



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

*Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que*

**Mr TALHA Adnane**

**Soutiendra : le Samedi 14/10/2023 à 10H00**

**Lieu : FSDM – Centre Visioconférence**

*Une thèse intitulée :*

**L'ordonnancement des workflows scientifiques dans un environnement de cloud computing à base des algorithmes heuristiques et méta-heuristiques**

*En vue d'obtenir le Doctorat*

**FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication**

**Spécialité : Informatique**

*Devant le jury composé comme suit :*

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr. LAMRINI Mohammed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr. BERRADA Ismail	Université Mohammed VI Polytechnique, Ben guérir	PH	Rapporteur & Examineur
Pr. EL KAMILI Mohamed	Ecole Supérieure de Technologie, Casablanca	PES	Rapporteur & Examineur
Pr. BALBOUL Younes	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Fès	PH	Rapporteur & Examineur
Pr. ZINEDINE Ahmed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Examineur
Pr. FARDOUSSE Khalid	Faculté Chariaa, Fès	PH	Examineur
Pr. CHERKAOUI MALKI Mohammed Ouçamah	Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès	PES	Invité
Pr. BOUAYAD Anas	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PH	Directeur de thèse



## Résumé :

Aujourd'hui, Les plateformes IaaS (Infrastrure as a Services) proposés par les fournisseurs du service cloud computing deviennent l'environnement adéquat pour exécuter les applications scientifiques et plus précisément les applications de type workflows scientifiques. Plusieurs applications peuvent être modélisables sous forme de workflows scientifiques. Le défi majeur pour ce type de plateforme est l'ordonnancement efficace des différentes tâches qui composent le workflow, toute en gardant un meilleur compromis entre le temps total d'exécution d'un workflow (makespan), le cout total d'exécution ainsi qu'une gestion optimale des ressources virtuelles. Dans ce travail de thèse, nous proposons plusieurs méthodes visant à améliorer l'ordonnancement d'une liste de tâches constituant un workflow en utilisant des approches hybrides basées sur les algorithmes heuristiques et méta-heuristiques.

La première méthode hybride proposée nommée (OBLPFA) qui rassemble deux algorithmes puissants. Le premier est l'algorithme d'optimisation Pathfinder (PFA), le deuxième est la méthode d'apprentissage basé sur l'opposition (OBL). La technique emploie l'algorithme (OBL) pour initialiser la population d'individus de l'algorithme (PFA) et pour augmenter sa diversité, afin de générer une planification optimale. La technique produit un meilleur équilibre entre la phase d'exploitation et d'exploration de l'algorithme (PFA). Dans la deuxième contribution de notre thèse, nous avons suggéré d'attribuer les tâches aux machines virtuelles en employant l'algorithme hybride (PEFT-AHA), ce qui réduit le temps et le coût d'exécution global tout en équilibrant la charge. L'algorithme multi-objectif développé dans cette étude combine deux algorithmes très connus (PEFT) et l'algorithme artificiel de colibri (AHA). La troisième contribution nommée (CO-DWO) génère une nouvelle population d'éléments en utilisant l'algorithme Chaos-OBL afin de converger vers l'optimums globale et d'améliorer la diversité de la population des individus. Ensuite, l'algorithme des mangoustes naines développé récemment (DWO) choisit l'ordonnancement idéal des tâches qui forment le workflow. Enfin dans une dernière contribution, Nous avons choisi de combiner la capacité et la simplicité de l'algorithme heuristique (PPTS) avec une version améliorée de l'algorithme évolutionnaire essais des particules (PSO) en cherchant un meilleur équilibre entre les deux mécanismes de recherche : la phase d'exploration et la phase d'exploitation. Ce mélange nous a permis d'obtenir une solution hybride visant d'optimiser et d'accélérer le processus de l'opération d'ordonnancement, et par conséquent produire les meilleurs résultats en termes de temps de calcul et de coût. Nos approches proposées ont été évaluées à travers des études expérimentaux en employant des workflows scientifiques de différent domaines, tel que Montage, Cybershake et inspiral, et comparés avec les dernières meilleurs techniques existantes dans la littérature.

**Mots clés :** Cloud Computing, ordonnancement des tâches, Workflow scientifique, algorithmes Heuristiques, algorithmes Méta-heuristiques, Pathfinder algorithme, Algorithme artificiel de Colibri, Algorithme des Mangoustes naines, Optimisation par essaim des particules, PEFT, PPTS, OBL.



## Scientific workflows scheduling for cloud computing environment using hybrid heuristics and metaheuristics algorithms

### Abstract :

Today, Infrastructure as a Service (IaaS) platforms offered by cloud computing service providers are becoming the ideal environment for running scientific applications, and more specifically scientific workflow-type applications. Several applications can be modelled in the form of scientific workflows. The major challenge for this type of platform is the efficient scheduling of the different tasks that make up the workflow, while maintaining a better compromise between the total execution time (makespan), the total execution cost and optimal management of virtual resources. In this thesis, we propose several methods for improving the scheduling of a list of tasks making up a workflow using hybrid approaches based on heuristic and meta-heuristic algorithms.

The first hybrid method proposed is called (OBLPFA), which brings together two powerful algorithms. The first is the Pathfinder Optimization Algorithm (PFA), the second is the Opposition-Based Learning (OBL) method. The technique uses the (OBL) algorithm to initialize the (PFA) algorithm's population of individuals and to increase its diversity, in order to generate optimal planning. The technique produces a better balance between the exploitation and exploration phases of the (PFA) algorithm. In the second contribution of our thesis, we suggested allocating tasks to virtual machines using the hybrid algorithm (PEFT-AHA), which reduces the overall execution time and cost while balancing the load. The multi-objective algorithm developed in this study combines two well-known algorithms (PEFT) and the artificial hummingbird algorithm (AHA). The third contribution named (CO-DWO) generates a new population of elements using the Chaos-OBL algorithm in order to converge towards the global optima and improve the diversity of the population of individuals. Then, the recently developed dwarf mongoose algorithm (DWO) chooses the ideal scheduling of the tasks that form the workflow. Finally, in a last contribution, we chose to combine the capacity and simplicity of the heuristic algorithm (PPTS) with an improved version of the particle swarm evolutionary algorithm (PSO) by seeking a better balance between the two search mechanisms: the exploration phase and the exploitation phase. This mix has enabled us to obtain a hybrid solution aimed at optimizing and accelerating the scheduling operation process, and consequently producing the best results in terms of computing time and cost. Our proposed approaches have been evaluated through experimental studies using scientific workflows from different domains, such as Montage, Cybershake and inspiral, and compared with the latest best-of-breed techniques in the literature.

**Keywords:** Cloud Computing, task scheduling, scientific workflow, Heuristic algorithms, Meta-heuristic algorithms, Pathfinder algorithm, Hummingbird artificial algorithm, Dwarf mongoose algorithm, Particle swarm optimization, PEFT, PPTS, OBL.