# Un simulateur pour une adoption de Cloud plus éco-consciente

**Evgeny Vasyuk** [1], **Arthur Vervaet** [1,2], **Mar Callau-Zori** [1], **Raja Chiky** [1]

*1. Outscale, France {prénom.nom}@outscale.com*

*2. LISITE, ISEP, Ecole d'Ingénieur du Numérique, Paris, France*

RÉSUMÉ. *Cet article présente un prototype de simulateur pour l'estimation de la consommation energétique d'un système d'information déployé dans le Cloud. L'objectif est de proposer des méthodes et des outils d'estimation comparative de différentes configurations d'un tel système. Le simulateur prend en compte la consommation électrique au repos des serveurs ainsi que la consommation électrique additionnelle générée par l'activité du système et des applications.*

ABSTRACT. *This paper presents a prototype simulator for power consumption estimation of an Information system deployed in the Cloud. The objective is to propose methods and tools for the comparative estimation of different configurations of such a system. The simulator takes into account the idle power consumption of the servers and the additional power consumption generated by the system activity and its jobs.*

MOTS-CLÉS : *simulateur; cloud; consommation d'énergie*

KEYWORDS: *simulator; cloud; energy consumption*

## 1. Introduction

Au cours des dernières années, l'informatique verte (*Green computing*) est devenue un sujet d'intérêt émergent, aussi bien dans l'académie que dans l'industrie. Plusieurs études discutent de l'impact du secteur tel que (Murugesan, Gangadharan, 2012) qui propose une analyse des bonnes pratiques et les stratégies pour répondre aux enjeux inhérents. Une étude récente (Verdecchia, Lago, Ebert, Vries, 2021) souligne entre autres les aspects suivants pour l'accélération vers une infrastructure numérique économe en énergie : 1/ **La migration vers le Cloud**, avec une réduction potentielle d'entre 80 et 90% (Verdecchia, Lago, D, 2021 ; Desjardins *et al*., 2014) ; 2/ **Associer le logiciel à son contexte d'utilisation** pour une bonne prise de décision en matière d'éco-conception. Dans la pratique, exploiter pleinement le potentiel du Cloud pour

la conception d'infrastructures numériques économe en énergie reste compliqué. Un des principaux freins étant la difficulté d'évaluer l'impact de choix de conception et d'architecture des applications qui opèrent sur un Cloud. Par exemple, une question pourrait concerner le choix entre : a/ démarrer 1 machine virtuelle (VM) avec 4 coeurs et 2 MB de RAM ou b/ 2 VMs avec 2 coeurs et 1MB chacune ?

Les simulateurs ont déjà montré leur potentiel pour l'évaluation des comportements et des choix dans de larges infrastructures distribuées (Kumar, Kumar, 2019). CloudSim (Calheiros *et al*., 2011 ; Lefebvre *et al*., 2014) fournit un environnement de simulation d'une infrastructure Cloud utilisée par les fournisseurs pour évaluer l'impact des algorithmes de load-balancing ou de scheduling. Pour l'efficacité énergétique, GreenCloud (Kliazovich *et al*., 2012) ajoute des éléments de consommation énergétique de hardware (serveurs, switches, etc.) à CloudSim. Bien que la simulation soit principalement adressée aux fournisseurs pour l'aide à la prise de décision à grande échelle, le simulateur CloudAnalyst (Wickremasinghe *et al*., 2010) étend les fonctionnalités de CloudSim pour tester des applicatifs déployés.

Aucun de ces travaux précités n'adresse tous les facteurs qui impactent la consommation énergétique des applications qui tournent sur un Cloud mais aussi le choix de la configuration des infrastructures déployées. Ce papier présente un simulateur de consommation énergétique qui permet aux clients de se projeter sur l'impact énergétique de différentes configurations. alors, tel simulateur contribué à une adoption de Cloud écoresponsable en évaluant de façon simplifiée plusieurs configurations.

La première version du simulateur, accessible en ligne, a été proposé lors d'un hackathon organisé conjointement avec l'ISEP et les entreprise OUTSCALE et Sagemcom (github.com/outscale/hackathon202210). Dans la suite de ce papier, nous introduisons le simulateur (Sec. 2) ainsi que des conclusions et perspectives (Sec. 3).

## 2. Mesurer l'impact des choix infrastructures déployées dans le Cloud

La mutualisation des ressources est un des piliers du Cloud, elle permet aux opérateurs de maîtriser leurs coûts tout en fournissant aux clients des ressources virtuelles de façon transparente. Par exemple, une machine virtuelle (VM) est un ensemble de processus qui tournent sur un serveur physique hôte; ainsi, plusieurs VMs peuvent être allouées à un même serveur physique et gérées de façon indépendante. Les ressources virtuelles ne consomment pas d'énergie en elles-mêmes, mais elles contribuent à augmenter la consommation de l'équipement physique qui les héberge.

Un des grands défis pour mesurer l'empreinte énergétique d'une infrastructure, consiste à isoler la consommation énergétique des ressources virtuelles pour fournir une vision d'ensemble au client. Cependant, pour contribuer à une conception des infrastructures Cloud plus économes en termes d'énergie, des mesures comparatives des différentes configurations sont suffisantes.

Alors, notre simulateur vise à fournir une comparaison entre différents choix de déploiements. À cette fin, il reçoit : la configuration du déploiement et la configuration

des applications (*jobs*) qui vont générer la charge de travail. D'abord, le simulateur déploie une infrastructure de type infrastructure avec l'outillage pour estimer la consommation énergétique; ensuite, le *job* s'exécute en temps réel en collectant des métriques qui serviront, enfin, pour fournir un résultat de consommation d'énergie (Fig. 1) qui sert à comparer deux déploiements différents. À titre d'exemple, le simulateur compare deux configuration de calcul de fractale, l'une qui consiste à concentrer dans une seule VM tout le traitement de calcul, et l'autre qui se fait sur 3 VMs. Le simulateur propose 8 *jobs* pour effectuer des tests, mais d'autres jobs peuvent être ajoutés.

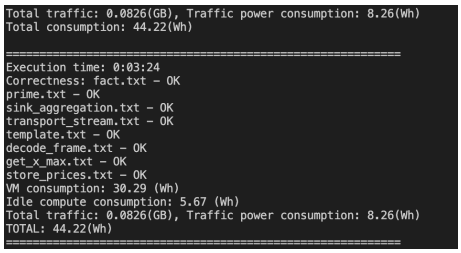


FIGURE 1.

**Le modèle énergétique du simulateur.** Dans le Cloud, les trois principaux types de ressources sont : le compute, le stockage et le réseau. Dans (Zhu *et al*., 2004) estime le stockage à 27% de consommation électrique tandis que (Heddeghem *et al*., 2014) estime le réseau à 37%. Cette variabilité pourrait s'expliquer par les infrastructures mises en place ou la charge de travail générée par les clients. Nous avons conduit une étude en OUTSCALE qui estime la distribution d'énergie à : 90% au compute, 7% au stockage et moins de 3% au réseau.

Au regard de cette distribution, le compute apparaît comme la ressource plus énergivore. Dans les modèles proposés dans l'état de l'art (Ahvar *et al*., 2019), cette consommation est imputée à deux facteurs : *énergie statique*, consommation de base indépendante de la configuration, du déploiement ou de la charge de travail et une *énergie dynamique*, consommation induite par les choix de l'infrastructure et les comportements des utilisateurs finaux. L' *énergie liée au réseau interne* dans l'infrastructure IaaS peut se calculer selon le trafic généré entre les VMs. Notre simulateur calcule une estimation de ces trois sources d'énergie grâce aux informations collectées pendant le temps de fonctionnement des *jobs* basées sur la configuration du déploiement IaaS ; le temps et d'autre mesures d'exécution ; et les informations de consommation énergétique fournies par PowerTOP (github.com/fenrus75/powertop).

**Premiers résultats comparatifs.** Les deux gagnants du Hackathon ont réussi à économiser 50% de l'énergie en utilisant des approches orthogonales : une équipe s'est concentrée sur l'optimisation de l'infrastructure en réduisant autant que possible les nombres des VMs, et l'autre équipe a opté pour une optimisation des *jobs* sans toucher l'infrastructure. Bien que ces deux approches sont intuitives pour un design moins énergivore, il n'est pas toujours possible de les appliquer de façon aussi radicale. Des approches hybrides s'imposent avec des optimisations partielles dans l'infrastructure et dans les *jobs* à faire tourner. Notre simulateur permet de donner une

perspective pour des optimisations hybrides de façon simplifiée et permet de guider les utilisateurs dans leur choix pour une éco-responsabilité numérique.

## 3. Conclusion et perspectives

Les clients du Cloud ont besoin d'outils qui leurs permettent de prendre des décisions éco-responsables de leur utilisation. Pour y contribuer, nous proposons un simulateur déployable dans le Cloud, adaptable à l'architecture des systèmes, des composants utilisés, des langages de programmation et des frameworks. Notre prototype a démontré son potentiel en mettant en évidence l'effet, ou le manque d'effet, de différents types d'optimisations. Plusieurs pistes pourront être explorées pour perfectionner le prototype : améliorer l'estimation en prenant en compte d'autres facteurs, tels que le GPU, le stockage, etc. ; ajouter des scénarios qui poussent à la recherche d'approches d'optimisation hybrides entre l'infrastructure et les jobs.

## Bibliographie


Ahvar, Orgerie, Lebre. (2019). Estimating energy consumption of cloud, fog and edge computing infrastructures. *IEEE Transactions on Sustainable Computing*.

Calheiros, Ranjan, Beloglazov, AF D. R., Buyya. (2011). Cloudsim: a toolkit for modeling and simulation of cloud computing environments and evaluation of resource provisioning algorithms. *Software: Practice and experience. Wiley Online Library*.

Desjardins, Ang, Lu. (2014). *Cloud computing growth-visual capitalist.*

Heddeghem V., Lambert, Lannoo, Colle, Pickavet, Demeester. (2014). Trends in worldwide ICT electricity consumption from 2007 to 2012. *Computer Communications*.

Kliazovich, Bouvry, Khan. (2012). Greencloud: a packet-level simulator of energy-aware cloud computing data centers. *The Journal of Supercomputing*.

Kumar, Kumar. (2019). Issues and challenges of load balancing techniques in cloud computing: A survey. *ACM Computing Surveys*.

Lefebvre, Kumar, Chiky. (2014). Simizer: Evaluating consistency trade offs through simulation. In *PaPEC'14.*

Murugesan, Gangadharan. (2012). Green IT: an overview. *Harnessing green IT: Principles and practices*.

Verdecchia, Lago, D V. (2021). LEAP technology landscape: Trends and scenarios. *Persistent URL: https://tinyurl. com/leapLandscape. Accessed*.

Verdecchia, Lago, Ebert, Vries D. (2021). Green it and green software. *IEEE Software*.

Wickremasinghe, Calheiros, Buyya. (2010). Cloudanalyst: A cloudsim-based visual modeller for analysing cloud computing environments and applications. In *AINA'10.*

Zhu, M D., Devaraj, Li, Zhou, Cao. (2004). Reducing energy consumption of disk storage using power-aware cache management. In *HPCA'04.*