



**HAL**  
open science

## Urgence sur les sobriétés numériques !

Marie-Alice Foujols, Gaël Guennebaud, Mélissa Ridel

► **To cite this version:**

Marie-Alice Foujols, Gaël Guennebaud, Mélissa Ridel. Urgence sur les sobriétés numériques !: Des méthodologies de mesures d’empreinte pour différents usages du numérique en recherche. Collection numérique de l’AMUE, Agence de mutualisation des universités et établissements d’enseignement supérieur, 2023, 29, pp.32-35. hal-04476380

**HAL Id: hal-04476380**

**<https://hal.science/hal-04476380>**

Submitted on 24 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

# 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

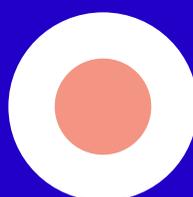


octobre 2023

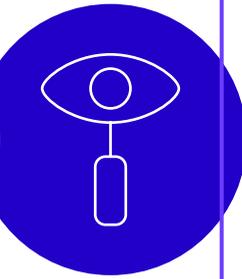
## Urgence sur les sobriétés numériques !

amue

MUTUALISATION + SOLUTIONS



# #29



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.

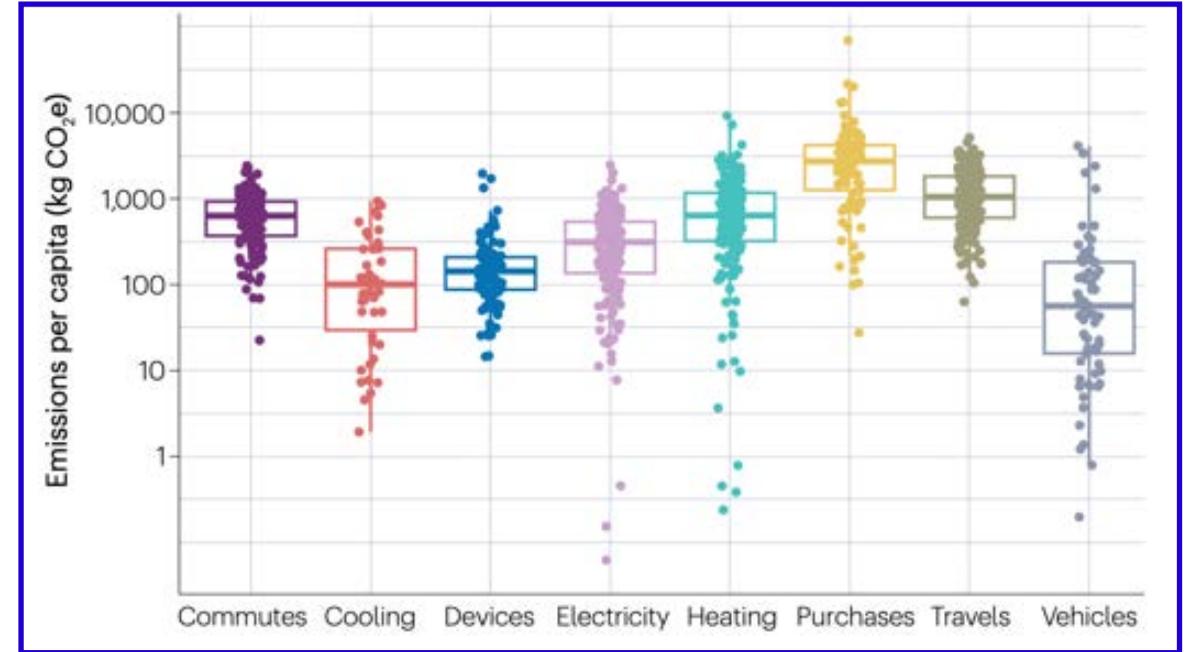
### ECODIAG - UN SERVICE OPENSOURCE D'ECOINFO

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/>

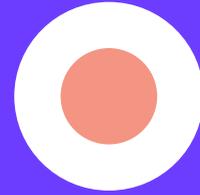
[10] <https://negaoctet.org/>

[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)





octobre 2023



### prochains numéros

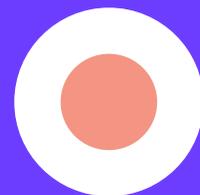
Le numéro de décembre 2023 sera consacré à l'intelligence artificielle.

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

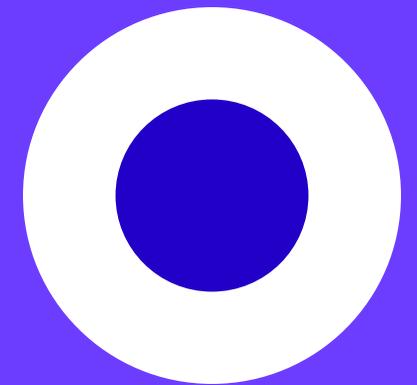


Ces sujets vous intéressent, vous avez une expérience, un point de vue à partager, vous avez une proposition de thème pour un prochain numéro : contactez l'équipe numérique de l'Amue qui est à votre écoute :

numerique@amue.fr



amue.fr



2, rue Albert Einstein - 75013 Paris  
Nos réseaux sociaux : @Amue\_com

