

Quelques réflexions sur le rapport de l'optimisation à la crise environnementale

Denis Trystram¹, Jean-Marc Nicod²

¹ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Inria, Grenoble INP, LIG, Grenoble, France
denis.trystram@imag.fr

² SUPMICROTECH, CNRS, institut FEMTO-ST, F-25000 Besançon, France
jean-marc.nicod@ens2m.fr

Mots-clés : *Transition écologique, infrastructure numérique, impacts carbone de l'optimisation*

1 Numérique et crise environnementale

Les nombreux évènements climatiques extrêmes de l'été 2023 (canicules, incendies, tempêtes, ouragans, inondations) nous rappellent une fois encore la réalité de la crise climatique, cette crise n'étant que le symptôme de la crise environnementale plus globale où d'autres limites planétaires, moins visibles, sont critiques et déjà dépassées. Il y a un très large consensus, attesté en particulier par 97% des scientifiques et les derniers rapports du GIEC, que cette crise est une conséquence du développement considérable des activités humaines depuis les années cinquante du siècle dernier.

Il fait également consensus que le domaine du « numérique » (éco-système regroupant les infrastructures matérielles mettant en œuvre de l'informatique, du calcul, des objets connectés et les services associés) participe significativement aux émissions de carbone à l'origine du réchauffement. Ce domaine du numérique n'est pas facile à cerner car il apparaît partout, dilué dans la plupart des autres domaines (agriculture, transports, bâtiments, etc.). Sa contribution directe en terme d'émissions Carbone est significative (les estimations publiées récemment s'accordent pour des émissions carbone autour de 4%) avec un taux de croissance important estimé entre 6% et 9% selon les études. Le numérique a de nombreux effets indirects et effets rebonds qui sont pratiquement impossibles à quantifier.

Les domaines de la Recherche Opérationnelle, de l'optimisation et de l'apprentissage sont au cœur du numérique. Ils sont en tension entre deux positions extrêmes : d'une part, en tant qu'utilisateur de ressources de calcul importantes qui participe à la grande accélération et d'autre part, en tant que fournisseur de solutions efficaces à certains problèmes écologiques.

L'objectif de cette présentation est de développer une analyse critique de ces deux volets contradictoires à partir d'exemples concrets de l'optimisation déterministe et stochastique.

2 L'optimisation comme participant aux solutions de la crise climatique

Les exemples d'approches d'optimisation existantes qui contribuent à une solution à une question écologique ou climatique sont nombreux. Par exemple, en ciblant l'analyse d'une espèce spécifique en voie de disparition ou bien en optimisant la consommation d'énergie fossile dans les logements « passoires thermiques ».

Il existe quelques études sectorielles qui chiffrent des gains d'utilisation de technologies numériques. Par exemple, GSMA en 2019 affirme, exemples à l'appui, qu'une tonne dépensée dans les télécommunications permet d'en économiser dix dans d'autres secteurs. C'est positif, même si cette étude est questionnable car biaisée par les entreprises de la bigTech, commanditaires de l'étude. Une autre étude de GeSI estime des gains de l'ordre 15% à 20% dans le même sens. Ces rapports interrogent sur le découplage entre progrès technologique et réduction des émissions.

Illustrons ce volet sur le problème de dimensionner et piloter les data centres de façon décarbonée grâce au recours exclusif ou quasi-exclusif aux énergies renouvelables (solaire, éoliennes, batteries, Hydrogène) comme énergie primaire ou secondaire de ces data centres. Il s'agit d'introduire les contraintes liées à ces énergies dans les modèles de dimensionnement afin de comprendre si une telle infrastructure doit être élaborée pour répondre aux sollicitations des utilisateurs des data centres. Un premier retour de nos travaux montre d'ailleurs sans surprise qu'une déconnexion du réseau classique d'électricité n'est pas une option fantaisiste. Nous avons montré que la coopération entre data centres géographiquement distribués peut être vertueuse et qu'il est possible d'exploiter avantageusement les situations géographiques favorables des uns et des autres. Il est en effet peu coûteux de combattre le sur-dimensionnement de tel ou tel équipement de manière spectaculaire sans porter atteinte à la qualité du service rendu. Sur la durée, en moyenne, 30% des ressources de calcul sont utilisées, étant donnée la fluctuation des usages au cours de la journée. Une part importante de l'impact écologique du numérique étant la phase de fabrication des équipements et pas exclusivement la phase d'usage, une politique plus rationnelle de l'évolution matérielle des data centres a été également étudiée. Par ailleurs, l'optimisation de l'allocation des tâches à exécuter en fonction de la production en énergies renouvelables montre également que de nombreux leviers existent dès lors que l'on est capable de prendre en compte le caractère intermittent de ces énergies. Des incitations à décaler des travaux dans le temps ont évidemment des incidences très positives sur l'efficacité énergétique de ces centres de données grâce à un recours plus limité au stockage d'énergie. Ainsi, de nouveaux usages sont à promouvoir afin de leur permettre de rendre les services dont nous avons besoin en limitant autant que possible leur impact carbone.

3 L'optimisation et l'apprentissage comme accélérateur de la crise

De nombreuses études existent sur les mesures d'impact du numérique à partir d'analyses de cycle de vie attributionnelles classiques et d'approches globales *input-output*. Ces analyses qui portent sur des matériels et services existants nous alertent toutes sur un domaine vorace en ressources et en émissions et surtout, sur une croissance fortement exponentielle. Dans la perspective des accords de Paris, il nous faudrait réduire tous les secteurs d'un facteur 2 d'ici à 2030, ce qui est incompatible avec la croissance actuelle du secteur. Nous souhaitons dans cette présentation ouvrir le débat sur cette question souvent occultée, en nous basant une fois encore sur des travaux développés dans nos équipes au LIG et à FEMTO. Nous contribuons à évaluer et développer des outils de mesure de la consommation électrique des codes d'optimisation (notamment en apprentissage automatique) de façon à fournir aux développeurs (et aux utilisateurs) des éléments pour évaluer l'impact carbone des outils qu'ils développent. Ils peuvent ainsi interroger le rapport bénéfices/risques avant de déployer un nouvel outil ou un nouveau service. Dans ce cadre, nous avons produit une comparaison systématique multi-critères des principaux outils existants avec un système de recommandation, en incluant le coût carbone. Clairement, se reposer sur cette seule démarche n'est pas à la hauteur des enjeux écologiques négatifs car les éventuels changements de pratique induits sont en dessous du développement considérable du numérique et nécessite un temps long face à l'accélération toujours plus rapide.

4 Quelques éléments de conclusion

Il est impossible de tirer une conclusion claire des analyses contradictoires précédentes. Le constat initial sur la gravité de la crise environnementale et du rôle du secteur numérique est sans appel. Le déploiement massif du numérique et l'encouragement des politiques publiques alimentent une course à la performance. Il y a deux attitudes pour tenter de contrer cette crise : l'optimisation énergétique des services actuels et la remise en question des services eux-mêmes.

Comme nous l'avons évoqué dans ce texte, nous participons au premier volet, en étant conscient des limitations. Nous ne croyons pas en un numérique vert, il y aura toujours un coût à payer en terme de ressources et d'émissions carbone, mais il est possible a minima de le stabiliser. Il est urgent d'ouvrir dans la communauté le débat d'une redirection de nos recherches vers des approches plus sobre où l'on questionne les applications et les usages.