

Réinventer le bout en bout Le réseau mobile à l'ère de la 5G

Rakuten réussit grâce à une réflexion et des actions disruptives

La nécessité d'un nouveau modèle de réseau

Le modèle actuel et typique de construction d'un réseau mobile est obsolète. Les opérateurs sont limités par les architectures des fournisseurs existants qui sont restées essentiellement inchangées depuis plus de 25 ans de réseaux mobiles. Même si ces architectures étaient utiles dans les générations précédentes, elles ne sont pas adaptées à l'environnement actuel, plus dynamique et axé sur les applications.

Les opérateurs ont besoin de toute urgence d'un nouveau modèle pour garantir qu'ils restent compétitifs en fournissant de nouveaux services plus rapidement, tout en réduisant à la fois les dépenses d'investissement et d'exploitation.

Contenu

[Adopter une nouvelle approche centrée sur le logiciel](#)

[Une nouvelle architecture mobile de bout en bout](#)

[Désagrégation et décomposition](#)

[Cloud RAN](#)

[Cloud de télécommunications distribué et automatisé](#)

[Aperçu du réseau mobile Rakuten](#)

[Transformation pilotée par logiciel](#)

[Apprendre encore plus](#)

Adopter une nouvelle approche centrée sur le logiciel

Une architecture définie par logiciel qui inclut la virtualisation cloud et

l'automatisation aidera les opérateurs à répondre à ces nouvelles exigences applicatives et opérationnelles. Ils bénéficieront des avantages de véritables réseaux multifournisseurs harmonisés avec un ensemble de fonctionnalités communes sur tous les marchés cibles. Avec l'avènement d'une nouvelle architecture définie par logiciel, la chaîne d'approvisionnement pour le déploiement de l'infrastructure de réseau mobile change fondamentalement. Il prendra en charge un niveau de polyvalence sans précédent, permettant aux opérateurs de combiner les meilleures fonctions de leur catégorie provenant de plusieurs fournisseurs. Les opérateurs peuvent également faire évoluer leurs services selon les besoins pour répondre aux exigences d'un environnement concurrentiel.

Parce que les nouvelles architectures adoptent une approche centrée sur les logiciels, elles favorisent davantage d'automatisation et de polyvalence des services. Un bon exemple serait les cas d'utilisation de la 5G ciblant les marchés verticaux des entreprises et de l'industrie. Ces services doivent être pris en charge à l'aide d'API conçues pour gérer les ressources dans un réseau de bout en bout et ne fonctionneront pas correctement sans l'automatisation du réseau. De plus, de nombreuses fonctions définies par logiciel seront exécutées dans des environnements virtualisés à la périphérie ou à proximité des réseaux, ce qui permettra de prendre en charge une nouvelle génération de services à faible latence définis dans l'informatique de périphérie ou l'informatique de périphérie multiaccès (MEC).¹

Ce livre blanc aborde les limites des modèles actuels pour la création de réseaux mobiles compatibles 5G. Il met ensuite en avant les nouvelles stratégies et leurs fondements techniques. À titre d'illustration concrète, nous présentons l'approche suivie par Rakuten Mobile Network Inc. (RMN). RMN crée un modèle commercial radicalement nouveau, rendu possible par l'application innovante de techniques de cloud computing et d'automatisation.

Une nouvelle architecture mobile de bout en bout

Tout nouveau réseau mobile de bout en bout déployé aujourd'hui doit adopter les principes de base de l'architecture du système 5G, même s'il utilise l'accès LTE. Les opérateurs doivent adopter les principes clés qui sous-tendent l'architecture du système 5G.

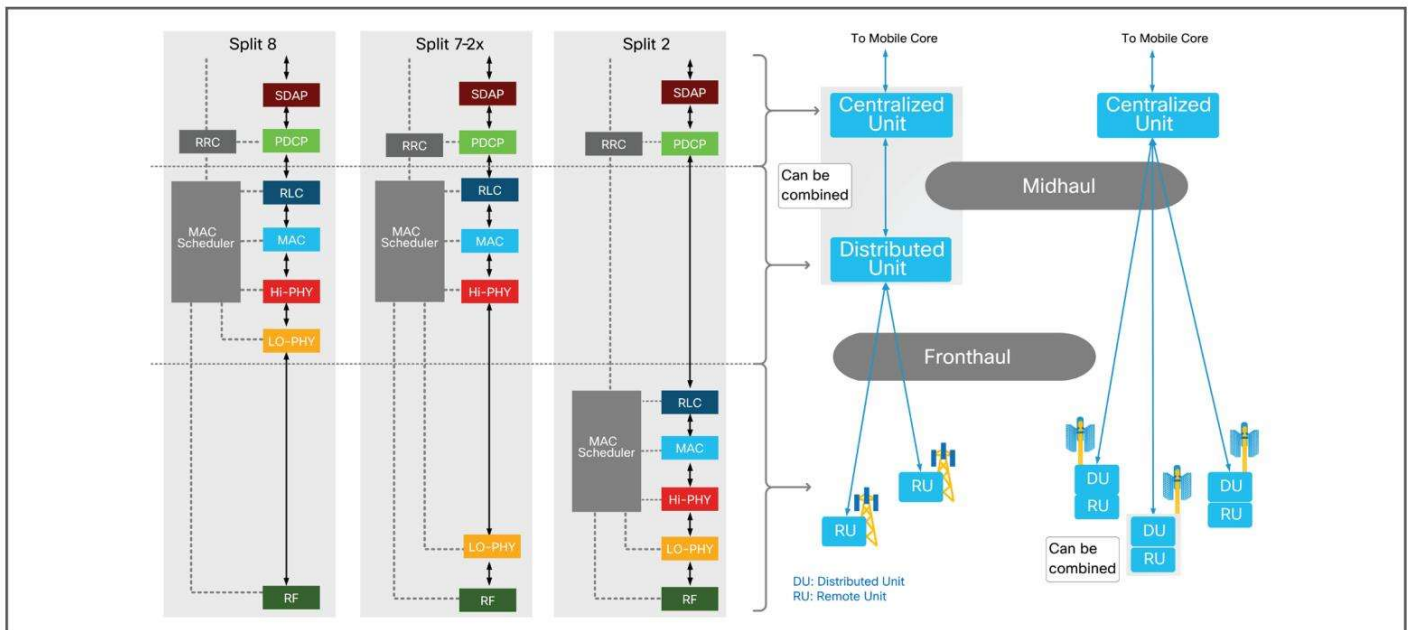
Une implémentation fonctionnelle monolithique telle que la station d'émission-réception de base (BTS) est un exemple de la raison pour laquelle la chaîne d'approvisionnement mobile actuelle est obsolète. Avec cette mise en œuvre, les opérateurs doivent choisir un fournisseur par marché et harmoniser les macro-marchés des fournisseurs selon un « plus petit dénominateur commun ».

ensemble de fonctionnalités. Le résultat est un ensemble limité d'applications que les opérateurs peuvent proposer à leurs clients. Parfois, les dépendances et le verrouillage du fournisseur peuvent se propager à d'autres domaines lorsque des fonctionnalités propriétaires sont implémentées. Par exemple, les entités de gestion de la mobilité (MME) sont souvent implémentées avec le fournisseur RAN, et les petites cellules sont souvent couplées au macro RAN à l'aide de fonctionnalités telles que HetNet.

La nouvelle architecture cloud RAN répond, entre autres, aux défis liés à la création de réseaux multifournisseurs et à l'harmonisation avec un ensemble de fonctionnalités communes. Une caractéristique fondamentale est la décomposition de la pile de traitement du signal radio à l'aide de divisions standardisées (voir Figure 1),2,3

La pile de traitement des signaux radio dans 5G NR et LTE est une « chaîne de services » de fonctions qui sont traitées séquentiellement. Ces fonctions sont contrôlées à l'aide d'une signalisation dérivée du cœur de paquet, en particulier du MME dans le cœur de paquet évolué (EPC), et de la fonction de gestion de l'accès et de la mobilité (AMF) dans 5GC. (Si vous n'êtes pas familier avec les fonctions et leur séquence dans cette pile, veuillez vous référer à la barre latérale « Décomposition de la pile de signaux radio ».)

Figure 1. Pile de traitement du signal radio.



Décomposition de la pile de traitement du signal radio

Les cartes de décomposition fonctionnent dans la pile comme suit :

1. Protocole d'adaptation de prestation de services ou SDAP (en NR uniquement), protocole de convergence de données par paquets (PDCP) et contrôle des ressources radio (les fonctions de contrôle) vers une unité centralisée (CU). Ces fonctions de pile sont des manipulations au niveau des paquets (compression d'en-tête, chiffrement en direct) qui ne sont pas sensibles au timing et peuvent être facilement implémentées dans un environnement virtualisé. Les liaisons midhaul⁸ relie la CU à la DU définie ci-dessous. L'emplacement du CU est excellent pour déployer la fonction du plan utilisateur (UPF) dans le système RAN virtualisé. DU vers

architectures de base de paquets. Le cœur du paquet décomposé est connu sous le nom de CUPS dans 3GPP R14 et 5GC dans 3GPP R15.10,11.

2. Le contrôle de liaison radio (RLC), le contrôle d'accès au support (MAC) ; et les couches physiques (PHY) sont mappées à une unité distribuée (DU). Le DU effectue une préparation importante pour la couche RF, notamment l'adaptation du débit, le codage des canaux, la modulation et la planification. Pour la couche MAC, les fonctions de la DU sont sensibles au temps car un bloc de transport d'une durée de l'intervalle de temps de transmission (1 ms en LTE) est produit pour être consommé par la

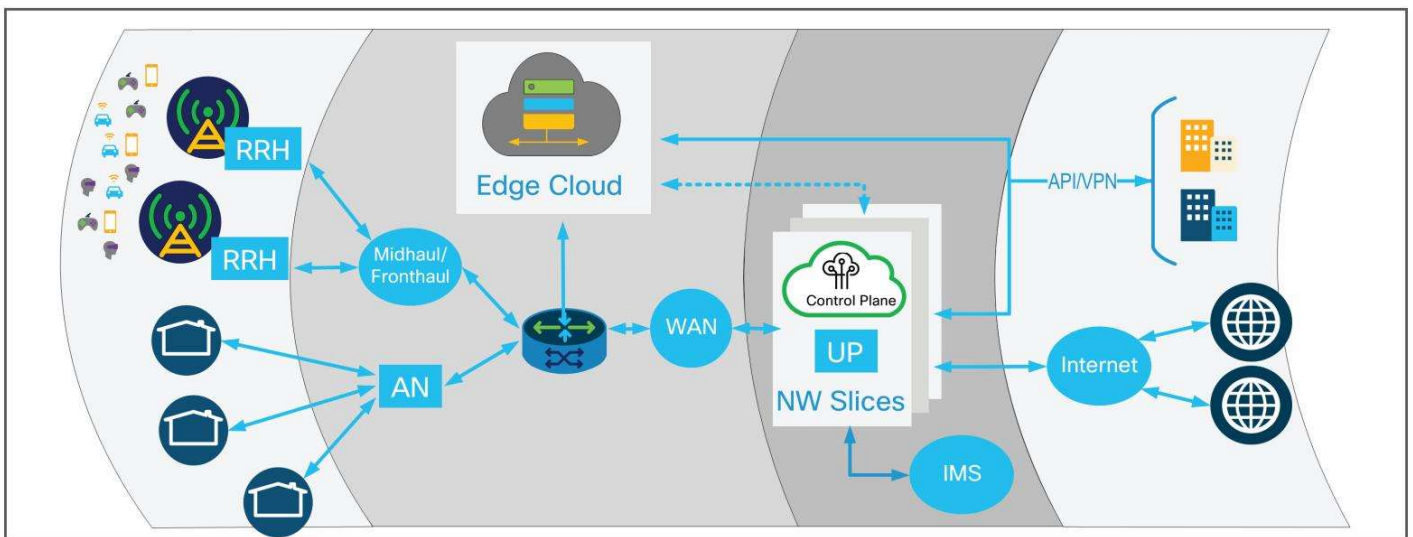
l'entité en aval est appelée front et transporte des échantillons RF numérisés dans le domaine temporel ou fréquentiel.

3. Les fonctions radio en bande de base, la conversion ascendante et descendante et l'amplification ainsi que toute carte de formation de faisceau analogique dans une unité distante (RU) déployée sur le site cellulaire également connue sous le nom de tête radio distante (RRH). Dans certains cas, un LO-PHY peut également être intégré à l'UD. L'interface entre l'UD et l'EF est généralement mise en œuvre à l'aide de normes d'interface bien connues telles que CPRI ou eCPRI.⁹

Cette décomposition et cette isolation des fonctions, ainsi que les interfaces bien définies entre elles, permettent aux opérateurs de séparer les logiciels du matériel. Les opérateurs peuvent acquérir des fonctionnalités logicielles qui s'exécuteront sur du matériel fourni par un autre fournisseur. Cette désagrégation est naturelle et relativement simple pour l'unité centralisée (UC) car ces fonctions peuvent être facilement virtualisées. La désagrégation de l'unité distribuée (DU) est plus difficile en raison des exigences de traitement en temps réel des couches MAC et PHY. De nombreux acteurs du secteur se demandaient s'il était même possible de bénéficier des avantages de la virtualisation pour l'UD. Cisco et Altiostar ont réalisé une virtualisation complète du DU dans les situations où la capacité de transport est disponible. Lorsqu'une solution virtualisée n'est pas possible, les conceptions DU de style boîte blanche fournissent la fonctionnalité requise.

La décomposition et la désagrégation de la 5G permettent un changement architectural majeur vers une infrastructure de périphérie combinant une gestion décomposée des abonnés et des fonctionnalités d'accès. Ce changement s'appliquera également aux réseaux filaires avec l'adoption croissante des réseaux filaires 5GC (voir Figure 2).

Figure 2. Infrastructure périphérique.



À mesure que le RAN et le noyau se décomposent, il est logique de créer un emplacement intermédiaire. Cet emplacement consoliderait les charges de travail CU et une fonction de plan utilisateur (UPF) à partir du noyau mobile (voir Edge Cloud dans la figure 2). Ces UPF distribués facilitent le déchargement, permettant des services virtualisés locaux ou un peering plus efficace au niveau métropolitain. Cette approche de plateforme unifiée prend en charge les charges de travail d'infrastructure et une variété de charges de travail orientées services. Ces charges de travail peuvent prendre en charge des services interentreprises (B2B), tels que des locations proposées à d'autres entreprises, et des services interentreprises (B2C) pour soutenir les activités grand public de l'opérateur.

La division de l'architecture comme décrit ci-dessus crée deux domaines de transport supplémentaires appelés fronthaul et midhaul. Ces domaines sont implémentés lorsque les divisions tête radio distante (RRH)/DU ou CU/DU sont exposées.

Dans certains cas, il est possible de mettre en œuvre une liaison frontale sur fibre noire, ce qui correspond essentiellement au transport d'échantillons de bande de base dans le domaine temporel ou dans le domaine fréquentiel entre l'UD et la RU/RRH. Dans d'autres cas, des techniques de transport reposant sur Ethernet, IP ou WDM doivent être utilisées. Midhaul est essentiellement le transport de paquets GTP-u et du plan de contrôle associé entre la CU et la DU. Ce type de transport est facilement mis en œuvre sur IP.

« En tant que plus récent MNO au Japon, Rakuten Mobile Network Inc. a s'est associé à Cisco pour concevoir et fournir une architecture de système 5G innovante à partir de zéro.

Il s'agit clairement du premier réseau cloud natif au monde entièrement virtualisé du RAN au cœur, avec un niveau d'automatisation sans précédent pour le réseau et

prestations de service,

Cette architecture disruptive permettra à Rakuten de proposer une large gamme de services, notamment le mobile grand public, le NB-IOT, le sans fil fixe, tout ce qui est connecté, les médias riches, les services à faible latence tels que la réalité augmentée et la réalité virtuelle et bien d'autres encore. Et tous ces services seront bénéficier d'une infrastructure informatique mobile unique qui permet la meilleure expérience utilisateur possible.

- Tareq Amin, directeur technique, Rakuten Mobile Network Inc.

Le moment est venu pour l'industrie d'évoluer au-delà de la commutation multiprotocole par étiquettes (MPLS) et de ses modèles dérivés tels que le MPLS unifié. Bien qu'elles soient couronnées de succès à ce jour, les techniques MPLS se caractérisent par une multiplicité de plans de contrôle qui s'avèrent trop complexes à mesure que les réseaux évoluent. Il est beaucoup plus simple de se limiter à un seul plan de contrôle éprouvé, le plan de contrôle IP, et d'utiliser les capacités augmentées d'IPv6. Nous proposons une infrastructure de transport sur un plan de contrôle unique avec une ingénierie de trafic supportée par un routage de segments.

L'un des points forts du routage de segments réside dans la consolidation du chaînage de services utilisé dans la création de services virtualisés avec l'ingénierie du trafic requise dans le transport WAN dans un cadre de transport simple et transparent.

L'approche de transport que nous proposons élimine les protocoles de plan de contrôle tels que le protocole de distribution d'étiquettes (LDP) et le protocole de réservation de ressources – ingénierie du trafic (RSVP-TE) où ils sont redondants par rapport à ce que l'IP peut fournir. Il supprime l'état de flux du réseau et fournit toujours plusieurs options pour la mise en œuvre du plan de contrôle. Ces options vont d'une implémentation entièrement distribuée à une approche hybride dans laquelle le routeur et un contrôleur de réseau défini par logiciel (SDN) se partagent les fonctionnalités. L'infrastructure de transport basée sur le routage de segments peut recouvrir un large éventail de technologies de service, avec des accords de niveau de service (SLA) basés sur IP associés, y compris les technologies de réseau privé virtuel (VPN) basées sur BGP, telles que les EVPN et VPNv4/v6, et technologies VPN émergentes de réseau étendu défini par logiciel (SD-WAN).⁴

L'architecture d'automatisation est pertinente pour la nouvelle approche décrite ici.

L'automatisation basée sur les modèles est devenue un paradigme majeur pour la gestion de la configuration des réseaux modernes. Dans l'approche basée sur les modèles, un langage de définition tel que YANG fournit des modèles pour les éléments de réseau (NE) et pour les services déployables sur ces NE.⁵ Un moteur de configuration réseau agile et programmable tel que Cisco Network Services Orchestrator analyse les modèles et crée un cadre pour configurer le réseau à l'aide de NETCONF ou d'autres interfaces dans les NE. La configuration du service se fait directement à l'aide des API RESTful ou même à l'aide de commandes CLI.^{6,7}

La gestion de la configuration basée sur les modèles devrait devenir omniprésente dans un environnement 5G et s'appliquer à tous les domaines 5G, y compris le RAN, le transport, le cœur et les services. Les dépenses d'exploitation (OpEx) sont réduites grâce à l'automatisation sans contact. Outre l'avantage OpEx, un réseau entièrement automatisé est une condition préalable à l'activation des API, ce qui est essentiel pour faciliter la consommation des réseaux 5G d'autres parties.

Les API sont au cœur de toute stratégie 5G. Un ensemble d'API familiers et bien rodés constitue un outil incontournable pour générer des revenus dans une économie de plus en plus dominée par les relations B2B. Un ensemble d'API qui permet à une entreprise de consommer des services 5G tels que le réseau en tant que service (NaaS) contribue à créer un canal précieux vers les secteurs verticaux de l'industrie. Le découpage du réseau est un domaine clé de l'activation des API et les API jouent un rôle central. Dans le découpage du réseau, l'infrastructure de l'opérateur est divisée en plusieurs locations, chacune isolée et dédiée à un service spécifique.

Désagrégation et décomposition

L'idée de désagrégation, de virtualisation et de décomposition de divers composants et fonctions dans le réseau et dans l'architecture globale du réseau a

ouvert de nombreuses nouvelles possibilités passionnantes pour les opérateurs. Dans la nouvelle architecture mobile de bout en bout évoluée, l'idée de désagrégation et de décomposition est appliquée de multiples manières avec de nombreux avantages.

Désagrégation du matériel et des logiciels par rapport à l'appliance monolithique

Les technologies de cloud et de virtualisation ont permis aux opérateurs de séparer les logiciels du matériel sous-jacent. Ce modèle offre des avantages tels que :

- Agilité et délai de commercialisation pour l'ajout de nouvelles fonctions, caractéristiques ou services.
- Un écosystème de fournisseurs plus large et plus ouvert, permettant une innovation plus rapide et une réduction des coûts.
- Innovation rapide en matière de matériel et de logiciels avec la possibilité d'évoluer indépendamment.
- Potentiel d'exploitation du matériel commun, permettant la réutilisation et l'évolution vers la prise en charge de plusieurs applications.
- Possibilité de consolider des références matérielles de plusieurs centaines ou milliers à moins de 10.

Décomposition de fonctions avec des interfaces et des splits bien définis

La décomposition fonctionnelle permet encore plus de flexibilité au-delà de la désagrégation matérielle et logicielle.

La décomposition du plan de contrôle et du plan utilisateur pour le cœur de paquet évolué en est un exemple et la décomposition des fonctions radio en RRH/RU, DU et CU décrite précédemment en est un autre.

La décomposition permet de :

- Placer les fonctions décomposées dans la position la plus optimale types d'emplacement. Par exemple, le plan utilisateur du cœur de paquet évolué peut être placé plus près de l'utilisateur tandis que le plan de contrôle reste centralisé. Cette capacité est un élément fondamental des nouvelles architectures telles que MEC.
- Mettez à l'échelle chaque fonction indépendamment, y compris CP ou UP pour EPC ou DU et CU pour la radio.
- Rapprocher les fonctions du plan utilisateur du bord tout en gardant les fonctions de contrôle plus centralisées pour permettre de nouvelles capacités de coordination et obtenir une meilleure optimisation des coûts.
- Favoriser un écosystème plus ouvert et multifournisseur pour accélérer l'innovation et réduire les coûts.

Cloud RAN

Pour aider un opérateur à bénéficier d'une approche multifournisseur, il est nécessaire que la mise en œuvre logicielle des fonctions RAN soit décomposée du matériel.

Les fonctions CU d'un déploiement cloud RAN peuvent être instanciées sur un serveur Intel x86 produit en série.

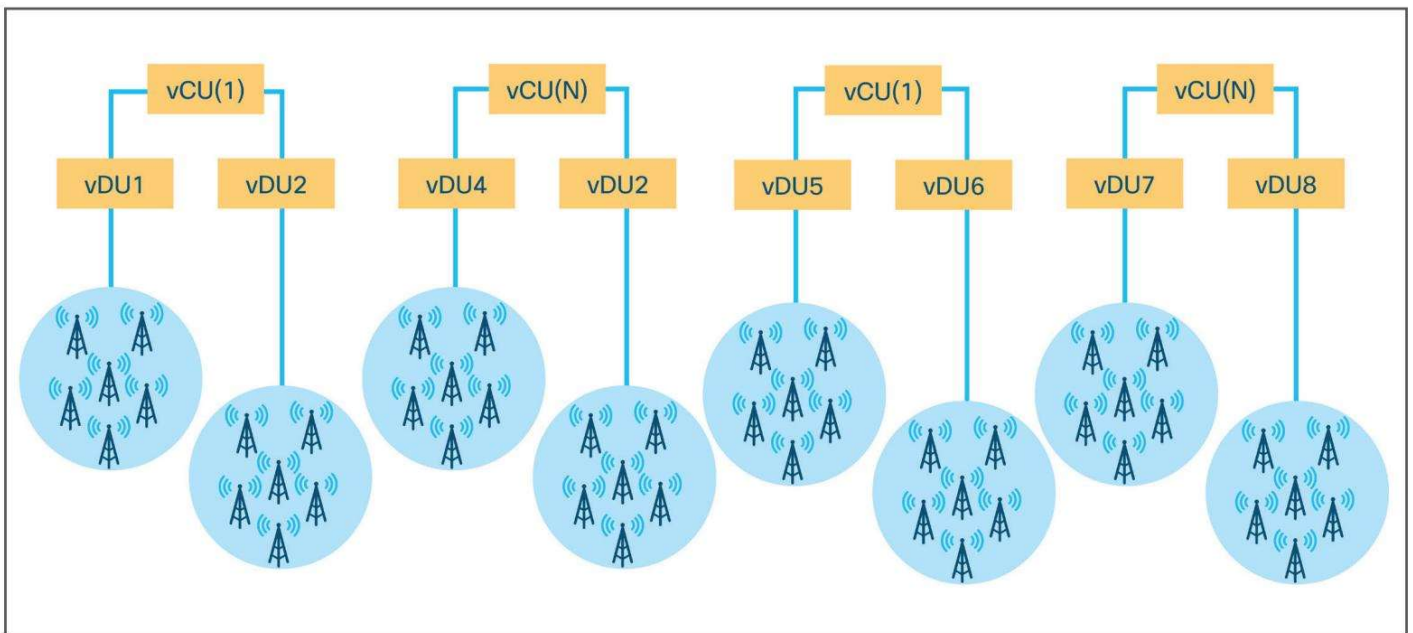
Les fonctions sont virtualisées sur un cadre logiciel de virtualisation des fonctions réseau (NFV) de niveau opérateur. Les fonctions DU, basées sur la disponibilité du type de transport, peuvent être virtualisées sur une plate-forme NFV similaire ou peuvent être implémentées en tant que fonction réseau sur un serveur Intel x86 à proximité du site cellulaire.

Un groupe d'unités radio distantes (RRU) peut être regroupé dans une DU. À leur tour, plusieurs DU peuvent être regroupées dans une CU. L'architecture de la solution permet

l'opérateur doit faire évoluer son réseau à mesure que le nombre de cellules, les couches MIMO, les fréquences et la capacité des utilisateurs augmentent.

Dans le cas où les fonctions DU et CU sont virtualisées, la mise à l'échelle pourrait impliquer l'instanciation de fonctions CU (vCU) ou DU (vDU) virtualisées davantage en tant que fonctions de réseau virtuel (VNF) sur la plate-forme NFV ou cela pourrait impliquer une mise à l'échelle de la capacité de traitement d'une VNF existante.

Figure 3. Évolutivité du réseau Cloud RAN



La désagrégation du matériel de bande de base du logiciel offre une certaine flexibilité. Les opérateurs peuvent choisir de déployer les meilleures solutions en termes de RRU, de matériel de bande de base et de logiciels. La création d'une architecture RAN cloud présente de nombreux avantages, car elle modifie fondamentalement la manière dont les réseaux sont acquis, construits et exploités. Voici quelques-uns des avantages :

- Efficacité opérationnelle et réduction des déplacements de camions vers le site cellulaire grâce à l'approvisionnement, la mise en service et la gestion des services uniquement avec un logiciel.
- Agilité, rapidité d'innovation et rapidité de monétisation des services tout en réduisant le coût par utilisateur et le coût par unité de performance.
- Partitionnement efficace des fonctions et des ressources réseau pour prendre en charge les cas d'utilisation de la 5G tels que les applications améliorées, le haut débit mobile, la faible latence ultrafiabilité (URLLC) et l'Internet des objets (IoT) en utilisant des technologies telles que les réseaux définis par logiciel, l'informatique de pointe, le chaînage de fonctions de service et l'orchestration de services.
- Le pré-approvisionnement des ressources de bande de base dans un réseau cloud RAN n'est pas requis pour la capacité maximale du site. En prenant en compte les gains de mutualisation, les ressources en bande de base sont provisionnées pour le profil de trafic de l'ensemble du réseau. Ces profils de trafic peuvent être augmentés ou réduits pendant les heures de pointe ou en cas d'événements à fort trafic.
- Évolutivité pour s'adapter rapidement et de manière rentable à diverses topologies de réseau et cas d'utilisation.

- Disponibilité et fiabilité améliorées du réseau déjà intégrées aux technologies NFV telles qu'OpenStack, le gestionnaire d'infrastructure virtuelle et l'orchestrateur de services.
- Désagrégation du matériel du logiciel à l'aide de matériel commercial à haute densité de traitement et d'interfaces ouvertes.
- Activation d'algorithmes avancés tels que agrégation coopérative de transporteurs multipoints et intersites.

La figure 4 montre un cadre architectural d'une plate-forme cloud de télécommunications distribuée présentant une architecture modulaire faiblement couplée où l'intégration entre les couches est pilotée à l'aide d'API et de modèles de données ouverts. La modularité de cette architecture permet de répondre à toute exigence de désagrégation.

Un couplage lâche entre les couches garantit l'isolation, la décomposabilité, la flexibilité et l'ouverture. Chaque couche de l'architecture est capable de prendre en charge un modèle de déploiement multifournisseur.

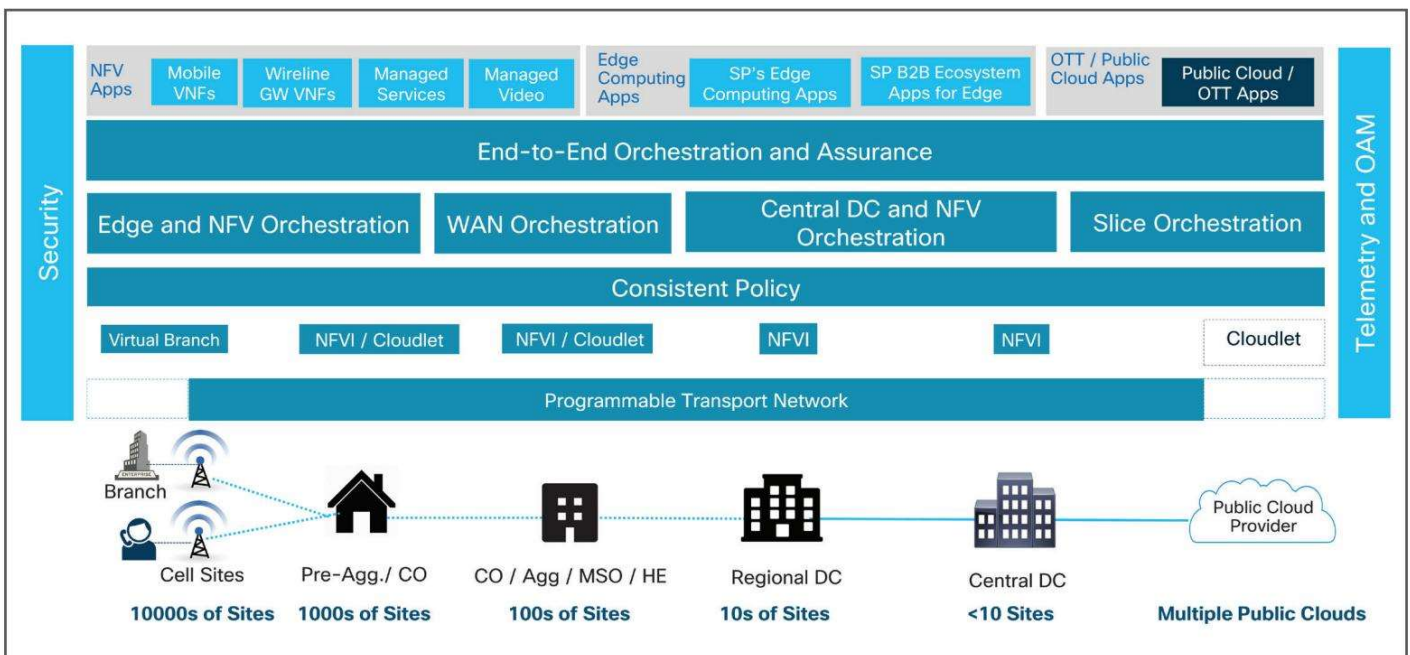
Cloud de télécommunications distribué et automatisation

Une plateforme cloud de télécommunications distribuée et entièrement automatisée peut aider les fournisseurs de services de communication d'aujourd'hui à devenir les fournisseurs de services numériques de demain. Le cloud de télécommunications distribué est essentiellement l'infrastructure de télécommunications virtualisée construite à l'aide de technologies de centre de données, de cloud et de virtualisation ; allant des centres de données de télécommunications centralisés jusqu'à des centaines à des milliers d'emplacements périphériques plus proches des consommateurs. Ils sont interconnectés à l'aide d'un WAN programmable avec une politique commune et une automatisation de bout en bout qui expose de riches API vers le nord. Cette approche permet de fournir une suite de services à l'échelle du cloud avec des opérations agiles et une facilité de consommation.

L'architecture hautement évolutive couvre les déploiements qui incluent des centres de données de télécommunications centraux et régionaux, ainsi que de nouveaux emplacements périphériques émergents. La périphérie est généralement hautement distribuée et est ciblée pour des types d'emplacement tels que les centraux, les agrégations ou les bureaux de commutation mobiles et les hubs C-RAN ou pré-agrégation.

Un réseau de transport programmable fournit une connectivité sécurisée et conçue de manière optimale entre les sites de la plate-forme cloud distribuée. La programmabilité du réseau de transport, rendue possible par le portefeuille de routage basé sur IOS XR et IOS XE de Cisco, garantit que la plate-forme de virtualisation et le système d'automatisation et d'orchestration des couches supérieures peuvent interagir avec lui de manière dynamique. Il crée des constructions optimales de plan de contrôle et d'expédition,

Figure 4. Cadre architectural.



effectue la gestion des ressources et permet l'allocation dynamique des ressources réseau telles que les chemins d'ingénierie du trafic et les tranches de réseau.

La plate-forme de virtualisation est fondamentale pour le framework et, dans la figure 4, elle est représentée sous la forme de NFVI ou cloudlets. Il s'agit d'une combinaison de matériel, tel que le calcul, le stockage et le réseau, ainsi que de logiciels de virtualisation intégrés dans une pile validée pour créer une infrastructure virtualisée commune qui peut héberger une grande variété de charges de travail. Une charge de travail peut être une fonction réseau (NF), une application Edge Computing ou éventuellement une application informatique. Le modèle de virtualisation pourrait utiliser des machines virtuelles ou des conteneurs avec un architecture de microservices.

Le NFVI ou les cloudlets de cette fondation peuvent être activés par la solution Cisco Network Functions Virtualization Infrastructure (NFVI) qui est optimisée par Cisco Virtual Infrastructure Manager (CVIM). CVIM fournit de riches fonctionnalités d'orchestration cloud et de gestion du cycle de vie avec des outils opérationnels complets pour apporter une visibilité approfondie et des capacités OAM à ce cadre. Cisco VIM permet une solution NFVI de classe opérateur basée sur

une architecture basée sur des standards avec divers composants open source tels que OpenStack, KVM, Linux, Docker, Kubernetes, OVS, DPDK et fd.io. Cisco NFVI est conçu pour permettre diverses empreintes optimales en fonction du type d'emplacement, de la disponibilité des ressources, des contraintes physiques et des exigences de l'application.

Il peut tout prendre en charge, depuis les grands sites tels qu'un centre de données central jusqu'aux sites plus petits comme un bureau central ou un RAN de pré-agrégation/cloud.

moyeu. Le nombre de serveurs peut varier de plus de 100 dans la plus grande empreinte jusqu'à trois serveurs dans sa forme minimale. Toutes les empreintes ont les mêmes capacités de disponibilité, de performances, de résilience, de sécurité et de fonctionnement.

Ces NFVI ou cloudlets hautement distribués pourraient créer un défi de gestion et opérationnel monumental.

Bien que chaque NFVI ou cloudlet soit entièrement autonome pour piloter ses opérations, certaines fonctionnalités telles que la gestion des pannes et des performances, ainsi que la gestion du cycle de vie, doivent être unifiées. L'architecture fournit une couche au-dessus des NFVI ou cloudlets distribués avec un ensemble commun de capacités de gestion et opérationnelles sur la plate-forme et tous les types d'emplacements.

Il comprend une sécurité et des politiques communes, une gestion complète du cycle de vie, une gestion des ressources adaptée aux applications, des outils DevOps et OAM, ainsi qu'une assurance de l'infrastructure via un panneau unique multisite de capacité de gestion en verre.

L'orchestration de services illustrée en haut de la figure 4 offre des fonctionnalités de mise en réseau basées sur l'intention en effectuant une orchestration de services multidomaine et multifournisseur.

Un utilisateur exprime son intention et l'orchestrateur la traduit dans un langage compris par les composants situés en dessous. La gestion des ressources distribuées, la gestion de la capacité multidomaine, l'analyse des niveaux de service, l'assurance, l'interface avec d'autres éléments tels que le portail ou les systèmes de support opérationnel (OSS) seront fournis à cette couche pour fournir une architecture de bout en bout.



La couche d'orchestration des services est réalisée avec Cisco Elastic Services Controller (ESC) en tant que gestionnaire VNF générique et Cisco Network Services Orchestrator (NSO) en tant qu'orchestrateur NFV, ainsi qu'une solution d'assurance de services. Cisco ESC, un VNFM multi-VIM et multcloud, offre une gestion riche du cycle de vie des VNF pour les VNF Cisco et tiers. Il peut être déployé dans une paire haute disponibilité pour un seul site plus grand, ou sous une forme décomposée prenant en charge de nombreux sites plus petits avec une surveillance VNF dans chaque site plus petit pour augmenter la fiabilité et l'évolutivité. Cisco NSO est basé sur un modèle, multifournisseur et multi-périphérique.

Il prend en charge les fonctions physiques et virtuelles et offre de riches capacités d'orchestration pour la NFV, ainsi que d'autres domaines tels que le transport/WAN programmable et les centres de données. Dans une architecture cloud de télécommunications distribuée, un déploiement NSO multicouche est recommandé pour garantir la modularité et la démarcation opérationnelle. Dans cette configuration, les couches inférieures effectuent une orchestration de domaine individuel (WAN, DC, cloudlets) tandis qu'un NSO de couche supérieure contrôle les différents orchestrateurs de couche inférieure pour fournir une orchestration inter-domaines de bout en bout. De riches API orientées vers le nord sont exposées depuis la couche supérieure vers l'OSS, le système de support commercial (BSS) et vers des partenaires tiers pour garantir une consommation aisée de la plate-forme cloud de télécommunications distribuée.

Aperçu du réseau mobile Rakuten

Rakuten Inc., une société de services Internet dont le siège est au Japon, est un leader mondial du commerce électronique et de la technologie financière. Il propose également des services multimédias tels que la vidéo over-the-top, la télévision en direct, la musique, les livres électroniques et la messagerie sur les réseaux sociaux. Rakuten Mobile Network (RMN), une filiale en propriété exclusive de Rakuten Inc., est le plus récent opérateur de réseau mobile au Japon. Ils prévoient de lancer leurs services commerciaux en octobre 2019 avec une architecture innovante

bouleverser le paysage mondial de l'industrie des télécommunications.

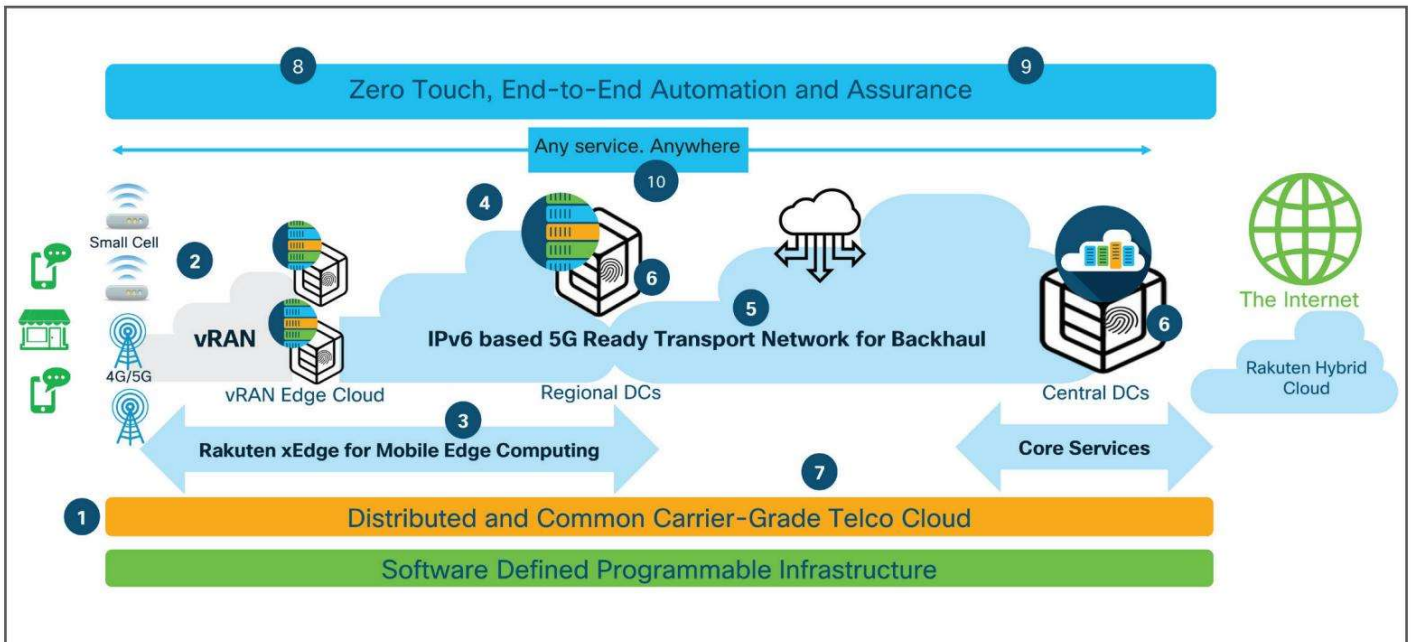
Adoptant une architecture de systèmes 5G dès sa création, ce sera le premier réseau cloudifié au monde qui

est entièrement virtualisé du RAN au cœur avec une automatisation de bout en bout pour le réseau et les services. L'accès radio sera dans un premier temps 4G LTE (macro et petites cellules) et Wi-Fi ; avec des projets d'ajout de la technologie radio 5G au début de 2020, avant les Jeux olympiques d'été.

Cette architecture révolutionnaire permettra à RMN de fournir une large gamme de services, notamment des services mobiles grand public, de l'IOT à bande étroite, des médias riches et des services à faible latence, notamment la réalité augmentée et virtuelle. Tous les services bénéficieront d'une architecture MEC innovante permettant une expérience utilisateur différenciée.

La figure 5 illustre l'architecture simplifiée de haut niveau établie par RMN.

Figure 5. Architecture du réseau Rakuten.



Entièrement virtualisé avec un cloud de télécommunications commun et distribué (1)

La plupart des occurrences actuelles de nuages de télécommunications sont des instanciations cloisonnées de fonctions réseau. En revanche, RMN déploie un cloud de télécommunications commun, horizontal et de niveau opérateur pour toutes les applications virtualisées, du RAN au cœur. Il utilise une couche de gestion d'infrastructure NFV commune qui sera déployée de manière hautement distribuée sur des milliers d'emplacements, de la périphérie aux centres de données centralisés. Cette approche d'infrastructure convergée se traduit par une efficacité élevée, des coûts réduits, une simplicité opérationnelle, une rapidité de prestation de services et une capacité d'évolution optimale.

Cisco Virtual Infrastructure Manager (VIM) fonctionnant sur des serveurs x86 dotés de la technologie Intel, combiné à Cisco Nexus et à la structure de commutation basée sur ACI, constitue la base de ce cloud de télécommunications distribué. RMN prévoit d'intégrer plusieurs applications virtualisées sur cette plate-forme, notamment : AltioStar vRAN, Cisco vEPC, Nokia et Mavenir vIMS, InnoEye OSS, Netcracker BSS et de nombreux autres VNF liés à la sécurité et au sGi-LAN.

Les fonctions de base des paquets sont fournies par la plate-forme Cisco Ultra Services, leader du secteur. La séparation des plans de contrôle et des plans utilisateur est un élément clé permettant à cette architecture de fournir des capacités évolutives de calcul de périphérie multi-accès (MEC). Cisco Ultra active CUPS dès le premier jour dans le réseau mobile Rakuten et a la flexibilité de faire évoluer les fonctions de manière indépendante tout en jetant les bases d'une migration facile vers une architecture de systèmes 5G complète.

RAN ouvert, virtualisé et désagrégé (2)

Un RAN ouvert et virtualisé est à l'épicentre de la stratégie technique de RMN. Ce sera le premier réseau à être lancé avec une solution RAN entièrement virtualisée d'AltioStar Networks. L'architecture de la solution permet une division en deux couches en utilisant une liaison frontale depuis le site cellulaire vers des emplacements de pré-agrégation où la couche inférieure de la pile radio est hébergée sur une DU virtualisée (vDU). La couche supérieure de la pile radio est hébergée sur une CU virtualisée qui est connectée au vDU à l'aide de l'interface midhaul.

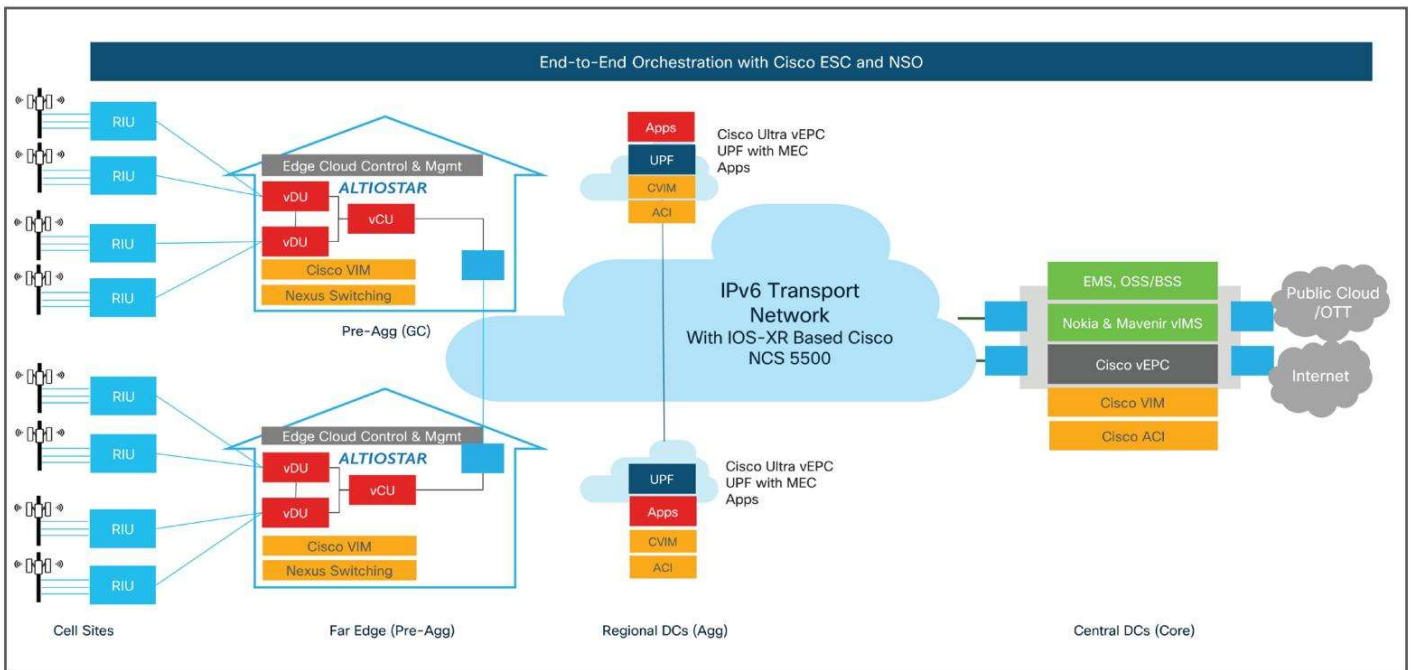
Bien que des solutions CU virtualisées existent dans l'industrie depuis un certain temps, il s'agit de la première implémentation commerciale d'une fonction DU entièrement virtualisée pour un RAN macro 4G LTE. Compte tenu des contraintes strictes en temps réel

En raison des exigences de performances et d'échelle nécessaires au traitement du signal RF numérique, la virtualisation de la fonction DU pour un déploiement de niveau production n'était pas anodine.

Cette première DU entièrement virtualisée a été créée pour Rakuten grâce à l'innovation et à la collaboration de plusieurs leaders de l'industrie dans l'écosystème de partenaires Open vRAN, notamment AltioStar Networks avec sa solution logicielle vRAN, Cisco Systems avec ses VIM, ESC, NSO, la commutation Nexus et le routage NCS 5500. solutions, Intel avec sa famille de processeurs Xeon, de cartes réseau, la technologie FPGA pour l'accélération et le cadre logiciel FlexRAN, ainsi que Red Hat avec les solutions RHEL et OSP.

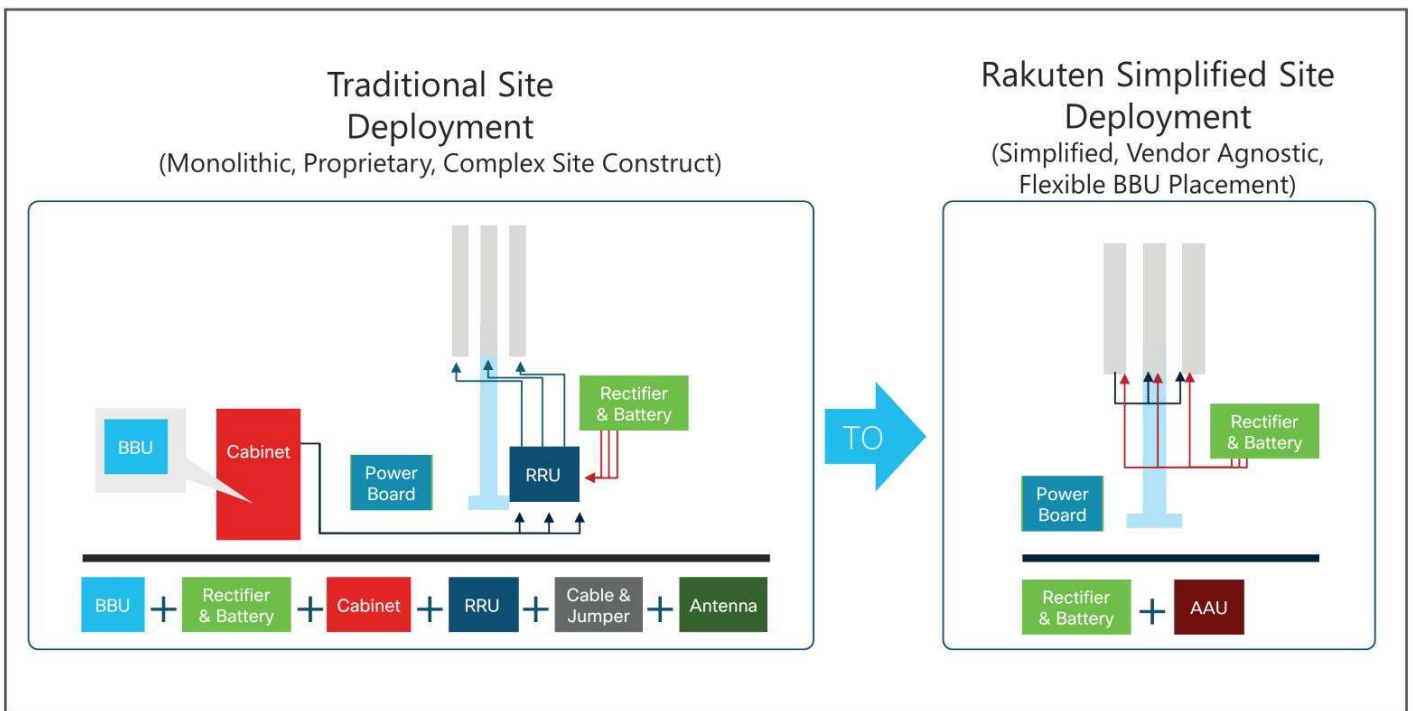
La figure 6 représente un schéma de haut niveau de l'architecture RAN pour RMN.

Figure 6. Architecture RAN.



L'architecture permet un site cellulaire allégé pour RMN comprenant l'antenne et la tête radio distante. Il prend en charge le traitement radio coordonné pour augmenter l'efficacité spectrale, facilite la mise à l'échelle et expose des API ouvertes qui permettent à plusieurs fournisseurs de participer et de contribuer.

Figure 7. Déploiement simplifié.



L'architecture permet à RMN de générer une réduction significative des dépenses d'investissement. Cela a également réduit le temps et les coûts de construction du site, augmenté le succès de l'acquisition du site et permis une meilleure coordination et une meilleure couverture, en particulier dans les zones rurales.

Informatique de pointe multiaccès (3)

L'architecture de pointe innovante de RMN utilise le vRAN, le cœur de paquets CUPS (Control and User Plane Separated) et le cloud de télécommunications distribué. Il permet à MEC d'assurer à la fois les fonctions d'infrastructure et une variété de services à faible latence et centrés sur le contenu. Des exemples de tels services incluent la diffusion de contenu optimisé, la télévision en direct, la voiture connectée, la réalité augmentée et virtuelle, les jeux en ligne, les stades connectés, etc. Alors que d'autres étudient les possibilités similaires offertes par la 5G, RMN exploitera ces opportunités avec la 4G et la 5G pour offrir la meilleure expérience utilisateur possible.

Architecture du système 5G dès le premier jour (4)

RMN déploie aujourd'hui une architecture système 5G avec la virtualisation/NFV, le vRAN, le SDN, l'automatisation, le cœur de paquet CUPS, l'informatique de pointe, le découpage, l'évolutivité et la capacité inhérents à l'architecture RMN. Cette architecture crée une base qui facilite l'ajout de capacités 5G via des mises à niveau logicielles, ce qui peut réduire les délais de commercialisation.

Architecture de transport/de liaison mobile IPv6 compatible 5G (5)

Alimenté par des routeurs Cisco NCS 5500 avec une solution basée sur IOS XR, le réseau de transport mobile de RMN est construit en tenant compte de la capacité et de l'échelle de la 5G. Le cœur du réseau aura une capacité multitérabit. Des multiples de 100G de bande passante seront mis à la disposition du réseau de pré-agrégation des sites cellulaires, contrairement au reste du monde qui a déployé un réseau basé sur 1G ou 10G. Le réseau est basé sur IPv6 avec un chemin de migration vers le routage de segments IPv6, ce qui permettra l'évolutivité et évitera les fonctions de traduction d'adresses coûteuses et complexes à exploiter.

Structures de centres de données centralisées et régionales compatibles SDN pour la 5G (6)

Les structures de centres de données définies par logiciel centrales et régionales de RMN sont alimentées par Cisco ACI et hébergeront une large gamme de services de base et de périphérie. Ils sont conçus avec

La 5G à l'esprit et construite comme des centres agiles de prestation de services. Ils offrent des dizaines de téraoctets de capacité, une échelle horizontale, une automatisation et des analyses.

SKU matériels courants (7)

Un problème courant dans l'ensemble du secteur est que les opérateurs conservent généralement des centaines de références pour les équipements de leur réseau. RMN a standardisé sur moins de dix SKU. La limitation des SKU permet une standardisation de l'infrastructure, une évolutivité facile, des opérations simplifiées et une gestion plus facile des pièces de rechange tout en maintenant un bon équilibre entre coût et performances.

Infrastructure de bout en bout et automatisation des services (8)

L'automatisation est un objectif fondamental de la stratégie RMN. Cisco NSO ainsi que le système de gestion des éléments (EMS) et les outils OSS permettent l'automatisation. Tous les composants de l'infrastructure réseau, ainsi que les services, sont automatisés dans RMN pour effectuer le déploiement initial et la gestion continue du cycle de vie. Cela réduit les OpEx et minimise le contrôle humain pour déployer et exploiter le réseau par rapport à un opérateur traditionnel. Cela permet également d'éviter les problèmes causés par une erreur humaine et facilite une réponse plus rapide aux problèmes, ouvrant ainsi la voie à une autoremédiation.

OSS/BSS unifiés (9)

Les silos OSS constituent un autre problème important pour de nombreux opérateurs traditionnels. RMN a adopté une stratégie OSS unifiée dans laquelle une seule couche OSS/BSS, optimisée par InnoEye OSS et Netcracker BSS, sera utilisée pour permettre une véritable gestion des services et des fonctions inter-domaines.

Nouveaux modèles économiques (10)

L'architecture RMN ouverte, automatisée et définie par logiciel permet la création d'un nouveau fournisseur écosystème qui peut libérer une plus grande innovation et de nouveaux services à une fraction du coût des systèmes traditionnels.

Piloter le client natif du cloud Expérience (CX)

L'équipe Cisco CX a joué un rôle déterminant dans le incubation de l'architecture cloud native de Rakuten.

L'équipe CX a mis en place un bureau de gestion des programmes et de l'architecture (PAMO) responsable de la conception de bout en bout, de la validation des solutions, de l'automatisation des tests, ainsi que du déploiement et de la gestion des charges de travail. L'objectif principal est la réussite du programme basé sur les résultats. Nous déployons de nouveaux outils et méthodologies en utilisant l'intégration continue et le déploiement continu.

L'automatisation intégrée est une exigence clé pour gérer ce réseau de nouvelle génération. L'équipe CX a développé une automatisation complète en boucle fermée avec une gestion complète du cycle de vie à l'aide de Network Service Orchestrator et d'Elastic Services Controller pour plus de 100 types de VNF (plus de 50 000 instances) dans le réseau de Rakuten. L'équipe a également mis en œuvre le premier déploiement RAN virtualisé entièrement automatisé au monde, qui réduit le temps de déploiement d'un site radio de quelques minutes à quelques semaines. Il permet la gestion de plus de 150 000 sites radio macro et petites cellules sans intervention manuelle.

CX redéfinit la méthodologie de fourniture de logiciels de solutions de réseaux mobiles virtualisés à Rakuten

avec un cadre de test défini par logiciel. Il intègre la livraison unifiée de tous les VNF de Cisco et de nos partenaires au laboratoire de solutions de Rakuten de manière agile. Les KPI capturés dans le portail incluent la santé, les licences, la réservation de ressources et les cartes de score des fournisseurs.

Nous déployons des plateformes logicielles sur site pour un développement et une évolution accélérés (SPADE) avec les outils CICD utilisés en CX chez plus de 300 clients

comme une extension de Rakuten. Il permet à Rakuten d'accéder aux équipes d'ingénierie de Cisco pour affiner et obtenir des fonctionnalités innovantes à l'aide d'un modèle de livraison agile.

La sécurité est conçue sur la base du principe « zéro confiance, zéro contact », qui implique une sécurité invisible avec une automatisation complète. L'équipe CX a déployé des outils de sécurité intégrés à VNF afin qu'ils soient intégrés à la solution globale. La sécurité évolue avec la mobilité des charges de travail, de sorte que chaque transaction entre toutes les entités du réseau soit sécurisée, tout en minimisant la charge opérationnelle en rendant ces constructions de sécurité transparentes à tous.

utilisateurs.

Il y a enfin un effort pour définir l'organisation et les modèles des opérations cloud. L'objectif est de gérer le cycle de vie du réseau tout en gardant un personnel opérationnel stable avec un faible encombrement. Nous utilisons des systèmes DevOps avec des pratiques d'ingénierie de fiabilité des sites et des opérations cloud distribuées pour autogérer l'ensemble de l'infrastructure.



Apprendre encore plus

Pour en savoir plus,
visitez cisco.com/go/5g

Transformation pilotée par logiciel

L'industrie mobile et sa chaîne d'approvisionnement sont sur le point de connaître une transformation majeure. Cette transformation est pilotée par logiciel et se traduira par

une architecture de réseau mobile plus agile et efficace. La nouvelle architecture mobile repose sur deux idées. Premièrement, le principe de désagrégation, selon lequel les logiciels peuvent être achetés séparément du matériel.

Ensuite, le principe de décomposition, qui sépare des systèmes auparavant monolithiques en de multiples fonctions pouvant être déployées de la meilleure manière pour répondre aux besoins métiers des opérateurs, tout en utilisant des interfaces standards.

L'architecture mobile déconstruite peut être déployée sur un réseau et peut être construite en faisant appel à plusieurs fournisseurs. L'effet net est un réseau harmonisé en fonctionnalités qui est fondamentalement et intrinsèquement multifournisseur.

Dans ce nouveau réseau mobile, l'automatisation est intégrée à l'aide d'une approche basée sur un modèle qui prend également en charge l'activation des API pour les capacités B2B et NaaS.

Les sites Edge jouent un rôle de premier plan à mesure que les nuages sont déployés pour prendre en charge un meilleur service radio. Ces mêmes sites périphériques deviennent les emplacements de base des services informatiques de pointe.

Le futur commence maintenant. Cette nouvelle architecture de réseau mobile peut être réalisée aujourd'hui pour le 5G NR ou le LTE, et les opérateurs peuvent choisir différentes voies pour y parvenir. Des mesures prudentes permettront une prestation de services plus agile avec des dépenses réduites, ce qui se traduira par une compétitivité et une rentabilité accrues tout en offrant une qualité d'expérience supérieure.

1. Institut européen des normes de télécommunications. (2014). Informatique mobile de pointe [Livre blanc]. <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/mobile-edge-computing>
2. Projet de partenariat de 3e génération (3GPP), TR 38.801, Architecture et interfaces d'accès radio (version 14). <http://www.3gpp.org/DynaReport/38801.htm>
3. Projet de partenariat de 3e génération (3GPP), TS 38.401, description de l'architecture NG-RAN (version 15). <http://www.3gpp.org/DynaReport/38300.htm>
4. Systèmes Cisco, (2018). Transport Cisco Converged 5G xHaul. <https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/fournisseur-de-services/internet-mobile/livre-blanc-c11-741529.pdf>
5. RFC6020, YANG – Un langage de modélisation de données pour le protocole de configuration réseau (NETCONF), 2010.
6. Systèmes Cisco, Orchestrateur des services réseau Cisco (NSO). <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/service-provider/solutions-fournisseurs-cloud/services-reseau-orchestrator-solutions.html>
7. Groupe de travail sur l'ingénierie Internet (IETF). (2011). RFC6241, protocole de configuration réseau (NETCONF). <https://tools.ietf.org/html/rfc6241>
8. Projet de partenariat de 3e génération (3GPP), (2017). TS 38.470, NG-RAN ; Aspects généraux et principes de la F1 (version 15). <http://www.3gpp.org/DynaReport/33470.htm>
9. Consortium CPRI. Interface radio publique commune. <http://www.cpri.info/>
10. Projet de partenariat de 3e génération (3GPP), TS 23.214, Améliorations de l'architecture pour la séparation du plan de contrôle et de l'utilisateur de Nœuds EPC (version 14). <http://www.3gpp.org/DynaReport/23214.htm>
11. Projet de partenariat de 3e génération (3GPP), TS 23.501, Architecture système pour le système 5G (version 15). <http://www.3gpp.org/DynaReport/23501.htm>