

# Stage de Master 2025 : Outil d'estimation rapide des impacts environnementaux des infra de calcul (HPC/IA) et stockage

**Type de stage :** Recherche ou ingénieur

**Début :** Janvier à Juin 2024

**Durée :** entre 3 et 6 mois

**Lieu :** Inria/LaBRI, Université de Bordeaux

**Encadrants :** Aurélie Bugeau (aurelie.bugeau@labri.fr), Gaël Guennebaud (gael.guennebaud@inria.fr)

**Indemnité :** ~670 € /mois

## Contexte

Le numérique serait aujourd'hui responsable de 2 à 4 % des émissions de gaz à effet de serre dans le monde [1]. Il s'agit d'un secteur en très forte croissance. Pour limiter le réchauffement climatique à 2°C et respecter les accords de Paris, il est nécessaire d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Pour un pays comme la France, cela requiert une baisse des émissions de ~6-7% par an. Pour atteindre cet objectif, des contraintes doivent et vont être imposées dans de nombreux secteurs [2,3,4]. Dans ce cadre, on peut se demander si des contraintes doivent aussi être imposées au secteur des technologies de l'information et de la communication [5]. Et si oui, quelles mesures auraient un impact réel ?

L'utilisation croissante d'IA, de simulations informatiques et de données numériques, implique une augmentation des infrastructures matérielles numériques et notamment des centres de données hébergeant à la fois des plateformes de stockage et des infrastructures de calcul haute performance (HPC). La recherche académique n'est pas épargnée par ce phénomène. Réaliser un bilan environnemental précis d'un centre de calcul ou de stockage est une opération longue et fastidieuse où, bien souvent, seulement une fraction des données nécessaires peut être récoltée.

## Objectifs

L'objectif du stage est de mettre au point des méthodologies et des outils informatiques permettant d'automatiser cet exercice d'estimation de l'empreinte environnementale d'infrastructures de calcul (HPC/IA) et de stockage. Nous nous appuyerons sur l'expérience que nous avons emmagasinée sur les infrastructures nationales du GENCI et certains meso-centres [6,7]. Plus précisément, l'idée est d'arriver à un outil prenant en entrée uniquement des données facilement accessibles de manière publique ou par les utilisateurs de ces infrastructures (ex. : pays, modèle de CPU, quantité de RAM, nombre de nœuds, etc.), et donnant en sortie un certain nombre d'indicateurs globaux (ex. consommation électrique, émissions de GES pour la fabrication et usage, etc.) sous la forme d'intervalles de confiance.

Cet outil sera décliné en une première version "automatique" permettant, par exemple, d'estimer les empreintes globales d'un ensemble de calculateurs (ex. TOP500 [8], l'ensemble des mésocentres [9], la grille du LHC [10]). Cet outil d'estimation sera couplé à un outil de présentation et visualisation interactive des résultats. Enfin, nous envisagerons également un mode "semi-automatique" permettant à l'utilisateur d'affiner certaines hypothèses.

## Profil du candidat

- Motivé, curieux, esprit critique, aime chercher des informations
- Connaissance de base en programmation

## Références

- [1] C Freitag, M Berners-Lee, K Widdicks, B Knowles, GS Blair, A Friday - The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations - Patterns - 2021
- [2] Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC)
- [3] Scénario négaWatt 2022
- [4] RTE - Futurs énergétiques 2050 : les scénarios de mix de production à l'étude permettant d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 - 2021
- [5] Proposition de loi du Sénat - Réduire l'empreinte environnementale du numérique en France - 2021
- [6] Estimation de l'empreinte carbone d'une heure de calcul sur un cœur CPU ou sur un GPU <https://labos1point5.org/les-rapports/estimation-empreinte-calcul>
- [7] Rapport MesoNET - GT GES <https://hal.science/hal-04728710>
- [8] <https://www.top500.org/>
- [9] [https://calcul.math.cnrs.fr/pages/mesocentres\\_en\\_france.html](https://calcul.math.cnrs.fr/pages/mesocentres_en_france.html)
- [10] <https://home.cern/fr/science/computing/grid>