

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
**ECOLE SUPERIEURE EN INFORMATIQUE 08 MAI 1945 SIDI BEL
ABBES**



MEMOIRE

En Vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Informatique

Spécialité : Ingénierie des Systèmes Informatiques (ISI)

Thème

Intelligent Monitoring and Routing in SD-WAN for Network Performance Optimization

Présenté par :

M^{me} BELOUAD Ines

M^{me} SAADALLAH Roufida

Soutenu le : 11/07/2024

Devant le jury composé de:

M^r BEDJAOUI Mohammed

Président

M^r SERHANE Oussama

Examineur

M^r AMRANE Abdelkader

Encadrant

Année universitaire 2023/2024

Abstract

This thesis explores intelligent monitoring and routing mechanisms within Software-Defined Wide Area Network (SD-WAN) environments to optimize network performance. As enterprise networking evolves with the increasing adoption of cloud services and distributed work environments, traditional WAN architectures face challenges in meeting the demands of modern applications. SD-WAN technology addresses these needs by offering dynamic path selection, intelligent routing, and enhanced monitoring capabilities. This research identifies the persistent challenges in maintaining consistent network performance and proposes advanced solutions to proactively manage routing and monitoring. Through a combination of literature review and practical case studies, the thesis examines current technologies, methodologies, and their limitations, while proposing novel approaches leveraging advanced algorithms. The study demonstrates significant improvements in network reliability, latency reduction, and performance consistency through simulations and emulations. Although conducted in controlled environments with specific scenarios, the findings underscore the potential of intelligent SD-WAN solutions. Future research could further explore complex network environments and the integration of emerging technologies like 5G, AI, and ML with SD-WAN. The thesis contributes to the body of knowledge in SD-WAN technology, offering practical solutions for real-world network performance challenges, and emphasizing the necessity for continuous innovation to meet the evolving demands of modern applications and network environments.

Keywords— SD-WAN, High performance packet, Network Routing, Network monitoring and measurement, Cloud network function

المخلص

تستكشف هذه الأطروحة آليات المراقبة والتوجيه الذكي داخل بيئات الشبكات الواسعة المعرفة بالبرمجيات (SD-WAN) لتحسين أداء الشبكة. مع تطور شبكات المؤسسات واعتماد الخدمات السحابية بشكل متزايد وبيئات العمل الموزعة، تواجه بنى الشبكات الواسعة التقليدية تحديات في تلبية متطلبات التطبيقات الحديثة. تلي تقنية SD-WAN هذه الاحتياجات من خلال تقديم اختيار مسارات ديناميكي، وتوجيه ذكي، وقدرات مراقبة محسنة. تحدد هذه الدراسة التحديات المستمرة في الحفاظ على أداء الشبكة المتسق وتقدم حلولاً متقدمة لإدارة التوجيه والمراقبة بشكل استباقي. من خلال مراجعة الأدبيات ودراسات الحالة العملية، تفحص الأطروحة التقنيات الحالية والمنهجيات وحدودها، بينما تقترح نهجاً جديداً يستفيد من الخوارزميات المتقدمة. تُظهر الدراسة تحسينات كبيرة في موثوقية الشبكة، وتقليل التأخير، واستمرارية الأداء من خلال المحاكاة والتجارب. رغم إجراء الدراسة في بيئات محكمة وسيناريوهات محددة، إلا أن النتائج تؤكد على إمكانيات الحلول الذكية لـ SD-WAN. يمكن أن تستكشف الأبحاث المستقبلية بيئات شبكية أكثر تعقيداً ودمج التقنيات الناشئة مثل الجيل الخامس (5G) والذكاء الاصطناعي (AI) وتعلم الآلة (ML) مع SD-

WAN. تساهم الأطروحة في إثراء المعرفة بتقنية SD-WAN، وتقديم حلول عملية لتحديات أداء الشبكة في العالم الحقيقي، والتأكيد على ضرورة الابتكار المستمر لتلبية متطلبات التطبيقات الحديثة وبيئات الشبكات المتطورة.

الكلمات المفتاحية - (SD-WAN) ، حزمة أداء عالي، توجيه الشبكة، مراقبة الشبكة وقياسها، وظيفة شبكة السحاب

Résumé

Cette thèse explore les mécanismes de surveillance et de routage intelligents dans les environnements de réseaux étendus définis par logiciel (SD-WAN) pour optimiser les performances du réseau. Alors que les réseaux d'entreprise évoluent avec l'adoption croissante des services cloud et des environnements de travail distribués, les architectures WAN traditionnelles rencontrent des difficultés à répondre aux exigences des applications modernes. La technologie SD-WAN répond à ces besoins en offrant une sélection de chemins dynamique, un routage intelligent et des capacités de surveillance améliorées. Cette recherche identifie les défis persistants liés au maintien de performances réseau constantes et propose des solutions avancées pour gérer de manière proactive le routage et la surveillance. À travers une combinaison de revue de littérature et d'études de cas pratiques, la thèse examine les technologies actuelles, les méthodologies et leurs limites, tout en proposant des approches novatrices utilisant des algorithmes avancés. L'étude démontre des améliorations significatives en termes de fiabilité du réseau, de réduction de la latence et de constance des performances grâce à des simulations et des émulations. Bien que réalisées dans des environnements contrôlés avec des scénarios spécifiques, les conclusions mettent en évidence le potentiel des solutions SD-WAN intelligentes. Les recherches futures pourraient explorer des environnements réseau plus complexes et l'intégration de technologies émergentes telles que la 5G, l'IA et le ML avec le SD-WAN. La thèse contribue à l'avancement des connaissances en matière de technologie SD-WAN, offrant des solutions pratiques pour les défis de performance réseau dans le monde réel, et soulignant la nécessité d'une innovation continue pour répondre aux exigences évolutives des applications modernes et des environnements réseau.

Mots-clés— SD-WAN, Paquet haute performance, Routage de réseau, Surveillance et mesure de réseau, Fonction réseau cloud