



TITRE DE LA THESE: GREENTIC : Green for Ethical Technologies In the Cloud

Direction de thèse : Jean-Marc Menaud, David Bromberg (IRISA)

Co-encadrant·es : Djob Mvondo (IRISA)

Laboratoire(s) :

LS2N

Equipe(s) de recherche : STACK

Département(s) IMT Atlantique :

DAPI

S'agit-il d'une thèse en cotutelle internationale ?

~~Oui~~ Non

Si oui, organisme avec lequel la cotutelle est envisagée :

Le sujet proposé présente-il un caractère interdisciplinaire ?

~~Oui~~ Non

Si oui, expliquer brièvement pourquoi (2 ou 3 lignes) :

La source du co-financement est-elle identifiée ?

Oui ~~Non~~

Si oui, préciser quel co-financement est envisagé : Projet ANR IRISA – Université de Rennes

Autres informations :

Informations utiles que vous souhaiteriez communiquer (si pertinent) : Co-direction de thèse IRISA-LS2N

La thèse s'inscrit dans le thème sobriété numérique dans lequel l'école, le laboratoire et l'équipe est engagé. Elle fait suite aux nombreux travaux dans le domaine et vient en complément des actions en cours comme le CPER Samurai (utilisé pour les tests) et le PEPR Cloud – CareCloud. Cette thèse en rupture nous permettra d'exploiter les nouvelles architectures matérielles pour proposer une solution optimale quant à la maîtrise énergétique des centres de données. Une candidate est déjà identifiée pour cette thèse, candidate actuellement en stage de M2 avec Jean-Marc Menaud à l'IMT Atlantique.

Contexte ou état de l'art scientifique :

Avec le *cloud computing* devenant de plus en plus attrayant (456,05 milliards de dollars de revenus en août 2022), l'énergie utilisée par les centres de données à travers le monde a considérablement augmenté ces dernières années, atteignant jusqu'à 4 % de la consommation énergétique totale de la Terre en juin 2022 (2 à 3% pour la France). Dans un effort de réduction d'énergie utilisée par un serveur, les fondeurs tels qu'Intel et AMD ont introduit différents modes de fonctionnement au sein des cœurs d'exécution de leurs processeurs. Ces cœurs peuvent avoir différents modes d'exécution avec des fréquences associées, caractérisées par leurs niveaux de performance. Par exemple, certains cœurs Intel ont des modes {P,E,C} où le P représente les performances - favorisant les performances au détriment de la consommation d'énergie accrue, tandis que le C représente le repos - faible performance (ou même inactif) pour économiser de l'énergie. Passer d'un mode à un autre est possible grâce à des interfaces fournies par les fabricants de matériel, exploitées par un composant spécifique dans les systèmes d'exploitation appelé gouverneur. Un gouverneur est chargé de déclencher des changements de mode du CPU en fonction de la charge du système et d'algorithmes prédéfinis favorisant les performances ou les économies d'énergie. Plusieurs travaux de recherche et rapports industriels ont montré comment les gouverneurs peuvent être utilisés pour améliorer les applications sur les systèmes d'exploitation tout en réduisant la consommation d'énergie, notre approche orientée disponibilité énergétique reste sans équivalent. En effet, nous souhaitons que le serveur et par extension le centre, exploite au mieux une alimentation énergétique à base d'énergie renouvelable et donc intermittente.

Objectifs de la thèse :

Dans les centres de données, la virtualisation est massivement utilisée pour garantir l'efficacité de l'utilisation des ressources et imposer leur isolation. Concrètement, les fournisseurs de Cloud utilisent des unités d'isolation spécialisées telles que les machines virtuelles (VM) ou les microVM (comme les microVM d'Amazon avec Firecracker ou les katacontainers) comme environnement d'exécution en fonction des besoins en isolation et en réactivité. Cependant, les VM sont perçues comme des boîtes noires par le système de virtualisation hôte, elles sont toujours considérées comme en cours d'exécution même si les processus à l'intérieur sont inactifs (en attente d'un événement, en pause ou arrêtées). Cela entraîne une comptabilisation incorrecte de la charge sur le serveur et amène le CPU à passer à un état qui utilise plus d'énergie que nécessaire, ce qui entraîne un gaspillage d'énergie, d'autant plus conséquent si l'on considère la taille du centre de données dans son ensemble. A titre d'exemple, des fournisseurs de cloud comme Amazon (AWS), Microsoft (Azure), ou Google (GCP) gèrent des millions de VMs dans leurs centres de données.

En conséquence, l'objectif du projet GREENETIC est de concevoir des gouverneurs intelligents capable de résoudre la gestion sous-optimale de l'énergie des VM inactives dans les centres de données. Le premier objectif de GREENETIC est d'identifier les périodes d'inactivité des VM, et de ne pas prendre en compte cette période d'inactivité dans le calcul du mode d'exécution du CPU à utiliser. Le deuxième objectif est d'étudier des actions à mettre en œuvre concernant la VM ; soit arrêter ou migrer la VM ou la maintenir en mode dégradé pour lui permettre une reprise d'activité immédiate. Le troisième objectif sera de prendre en compte la disponibilité énergétique.

En profilant plusieurs scénarios où les VM sont inactives, nous visons à identifier des modèles à base de Machine Learning (ML) qui guident : (i) l'identification d'une entrée d'état d'inactivité et d'une sortie d'état d'inactivité qui peuvent induire en erreur le gouverneur tout en minimisant les faux positifs, (ii) les actions les plus adéquates à entreprendre (arrêt, migration, veille/mode dégradé). En d'autres termes, le projet GREENETIC permettra notamment d'améliorer la compréhension théorique des effets des VM inactives sur le gouverneur hôte (et la consommation électrique de l'hôte).

À notre connaissance, le projet GREENETIC est le premier à aborder ces questions.

Compétences attendues du ou de la candidat·e :

Lister les principales compétences nécessaires pour ce sujet de thèse.

Système, GreenIT, cloud, virtualisation, machine learning