud, Babel ;  
Rabhi P., Hulot N. (2005), *Graines de possible, regards croisés sur l'écologie*, Le livre de Poche.  
The Shift Project (2020), *Déployer la sobriété numérique*, octobre, 117 p.  
The Shift Project (2018), *Lean ICT, pour une société numérique*, octobre, 88 p.





auteur.e.s

**Landia Egal**, Projet CEPiR, Fondatrice et dirigeante de la société de production immersive Tiny Planets (depuis 2017), **Amaury La Burthe**, Projet CEPiR, Fondateur et dirigeant du studio de création immersive Novelab (de 2009 à 2023), **Benjamin Ninassi**, Adjoint au programme « Numérique et Environnement », Inria

# Un Immersif Responsable est-il possible ?

## Le projet CEPiR évalue les impacts environnementaux de la filière immersive française avec en toile de fond les alternatives vertes. On vous en dit plus...



Initié en août 2022, [CEPiR](#) est un projet d'évaluation des impacts environnementaux de l'immersif porté par les sociétés Tiny Planets, la [Coopérative Carbone](#) et [Novelab](#) avec une quinzaine de partenaires, et soutenu à hauteur de 70% par l'État dans le cadre de l'appel à projets France 2030 « Soutenir les alternatives vertes dans la culture ».

### CONTEXTE

Le président de la République a annoncé en juin 2023 le lancement d'un nouvel appel à projets France 2030 doté de 200 millions d'euros pour soutenir "la culture immersive et le metavers". Un financement qui vient s'ajouter à ceux des précédents appels à projets France 2030 ("La grande fabrique de l'image", "Expérience augmentée du spectacle vivant", ...) et aux aides à la création de contenu du CNC (3,6 millions d'euros annuels).

Dans un contexte de concurrence internationale accrue, cette décision s'inscrit dans une stratégie destinée à renforcer la souveraineté, la compétitivité des entreprises françaises de la filière, à développer une nouvelle économie numérique faisant appel aux technologies immersives et promouvoir le développement de nouveaux usages.

Or, en tant que sociétés spécialisées dans la création de contenus immersifs, contribuer au développement de cette nouvelle économie immersive tout en étant exemplaires en matière de responsabilité environnementale nous semblait loin d'être évident, au regard des limites physiques auxquelles sont soumis nos systèmes et du tarissement progressif de notre approvisionnement en énergies fossiles et en métaux.

S'agissant de formats "émergents", il n'existait que peu de travaux sur lesquels nous appuyer pour évaluer les impacts environnementaux liés à notre activité.

Pourtant, il est essentiel pour l'ensemble des entreprises de la filière de comprendre les enjeux, les risques et les responsabilités liés aux *limites planétaires* pour pouvoir adapter ou redéfinir sa stratégie d'entreprise en conséquence.

### AMBITION DE CEPiR

L'ambition du projet CEPiR est de produire des données et des outils permettant d'évaluer les impacts environnementaux de la filière immersive française et d'émettre des recommandations à l'attention des acteurs en charge des politiques publiques et des professionnels.

L'objectif de ces évaluations est d'identifier les conditions dans lesquelles les impacts environnementaux de la filière seront compatibles avec une nécessaire sobriété numérique, à la hauteur des enjeux de décarbonation et tenant compte des risques d'approvisionnement en matières premières, à l'horizon 2030.

Ce qui distingue l'initiative CEPiR, c'est d'avoir réuni de façon équilibrée au sein d'un même consortium et parmi les partenaires, à la fois des professionnels de l'immersif et des

acteurs du "numérique responsable", de façon à créer un pont entre ces deux champs d'expertise et des échanges approfondis permettant de bien comprendre les enjeux liés au développement de ces usages.

Plusieurs travaux sont actuellement en cours. La création de données étant un élément clef de la prise de décision, nos réalisations incluent l'Analyse de cycle de vie (ACV) multi-critères de quatre casques VR, qui fera l'objet d'une revue critique, ainsi que les bilans carbone d'une œuvre (avant et après mesures d'éco-conception), d'un studio et d'un distributeur XR.

Ces données seront enrichies d'une prospective des impacts environnementaux à horizon 2030 et des recommandations associées, et également d'un calculateur carbone et d'un guide de bonnes pratiques en matière d'éco-conception.

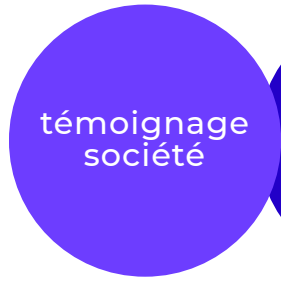
Enfin, un film présentant la démarche et les enjeux de ce projet permettra une large diffusion des résultats et un éveil des consciences.

Tous les livrables ainsi que les enregistrements des webinaires seront publiés en open source sur le site [cepir.info](#).

### Pour aller plus loin

Une restitution intermédiaire des travaux de CEPiR a été présentée à l'occasion d'un webinar le 26 juin 2023 : Cliquez [ici](#) →  
La restitution finale aura lieu au plus tard en mars 2024.



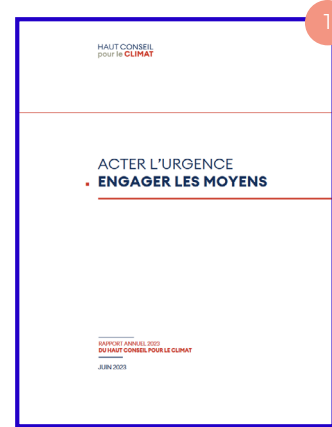


auteur **David Rongeat,** Amue

# Urgence [synthèse du dernier rapport du Haut Conseil pour le climat] La situation se dégrade



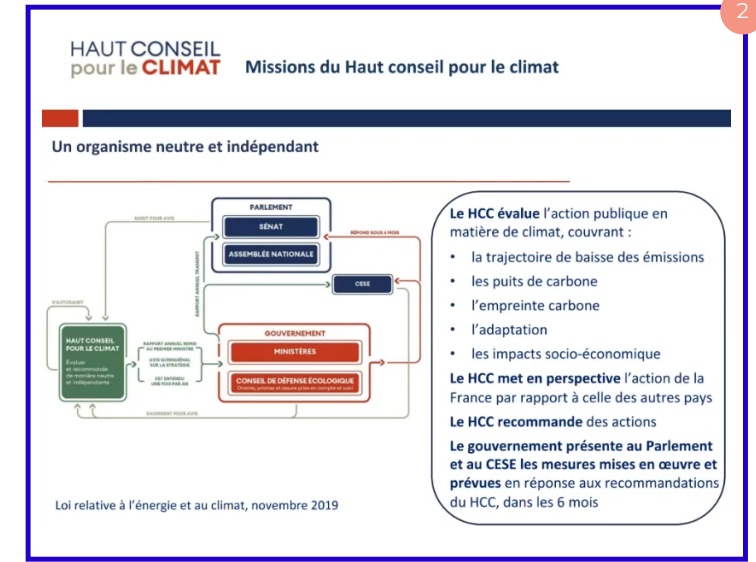
Urgence sur les sobriétés numériques !



Le Haut conseil pour le climat (HCC) est un organisme indépendant chargé d'évaluer la stratégie du gouvernement en matière de climat, et sa cohérence avec les engagements européens et internationaux de la France, en particulier l'Accord de Paris, l'atteinte de la neutralité carbone en 2050, et le respect des budgets carbone de la France.

Cet organisme neutre, créé par la loi relative à l'énergie et au climat de novembre 2019, publie régulièrement des rapports et recommande des actions. Le dernier rapport annuel, publié fin juin dernier est titré « Acter l'urgence, engager les moyens », titre qui porte bien le contenu fort de ce nouveau rapport.

## Morceaux choisis, pour une prise de conscience alarmante.



Ce rapport constate que les conséquences actuelles que subit la France (métropole et outremer) est malheureusement conforme, en 2022, aux prévisions du GIEC, avec par exemple 1,9 °C par rapport à l'aire préindustrielle : impact sur les personnes, les écosystèmes, les infrastructures, l'économie, des sécheresses, des baisses des rendements

agricole, restrictions d'eau, méga feu, surmortalité. Une projection à +2 °C à 2030 et +4 °C à horizon 2100.

Une baisse conjoncturelle des émissions de CO<sub>2</sub> due à des appels à la sobriété, un hiver doux et une baisse de l'activité du bâtiment est compensée par une hausse due au secteur des transports et une baisse des puits carbone.

Globalement, les émissions de la France dépassent son budget net carbone (émis – capté) et le rapport constate que les rythmes de baisse sont « insuffisants pour atteindre les objectifs de 2030 ». Retenons quelques points de blocage pour une baisse plus forte : augmentation du poids des véhicules, des distances parcourus, diminution trop lente de la consommation d'énergie des bâtiments, trop faible augmentation du parc d'énergie renouvelable, surmortalité des arbres, ...

Le rapport évalue l'action publique en vue d'une neutralité carbone à horizon 2050. Morceaux choisis : nombreux documents stratégiques bien cadrés mais pas toujours alignés avec les objectifs climatiques, une stratégie qui n'est pas accompagnée d'une politique économique d'ampleur suffisante et des moyens insuffisants pour accompagner les mesures. Les freins et leviers sont généralement identifiés mais non traités de manière systématique. Du côté d'une « transition juste », une politique qui pèse davantage sur les ménages modestes, surtout en période d'efforts de compensation (avec par exemple une offre inadéquate pour des véhicules à moindre émission, trop lourds et trop chers).

Globalement à l'international, le rapport alarme : les engagements actuels ne suffisent pas à limiter le réchauffement global à +1.5°/2°, les engagements volontaires des Cops ne sont pas suivis.

3 Principales conclusions du HCC

- L'adaptation en mode réactif et ponctuel prévalent aujourd'hui ne suffit pas, l'adaptation doit changer d'échelle en devenant anticipatrice, préventive et transformatrice
- Le cadre stratégique qui se construit doit être mis en œuvre de manière opérationnelle et systématique
- Il doit être accompagné d'une politique économique d'ampleur permettant de déclencher les changements nécessaires à l'atteinte des objectifs climatiques
- La dynamique internationale doit être relancée en amont de la COP28

HAUT CONSEIL pour le CLIMAT

Ci-contre les points clés des conclusions et recommandations du rapport. La réponse du gouvernement à ces recommandations est attendue dans les six mois.

Le rapport 2022 est à lire sur cette page et en 30 minutes vous pouvez en visionner une synthèse sur cette vidéo.

Face à cette tendance, ne soyons pas pressés de lire le rapport 2023.

En savoir plus

Cet article « Urgence climatique : le rapport accablant du Haut Conseil pour le climat sur le retard de la France » de Reporterre qui met en avant deux citations de Corinne Le Quéré, présidente du Haut Conseil pour le climat (HCC) :

→ Une métaphore sportive : « On a dépassé la politique des petits pas, mais on n'est pas encore au pas de course. »

→ « On constate que l'action publique n'est pas suffisante pour garantir les objectifs de 2030 ».

4 Principales recommandations du HCC

- Renforcer conjointement les dispositifs de gestion de crise et ceux de prévention
- S'appuyer sur la trajectoire de référence pour renforcer l'adaptation en France
- Prendre en compte les coûts d'adaptation pour les finances publiques et privées
- Améliorer le suivi de l'action publique d'adaptation et l'évaluation de son efficacité
- Compléter la stratégie et sa mise en œuvre opérationnelle
- Transformer l'économie
- Renforcer la portée juridique des engagements de la France au sein de la LPEC
- Préparer le processus de suivi de la SFEC
- Poursuivre la démarche d'évaluation des lois au regard du climat
- Revoir les processus de décisions afin de faciliter l'intégration des objectifs climatiques
- Consolider et mettre en œuvre les engagements existants
- Préparer la position de la France pour la COP28
- Assurer un suivi des engagements internationaux soutenus par la France
- Mettre en œuvre sans délai les nouvelles réglementations du paquet « ajustement à l'objectif 55 » de la loi européenne sur le climat
- Œuvrer à sécuriser les financements nécessaires aux actions à l'aide des leviers européens

HAUT CONSEIL pour le CLIMAT

→ Voir également les recommandations sectorielles

- 1 | Couverture du rapport de juin 2023
- 2 | Missions du Haut Conseil pour le Climat
- 3 | Principales conclusions du HCC
- 4 | Principales recommandations du HCC





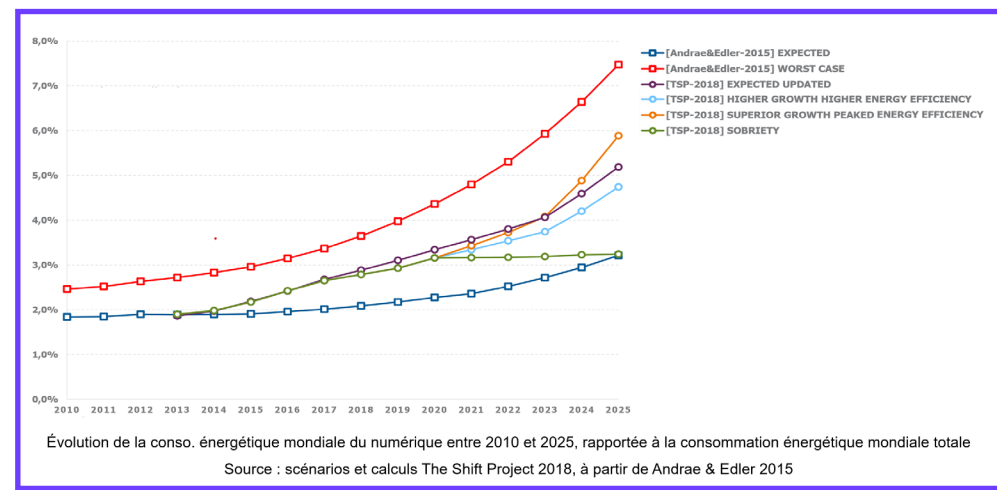
témoignage



auteur  
**Maxime Bréhin**, ingénieur, engagé pour la décroissance et la résilience locale

# Web et décroissance : viser un web stationnaire

## Miser sur l'open source, le libre et la low tech, pour pérenniser l'économie digitale.



Évolution de la consommation énergétique mondiale du numérique entre 2010 et 2025, rapportée à la consommation énergétique mondiale totale. Source : scénarios et calculs The Shift Project 2018 à partir de Andrea et Edler 2015

Et si le web venait à disparaître ? Le constat est sans équivoque : le numérique sera considéré comme une ressource critique dans moins d'une génération sans une redirection radicale<sup>1</sup>. Les projections sur l'évolution de la consommation énergétique, des infrastructures, des terminaux utilisateurs, de l'IoT (x48 entre 2010 et 2025), des données, des e-déchets (+21 % en 5 ans)... toutes anticipent une croissance importante. Le seul exemple de la consommation énergétique est flagrant : on prévoit d'ici 2050 un doublement de la consommation énergétique du numérique qui consomme déjà 10 à 15 % de l'éner-

gie mondiale<sup>2</sup>. Confronter ces données avec l'impératif de réduction des émissions de CO2e à 2°C d'ici à 2100 nous montre une incompatibilité évidente. La preuve empirique a été faite que le découplage (dissociation entre la prospérité économique et la consommation de ressources et d'énergie) est un leurre, la croissance verte et le techno-solutionnisme sont des chimères<sup>3</sup>. Dans les pays riches comme la France, la croissance ne contribue plus au bien-être depuis bientôt 50 ans, pire, elle le dégrade en créant une « misère moderne »<sup>4</sup>.

Des collectifs comme le Green IT ou encore le réseau de chercheurs internationaux D4S (Digitalization for Sustainability) expriment l'absolue nécessité d'une bascule et proposent des solutions axées sur la circularité et le bien commun<sup>5</sup>. Cela implique une rupture avec la politique économique dominante, une décroissance amenant à une économie stationnaire respectueuse des limites planétaires.

La conception matérielle, logicielle tout comme les usages du web et du numérique doivent être repensés démocratiquement pour servir la soutenabilité et l'intérêt de tous. Il nous faut viser un web stationnaire, c'est-à-dire dimensionné dans le respect des limites planétaires. La stationnarité n'impliquant pas la stagnation, l'innovation aura toujours lieu et devra servir les mêmes desseins. La technique doit donc être repensée, sa conception contrainte, son orientation revue pour répondre aux enjeux environnementaux et sociétaux.

Des standards obligatoires sur l'accessibilité et l'interopérabilité des données doivent être définis. Des lois et outils (à l'exemple de la triple-comptabilité) doivent être créés pour cesser les monopoles et aider les organisations alternatives à devenir des protagonistes sérieux de l'économie digitale. Une gouvernance internationale ambitieuse du partage des données doit permettre de restreindre et de réguler les données aggravant les risques sociaux et environnementaux. À l'inverse, l'accès aux données par les services et plateformes servant le bien commun, l'efficacité, la circularité doivent être facilités. L'open-source et les logiciels libres sont des exemples à suivre et à démocratiser, tout comme la démarche low-tech, approche d'ingénierie collaborative contrainte, circulaire, ouverte et vertueuse.

### Sources

- [Lean ICT - Pour une sobriété numérique](#), The Shift Project
- [Face au poids croissant du numérique : l'impératif de sobriété](#), Institut Rousseau
- [Matières à penser sur la sobriété](#), synthèse du séminaire 2022 de l'Académie des technologies
- [Chiffres clés de l'énergie](#) (édition 2022), Statistiques du développement durable
- [L'impact environnemental du numérique](#), France Stratégie
- [Maîtriser la consommation énergétique du numérique : le progrès technologique n'y suffira pas](#), France Stratégie
- [Introduction aux impacts environnementaux du numérique](#), CNRS

[1] [Étude de l'empreinte environnementale du numérique mondial](#), Green IT.

[2] [The political economy of degrowth](#), L'économie politique de la décroissance - Timothée Parrique.

[3] [Étude ADEME - Arcep sur l'empreinte environnementale du numérique en 2020, 2030 et 2050](#).

[4] [Changer de boussole, la croissance ne vaincra pas la pauvreté](#), Olivier de Schutter.

[5] [Digital Reset](#), D4S (Digitalization for sustainability) « Digital Reset, redirecting technologies for the deep sustainability transformation ».

[6] Andrae, A.S.G.; Edler, T. [On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030](#). Challenges 2015, 6, 117-157.

Urgence sur les sobriétés numériques !

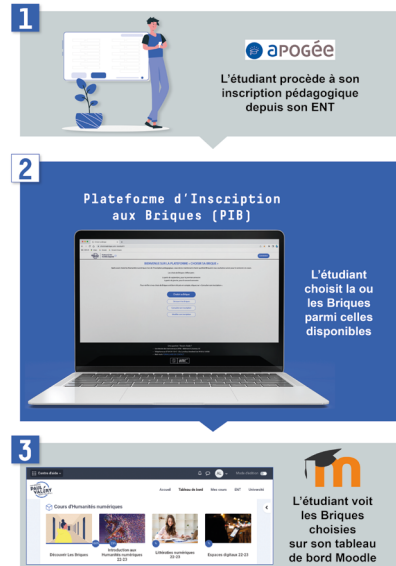




retour sur...

auteur  
**Richard Mas**, ingénieur pédagogique  
Nexus, Université Paul-Valéry Montpellier 3

## ➤ NEXUS - LA CRÉATION D'UNE PLATEFORME D'INSCRIPTION



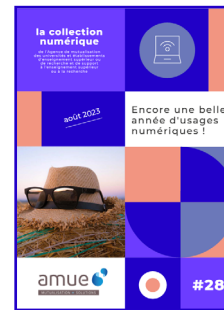
Après avoir réalisé leur inscription pédagogique, les étudiants doivent se rendre sur la PIB pour faire leur choix de Brique. La plateforme, qui communique avec Apogée, leur propose une liste de Briques personnalisée en fonction de leur inscription pédagogique, leur historique de cours suivis et des règles de restrictions posées par l'équipe.

Chaque choix de Brique par l'étudiant conduit donc à la création en base de données d'une ligne « d'historique » qui associe le nom de l'étudiant à plusieurs informations : sa Brique, l'ECUE concerné et l'année universitaire. Ainsi, il devient possible de retracer précisément les choix de Brique de chacun des étudiants et de proposer un catalogue spécifique à chaque étudiant.

Le deuxième axe intéressant de cette plateforme réside dans sa connexion à Moodle. La PIB est en mesure d'enrichir « l'historique » avec la note obtenue sur la Brique, ce qui permet de savoir si la Brique a été validée ou non. Cette fonctionnalité a constitué pour nous l'opportunité de travailler sur la remontée automatique des notes vers Apogée. Nous avons réalisé un prototype qui vient alimenter Apogée avec les informations des « historiques étudiants ». En effet, les Briques sont suivies par plus de 7 000 étudiants tout au long de l'année et cette gestion de masse nécessite d'automatiser au maximum les tâches administratives.

La PIB apporte donc deux avantages majeurs : la possibilité d'affiner le catalogue proposé à nos étudiants tout en gardant une cohérence dans l'ajustement de ce catalogue au fil du temps ; mais aussi la fluidification de la démarche de la remontée des notes.

En conclusion, cette plateforme constitue une promesse séduisante sur le plan pédao-administratif. Elle s'ancre parfaitement dans le cadre des objectifs du projet Nexus, qui vise à expérimenter, et le cas échéant, à essayer à la communauté pour faire bénéficier de ses avancées au plus grand nombre. Malheureusement, l'utilisation d'un tel outil est clairement sujette à la présence d'un développeur en interne. Pour maintenir une telle machinerie, il faut pouvoir corriger les bugs, améliorer l'outil, l'ajuster aux différents cas d'usage... Sans la présence d'un développeur, l'utilisation d'une telle plateforme est compromise.



Le projet Nexus de l'Université Paul-Valéry Montpellier 3 est l'un des bénéficiaires de l'appel à projets Nouveaux Coursus à l'Université du PIA 3. Dans ce cadre, nous avons développé sur une plateforme Moodle des modules de cours 100 % en ligne dans le champ des Humanités numériques appelés « Briques ». Ces Briques s'intègrent dans la maquette de formation de l'Université dans le cadre d'UE transversales à choix multiples, sous l'ECUE « Humanités numériques ».

Il est assez commun d'avoir à choisir parmi plusieurs ECUE dans une UE. Il est un peu plus rare d'avoir encore un choix d'enseignements sous les ECUE. Après avoir sélectionné l'ECUE Humanités numériques, les étudiants sont amenés à faire le choix de leur Brique. Mais voilà, la liste de Briques proposée aux étudiants est dynamique ! Elle doit prendre en compte des jeux de restrictions bien particuliers, mais surtout, tenir compte de l'historique des années précédentes. En effet, la liste des Briques est commune à tous les niveaux, mais elle est aussi personnalisée. Si un étudiant a suivi une Brique, il ne pourra pas à nouveau la suivre ; s'il l'a déjà suivie mais qu'il n'a pas obtenu a minima 10/20, elle pourra toutefois lui être à nouveau proposée etc.

Cette flexibilité et ces nombreux jeux de restrictions n'étant pas réalisables via Apogée, nous avons dû développer une application Web dédiée que l'on appelle « Plateforme d'inscription aux Briques » (PIB). Cette plateforme a pour premier objectif de faire la jonction entre l'inscription pédagogique et l'inscription dans la bonne Brique sur Moodle.

➤ Retour sur les usages du numérique universitaire, août 2023 : Cliquez [ici](#) ➔

Urgence sur les sobriétés numériques !



## ➤ GREEN IT DAY : L'ÉVÈNEMENT EN OCCITANIE DÉDIÉ AU NUMÉRIQUE RESPONSABLE ET DURABLE

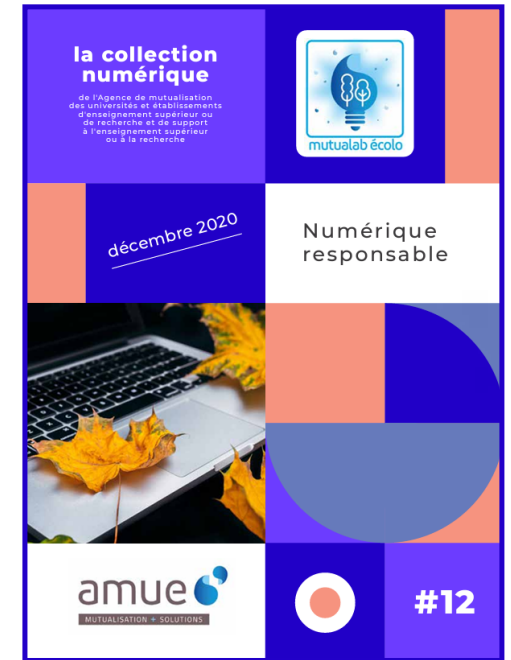
Dans un monde où le temps est plus que jamais précieux, la 9e édition de The GREEN IT Day organisée par Digital 113 nous invite cette année à ralentir ! L'Amue est [partenaire](#) de cet événement par son action au copil de l'organisation.

Placé sous le thème : « Numérique Responsable et Durable : et si nous accélérions le ralentissement ? », The GREEN IT Day est l'occasion unique de remettre en question nos pratiques, de repenser l'utilité du numérique, d'accélérer les prises de conscience et d'explorer ensemble des solutions pour façonner un avenir numérique plus responsable, où technologie et sobriété iront de pair. Ralentir, oui ! Mais pour mieux accélérer !



Replay : Cliquez [ici](#) ➔

Retour sur la collection N°12 – Numérique responsable, décembre 2020 : Cliquez [ici](#) ➔



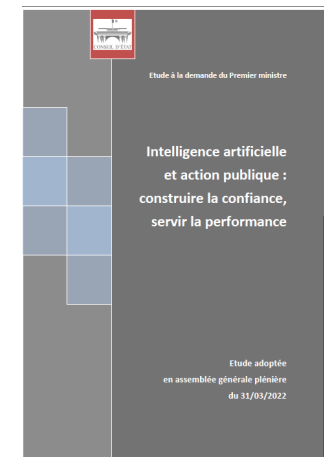
## ➤ CONSTRUIRE LA CONFIANCE ET AMÉLIORER LA PERFORMANCE : L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS L'ACTION PUBLIQUE

L'intelligence artificielle (IA) est en train de révolutionner tous les aspects de la société, y compris le service public, selon une étude récente du Conseil d'État. Les avantages potentiels de l'IA dans le secteur public sont nombreux, tels que l'amélioration de l'efficacité, de la qualité et de l'accessibilité des services. Cependant, la création d'une "IA publique de confiance" exige un cadre juridique solide et des principes clairs, notamment la primauté humaine, la transparence et la sûreté.

Bien que l'utilisation de l'IA dans l'administration soit encore expérimentale, des initiatives volontaristes ont été lancées depuis 2018. L'IA est utilisée pour la détection automatique des infractions, l'analyse de données massives, le contrôle fiscal, et bien d'autres domaines. Cela libère du temps pour les interactions humaines avec les usagers.

Mais n'oublions pas que des questions légales et de sécurité des données subsistent. L'Union européenne travaille sur une réglementation pour encadrer l'IA, mais en attendant, les collectivités locales développent leurs propres stratégies pour une utilisation responsable de l'IA, tout en veillant à prévenir les risques potentiels.

En fin de compte, l'IA dans le service public doit être un outil bénéfique pour tous, en améliorant la qualité de vie et en respectant les droits fondamentaux.

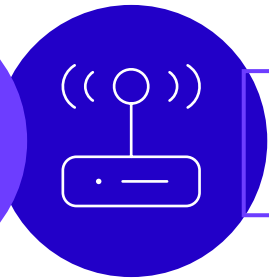
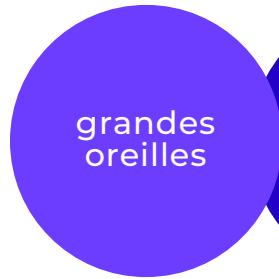


Télécharger l'étude : Cliquez [ici](#) ➔

Retour sur la collection numérique N°14 – Simplification et automatisation des démarches, d'avril 2021 : Cliquez [ici](#) ➔







auteur  
Pôle stratégie et transformation numérique, Amue

### ➤ JOURNÉE THÉMATIQUE SUR L'IA ORGANISÉE PAR LE Cume MERCREDI 22 NOVEMBRE 2023

Découvrez ou redécouvrez le CUME (Comité des Usages Mutualisés du numérique pour l'Enseignement), une association professionnelle de l'ESR dédiée à l'excellence dans l'informatique pédagogique. Sa mission ? 1/Rassembler les experts en informatique pédagogique gérant d'importants parcs informatiques, 2/Créer une communauté unie autour de l'utilisation innovante de la technologie dans l'enseignement supérieur et 3/Trouver des solutions aux défis techniques de l'enseignement numérique.

Ne manquez pas leur journée thématique passionnante : "Comment l'IA va-t-elle redéfinir notre environnement professionnel." Joignez-les au centre de conférence Coubertin du Crous de Paris, rue Jean Calvin 75005 Paris. Le programme ci-contre. Inscrivez-vous sur [ce lien](#). Une occasion incontournable pour élargir vos horizons professionnels

CUME		CUME	
Mercredi 22 Novembre 2023			
Journée Thématique Nationale			
IA : Comment l'IA va-t-elle façonner notre environnement professionnel ?			
Lieu : Crous de Paris - Centre de conférences Coubertin			
Crous de Paris - Centre de conférences Coubertin			
19h00 - 19h15 : Accueil			
19h15 - 19h45 : Ouverture de la journée et présentation de la thématique			
19h45 - 19h55 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
19h55 - 20h05 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
20h05 - 20h15 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
20h15 - 20h30 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
20h30 - 20h45 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
20h45 - 21h00 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
21h00 - 21h15 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
21h15 - 21h30 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
21h30 - 21h45 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
21h45 - 22h00 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
22h00 - 22h15 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
22h15 - 22h30 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
22h30 - 22h45 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
22h45 - 23h00 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
23h00 - 23h15 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
23h15 - 23h30 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
23h30 - 23h45 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			
23h45 - 00h00 : Présentation de la journée et présentation de la thématique			



### ➤ PLAN CLIMAT-BIODIVERSITÉ : LES JOURNÉES D'ÉTUDE INTER-MÉTIERS



Ne manquez pas les premières journées d'étude inter-métiers de l'ESR, organisées par l'AMUE et l'IH2EF du 22 au 24 novembre 2023 ! Découvrez comment mettre en œuvre le plan "climat-biodiversité et transition écologique de l'enseignement supérieur et de la recherche", mobilisez-vous et participez à l'élaboration d'un plan d'actions concret. Relevons ensemble ce défi crucial pour notre avenir ! Inscrivez-vous dès maintenant en ligne pour ne pas manquer cet événement captivant.

Cliquez [ici](#) →

### ➤ LA DÉLÉGATION EDUCAUSE #EDU23FR

Comme chaque année, la CNL, l'UNIF et le CSIESR portent l'organisation de la délégation française à la conférence annuelle d'EDUCAUSE, le plus grand rassemblement au monde d'acteurs qui fabriquent ou utilisent des technologies numériques dans l'enseignement supérieur.

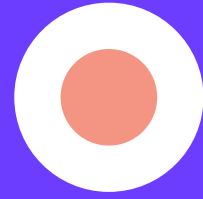


Pour cette année 2023, 9 membres la composent sur place et un membre suit la semaine suivante à distance. Les voici ici de gauche à droite : Julien Gibert (Abes), Emmanuelle VIVIER (Université de Picardie – CSIESR), John Augeri (UNIF), Thierry Koscielniak (Le CNAM - CSIESR), Eden Dahlstrom Vice-présidente (EDUCAUSE), John O'Brien Président (EDUCAUSE), Laurent Flory (CNL – CSIESR), Sylvie HAOUY (Université Côte d'Azur – CSIESR), Frédéric Habert (Nantes Université – CNL), Olivier Wong ( Université de Rennes – VP-Num) et Bruno URBERO (CNL – CSIESR). Absent sur la photo : David Rongeat (Amue), participation aux visio-conférences la semaine suivante.



#SaveTheDate : La restitution du rapport EDU23FR, leurs observations durant ce congrès et les visites d'établissements du supérieur à Chicago, se fera le 26/01/2024 matin au CNAM (informations plus précises sur les sites des organisateurs).





octobre 2023



### prochains numéros

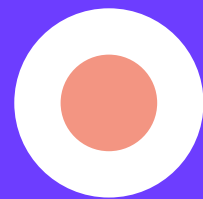
Le numéro de décembre 2023 sera consacré à l'intelligence artificielle.

À suivre dans les prochains numéros, sécurité saison 2, stratégie du numérique.



Ces sujets vous intéressent, vous avez une expérience, un point de vue à partager, vous avez une proposition de thème pour un prochain numéro : contactez l'équipe numérique de l'Amue qui est à votre écoute :

numerique@amue.fr



**amue.fr**

