

PROPOSITION DE SUJET POUR UN CONTRAT DOCTORAL

<p>Laboratoire : L3i (Laboratoire informatique image interaction)</p>
<p>Titre de la thèse : Optimisation de la Gestion des Données dans le Continuum Edge-Fog-Cloud pour les Villes Intelligentes via une Méthode Basée sur l'Apprentissage par Renforcement Profond.</p>
<p>Direction de la thèse <i>directeur-trice-s (grade, HDR) et éventuels co-directeur-trice-s</i></p> <ul style="list-style-type: none">• M. GHAMRI-DOUDANE Yacine (Professeur des universités, directeur de thèse)• M. NAAS Mohammed Islam (Maître de conférences, encadrant)• M. DAVY Alan (Enseignant-chercheur à la South-East Technological University à Waterford, encadrant)
<p>Adéquation scientifique avec les priorités de l'établissement</p> <p>Le présent projet s'inscrit dans le cadre du volet "transition numérique" de l'Institut LUDI (Littoral Urbain Durable Intelligent), plus précisément autour des problématiques liées à la "Gestion et gouvernance des données". En effet, l'objectif du LUDI est de faciliter une gestion intelligente, qui soutient l'analyse de données diverses et les processus décisionnels, en tenant compte de flux de données hétérogènes, non nécessairement structurés et de qualités variables provenant de diverses sources (multimodalités). Cela vise notamment à soutenir des politiques publiques cohérentes en s'appuyant sur des données scientifiques. Ces contenus sont spécifiques aux comportements et aux trajectoires observées à différentes échelles temporelles et spatiales dans les territoires et les communautés humaines, via des capteurs physiques ou des sondes logicielles.</p> <p>L'approche préconisée dans ce contexte, est également celles des projets « La Rochelle Territoire Zéro Carbone (LRTZC) » et « Urban & Coastal Lab of La Rochelle Université (UCLR) ». Nous nous intéressons, dans ce cadre, plus spécifiquement à la mise en œuvre d'infrastructures numérique de nouvelle génération pour la collecte, le stockage et le traitement des données des villes littorales intelligentes, tout en adoptant des principes de frugalité et de responsabilité sociétale et environnementale, pour le support des services numériques requis dans ces villes.</p>
<p>Descriptif du sujet <i>(enjeux scientifiques, applicatifs, sociétaux...)</i></p> <p>La transition vers des villes intelligentes est devenue une priorité mondiale pour répondre aux enjeux environnementaux et de décarbonation de nos pratiques mais aussi afin d'améliorer la qualité de vie des citoyens. Cependant, ces initiatives sont souvent confrontées à des défis complexes, notamment la réduction de l'empreinte carbone des services numériques nécessaires à la mise en place de ces villes intelligentes, en plus des problématiques inhérentes à la mise en place de ces infrastructures numériques, à savoir : la gestion de (i) la diversité des services lesquels sont contraints et interconnectés, (ii) des performances hétérogènes des systèmes, (iii) de l'aspect dynamique des infrastructures déployées et (iv) des données potentiellement massives générées. Pour adresser ces défis, il est essentiel de s'éloigner de l'approche centrée uniquement sur le Cloud et d'adopter plutôt un continuum de calcul, allant du plus proche (Edge) au plus éloigné (Cloud), en incluant la couche intermédiaire intégrée au réseau (Fog), le tout étant considéré comme une infrastructure unique pour le déploiement des services des villes intelligentes dès la phase de conception.</p> <p>L'apprentissage par renforcement profond (Deep Reinforcement Learning ou DRL en anglais) est une méthode d'apprentissage automatique qui vise à apprendre des comportements optimaux en interagissant avec l'environnement étudié. L'utilisation de l'apprentissage par renforcement profond peut être particulièrement adaptée pour la gestion des ressources de calcul et de stockage de données dans le continuum de calcul Edge-Fog-Cloud. En effet, les environnements Edge et Fog peuvent être très dynamiques et complexes, avec des demandes de traitement de données qui varient constamment. Dans ce contexte, les méthodes d'optimisation classiques peuvent rencontrer</p>

des difficultés à s'adapter rapidement aux changements d'environnement et peuvent manquer de flexibilité pour répondre à des demandes de traitement de données fluctuantes.

L'utilisation de l'apprentissage par renforcement profond pour la gestion des traitements et des données de la ville intelligente permet de considérer simultanément divers objectifs, tels que l'amélioration des performances des services tout en réduisant la consommation d'énergie. Grâce à son algorithme d'apprentissage, il est en mesure de trouver un équilibre entre ces objectifs contradictoires (par exemple, la minimisation de la consommation énergétique et l'augmentation des performances) en explorant différentes stratégies et en « apprenant » les décisions à prendre à partir des expériences acquises dans l'environnement Edge-Fog-Cloud. Cette capacité d'apprentissage autonome est cruciale pour améliorer progressivement et continuellement les performances du modèle de gestion des ressources au fil du temps, en prenant en compte les variations des demandes de traitement de données et en s'adaptant rapidement aux changements environnementaux.

Contexte partenarial (cotutelle internationale, EU-CONEXUS, partenariat avec un autre laboratoire, une entreprise...)

- La thèse s'effectuera en partenariat EU-CONEXUS avec le Walton Institute for Information and Communication Systems Science, de la South-East Technological University (SETU) à Waterford (Irlande).
- La thèse sera co-dirigée par M. Alan Davy, enseignant-chercheur à la SETU, expert reconnu dans le domaine des infrastructures numériques de nouvelle génération.
- La possibilité d'une cotutelle est en cours de l'étude.

Impacts (scientifiques, technologiques, socio-économiques, environnementaux, sociétaux...)

La problématique de la gestion des ressources de traitement et de données dans les villes intelligentes s'inscrit dans un contexte socio-économique en constante évolution.

Les villes intelligentes sont devenues une réponse aux défis posés par l'urbanisation croissante, la demande croissante de services urbains et la nécessité de réduire l'impact environnemental, mais également la résistance face aux risques littoraux pour les villes littorales.

La question de l'empreinte carbone des villes est une préoccupation majeure en raison de l'urgence climatique. Les villes sont responsables d'une part importante des émissions de gaz à effet de serre, principalement liées à la consommation d'énergie. Réduire l'empreinte carbone des villes est donc devenu un objectif clé pour atteindre la durabilité environnementale et répondre aux engagements internationaux en matière de lutte contre le changement climatique. Le numérique doit être une solution pour cela et non une source supplémentaire d'émissions carbone.

Dans ce contexte, la gestion efficace des ressources de traitement et de données dans les villes intelligentes peut contribuer à réduire l'empreinte carbone en optimisant l'utilisation de l'énergie et en favorisant des pratiques plus durables. Cela permettrait non seulement de répondre aux défis environnementaux, mais aussi d'améliorer la compétitivité économique des villes, d'attirer des investissements verts et de favoriser une meilleure qualité de vie pour les citoyens.

Programme de travail du doctorant (tâches confiées au doctorant)

Calendrier de réalisation

Chronologiquement, le plan de travail serait le suivant :

PREMIÈRE ANNÉE

Tâche 1 : Analyse des besoins des services de la ville pour identifier les types de traitement nécessaires et les contraintes associées

Tâche 2 : État de l'art sur les différents aspects liés au sujet de thèse

Tâche 3 : Conception d'une architecture de traitement basée sur le continuum Edge-Fog-Cloud

DEUXIÈME ANNÉE

Tâche 4 : Construction du modèle de prédiction des zones de défaillance

Tâche 5 : Conception d'un modèle de placement des données basé sur l'apprentissage par renforcement profond

Tâche 6 : Évaluation de la performance de l'architecture de traitement et du modèle de placement

TROISIÈME ANNÉE

Tâche 7 : Conception d'une plateforme expérimentale pour tester et évaluer la solution de la gestion des données proposée

Tâche 8 : Rédaction du manuscrit de thèse et soutenance

Accompagnement du doctorant / Fonctionnement de la thèse (*accompagnement humain, matériel, financier, en particulier pour la prise en charge du fonctionnement de la thèse et des dépenses associées*)

Accompagnement Humain : L'encadrement de la thèse sera assuré par le Pr. Ghamri, expert reconnu dans le domaine de la gestion des données pour les villes intelligentes, et sera co-encadré par M. Naas, Maître de Conférences à l'Université de La Rochelle et par M. Davy, Enseignant-chercheur à la SETU en Irlande. Ces encadrants apportent une expertise approfondie dans les divers axes abordés par la thèse, assurant ainsi une guidance précise et complète tout au long du projet doctoral. Le Pr. Ghamri, M. Naas et M. Davy superviseront régulièrement les avancées du doctorant, offrant des conseils éclairés et contribuant à la réussite de la recherche. Des réunions périodiques seront organisées pour discuter des progrès, des défis et des orientations futures de la thèse, favorisant ainsi un environnement propice à la croissance académique du doctorant.

Accompagnement Matériel : Le laboratoire L3i et l'équipe eAdapt disposent de ressources financières suffisantes pour permettre l'accompagnement du fonctionnement de la thèse (acquisition d'équipements informatiques essentiels, participation aux conférences pour présentation d'articles, formation doctorale, ...). Par ailleurs le laboratoire dispose de ressources de calculs (CPU et GPU) ainsi que de plateformes matérielles (IoT et réseau privé 5G) dont le doctorant pourra bénéficier pour aider à la réalisation de ses travaux de thèse.

Par ailleurs, le doctorant bénéficiera d'un accès privilégié aux ressources documentaires en ligne fournies par la bibliothèque de l'université, facilitant ainsi ses travaux de recherche et contribuant à l'enrichissement de ses connaissances dans le domaine de ses recherches.

Toutes ces ressources permettront ainsi au doctorant de disposer d'un environnement de travail optimal pour mener à bien ses recherches.