



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCCEN**



# THÈSE

Présentée à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE

Pour l'obtention du diplôme de :

**DOCTORAT EN SCIENCES**

Spécialité : Informatique

Par :

**Mr ABDELHAK ETCHIALI**

Sur le thème

---

## **Sélection des services web avec prise en compte de la qualité de service dynamique et incertaine**

---

Soutenue publiquement le 20 Avril 2024 à Tlemcen devant le jury composé de :

Mr BENMAMMAR Badr	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Mr HADJILA Fethallah	Maître de Conférences A	Université de Tlemcen	Directeur de thèse
Mr MERZOUG Mohammed	Maître de Conférences A	Université de Tlemcen	Examineur
Mr DENNOUNI Nassim	Maître de Conférences A	Ecole Supérieure de Management de Tlemcen	Examineur
Mr BRAHAMI Mostefa Anwar	Maître de Conférences A	Ecole Supérieure en Sciences Appliquées de Tlemcen	Examineur

*Laboratoire de recherche en informatique de Tlemcen.  
BP 119, 13000 Tlemcen - Algérie*

La technologie des services web constitue une implémentation idéale du paradigme du calcul orienté services (SOC). Étant donné que l'objectif principal du SOC est d'assurer l'interopérabilité des applications et la création de compositions d'applications (ou de services) avec valeurs ajoutées, il conviendra de concevoir et de mettre en œuvre des modèles permettant de combiner des services web individuels dans des workflows satisfaisants des critères de performance objectifs. Il convient de noter que les services web courants sont caractérisés par différents attributs de QoS qui jouent un rôle majeur dans la spécification des compositions de services désirés. Il est utile de souligner que les attributs de QoS dépendent largement des fluctuations de l'environnement (par exemple, la surcharge des réseaux, ou la fluctuation des coûts en raison des saisons ou des événements socioculturels) et par conséquent, leur incertitude créera des difficultés supplémentaires dans la modélisation mathématique du problème de composition. Dans cette thèse, nous adressons la composition des services avec incertitude de QoS en proposant deux contributions principales, toutes les deux exploitent une recherche locale et globale pour alléger la complexité temporelle du problème. La première contribution exploite l'heuristique des intervalles majoritaires pour effectuer la recherche locale, en outre, la recherche globale est effectuée à l'aide d'une recherche exhaustive qui exploite les contraintes globales. Dans la deuxième contribution, nous adoptons une version discrète de la méta-heuristique de l'algorithme des chauves-souris (bat algorithm) en plus d'un ensemble d'heuristiques (telles que la dominance floue et la dominance stochastique d'ordre zéro) pour effectuer à la fois la recherche locale et globale. Les résultats obtenus confirment l'efficacité de nos contributions, et en particulier, les performances étaient satisfaisantes pour les workflows qui ont une taille variant entre 2 et 10 composants.

**Mots clés :** calcul orienté services, services web, composition de services web, qualité de service incertaine, algorithmes des chauves souris, méta-heuristique, dominance floue, dominance stochastique, intervalle majoritaire, recherche exhaustive, services IoT.

### Abstract

The web service technology constitutes the golden standard of the service-oriented computing paradigm (SOC). Since the ultimate objective of SOC is how to ensure interoperability of applications and how to create pertinent compositions of services, it will be appropriate to design and implement models for combining individual web services and creating sophisticated workflows. It is worth noting that the actual web services are characterized by different QoS attributes that constitute a major role in specifying the desired service compositions. It should be underlined that the QoS attributes are largely dependent on the environment fluctuations (e.g., network overload), and therefore their inherent uncertainty will create additional difficulties in the mathematical modelling of the problem. In this thesis, we address the service composition with QoS uncertainty by proposing two main contributions; both of them leverage a local and global search to alleviate the complexity of the problem. The first contribution leverages the majority interval heuristic to perform the local search, while the global search is performed using exhaustive search. In the second contribution, we adopt a discrete version of the bat algorithm meta-heuristic, in addition to a set of heuristics (such as fuzzy dominance and zero-order stochastic dominance) for performing both the local and global search. The obtained results confirm the effectiveness of the contributions, especially for workflows with a size ranging from 2 up to 10 components.

**Keywords:** service oriented computing, web services, web service composition, uncertain quality of service, bat algorithm, meta-heuristics, fuzzy dominance, stochastic dominance, majority interval, exhaustive search, IoT services.

### الخلاصة

تعد تقنية خدمات الويب تطبيقًا مثاليًا لنموذج الحوسبة الموجهة نحو الخدمة (SOC). نظرًا لأن الهدف الرئيسي لـ SOC هو ضمان قابلية التشغيل البيئي للتطبيقات وإنشاء مجموعات من التطبيقات (أو الخدمات) ذات القيم المضافة، سيكون من الضروري تصميم وتنفيذ نماذج تسمح بدمج خدمات الويب الفردية في سير العمل بما يحقق الهدف معايير الأداء. نجد الإشارة إلى أن خدمات الويب المشتركة تتميز بصفات جودة الخدمة المختلفة التي تلعب دورًا رئيسيًا في تحديد تركيبات الخدمة المطلوبة، سيكون من المفيد التأكيد على أن سمات جودة الخدمة تعتمد إلى حد كبير على التقلبات البيئية (مثل الحمل الزائد على الشبكة، أو تقلب التكلفة بسبب المواسم أو الأحداث الاجتماعية والثقافية). وبالتالي فإن عدم اليقين المتأصل فيها سيخلق صعوبات إضافية في التعديج الرضاية لمشكلة التكوين. في هذه الأفرحة، نتناول تكوين الخدمة مع عدم اليقين في جودة الخدمة من خلال اقتراح مساهمتين رئيسيتين، كلاهما يستغلان البحث المحلي والعالمي للتحقيق من التعيد الزمني للمشكلة. تستغل المساهمة الأولى إرشادية الفاصل للأغلبية لإجراء البحث المحلي، علاوة على ذلك، يتم إجراء البحث الشامل باستخدام بحث شامل يستغل القيود الكلية. في المساهمة الثانية، نستخدم نسخة منفصلة من الاستدلال الفوق لغوارزمية الخفايش بالإضافة إلى مجموعة من الاستدلالات (مثل الهيمنة الغامضة والهيمنة العشوائية ذات الترتيب الضعيف). لإجراء البحث المحلي والكلي، تؤكد النتائج التي تم الحصول عليها فعاليتها مساهماتنا، وعلى وجه الخصوص، كان الأداء مرضيا بالنسبة لسير العمل الذي يتراوح حجمه بين 2 و 10 مكونات.

**الكلمات الرئيسية :** الحوسبة الموجهة نحو الخدمة، خدمات الويب، تركيب خدمات الويب، جودة الخدمة غير المؤكدة، خوارزميات الخفايش، الفوقية الإرشادية، الهيمنة الغامضة، الهيمنة العشوائية، فاصل الأغلبية، البحث الشامل، خدمات إنترنت الأشياء.