FICHE DESCRIPTIVE (3 pages maximum*) – annexes autorisées (pdf)

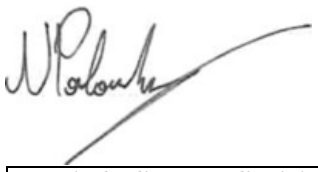
Catégorie demande	☒contrat doctoral 100 % ☐contrat doctoral 100 % situation handicap (compléter et joindre le dossier de candidature joint) ☐ contrat doctoral 50 %
Si demande effectuée sur l'appel Contrats Doctoraux Ordinaires (ED SPI.bzh, S3M, Matisse) indiquez-le	☒contrat doctoral 100 % ☐contrat doctoral 50 %
Si cofinancement nature du cofinancement**	
Titre du sujet de thèse	Energy- and Network-Aware Orchestration of Serverless Applications Across the Cloud–Edge Continuum
Acronyme	
Composante/équipe	☐Inst. FOTON ☐IETR ☐ISCR-CSM ☒IRISA ☐ISCR-CM ☐IRMAR ☐ISCR-OMC ☐LGCGM ☐LFPC ☐MECAPROCE
Direction de la thèse/Codirection (HDR)	Nikos Parlavantzas, Maître de conférences HDR, INSA Rennes
Co-encadrement	François Lemercier, Maître de conférences, Université de Rennes
Partenaires impliqués	
Cotutelle / co-direction internationale envisagée* ?	
Description des objectifs scientifiques du projet de thèse	Modern data-intensive applications, such as AI-driven Internet of Things (IoT) applications, require efficient processing of large-scale data generated at the edge of the network. The current trend leans towards deploying such applications closer to data sources along the cloud-edge continuum, ensuring lower latency, reduced bandwidth use, and energy efficiency. A promising model for developing and deploying applications on the cloud-edge continuum is serverless computing, and in particular the Function-as-a-Service (FaaS) model. In the FaaS model, applications are built as dynamic compositions of functions that can be flexibly scaled and migrated along the cloud-edge continuum to optimise application objectives. Although applying the FaaS model to such applications is gaining increasing research attention, much further research is needed before practical, efficient solutions begin to emerge. Indeed, managing complex, data-intensive FaaS applications across the cloud-edge continuum poses significant challenges. First, energy efficiency becomes a critical constraint at the edge, where nodes often operate under limited power budgets. Existing orchestration solutions prioritise performance and cost but lack mechanisms to account for energy consumption when placing, scaling, or migrating functions. Second, the performance of FaaS applications strongly depends on the allocation of network resources and on networking overheads. Despite this dependency, network-aware optimisation remains largely unexplored for FaaS deployments across the cloud–edge continuum. Third, FaaS applications require cost-effective and efficient mechanisms for exchanging data among functions. Cloud-based storage services, such as S3 from AWS, impose delays and

	incur operational costs, while edge-based services suffer from scarce bandwidth and limited resources. This thesis will explore methods and tools for energy- and network-aware orchestration of data-intensive serverless applications across the cloud–edge continuum. Specifically, the thesis will develop intelligent management policies that jointly optimize performance and energy consumption under dynamic workloads in large-scale heterogeneous, cloud-edge environments. The work will include developing network management mechanisms for optimising latency and bandwidth as well as data management mechanisms for optimizing data exchange. The work will build upon and extend a framework for placing FaaS applications in fog environments, under development in the Magellan team. Additionally, the work will leverage complementary research within the team on using reinforcement learning to develop a FaaS control plane that jointly optimises latency and energy reduction objectives. The results will be evaluated through the deployment of various AI-based applications in both the Grid'5000 testbed and a fog infrastructure dedicated to environmental monitoring located at the Beaulieu campus.
Positionnement thématique scientifique INSA	**☐ Matériaux, composants et procédés pour une énergie et une production industrielle soutenables /durables** **☐ Technologies pour la santé, le bien-être et qualité de vie** **☒ Numérique et communications sécurisés et responsables**
Adéquation du projet avec le critère 1	**(stratégie établissement)** La thèse proposée s'inscrit pleinement dans l'objectif n°2 de la feuille de route stratégique de l'INSA Rennes, qui vise à « apporter des réponses aux enjeux écologiques et sociétaux par une recherche interdisciplinaire articulant sciences, technologies, société et environnement ». En effet, elle porte sur la conception et l'optimisation de systèmes numériques distribués sobres, en particulier dans des environnements fog et edge. La thèse contribue également à l'objectif n°1, qui vise à « concevoir un nouveau modèle de formation des ingénieurs répondant aux enjeux écologiques et sociétaux », à travers une articulation étroite entre recherche et pédagogie. Les travaux sur lesquels la thèse s'appuie sont en effet déjà mobilisés pour enrichir la formation des étudiants de l'INSA Rennes dans le cadre du projet pédagogique MYCELIUM, qui associe chaque année des étudiants de 4INFO, des doctorants de l'IRISA et des chercheurs de l'OSERen (Observatoire des sciences de l'environnement de Rennes). Ce projet repose sur le déploiement d'un réseau de capteurs IoT collectant des données environnementales sur le campus, offrant ainsi un support concret de formation par la recherche et d'apprentissage par projet. Les travaux contribuent aux deux objectifs suivants du domaine d'innovation stratégique "Économie Numérique Sécurisée et Responsable" de la stratégie S3 de la Région Bretagne: (1) faire émerger des projets en matière d'exploitation de données environnementales ; (2) réduire la consommation énergétique des composants matériels et logiciels qui constituent les briques fonctionnelles des réseaux de communication, des objets connectés comme des applications. En effet, la solution développée dans le cadre de la thèse sera évaluée à travers le cas d'usage MYCELIUM reposant sur une infrastructure fog pour collecter et traiter des données environnementales.

Adéquation du projet avec le critère 2	**(Qualité de l'encadrement et de l'environnement de recherche)** Le projet s'inscrit au cœur de l'équipe-projet INRIA/IRISA MAGELLAN. MAGELLAN développe des recherches sur les infrastructures informatiques décentralisées, responsables et fiables, avec un accent scientifique sur le continuum cloud–edge, l'optimisation de systèmes distribués et l'intégration de ressources hétérogènes (cloud, fog, edge, IoT, HPC) dans des environnements réels et simulés. MAGELLAN est activement engagée dans des projets nationaux et européens structurants (PEPR Cloud, IPCEI-CIS) visant à produire des plateformes et outils interopérables pour l'interconnexion et l'orchestration de services distribués à grande échelle, ainsi qu'à minimiser l'impact énergétique des systèmes distribués. L'environnement de recherche de l'équipe MAGELLAN offre un encadrement scientifique stable, des collaborations interdisciplinaires et un réseau solide d'acteurs académiques et industriels, garantissant une supervision de qualité et un cadre propice au développement de travaux à la frontière des systèmes distribués, de l'edge computing et du HPC.
Adéquation du projet avec le critère 5	**(Lien avec les objectifs de responsabilités sociétales et développement durable)** Le but de la thèse proposée est de réduire la consommation énergétique des systèmes déployés sur le continuum cloud-edge. De ce fait, les travaux de la thèse contribuent directement à l'ODD 12 (Objectif de Développement Durable) qui concerne la consommation et la production responsables.
Autres informations utiles (planning envisagé…) - **Pièces jointes autorisées**	

* ***joindre justificatifs associés***

Je déclare exactes toutes les informations contenues dans ce document
Date et signature du responsable scientifique du projet : 2/2/2026



Classement du responsable de composante

Avis du directeur d'unité : Date et signature :	Avis du responsable de composante : Date et signature :