



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

L'EDGE COMPUTING

Master spécialisé IPS

Plan de cette séance

1

Edge computing vs Cloud computing

2

MCC et l'Edge Computing

3

Analyse des données et IA/AA

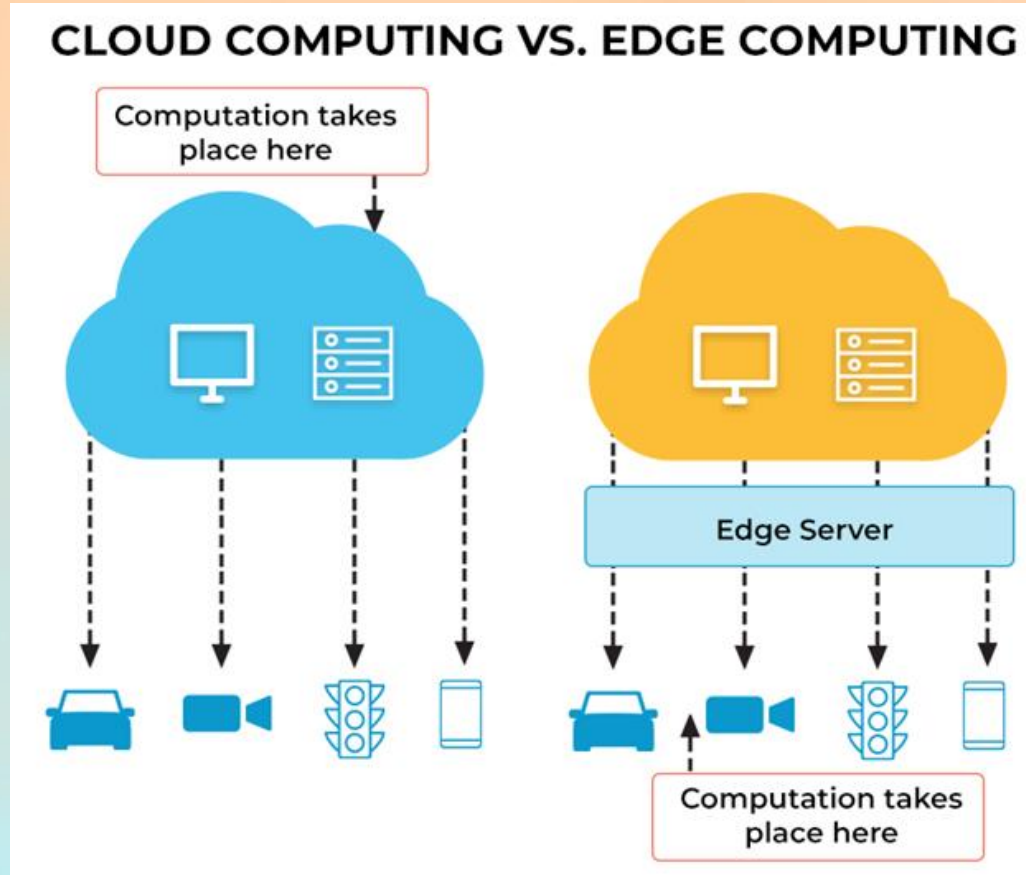
4

Architecture : éléments fonctionnels

5

Linux comme base de l'edge computing

1- Edge computing vs Cloud computing



1- Edge computing vs Cloud computing

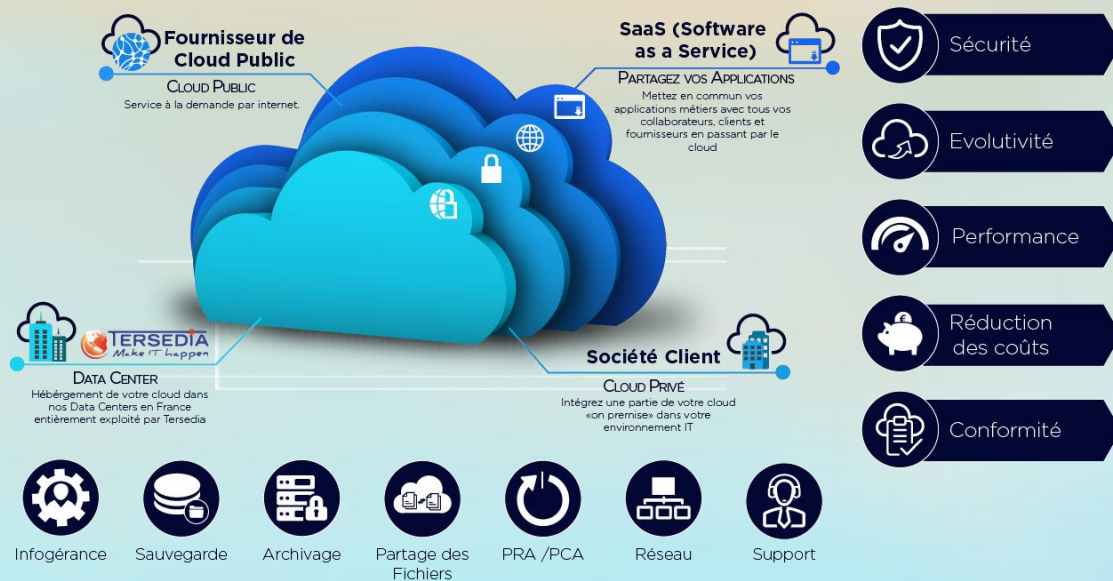
Le cloud computing est la fourniture de services informatiques à travers Internet.

- Logiciels et analyses // stockage, les serveurs, les bases de données et l'intelligence, une large gamme de services numériques peut être transmise sur Internet (le « cloud »).
- Le cloud computing propose une gamme d'applications grand public et professionnelles, allant de la diffusion de films et d'émissions de télévision au stockage d'e-mails et à la création de solutions de marketing numérique personnalisées.
- Les services cloud sont hébergés dans le centre de données central d'un fournisseur et gérés par le *fournisseur de services* cloud. « le cloud computing vous permet de louer au lieu d'acheter votre infrastructure informatique »

1- Edge computing vs Cloud computing

Les fournisseurs de Cloud sont en effet des entreprises qui fournissent des environnements informatiques comme les Cloud publics ou les Cloud privés, qui rassemblent et partagent des ressources évolutives sur le réseau. Plusieurs fournisseurs de Cloud suggèrent aussi des services en ligne.

→ Alibaba Cloud, Amazon Web Services (AWS), google Cloud, IBM Cloud et Microsoft Azure



1- Edge computing vs Cloud computing

Un fournisseur de Cloud vous autorise à proposer des services informatiques que vous devriez fournir sinon vous pouvez les fournir vous-même, par exemple :

Une infrastructure : C'est la base de l'informatique. Cette infrastructure peut introduire des réseaux, des systèmes de stockage, des serveurs et des outils de virtualisation.

Des plateformes : les outils qui ont la possibilité de créer et de déployer des applications. Ces plateformes peuvent insérer des systèmes d'exploitation, et des environnements d'exécution.

Des logiciels : Ce sont des applications prêtes à l'emploi. Ils peuvent être des applications personnalisées ou standard, offertes par des fournisseurs de services indépendants.

2- MCC et l'Edge Computing

Dans **le cloud computing**, le matériel utilisé pour le stockage et le traitement des données est situé dans des centres de données, distribués mondialement mais centralisés au cœur du réseau.

Dans **l'edge computing**, le traitement des données est effectué plus près de la source et une demande d'utilisateur est acheminée via un maillage complexe d'équipements réseau comprenant des routeurs, des commutateurs et d'autres équipements, atteignant finalement un point de présence (PoP) le long du chemin. Le PoP est situé dans un environnement physique en dehors d'un centre de données qui est intentionnellement placé aussi près que possible de l'utilisateur.

Il existe deux raisons principales pour déplacer les charges de travail vers la périphérie ?

2- MCC et l'Edge Computing

❑ **Sensibilité au temps** : les applications sensibles à la latence doivent prendre des décisions très rapidement et sans délai. Les données sont collectées, transférées vers un cloud central sans modification des infrastructures de cloud computing et traitées avant qu'une décision ne soit renvoyée. Ce processus peut prendre un certain temps.

→ Si les tâches de traitement des données sont rapprochées de l'endroit où les données sont générées, les nouvelles demandes de données peuvent être traitées avec une latence nettement inférieure et les périphériques peuvent mettre en cache les résultats pour un accès plus rapide aux données. Cela se traduit par des expériences utilisateur améliorées pour divers cas d'utilisation, allant des *voitures connectées* aux jeux en ligne.

❑ **Charges de travail** : les capacités de calcul, de stockage et d'analyse, autrefois uniquement disponibles sur les grands serveurs cloud, sont désormais possibles sur des appareils avec une empreinte beaucoup plus petite.

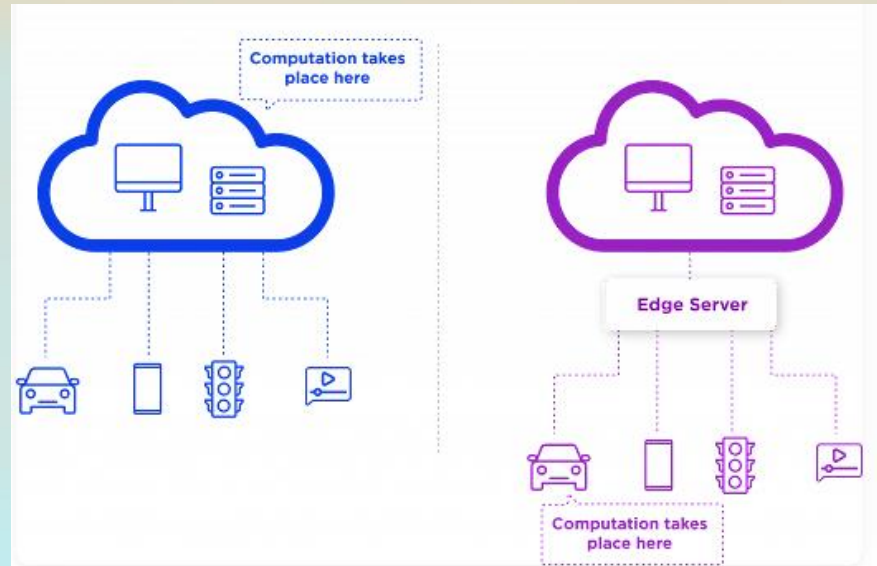
→ Sans périphérie, il y aurait beaucoup trop de données à collecter pour les envoyer vers un cloud.

L'Edge Computing minimise le besoin de rediriger les données vers le cloud.

2- MCC et l'Edge Computing

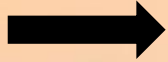
L'Edge Computing minimise le besoin de rediriger les données vers le cloud.

Edge computing et cloud computing ne s'excluent pas mutuellement. Ils sont conçus pour servir des objectifs différents, mais ils peuvent servir de base aux applications de nouvelle génération lorsqu'ils sont combinés.



3- Analyse des données et IA/AA

L'edge computing met l'accent sur le recueil des données et leur traitement en temps réel



contribue à la réussite des applications intelligentes à gros volumes de données

Exemples:

- ❑ Les tâches d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique (IA/AA), telles que les algorithmes de reconnaissance d'image peuvent être exécutées plus efficacement près de la source des données.

$$\text{[Edge Computing]} + \text{[AI]} = \text{[Edge AI]}$$

- ❑ Avec l'Edge AI, les algorithmes d'apprentissage automatique peuvent s'exécuter directement à la périphérie, et le traitement des données et des informations peut s'effectuer directement à bord des appareils IoT, plutôt que dans une installation centrale de cloud computing ou un centre de données privé.

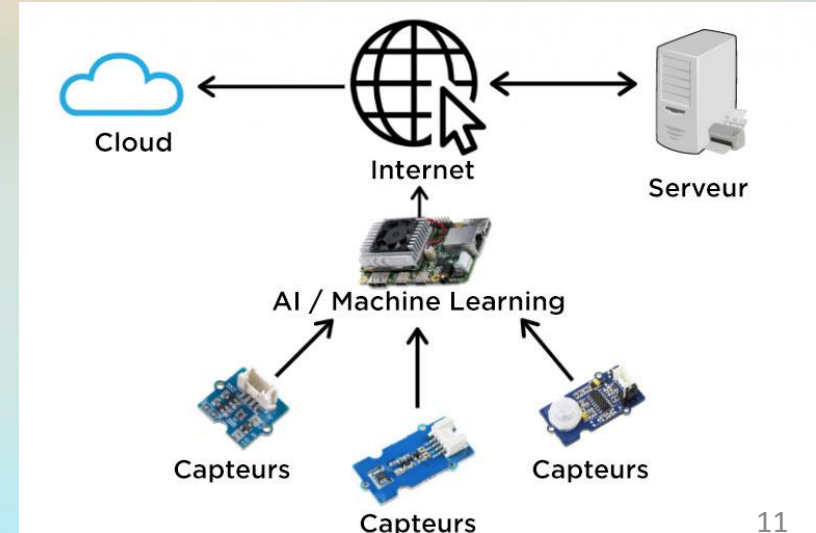
3- Analyse des données et IA/AA

$$[\text{Edge Computing}] + [\text{AI}] = [\text{Edge AI}]$$

→ L'Edge AI va permettre d'exécuter des algorithmes de traitement à base d'intelligence artificielle au cœur même des appareils qui font partie du réseau Edge Computing.

Ces dispositifs intelligents, grâce à la disponibilité de données des capteurs sur le terrain, peuvent interagir de manière autonome sans interaction avec le site central.

❖ Dans le schéma suivant, nous pouvons observer que l'ensemble des capteurs sont préalablement reliés à un dispositif équipé d'intelligence artificielle qui exécute des algorithmes de Machine Learning.



3- Analyse des données et IA/AA

$$[\text{Edge Computing}] + [\text{AI}] = [\text{Edge AI}]$$

Quels sont les exemples de cas d'utilisation d'Edge AI ?

1- Prévision intelligente dans le domaine de l'énergie : pour les industries critiques telles que l'énergie, dans lesquelles l'approvisionnement discontinu peut menacer la santé et le bien-être de la population générale, la prévision intelligente est essentielle. Les modèles Edge AI aident à combiner les données historiques, les modèles météorologiques, la santé du réseau et d'autres informations pour créer des simulations complexes qui informent une production, une distribution et une gestion plus efficaces des ressources énergétiques pour les clients.

3- Analyse des données et IA/AA

$$[\text{Edge Computing}] + [\text{AI}] = [\text{Edge AI}]$$

Quels sont les exemples de cas d'utilisation d'Edge AI ?

2- Maintenance prédictive dans le secteur manufacturier : les données des capteurs peuvent être utilisées pour détecter les anomalies à un stade précoce et prédire quand une machine tombera en panne. Des capteurs sur l'équipement analysent les défauts et alertent la gestion si une machine a besoin d'une réparation afin que le problème puisse être résolu rapidement, évitant ainsi des temps d'arrêt coûteux.

3- Instruments alimentés par l'IA dans les soins de santé : les instruments médicaux modernes à la pointe de la technologie deviennent compatibles avec l'IA avec des appareils qui utilisent le streaming à très faible latence de vidéo chirurgicale pour permettre des chirurgies *peu invasives* et des informations à la demande.

3- Analyse des données et IA/AA

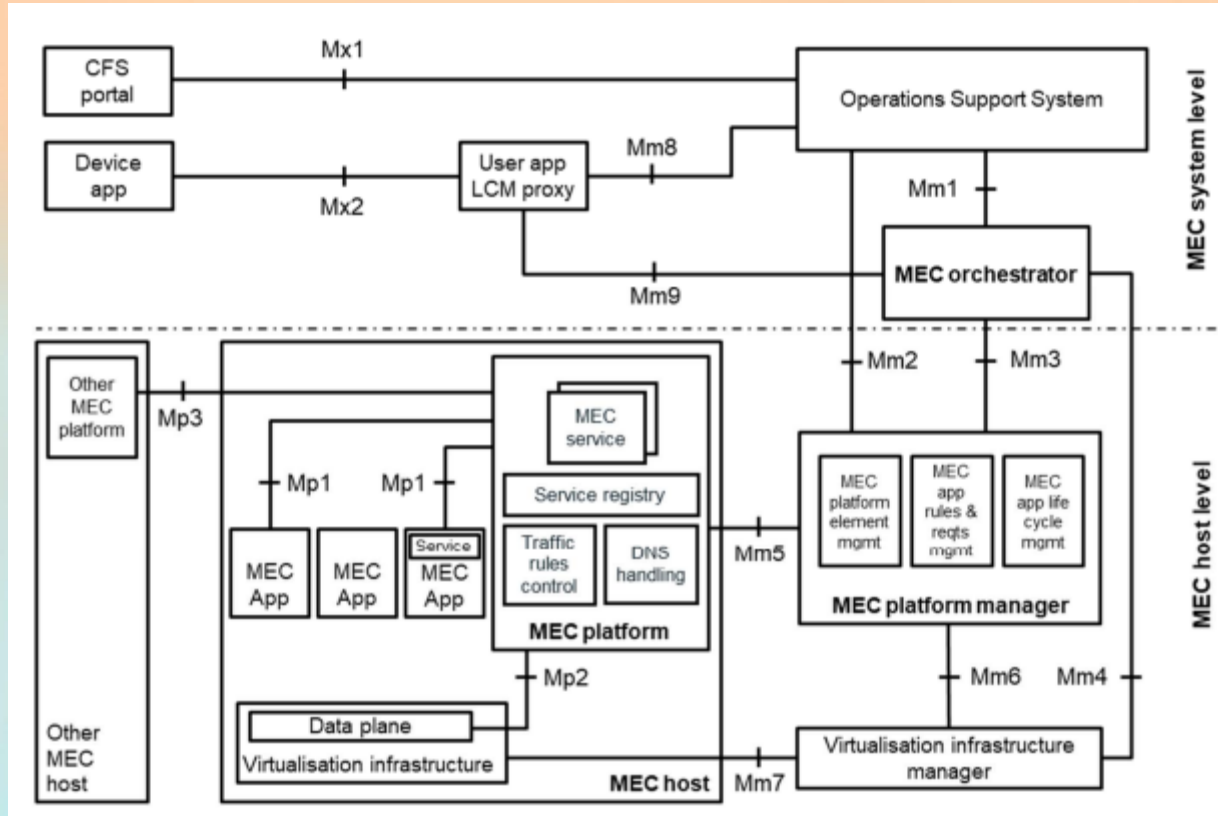
[Edge Computing] + [AI] = [Edge AI]

Quels sont les exemples de cas d'utilisation d'Edge AI ?

4- Assistants virtuels intelligents dans le commerce de détail : les détaillants cherchent à améliorer l'expérience client numérique en introduisant la commande vocale pour remplacer les recherches textuelles par des commandes vocales. Avec la commande vocale, les acheteurs peuvent facilement rechercher des articles, demander des informations sur les produits et passer des commandes en ligne à l'aide de haut-parleurs intelligents ou d'autres appareils mobiles intelligents.

4- Architecture : éléments fonctionnels

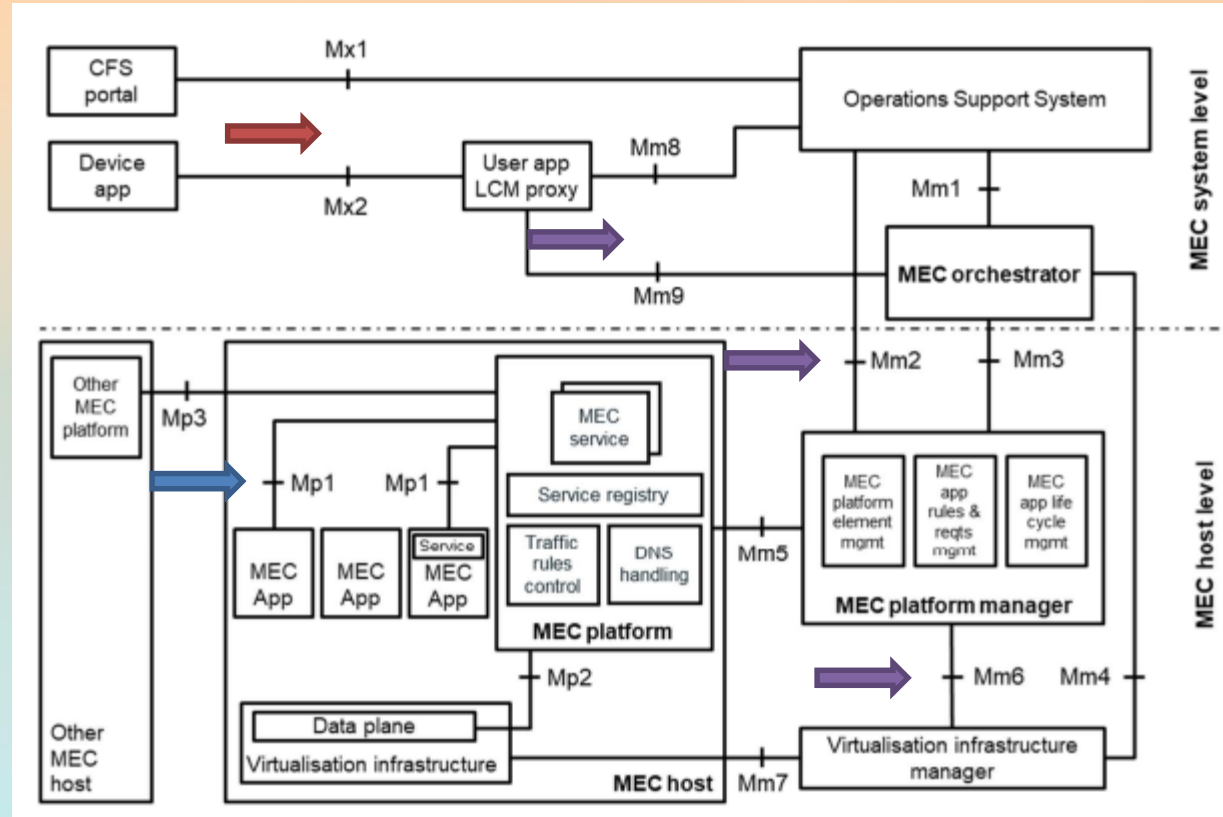
L'architecture de référence montre les éléments fonctionnels qui composent le système MEC



4- Architecture : éléments fonctionnels

Trois groupes de points de référence sont définis entre les entités système :

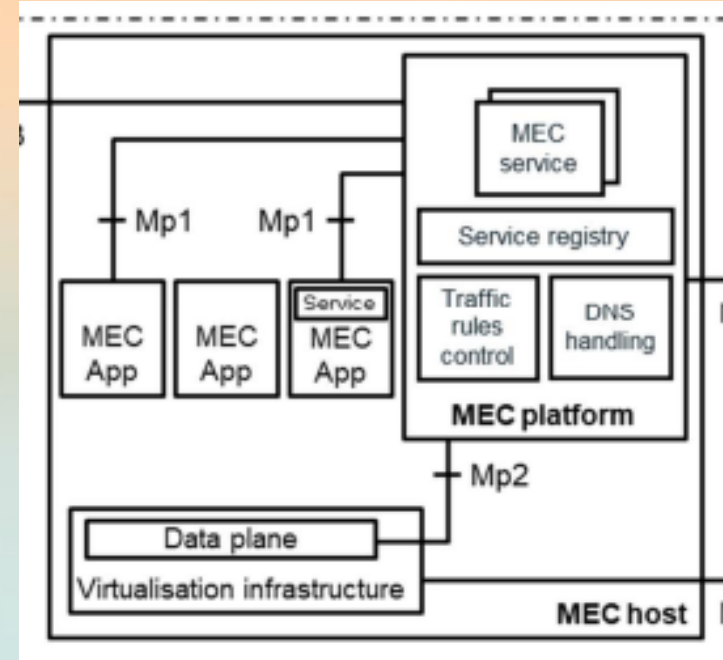
- points de référence concernant la fonctionnalité de la plate-forme MEC (Mp)
- points de référence de gestion (Mm)
- points de référence se connectant à des entités externes (Mx).



4- Architecture : éléments fonctionnels

■ MEC Host

L'hôte MEC est une entité qui contient la **plateforme MEC** et une **infrastructure de virtualisation** qui fournit le calcul, ressources de stockage et de réseau pour les applications MEC. L'infrastructure de virtualisation comprend un plan de données qui exécute les règles de trafic reçues par la plateforme MEC et achemine le trafic entre applications, services, DNS serveur/proxy, réseau 3GPP, autres réseaux d'accès, réseaux locaux et réseaux externes.

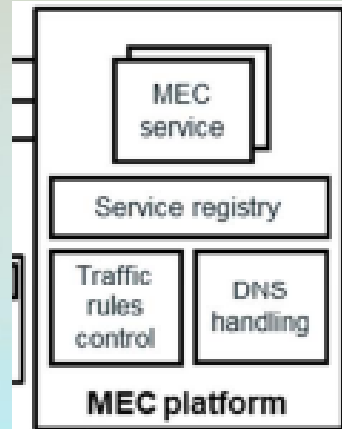


4- Architecture : éléments fonctionnels

▪ MEC Platform

La plateforme MEC est responsable des fonctions suivantes :

- offrant un environnement où les applications MEC peuvent découvrir, annoncer, consommer et offrir les services MEC
- recevoir les règles de trafic du gestionnaire de plate-forme MEC, des applications ou des services et instruire le plan de données en conséquence. Comme la traduction des balises représentant les UE dans les règles de circulation en adresses IP spécifiques
- recevoir les enregistrements DNS du gestionnaire de plate-forme MEC et configurer un proxy/serveur DNS en conséquence
- héberger les services MEC
- fournir un accès à un stockage persistant



4- Architecture : éléments fonctionnels

▪ MEC Application

L'application MEC s'exécute en tant qu'application virtualisée, telle qu'une machine virtuelle (VM) sur le niveau le plus haut de l'infrastructure de virtualisation fournie par l'hôte MEC, et peut interagir avec la plate-forme MEC pour consommer et fournir des services MEC.

Dans certains cas, les applications MEC peuvent également interagir avec la plateforme MEC pour effectuer certaines procédures de support liées au cycle de vie de l'application, telles que l'indication de la disponibilité, la préparation de la relocalisation de l'état de l'utilisateur, etc.

Les applications MEC peuvent avoir un certain nombre de règles et d'exigences, telles que les ressources requises, la latence maximale, les services requis ou utiles, etc.

Ces exigences sont validées par le niveau système de gestion MEC et peuvent être affecté à des valeurs par défaut si elles sont manquantes.

4- Architecture : éléments fonctionnels

▪ MEC platform manager

Le gestionnaire de plateforme MEC est responsable des fonctions suivantes :

- gérer le cycle de vie des applications, y compris informer le MEO « **MEC orchestrator** » des événements pertinents liés à l'application ;
- fournir des fonctions de gestion d'éléments à la plate-forme MEC ;
- gérer les règles et les exigences de l'application, y compris les autorisations de service, les règles de trafic, la configuration DNS et la résolution des conflits.

Le gestionnaire de plate-forme MEC reçoit également des rapports d'erreur sur les ressources virtualisées et des mesures de performance de la part du *Gestionnaire d'infrastructure de virtualisation* pour un traitement ultérieur.

4- Architecture : éléments fonctionnels

▪ Virtualisation infrastructure manager

Le gestionnaire de l'infrastructure de virtualisation est responsable des fonctions suivantes :

- Allocation, gestion et libération des ressources virtualisées (calcul, stockage et mise en réseau) de l'infrastructure de virtualisation.
- Préparation de l'infrastructure de virtualisation pour exécuter une image logicielle. La préparation comprend la configuration de l'infrastructure et peut inclure la réception et le stockage de l'image logicielle.
- Collecte et rapport d'informations sur les performances et les pannes des ressources virtualisées.

4- Architecture : éléments fonctionnels

▪ MEC system level management

➤ MEC orchestrator

Le MEO est la fonctionnalité centrale de la gestion au niveau du système MEC.

Le MEO est responsable des fonctions suivantes :

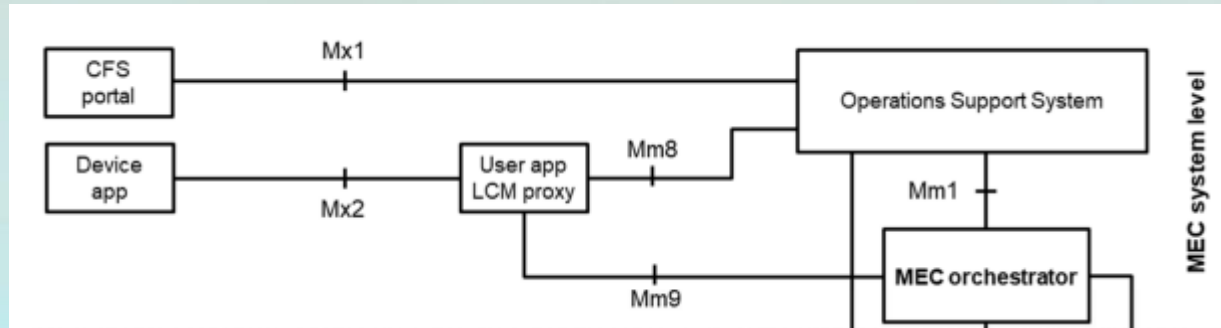
- maintenir une vue d'ensemble du système MEC en fonction des hôtes MEC déployés, des ressources disponibles, des services MEC et de la topologie ;
- l'intégration des packages d'application, y compris la vérification de l'intégrité et de l'authenticité des packages, valider les règles et les exigences d'application et les ajuster si nécessaire pour se conformer aux politiques de l'opérateur, conserver un enregistrement des packages intégrés et préparer le ou les gestionnaires d'infrastructure de virtualisation pour gérer les applications;
- sélectionner le ou les hôtes MEC appropriés pour l'instanciation d'application en fonction des contraintes, telles que la latence, les ressources disponibles et services disponibles ;
- déclenchement de l'instanciation et de l'arrêt de l'application ;
- déclencher la relocalisation d'application selon les besoins lorsqu'elle est prise en charge.

4- Architecture : éléments fonctionnels

- **Operations Support System (OSS) / Le système d'assistance aux opérations (OSS)**

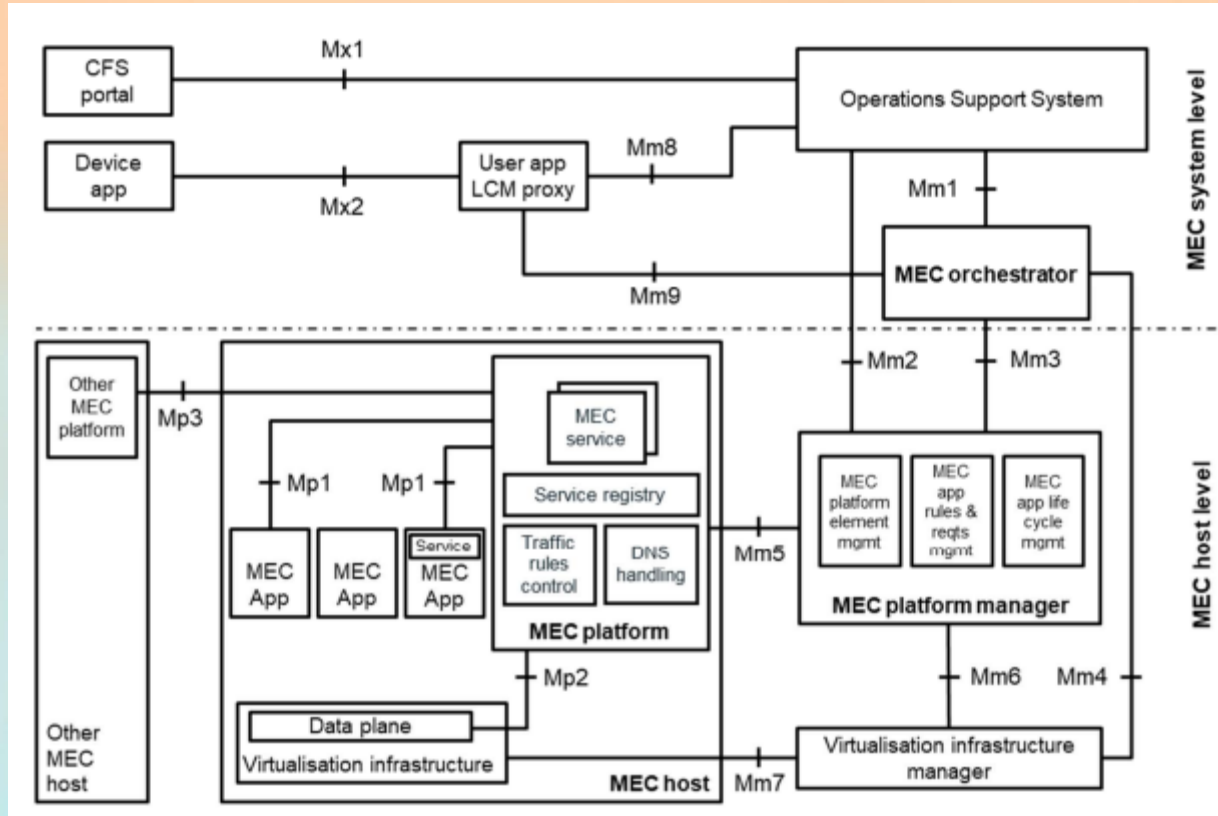
Il fait référence à l'OSS d'un opérateur. Il reçoit les demandes via le portail CFS et des applications de l'appareil pour l'instanciation ou la résiliation des applications, et décide de l'octroi de ces demandes.

Les demandes acceptées sont transmises au MEO pour un traitement ultérieur. Lorsqu'il est pris en charge, l'OSS reçoit également des demandes d'applications d'appareils pour déplacer des applications entre des clouds externes et le système MEC.



4- Architecture : éléments fonctionnels

L'architecture de référence montre les éléments fonctionnels qui composent le système MEC



4- Architecture : éléments fonctionnels

- **User application lifecycle management proxy**

Une application utilisateur est une application MEC qui est instanciée dans le système MEC en réponse à une demande d'un utilisateur via une application en cours d'exécution sur l'appareil (application de l'appareil).

Le proxy de gestion du cycle de vie des applications utilisateur permet aux applications de l'appareil de demander l'intégration, l'instanciation, la résiliation des applications utilisateur et, le cas échéant, la relocalisation des applications utilisateur dans et hors du système MEC.

Il permet également d'informer les applications de l'appareil sur l'état des applications de l'utilisateur.

Le proxy de gestion du cycle de vie de l'application utilisateur autorise les demandes provenant des applications de l'appareil dans l'appareil (par exemple, ordinateur portable avec connectivité Internet) et interagit avec l'OSS et le MEO pour un traitement ultérieur de ces demandes.

Le proxy de gestion du cycle de vie des applications utilisateur n'est disponible que lorsqu'il est pris en charge par le système MEC.

4- Architecture : éléments fonctionnels

- **Device application**

Les applications de l'appareil telles que définies dans le présent document sont des applications dans l'appareil (par exemple, UE, ordinateur portable avec connexion Internet connectivité) qui ont la capacité d'interagir avec le système MEC via une gestion du cycle de vie des applications

- **Customer facing service portal**

Le portail de services orienté client permet aux clients tiers des opérateurs (par exemple, des entreprises commerciales) de sélectionner et de commander un ensemble d'applications MEC qui répondent à leurs besoins particuliers, et de recevoir en retour des informations sur le niveau de service des applications fournies.

5- Linux comme base de l'edge computing

- Etant flexible et axé sur la sécurité, Linux est un système d'exploitation qui accélère la distribution des données et facilite l'innovation à la périphérie pour les charges de travail.
- Des plateformes ont été créées pour permettre de gérer efficacement les systèmes d'edge computing via une interface centralisée qui relie les données et les équipements à la source. Ce qui permet de disposer des informations dont vous avez besoin pour prendre les meilleures décisions métier en temps réel.
- Des plateformes ont été créées pour standardiser les infrastructures, les entreprises pourront ainsi limiter les risques de complexité et de sécurité associés à l'exécution de charges de travail en périphérie du réseau. Elles bénéficient également d'une réduction des coûts de maintenance, d'un raccourcissement des cycles d'innovation et d'une amélioration de la disponibilité.

5- Linux comme base de l'edge computing

❑ Les défis du déploiement en périphérie

Le déploiement de mini-salles de serveurs sur du matériel léger, dans le monde entier, présente de nombreux défis. Selon leurs besoins métier, les entreprises doivent se préparer à relever les défis propres aux déploiements en périphérie :

Évolutivité : les déploiements en périphérie impliquent la gestion de centaines de milliers de nœuds et de clusters dans des sites où il y a peu voire pas de personnel informatique (plateformes pétrolières, trains à grande vitesse, distributeurs automatiques de billets, avions, etc.). Pour faire face à cette situation, il est nécessaire de centraliser le déploiement et la gestion.

Interopérabilité : dans un environnement matériel et logiciel impliquant plusieurs fournisseurs, l'interopérabilité est essentielle pour gérer et répliquer des solutions très complexes. Toute plateforme flexible doit aussi permettre de transférer les charges de travail vers la périphérie.

5- Linux comme base de l'edge computing

❑ Les défis du déploiement en périphérie

Cohérence : les sites d'edge computing doivent être gérés et mis à jour de manière cohérente et sécurisée afin d'éviter les fuites de données et l'usurpation par des systèmes distants. La standardisation cohérente du matériel et des logiciels peut faciliter le déploiement et fournir des systèmes reproductibles aux équipes chargées de l'exploitation de l'infrastructure.

Sécurité : les déploiements en périphérie nécessitent la mise en place de mesures de sécurité physique et numérique pour protéger les données et les activités. Une stratégie de défense en profondeur et multicouche permet d'exploiter toutes les capacités de l'environnement, du matériel physique aux applications, ainsi que les processus de développement et d'exploitation.

