

1 - Qu'est-ce qu'une API réseau ?

Une API réseau, ou interface de programmation d'applications réseau, est un ensemble de règles et de protocoles qui permettent à différentes applications de communiquer entre elles via un réseau, généralement Internet. Imaginez-la comme une porte d'entrée standardisée qui permet à deux logiciels distincts de s'échanger des informations et de se coordonner.

Pourquoi les API réseau sont-elles importantes ?

- **Connectivité universelle** : Les API permettent aux applications de se connecter à un large éventail de services et de données, quel que soit leur emplacement géographique ou leur plateforme.
- **Réutilisation du code** : En utilisant des API, les développeurs peuvent éviter de réinventer la roue. Ils peuvent intégrer des fonctionnalités existantes dans leurs applications, ce qui accélère le développement et réduit les coûts.
- **Innovation** : Les API ouvrent la voie à de nouvelles applications et services en permettant aux développeurs de combiner des données et des fonctionnalités de manière créative.
- **Automatisation** : Les API facilitent l'automatisation des tâches, ce qui améliore l'efficacité et réduit les erreurs.

Comment fonctionnent-elles ?

Une API réseau définit une série de requêtes et de réponses standardisées. Lorsqu'une application souhaite accéder à une ressource via une API, elle envoie une requête au serveur qui héberge l'API. Ce serveur traite la requête et renvoie une réponse dans un format spécifié (JSON, XML, etc.).

Exemples d'utilisation des API réseau

- **Intégration de services** : Par exemple, une application de commerce électronique peut utiliser l'API d'un service de paiement pour traiter les transactions.
- **Accès à des données** : Les API permettent d'accéder à des données publiques ou privées, comme les données météorologiques, les données boursières ou les données d'un capteur IoT.
- **Développement d'applications mobiles** : Les API sont largement utilisées pour développer des applications mobiles qui interagissent avec des services en ligne.
- **Création de marketplaces** : Les marketplaces en ligne utilisent des API pour connecter les vendeurs et les acheteurs.

Les API réseau dans le contexte de la 5G

Avec l'arrivée de la 5G, les API réseau prennent une nouvelle dimension. Elles permettent de :

- **Personnaliser l'expérience utilisateur** : Les opérateurs peuvent utiliser des API pour offrir des services sur mesure en fonction des besoins de chaque utilisateur.
- **Développer de nouveaux services** : Les API ouvrent la voie à de nouveaux services innovants, comme la réalité augmentée, les voitures autonomes et les villes intelligentes.
- **Automatiser les opérations réseau** : Les API facilitent l'automatisation des tâches de gestion du réseau, ce qui améliore la fiabilité et la performance.

Les API réseau sont des outils essentiels pour le développement d'applications modernes. Elles permettent de connecter des systèmes hétérogènes, de partager des données et de créer de nouvelles expériences utilisateur. Avec l'évolution des technologies, le rôle des API réseau ne cessera de croître.

2 - API Réseaux des Opérateurs de Télécommunication

2 – 1 - Qu'est-ce qu'une API réseau d'opérateur ?

Une API réseau d'opérateur de télécommunication est un ensemble de protocoles et d'interfaces qui permettent aux développeurs d'accéder aux données et aux fonctionnalités d'un réseau mobile. En d'autres termes, c'est une porte d'entrée qui donne aux applications tierces la possibilité d'interagir avec les infrastructures de télécommunication.

Pourquoi sont-elles importantes ?

- **Innovation et nouveaux services** : Les API réseau ouvrent la voie à de nouveaux services innovants, comme la localisation en temps réel très précise, l'optimisation des réseaux en fonction de l'utilisation, ou encore la création d'applications IoT (Internet des Objets) ultra-connectées.
- **Automatisation des processus** : Elles permettent d'automatiser de nombreuses tâches, comme la configuration de nouveaux équipements, la gestion des abonnés ou la surveillance de la qualité du service.
- **Amélioration de l'expérience utilisateur** : Grâce aux API, les opérateurs peuvent proposer des expériences personnalisées et enrichies à leurs clients, en intégrant des services tiers dans leurs offres.

Quels types de données sont accessibles via ces API ?

Les API réseau peuvent donner accès à une multitude de données, telles que :

- **La localisation de l'utilisateur** : Avec une précision allant jusqu'au mètre, cette information est essentielle pour de nombreux services, comme la géolocalisation, la navigation ou les publicités ciblées.
- **La qualité du réseau** : Les opérateurs peuvent fournir des informations sur la couverture, la vitesse de connexion, la latence, etc., permettant ainsi aux applications d'adapter leur comportement en fonction des conditions réseau.
- **Les informations sur les appareils connectés** : Les API peuvent fournir des détails sur les appareils connectés au réseau, comme le type d'appareil, le système d'exploitation, ou encore les applications installées.

- **Les données d'utilisation** : Ces données permettent de mieux comprendre les comportements des utilisateurs et d'optimiser les offres commerciales.

Quels sont les enjeux liés à ces API ?

- **Sécurité** : La protection des données personnelles est un enjeu majeur. Les API doivent être sécurisées pour éviter tout accès non autorisé.
- **Confidentialité** : Les opérateurs doivent respecter la vie privée de leurs clients et ne pas divulguer d'informations sensibles sans leur consentement.
- **Interopérabilité** : Les API doivent être standardisées pour faciliter l'intégration avec des applications tierces.
- **Gestion des risques** : Les opérateurs doivent être en mesure de gérer les risques liés à l'ouverture de leur réseau, comme les attaques cybernétiques ou les surcharges.

Les API réseau dans le contexte de la 5G

La 5G ouvre de nouvelles perspectives pour les API réseau, notamment grâce à :

- **Une latence ultra-faible** : Idéale pour les applications en temps réel, comme la réalité augmentée ou les voitures autonomes.
- **Un débit très élevé** : Permettant de transmettre de grandes quantités de données en temps réel.
- **Un grand nombre d'appareils connectés** : Les API réseau seront essentielles pour gérer cette explosion du nombre d'objets connectés.

Les API réseau des opérateurs de télécommunication sont un élément clé de l'évolution des télécommunications. Elles permettent d'enrichir les services proposés aux utilisateurs, de développer de nouvelles applications et d'optimiser la gestion des réseaux. Cependant, leur déploiement doit être accompagné de mesures de sécurité et de confidentialité robustes.

2 – 2 – différentes API réseaux

Les API réseaux sont devenues incontournables dans le développement d'applications modernes. Elles offrent une multitude de possibilités pour connecter des applications, échanger des données et créer des expériences utilisateur enrichies.

Classification des API réseaux

Les API réseaux peuvent être classées selon différents critères :

1. Selon leur portée:

- **API publiques**: Accessibles à tous les développeurs, elles permettent de créer des applications qui s'intègrent avec des services grand public (ex : Google Maps API, Twitter API).
- **API privées**: Utilisées en interne par une entreprise pour connecter ses différents systèmes et applications.
- **API partenaires**: Destinées à des partenaires commerciaux spécifiques, elles offrent un accès à des fonctionnalités ou des données privilégiées.

2. Selon leur style architectural:

- **API REST (Representational State Transfer):** Le style architectural le plus répandu, il utilise les méthodes HTTP (GET, POST, PUT, DELETE) pour manipuler des ressources. Les API REST sont souvent considérées comme simples et faciles à utiliser.(voir en annexe 1)
- **API SOAP (Simple Object Access Protocol):** Plus complexe que REST, SOAP utilise un format XML pour les requêtes et les réponses. Il offre une plus grande sécurité et des fonctionnalités avancées, mais peut être plus verbeux.
- **API GraphQL:** Un langage de requête pour les API qui permet aux clients de demander exactement les données dont ils ont besoin, réduisant ainsi le volume de données transférées.**API gRPC:** Un framework RPC (Remote Procedure Call) moderne et performant, utilisant le protocole HTTP/2 et la sérialisation Protocol Buffers.
- **WebSocket:** Un protocole de communication bidirectionnel en temps réel, idéal pour les applications nécessitant une faible latence (par exemple, les chatbots).
- **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport):** Un protocole léger pour les communications machine-to-machine (M2M) et l'Internet des objets (IoT).
- **SIP (Session Initiation Protocol):** Un protocole de signalisation utilisé pour établir, modifier et terminer les sessions multimédias (voix, vidéo, etc.).

3. Selon leur fonction:

- **API de données:** Permettent de récupérer et de manipuler des données (ex : API de bases de données, API de services de cloud).
- **API de processus:** Automatisent des tâches ou des workflows (ex : API de paiement, API d'envoi d'e-mails).
- **API de découverte:** Aident à trouver et à utiliser d'autres API (ex : API de registres d'API).

Exemples d'API réseaux couramment utilisées

- **API de réseaux sociaux:** Facebook, Twitter, LinkedIn, etc.
- **API de cartographie:** Google Maps, OpenStreetMap, etc.
- **API de paiement:** Stripe, PayPal, etc.
- **API de cloud:** AWS, Azure, GCP, etc.
- **API de messagerie:** SendGrid, Mailchimp, etc.
- **API de recherche:** Google Custom Search, Bing Search API, etc.

Les enjeux de l'utilisation des API réseaux

- **Sécurité:** Protection des données sensibles, authentification, autorisation.
- **Performance:** Temps de réponse, gestion des pics de charge.
- **Fiabilité:** Disponibilité des services, gestion des erreurs.
- **Documentation:** Qualité de la documentation pour faciliter l'utilisation de l'API.

En résumé

Les API réseaux offrent une infinité de possibilités pour connecter des applications et créer des services innovants. Le choix de l'API dépendra de vos besoins spécifiques en termes de fonctionnalités, de performance et de sécurité.

Pour approfondir les connaissances, consulter les ressources suivantes:

- **MuleSoft:** <https://www.mulesoft.com/fr/resources/api/types-of-apis>
- **Astera Software:** <https://www.astera.com/fr/type/blog/types-of-apis/>

.3 - API Réseaux 5G : Les Clés d'un Nouveau Monde Numérique

Les API réseaux 5G représentent une révolution dans le monde des télécommunications. En ouvrant les réseaux aux développeurs, elles permettent de créer de nouveaux services et applications, et de repenser entièrement l'expérience utilisateur.

Qu'est-ce qu'une API réseau 5G ?

Une API réseau 5G est une interface de programmation qui permet aux développeurs d'accéder aux fonctionnalités avancées des réseaux 5G. Ces API offrent un accès à des données en temps réel sur la qualité du réseau, la localisation de l'utilisateur, et bien d'autres encore.

Pourquoi sont-elles importantes ?

- **Innovation accélérée :** Les API 5G permettent aux développeurs de créer des applications plus riches et plus personnalisées, en tirant parti des capacités uniques de la 5G, comme la faible latence, le haut débit et la connectivité massive.
- **Nouveaux modèles économiques :** Les opérateurs peuvent monétiser leurs réseaux en proposant des services basés sur les API, tout en stimulant l'innovation et en attirant de nouveaux clients.
- **Expérience utilisateur améliorée :** Les API 5G permettent de créer des expériences utilisateur plus fluides et plus personnalisées, en adaptant les services en fonction des besoins de l'utilisateur et des conditions du réseau.

Les principaux avantages des API 5G

- **Faible latence :** Idéal pour les applications en temps réel, comme la réalité augmentée, les jeux vidéo en ligne ou les voitures autonomes.
- **Haut débit :** Permet de télécharger et de télécharger des fichiers volumineux en quelques secondes, et de diffuser des contenus vidéo en haute qualité.
- **Connectivité massive :** Permet de connecter un grand nombre d'appareils simultanément, ouvrant la voie à l'Internet des Objets à grande échelle.
- **Localisation précise :** Les API 5G permettent de déterminer la position d'un utilisateur avec une précision inégalée, ce qui est essentiel pour de nombreux services, comme la navigation ou les publicités ciblées.

Les cas d'utilisation des API 5G

Les possibilités offertes par les API 5G sont vastes et variées. Voici quelques exemples :

- **Industrie 4.0** : Automatisation des processus industriels, maintenance prédictive, suivi en temps réel des équipements.
- **Villes intelligentes** : Gestion optimisée des infrastructures, services publics connectés, mobilité urbaine.
- **Santé connectée** : Téléconsultation, suivi à distance des patients, dispositifs médicaux connectés.
- **Réalité augmentée et virtuelle** : Expériences immersives, applications de formation, visites virtuelles.
- **Divertissement** : Jeux vidéo en ligne, diffusion de contenu en direct, événements virtuels.

Les défis à relever

- **Sécurité** : La protection des données est un enjeu majeur. Les API 5G doivent être sécurisées pour éviter tout accès non autorisé.
- **Confidentialité** : Les opérateurs doivent respecter la vie privée des utilisateurs et ne pas divulguer d'informations sensibles sans leur consentement.
- **Interopérabilité** : Les API 5G doivent être standardisées pour faciliter l'intégration avec des applications tierces.
- **Gestion des risques** : Les opérateurs doivent être en mesure de gérer les risques liés à l'ouverture de leur réseau, comme les attaques cybernétiques ou les surcharges.

Les API réseaux 5G représentent une véritable révolution technologique qui va bouleverser de nombreux secteurs d'activité. En offrant de nouvelles possibilités et en stimulant l'innovation, elles contribuent à façonner le monde numérique de demain.

4 – Synthèse McKinsley

Les API réseau offrent aux opérateurs de télécommunications une chance de générer enfin des rendements substantiels sur leurs investissements massifs dans la 5G, mais cela nécessitera de modifier certaines de leurs méthodes de travail traditionnelles.

Bien que les opérateurs télécoms aient investi près de 1 000 milliards de dollars dans la modernisation de leurs réseaux depuis 2018, ils peinent toujours à monétiser la 5G. Ce défi permanent rappelle de manière inquiétante d'autres occasions manquées récemment. Le secteur risque désormais de passer à côté de l'opportunité de tirer une valeur significative des capacités uniques de la 5G, tout comme il a raté l'opportunité du streaming vidéo et de la messagerie d'entreprise au cours des 20 dernières années, ce qui a permis à d'autres acteurs de profiter de l'infrastructure numérique sophistiquée et coûteuse mise en place par les opérateurs télécoms.

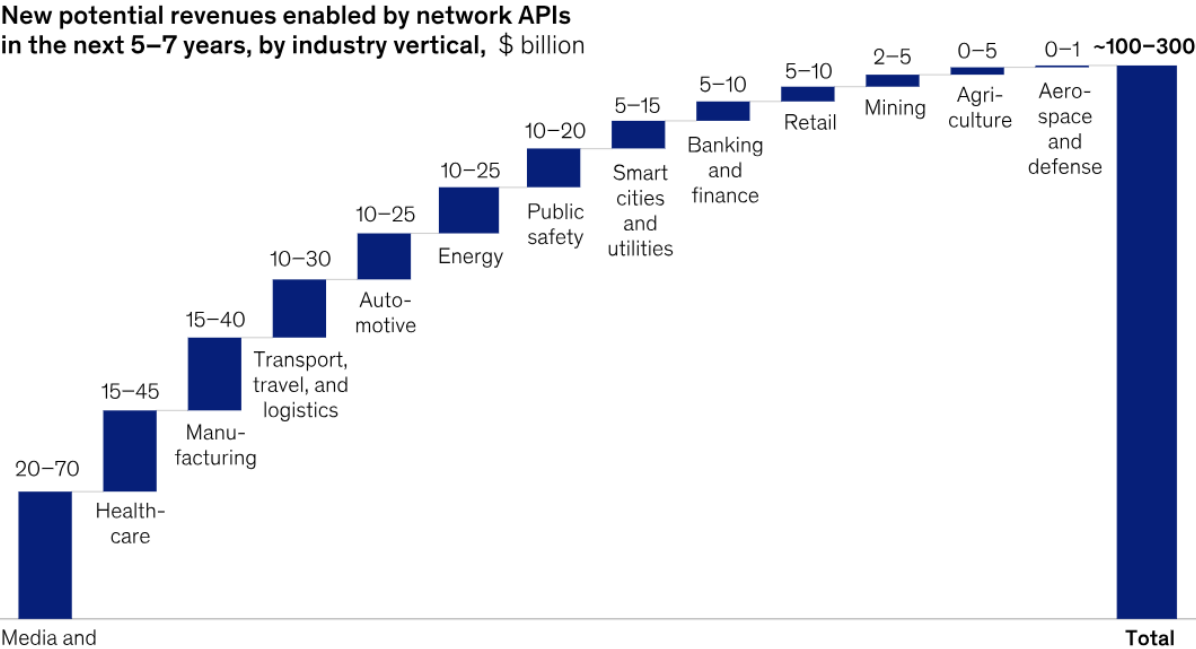
Cependant, l'intérêt et l'espoir grandissent quant au potentiel des interfaces de programmation d'applications (API) réseau pour inverser la tendance. Les API réseau sont les pièces du puzzle imbriquées qui connectent les applications entre elles et aux réseaux de télécommunications. En tant que telles, elles sont essentielles pour que les entreprises puissent exploiter en toute transparence les puissantes capacités de la 5G pour des

centaines de cas d'utilisation potentiels, tels que la prévention de la fraude par carte de crédit, la visioconférence sans faille, les interactions métavers et le divertissement. Si les développeurs ont accès aux bonnes API réseau, les entreprises peuvent créer des applications pilotées par la 5G qui exploitent des fonctionnalités telles que la vitesse à la demande, les connexions à faible latence, la hiérarchisation des vitesses et la découverte de calculs de pointe.

En plus d'améliorer les cas d'utilisation actuels, les API réseau peuvent jeter les bases de cas d'utilisation entièrement nouveaux. Les équipements télécommandés, les véhicules semi-autonomes dans les environnements de production, les jeux en réalité augmentée et d'autres cas d'utilisation pourraient créer une valeur substantielle dans un large éventail de secteurs. En permettant ces innovations, les opérateurs de télécommunications peuvent se positionner comme des partenaires essentiels pour les entreprises qui cherchent à accélérer leur transformation numérique.

Au cours des cinq à sept prochaines années, nous estimons que le marché des API réseau pourrait générer entre 100 et 300 milliards de dollars de revenus liés à la connectivité et à l'informatique de pointe pour les opérateurs (voir graphique), tout en générant entre 10 et 30 milliards de dollars supplémentaires grâce aux API elles-mêmes. Mais les opérateurs de télécommunications ne seront pas les seuls à se disputer ce vivier lucratif. En fait, avec la structure de marché actuelle, ils céderaient jusqu'à deux tiers de la création de valeur à d'autres acteurs de l'écosystème, tels que les fournisseurs de cloud et les agrégateurs d'API, répétant ainsi l'expérience frustrante du secteur au cours des deux dernières décennies.

Network APIs offer telcos a route to a multi-billion dollar market for connectivity and EDGE-related services in the coming five to seven years.



Pour atteindre le sommet de notre prévision de marché, les opérateurs de télécommunications devront très certainement revoir bon nombre de leurs méthodes de travail traditionnelles. Plus important encore, ils devront probablement collaborer entre eux et avec les acteurs de toute la chaîne de valeur (fournisseurs, intégrateurs de systèmes et développeurs d'entreprise) afin de créer une offre solide d'API entièrement interopérables, de générer de la demande en illustrant leur valeur et de développer de nouvelles structures de marché qui optimisent le rôle des opérateurs de télécommunications. Une collaboration précoce entre les plus de 500 opérateurs de télécommunications du monde sera essentielle. À moins que les opérateurs ne s'alignent rapidement sur des normes communes pour créer des API qui fonctionnent de manière transparente sur les réseaux mondiaux, il est peu probable qu'ils gagnent du terrain auprès des développeurs d'entreprise.

Cet article présente une feuille de route que les opérateurs de télécommunications pourraient suivre pour tirer profit des API réseau. Si les opérateurs de toutes tailles agissent maintenant, ils ont une chance de saisir l'opportunité des API réseau. Un retard pourrait forcer nombre d'entre eux à céder ce territoire fructueux à une poignée de leurs plus grands concurrents et à des acteurs d'autres secteurs, qui pourraient exploiter d'autres technologies (IA prédictive pour les jeux, satellites en orbite basse (LEO) pour une connectivité garantie et solutions over-the-top pour la découverte de données et de calcul de pointe) pour fournir les résultats que les clients exigent.

Une feuille de route pour exploiter la valeur des télécommunications à partir des API réseau

Même si les opérateurs télécoms n'ont pas encore réussi à inciter les entreprises et les consommateurs à payer davantage pour la connectivité 5G, de nouvelles données suggèrent que les clients professionnels et B2C sont en fait prêts à payer pour améliorer les cas d'utilisation qui leur tiennent à cœur. En d'autres termes, les clients voient de la valeur dans les expériences plutôt que dans la connectivité en soi.

Une [enquête McKinsey](#) a révélé que 14 % des jeunes de 18 à 24 ans sont prêts à payer pour des amplificateurs 5G qui peuvent améliorer temporairement l'expérience de jeu ou de streaming vidéo - et les utiliseraient sept fois par mois, en moyenne, si le coût était de 1 \$.¹ De plus, 15 à 20 % des clients déclarent qu'ils sont prêts à payer entre 7,5 et 15 % de plus pour des forfaits 5G de « classe affaires ».

Les API réseau permettent la création d'abonnements, de services et d'applications qui déplacent la proposition de valeur de la 5G du concept abstrait de connectivité améliorée vers les expériences pertinentes et concrètes souhaitées par les clients.

Cependant, en matière d'API réseau, le secteur des télécommunications est confronté au dilemme classique de l'œuf et de la poule. En l'absence d'une forte demande de la part des entreprises, la plupart des opérateurs hésitent à investir dans ce domaine. Mais sans une offre solide d'API conviviales et entièrement interopérables (et sans preuves attestant de leur valeur), les entreprises se tournent vers d'autres technologies pour répondre à leurs besoins.

Les mesures qui suivent ont le potentiel de débloquer la monétisation de la 5G et de placer le secteur des télécommunications au centre des solutions de nouvelle génération. Elles impliquent de construire et d'entretenir le marché naissant des API réseau en générant à la fois l'offre et la demande. Une fois l'offre et la demande en place, les opérateurs de télécommunications peuvent commencer à façonner des écosystèmes et des structures de marché qui pourraient leur permettre de maximiser leur part de la valeur que les API réseau peuvent offrir.

Créer des définitions d'API communes pour garantir l'interopérabilité mondiale

L'année dernière, un opérateur de télécommunications majeur a contacté une grande société de jeux vidéo avec une API qui pourrait donner aux joueurs un accès instantané à la meilleure connectivité de sa catégorie, à condition que ces joueurs soient affiliés à cet opérateur. L'entreprise de jeux vidéo a décliné l'offre. Ses dirigeants ont expliqué qu'ils ne voulaient pas investir dans la création et la commercialisation d'une offre qui ne concernerait que 20 à 30 % des joueurs.

Pour l'opérateur télécom, ce fut une leçon brutale sur la primauté de l'interopérabilité. Bien qu'il existe d'innombrables possibilités d'améliorer l'expérience client grâce aux API réseau, les développeurs et les entreprises accordent de l'importance à l'évolutivité. Or, l'interopérabilité est essentielle à l'évolutivité. Sans un éventail d'API réseau et la certitude qu'elles fonctionneront sur tous les réseaux et dans toutes les régions géographiques, les entreprises sont peu susceptibles d'investir dans ce domaine.

Les premiers efforts visant à encourager la collaboration au sein du secteur mondial des télécommunications prennent de l'ampleur, bien que relativement lentement. Dans l'exemple le plus notable, la GSMA, une association industrielle de l'écosystème mobile, s'est associée à la Linux Foundation, une organisation à but non lucratif consacrée aux logiciels open source, pour créer CAMARA, un projet open source axé sur le développement d'un ensemble d'API réseau standardisées. CAMARA crée des définitions communes pour les API afin que les développeurs puissent utiliser un seul morceau de code pour accéder aux capacités 5G sur les réseaux.²

La GSMA a également mis en place une initiative parallèle, Open Gateway, pour identifier les API les plus commercialisables et encourager les opérateurs de télécommunications à les introduire en utilisant les normes de CAMARA.³ Open Gateway s'inspire du système de paiement SWIFT, le réseau de communication sécurisé pour les transferts de fonds développé par 239 banques dans 15 pays et désormais utilisé dans la plupart des transactions de grande valeur dans le monde.

Bien que leur portée et leur ampleur soient limitées, les premiers cas d'utilisation issus de l'initiative Open Gateway sont déjà en cours. En novembre, trois opérateurs brésiliens – Claro, TIM Brasil et Vivo (Telefônica Brasil) – ont annoncé un effort conjoint pour lancer trois API CAMARA afin d'améliorer la sécurité numérique. Les opérateurs s'associent à Infobip en tant qu'intégrateur technique et à Microsoft Azure en tant que fournisseur de plateforme de services.⁴

Cependant, alors que plus de 40 des principaux opérateurs mondiaux ont accepté d'adopter les normes API de CAMARA, rares sont ceux qui ont mis les API CAMARA à la disposition des développeurs pour une utilisation commerciale. Parmi les raisons de cette réticence figurent la méfiance des opérateurs à investir dans un marché naissant et l'incertitude quant au modèle économique. En outre, les opérateurs disposant de réseaux supérieurs peuvent craindre que leur avantage concurrentiel ne soit érodé, car les opérateurs les moins performants de chaque marché finiront probablement par établir la norme pour des fonctionnalités clés telles que la vitesse et la latence.

L'exemple le plus réussi de collaboration entre opérateurs de télécommunications à cette échelle a été la mise en place de capacités d'itinérance mobile internationale. Bien que la plupart des gens la considèrent désormais comme acquise, la possibilité de passer des appels dans tous les pays, depuis et vers tous les réseaux, nécessite une orchestration importante et sophistiquée. L'itinérance, soutenue par des contrats bilatéraux entre opérateurs et consortiums d'opérateurs, a véritablement créé une capacité mondiale pour les utilisateurs, avec peu ou pas de frictions.

L'industrie peut également se tourner vers son propre passé pour se rendre compte que l'absence de collaboration peut étouffer des opportunités importantes. Lorsque WhatsApp a été lancé en 2009, les opérateurs de télécommunications facturaient à leurs clients jusqu'à 20 centimes pour chaque message texte qu'ils envoyaient. Les opérateurs de télécommunications auraient pu créer un produit permettant aux gens d'utiliser Internet gratuitement pour envoyer des messages texte, des photos et des vidéos. Mais ils étaient réticents à renoncer aux revenus lucratifs des SMS et ont tardé à s'aligner sur des normes communes pour assurer l'interopérabilité. Au moment où ils sont parvenus à un accord, la majeure partie du volume de messagerie avait déjà basculé vers WhatsApp (dont la valeur est aujourd'hui estimée entre 50 et 100 milliards de dollars).⁵si ce n'est plus) et iMessage.

Certains opérateurs adoptent une approche différente en introduisant les API CAMARA sur leurs propres réseaux. En septembre, Deutsche Telekom et Vonage ont lancé MagentaBusiness APIs, une plateforme permettant aux développeurs et aux entreprises de créer des applications et des services à l'aide des API CAMARA qui exploitent le réseau de Deutsche Telekom.⁶Cette approche n'apporte pas l'interopérabilité nécessaire, mais elle permet aux développeurs d'expérimenter les API CAMARA dans des réseaux en direct.

Même si les opérateurs de télécommunications s'accordent sur le principe d'avoir des normes API communes, ils peuvent être en désaccord sur la manière de définir les niveaux de performance de certaines API (par exemple, une latence de cinq ou sept millisecondes). La tarification pourrait également susciter des débats : il est beaucoup plus facile pour les utilisateurs de proposer des services mondiaux dont le prix est uniforme. Les réglementations différentes des pays sur les exigences de consentement des données pourraient constituer une autre complication. Cependant, si les opérateurs s'appuient sur des initiatives comme Open Gateway pour parvenir à un accord sur un ensemble d'API harmonisées, ils peuvent se différencier en créant des solutions innovantes.

S'aligner sur un calendrier coordonné

Pour gagner en popularité auprès des développeurs d'entreprise et offrir l'évolutivité qu'ils apprécient, les opérateurs de télécommunications peuvent s'aligner sur un calendrier sectoriel détaillant les API qu'ils publieront en premier, dans quel ordre, dans quelles régions géographiques et à quel moment précis. Des alliances telles que l'initiative Open Gateway de la GSMA peuvent jouer un rôle en réunissant les dirigeants des opérateurs de télécommunications pour déterminer les API à prioriser et établir un calendrier clair pour leur déploiement.

Avant de se lancer dans des discussions de fond, les opérateurs de télécommunications doivent établir des protocoles de prise de décision clairs, car ils rencontreront inévitablement des difficultés dans leur travail sur une feuille de route coordonnée. Par exemple, les opérateurs de télécommunications peuvent avoir des priorités stratégiques différentes en fonction des besoins de leurs clients actuels, des atouts de leurs écosystèmes partenaires ou de la capacité de leurs systèmes à prendre en charge certaines API sans mises à niveau coûteuses.

Les opérateurs de télécommunications pourraient également vouloir s'appuyer sur les API qui mettent en valeur leurs avantages concurrentiels existants. Par exemple, ceux qui ont beaucoup investi dans le cœur autonome 5G (SA) pourraient vouloir se concentrer sur les API que seuls les réseaux sophistiqués peuvent activer, comme celle de la qualité à la demande. Ceux qui n'ont pas de cœur SA privilégieront probablement les API plus simples, telles que la vérification de localisation, la vérification de numéro et l'échange de carte SIM (qui vérifie si un numéro de téléphone a récemment changé de carte SIM avant d'approuver les transactions effectuées avec ce numéro). Enfin, les opérateurs de télécommunications peuvent avoir des estimations très différentes du potentiel de marché de chaque API et de sa probabilité d'augmenter les revenus de connectivité. Ce fossé pourrait être atténué en investissant conjointement dans des études de marché qui mettent tout le monde sur la même longueur d'onde et continuent de suivre l'évolution du marché.

Considérations clés

Alors que les opérateurs de télécommunications travaillent ensemble pour surmonter les obstacles et s'accordent sur les priorités, ils peuvent avoir intérêt à peser les considérations suivantes :

- **Cas d'utilisation applicables** : le moyen le plus efficace de stimuler la demande d'API est d'illustrer ce qu'elles peuvent aider les entreprises à accomplir. En réfléchissant aux API à privilégier, les opérateurs de télécommunications devront tenir compte des cas d'utilisation que chaque API peut débloquer et de la difficulté qu'il y aura pour les entreprises à concrétiser ces cas d'utilisation. Par exemple, les banques peuvent facilement déployer des API de localisation, qui peuvent protéger contre la fraude, en les intégrant dans les processus existants. Mais il est beaucoup plus compliqué pour les hôpitaux de déployer des API de qualité à la demande, qui pourraient permettre aux médecins d'évaluer les patients par vidéo alors qu'ils sont encore dans l'ambulance, car cela obligerait les hôpitaux à repenser les processus actuels.
- **Demande du marché** : une évaluation approfondie de la demande doit inclure la demande du marché pour les applications et services exploitant différentes API. Les

opérateurs de télécommunications doivent également se demander quels secteurs sont les plus désireux de bénéficier des fonctionnalités offertes par les API et s'il existe des preuves que les entreprises de ces secteurs sont prêtes à investir dans ce domaine.

- **Conséquences pour les revenus de connectivité** : certaines API permettent des cas d'utilisation qui obligerait les entreprises (et leurs clients) à augmenter leurs dépenses de connectivité sur le long terme. Si les entreprises ne manifestent pas actuellement d'intérêt pour ces API, les opérateurs de télécommunications pourraient évaluer s'il serait toujours judicieux d'investir dans la création d'un marché susceptible d'augmenter les revenus de connectivité.
- **Exigences réseau** : certaines API nécessitent des réseaux de télécommunications plus avancés. Les API liées à la qualité à la demande, par exemple, nécessitent un cœur SA, qui est largement disponible sur certains marchés, notamment en Amérique du Nord, mais qui n'est pas encore disponible sur de nombreux marchés européens.
- **Paysage régional** : si le scénario idéal est que les API soient interopérables à l'échelle mondiale, les développeurs et les entreprises apprécient la capacité d'une API à fonctionner pour tous les utilisateurs d'une zone géographique donnée. Si les API sont introduites par pays ou par région, les entreprises peuvent commencer à activer des cas d'utilisation pour tous les clients de ce pays ou de cette région et potentiellement stimuler la dynamique dans d'autres parties du monde. D'un point de vue régional, le marché nord-américain présente des caractéristiques qui le rendent intéressant à exploiter dès le départ. Il y a bien sûr la taille du marché, mais aussi son infrastructure de réseau 5G supérieure (y compris la maturité de son cœur sud-américain), le petit nombre d'acteurs majeurs des télécommunications (seulement quatre, ce qui facilite l'alignement) et la grande communauté de développeurs.
- **Concurrence des acteurs non télécoms** : les opérateurs télécoms pourraient s'interroger sur les API qui permettent d'utiliser des cas d'utilisation que les hyperscalers ou d'autres concurrents tentent déjà de traiter et sur le succès de ces efforts. Starlink, par exemple, utilise déjà des satellites LEO pour aider les entreprises à surveiller et à gérer à distance leurs flottes de véhicules. Compte tenu de l'état de la concurrence et de la valeur projetée en jeu, les opérateurs télécoms peuvent choisir de donner la priorité à ces domaines ou, au contraire, de les céder à la concurrence et de se concentrer sur des domaines sous-explorés.

Classes d'API à haut potentiel et à haute priorité

L'évaluation des principaux éléments à prendre en compte devrait aider les opérateurs de télécommunications à affiner le choix des API qu'ils sont les mieux placés pour introduire sur le marché. En général, deux grandes catégories d'API semblent être les choix les plus probables que les opérateurs de télécommunications devraient privilégier dans un premier temps. Tout d'abord, les API simples liées à la localisation et à la prévention de la fraude sont relativement peu controversées, faciles à mettre en œuvre et pertinentes pour une variété de secteurs ou de cas d'utilisation, notamment les secteurs bancaire, fintech et assurance pour l'échange de cartes SIM ; les jeux mobiles, les applications de covoiturage, la logistique et la livraison pour la vérification de la localisation ; et les réseaux de médias sociaux pour la vérification des numéros, ce qui peut réduire le besoin de processus d'authentification

fastidieux. L'autre catégorie est celle des API de qualité à la demande, qui offrent une bande passante accrue pour des applications spécifiques et pourraient générer des revenus substantiels grâce à la connectivité.

Ces domaines prioritaires pourraient servir de points de preuve précieux, après quoi les opérateurs de télécommunications pourraient se concentrer sur les API qui peuvent les aider à accéder aux marchés de l'informatique de pointe, du cloud et des technologies de l'information et de la communication (TIC).

Stimuler la demande parmi les entreprises et les développeurs indépendants

Les entreprises de tous les secteurs peuvent tirer une valeur considérable des API réseau. Les parties prenantes les plus importantes pour démarrer le parcours sont les développeurs internes, car ils sont les mieux placés pour comprendre les types de produits et les cas d'utilisation que les API réseau peuvent permettre. Ils sont également chargés d'intégrer les API dans leurs produits et services.

Les opérateurs de télécommunications souhaitent également susciter l'enthousiasme des développeurs d'entreprise et des développeurs indépendants, qui constituent une autre source essentielle d'innovation. En cultivant des relations profondes et continues avec les deux groupes, les opérateurs peuvent créer une dynamique qui se renforce d'elle-même, les premiers utilisateurs suscitant un enthousiasme plus large. Ces relations peuvent également donner aux opérateurs un aperçu précieux de l'évolution des besoins et des difficultés des développeurs.

Jusqu'à présent, les hyperscalers et les entreprises technologiques ont réussi à établir des relations solides avec la communauté mondiale des développeurs bien plus efficacement que les opérateurs de télécommunications. Twilio en est un parfait exemple. Cette société de communication cloud, dont la plateforme d'engagement client est utilisée par plus de dix millions de développeurs dans le monde, en est un parfait exemple. La décision de l'entreprise de donner la priorité aux relations avec les développeurs dès le départ a été essentielle à sa réussite. Twilio compte désormais cinq équipes dédiées à différents aspects de ce travail : Worldwide Developer Relations, Developer Enablement, Builder Content, Community Experience et Ecosystem Evangelism.⁷

Ces dernières années, de nombreux opérateurs de télécommunications ont tenté de mobiliser les développeurs en créant des plateformes leur permettant d'accéder à des API spécifiques au réseau. Ces efforts ont largement échoué, car les opérateurs de télécommunications n'ont pas été en mesure d'offrir l'interopérabilité inter-réseaux que les développeurs apprécient. Si cela change, les opérateurs de télécommunications pourraient se retrouver avec une proposition beaucoup plus attrayante. À ce stade, ils pourraient adopter certaines des mêmes stratégies axées sur les développeurs qui ont alimenté le succès des logiciels en tant que service (SaaS) et d'autres produits basés sur le cloud, notamment les suivantes :

- **Des plans « freemium »** qui offrent aux développeurs un accès de base sans frais et facturent ensuite les fonctionnalités mises à niveau, supprimant ainsi la barrière à l'entrée
- **programmes de formation des développeurs** qui sensibilisent aux capacités de la 5G, démontrent les cas d'utilisation d'API existants et forment les développeurs sur les aspects techniques de l'intégration des API réseau dans leurs applications, produits et services
- **des équipes d'assistance disponibles 24 heures sur 24** pour aider les développeurs du monde entier à créer des applications qui exploitent les API réseau
- **partenariats universitaires** qui impliquent de former les étudiants en informatique et en génie logiciel aux API réseau et d'offrir un accès gratuit aux plateformes API
- **embaucher des « évangélistes » développeurs** pour générer une dynamique au sein de la communauté mondiale des développeurs
- **des plateformes de libre-service simples** qui permettent aux développeurs indépendants d'expérimenter facilement la création d'applications qui exploitent les API réseau (soutenues par un processus de paiement simplifié afin que les développeurs n'aient pas besoin de signer des contrats compliqués à long terme)
- **forger des partenariats avec des entreprises** pour sensibiliser les équipes au potentiel des API réseau à créer de la valeur au sein de leur secteur, à co-développer des cas d'utilisation spécifiques au secteur et à illustrer comment les API réseau peuvent répondre aux objectifs commerciaux

Il est impossible de prédire l'éventail complet des cas d'utilisation que les API réseau permettront à l'avenir. Mais les opérateurs de télécommunications qui suscitent l'enthousiasme des développeurs et rendent leur expérience fluide peuvent créer les conditions propices à l'innovation et à l'expérimentation.

Créer de nouvelles structures de marché

À mesure que les opérateurs télécoms construisent le marché des API réseau, ils auront l'occasion de créer de nouvelles structures de marché qui élargiront leur rôle au-delà de la connectivité et leur permettront de façonner la prochaine vague de numérisation. En particulier, les deux structures de marché suivantes sont susceptibles de se développer :

- **Modèle agrégé** : la structure dominante des acteurs de la communication-platform-as-a-service (CPaaS) est un modèle agrégé dans lequel un tiers exploite un hub ou une plateforme centrale pour les API associées. Ce modèle permettrait aux développeurs d'accéder aux API de manière relativement simple et abordable. Il pourrait créer un grand marché mondial avec de nombreux participants, mais il pourrait avoir un coût potentiel. Les agrégateurs pourraient établir des relations avec les développeurs de manière indépendante, reléguant les opérateurs de télécommunications au rôle de fournisseur. Si l'agrégation devient le modèle standard pour les API réseau, les opérateurs pourraient se concentrer sur la création de partenariats gagnant-gagnant (tels que des accords de distribution) avec les agrégateurs et créer des solutions innovantes à valeur ajoutée sur la base des API agrégées. Cette approche pourrait offrir aux opérateurs les avantages de la portée

mondiale des agrégateurs tout en leur permettant de conserver un rôle central auprès des développeurs et des entreprises.

- **Modèle fédéré** : la structure qui régit les capacités d'itinérance internationale est un modèle fédéré, dans lequel les opérateurs orchestrent en coulisses sans l'aide d'un fournisseur tiers. Cette approche permettrait aux opérateurs de se tailler un rôle plus important dans l'écosystème. Par exemple, une API liée au paiement pourrait permettre aux opérateurs de capturer une partie de l'écosystème des paiements. Une API qui aide à identifier le nœud de calcul de périphérie le plus proche pourrait être associée à des solutions de calcul de périphérie qui exploitent l'infrastructure de périphérie des opérateurs ou les capacités que les opérateurs achètent aux hyperscalers. Bien que ce modèle soit prometteur, il obligerait les opérateurs à investir davantage dans la création de leurs propres plateformes de développement et à négocier un ensemble complexe de contrats individuels entre eux. Il existe également un risque plus grand que les développeurs soient confrontés à un ensemble d'API plus fragmenté et moins harmonisé.

Au final, les deux modèles coexisteront probablement. Alors que le modèle agrégé est plus adapté aux cas d'utilisation mondiaux orientés vers le consommateur, où la communauté et la facilité de mise en œuvre sont plus importantes que les performances de pointe, le modèle fédéré est plus adapté aux cas d'utilisation locaux à hautes performances. Le modèle fédéré pourrait également être plus facile à mettre en œuvre, car il limite le nombre d'accords individuels que chaque opérateur de télécommunications doit conclure avec un fournisseur tiers (ou un agrégateur) et permet à ceux qui ont des capacités supérieures de s'appuyer sur leurs avantages concurrentiels.

À mesure que l'écosystème se développe et que de nouvelles structures émergent, il sera important pour les opérateurs de télécommunications d'y prêter une attention particulière et d'apporter les corrections de cap nécessaires. Quelle que soit l'évolution du marché, les opérateurs de télécommunications peuvent améliorer leurs écosystèmes en investissant dans des capacités de vente spécifiques aux API réseau, en coopérant avec les principaux fournisseurs de logiciels et intégrateurs de systèmes indépendants et en continuant à donner la priorité aux besoins des développeurs.

Les API réseau pourraient bien être la clé qui permettra aux opérateurs de télécommunications de débloquer la monétisation de la 5G. Mais les opérateurs devront travailler ensemble pour développer le marché en créant une offre solide d'API entièrement interopérables et en générant une demande et une dynamique mondiales. Les API réseau peuvent permettre aux entreprises d'exploiter les formidables capacités de la 5G pour limiter la fraude, garantir la bande passante pour les applications critiques et permettre des interactions et des informations en temps réel. Mais si les opérateurs de télécommunications n'agissent pas rapidement et de manière collaborative, les organisations chercheront ailleurs pour répondre à leurs besoins, ce qui obligera le secteur, une fois de plus, à observer la plupart des actions depuis la ligne de touche.

À PROPOS DE L'AUTEUR(S)

Cristina Dexeus est associée au bureau de Madrid de McKinsey, [Ferry Grijpink](#) est associé au bureau d'Amsterdam et **Francesco Libera** est associé au bureau de Milan, où est basé [Andrea Travasoni](#), associé principal et co-responsable mondial de la pratique Télécoms du cabinet.

5 – API CAMARA

5 – 1 - Qu'est-ce que CAMARA ?

CAMARA est un projet open-source, hébergé par la Linux Foundation, visant à définir et développer des API (Interfaces de Programmation d'Applications) standardisées pour les réseaux de télécommunication. En simplifiant la complexité des réseaux grâce aux API, CAMARA facilite l'accès et l'utilisation de ces capacités par les développeurs, les entreprises et les opérateurs.

En résumé, CAMARA offre une interface commune pour :

- **Interagir avec les réseaux télécoms :** Que ce soit pour obtenir des informations sur la qualité du réseau, la localisation d'un utilisateur, ou encore pour configurer des services spécifiques.
- **Développer de nouvelles applications :** En tirant parti des capacités des réseaux télécoms, les développeurs peuvent créer des applications innovantes, adaptées aux besoins spécifiques des utilisateurs et des entreprises.

Pourquoi CAMARA est-il important ?

- **Standardisation :** CAMARA permet d'établir un langage commun entre les différents acteurs du secteur des télécommunications, facilitant ainsi l'interopérabilité et l'intégration de nouvelles solutions.
- **Innovation :** En ouvrant les réseaux télécoms aux développeurs, CAMARA stimule l'innovation et l'émergence de nouveaux services.
- **Agilité :** Les API CAMARA permettent de développer et de déployer de nouvelles applications plus rapidement, en réduisant les coûts et les délais de mise sur le marché.

Comment fonctionne CAMARA ?

CAMARA fonctionne en exposant les capacités des réseaux télécoms sous forme d'API. Ces API peuvent être utilisées par les développeurs pour créer des applications qui interagissent avec le réseau de manière transparente. Par exemple, une application de navigation pourrait utiliser les API CAMARA pour déterminer la position d'un utilisateur avec précision et lui fournir des itinéraires optimisés en fonction de la qualité du réseau.

Les principaux avantages de CAMARA

- **Accès simplifié aux capacités des réseaux télécoms**
- **Développement d'applications plus rapides et plus efficaces**
- **Interopérabilité entre les différents acteurs du secteur**
- **Stimulation de l'innovation**
- **Amélioration de l'expérience utilisateur**

Les cas d'utilisation de CAMARA

Les possibilités offertes par CAMARA sont vastes et variées. Voici quelques exemples :

- **Internet des objets (IoT) :** Gestion de flottes de véhicules connectés, suivi de la maintenance prédictive, optimisation de la consommation énergétique.
- **Réalité augmentée :** Expériences immersives, applications de formation, visites virtuelles.
- **Villes intelligentes :** Gestion optimisée des infrastructures, services publics connectés, mobilité urbaine.
- **Santé connectée :** Téléconsultation, suivi à distance des patients, dispositifs médicaux connectés.

CAMARA est un projet prometteur qui ouvre de nouvelles perspectives pour le développement d'applications innovantes. En simplifiant l'accès aux capacités des réseaux télécoms, CAMARA contribue à accélérer la transformation numérique de nombreux secteurs d'activité.

5 – 2 - Évolution de l'API CAMARA : Vers un Écosystème Réseau Ouvert et Dynamique

L'API CAMARA, depuis ses débuts, a connu une évolution constante, reflétant les avancées technologiques du secteur des télécommunications et les besoins croissants des développeurs.

Les premières itérations de CAMARA

- **Focus sur les fondamentaux :** Les premières versions de CAMARA se concentraient sur la fourniture d'un ensemble d'API de base permettant d'accéder à des informations essentielles sur le réseau, telles que la qualité de service, la localisation de l'utilisateur ou la configuration des équipements.
- **Communauté restreinte :** L'utilisation de CAMARA était principalement confinée à un cercle d'initiés et de projets pilotes.

Les évolutions récentes et les tendances futures

- **Élargissement du spectre fonctionnel :** Les dernières versions de CAMARA ont considérablement étendu leurs fonctionnalités, couvrant désormais des domaines tels que :
 - **Le réseau de bord (On-Board Network) :** Gestion des réseaux à bord des véhicules connectés.
 - **Les réseaux privés virtuels (VPN) :** Configuration et gestion de réseaux privés sécurisés.
 - **L'orchestration de services réseau :** Création et gestion de services réseau personnalisés.
- **Intégration de nouvelles technologies :** CAMARA s'adapte aux nouvelles technologies émergentes, comme la 5G, le réseau optique, et l'intelligence artificielle.

- **Ouverture de la communauté** : La communauté CAMARA s'est considérablement élargie, accueillant des développeurs, des opérateurs, des fournisseurs d'équipements et des entreprises de tous horizons.
- **Collaboration avec d'autres initiatives** : CAMARA s'intègre de plus en plus dans un écosystème plus large, collaborant avec d'autres projets open-source tels que Kubernetes, ONAP et ETSI.

Les moteurs de cette évolution

- **La demande croissante pour des services réseau personnalisés** : Les entreprises et les utilisateurs finaux recherchent des solutions réseau sur mesure, adaptées à leurs besoins spécifiques.
- **L'émergence de nouvelles technologies** : Les avancées technologiques, comme la 5G et l'IoT, créent de nouveaux besoins et de nouvelles opportunités pour les API réseau.
- **La nécessité d'une plus grande agilité** : Les opérateurs doivent pouvoir s'adapter rapidement aux évolutions du marché et aux nouvelles exigences des clients.

Les défis à relever

- **La complexité des réseaux** : Les réseaux télécoms sont de plus en plus complexes, ce qui rend la conception et la maintenance des API plus difficiles.
- **La sécurité** : La protection des données et des infrastructures réseau est un enjeu majeur.
- **L'interopérabilité** : Les API CAMARA doivent être capables d'interagir avec d'autres systèmes et protocoles.

L'avenir de CAMARA

L'avenir de CAMARA s'annonce prometteur. On peut s'attendre à ce que :

- **CAMARA devienne un standard de facto** pour les API réseau.
- **De nouvelles fonctionnalités soient ajoutées** pour répondre aux besoins émergents.
- **La communauté CAMARA continue de s'élargir** et de se diversifier.
- **CAMARA joue un rôle clé** dans la construction de réseaux plus intelligents, plus agiles et plus ouverts.

L'API CAMARA est en constante évolution, s'adaptant aux besoins d'un marché en mutation rapide. En offrant un cadre ouvert et flexible pour le développement d'applications réseau, CAMARA contribue à accélérer la transformation numérique de nombreux secteurs d'activité.

5 – 3 - Les perspectives de CAMARA dans le contexte des réseaux 6G

CAMARA, déjà un acteur clé dans l'évolution des réseaux 5G, est appelé à jouer un rôle encore plus central dans l'émergence des réseaux 6G.

Les défis et opportunités de la 6G

La 6G promet une révolution technologique encore plus profonde que la 5G. Elle vise à offrir une connectivité ultra-fiable, à latence ultra-basse et à débit extrêmement élevé, ouvrant ainsi la voie à de nouvelles applications révolutionnaires dans des domaines tels que :

- **L'intelligence artificielle:** Entraînement de modèles d'IA en temps réel, applications d'IA à la périphérie du réseau.
- **Le métaverse:** Expériences immersives ultra-réalistes, interactions en temps réel entre utilisateurs virtuels.
- **La santé connectée:** Chirurgie à distance, suivi de santé en temps réel.

Ces avancées soulèvent de nouveaux défis:

- **Complexité accrue des réseaux:** La 6G nécessitera des architectures réseau plus complexes et plus dynamiques.
- **Gestion de la bande passante:** La demande en bande passante va exploser, nécessitant des mécanismes d'allocation de ressources plus efficaces.
- **Sécurité:** La protection des données sera encore plus critique dans un monde où tout sera connecté.

Le rôle de CAMARA dans la 6G

CAMARA est positionné de manière idéale pour relever ces défis et tirer parti des opportunités offertes par la 6G. En effet :

- **Standardisation:** CAMARA fournit un cadre standardisé pour la gestion des réseaux, facilitant ainsi l'intégration de nouvelles technologies et l'interopérabilité entre différents équipements.
- **Flexibilité:** Les API CAMARA permettent de configurer et de gérer les réseaux de manière dynamique, s'adaptant ainsi aux besoins évolutifs des applications 6G.
- **Ouverture:** CAMARA favorise un écosystème ouvert et collaboratif, permettant aux développeurs de créer de nouvelles applications innovantes.

Plus concrètement, CAMARA pourrait jouer un rôle essentiel dans les domaines suivants:

- **Slicing réseau:** CAMARA pourrait faciliter la création de slices réseau virtuels personnalisés pour différentes applications, optimisant ainsi l'utilisation des ressources.
- **Intelligence artificielle au cœur du réseau:** CAMARA pourrait être utilisé pour intégrer des fonctionnalités d'IA dans les réseaux, permettant ainsi une gestion plus intelligente et plus autonome.
- **Interopérabilité entre les différents réseaux:** CAMARA pourrait favoriser l'interopérabilité entre les réseaux 5G et 6G, ainsi qu'avec d'autres types de réseaux (Wi-Fi, satellite, etc.).

En résumé

CAMARA est appelé à jouer un rôle central dans l'évolution des réseaux 6G. En fournissant un ensemble d'API standardisées et flexibles, CAMARA permettra de :

- **Simplifier la gestion des réseaux 6G**
- **Accélérer le développement de nouvelles applications**
- **Favoriser l'innovation et la collaboration**

CAMARA est un élément clé pour construire les réseaux du futur et tirer pleinement parti des opportunités offertes par la 6G.

5 – 4 Adoption de CAMARA

L'adoption de CAMARA par les industriels est encore relativement récente, mais elle s'accélère progressivement, portée par les nombreux avantages qu'offre cette plateforme.

Pourquoi les industriels s'intéressent à CAMARA ?

- **Flexibilité et agilité :** CAMARA permet aux industriels de créer des réseaux personnalisés et adaptés à leurs besoins spécifiques, en fonction de leurs activités et de leurs contraintes.
- **Réduction des coûts :** En automatisant certaines tâches de gestion de réseau, CAMARA permet de réduire les coûts opérationnels.
- **Accélération de l'innovation :** En ouvrant les réseaux aux développeurs, CAMARA favorise l'émergence de nouvelles applications et de nouveaux services.
- **Amélioration de la qualité de service :** Grâce à une meilleure visibilité sur le réseau, les industriels peuvent optimiser la qualité de service offerte à leurs clients.

Quelques exemples d'industriels ayant adopté CAMARA (ou des technologies similaires) et leurs cas d'usage:

- **Secteur automobile :**
 - **Constructeurs automobiles:** Utilisation de CAMARA pour gérer les réseaux à bord des véhicules connectés, optimiser la connectivité des usines et développer de nouveaux services pour les conducteurs.
 - **Équipementiers automobiles:** Développement de solutions de connectivité pour les véhicules, en s'appuyant sur les API CAMARA.
- **Secteur de l'énergie:**
 - **Compagnies d'électricité:** Utilisation de CAMARA pour gérer les réseaux électriques intelligents, optimiser la distribution d'énergie et intégrer les énergies renouvelables.
- **Secteur industriel :**
 - **Usines intelligentes:** Mise en œuvre de solutions d'automatisation industrielle basées sur CAMARA, permettant de connecter les machines et les équipements entre eux.
- **Secteur des télécommunications:**
 - **Opérateurs télécoms:** Utilisation de CAMARA pour développer de nouveaux services, tels que la 5G slicing, et pour améliorer la gestion de leurs réseaux.

Les défis de l'adoption de CAMARA

- **Complexité technique:** La mise en œuvre de CAMARA nécessite des compétences techniques spécifiques.

- **Intégration avec les systèmes existants:** L'intégration de CAMARA dans un environnement informatique existant peut être complexe.
- **Sécurité:** La sécurité des réseaux est une préoccupation majeure, et il est essentiel de mettre en place des mesures de sécurité robustes pour protéger les données et les infrastructures.

L'avenir de l'adoption de CAMARA

On peut s'attendre à une adoption de plus en plus large de CAMARA dans les années à venir, portée par les tendances suivantes :

- **L'essor de l'IoT:** Le nombre d'objets connectés explose, ce qui nécessite des solutions de gestion de réseau efficaces et flexibles.
- **La 5G:** La 5G ouvre de nouvelles perspectives pour les applications industrielles, et CAMARA est un outil idéal pour tirer parti de cette technologie.
- **L'intelligence artificielle:** L'IA est de plus en plus utilisée pour optimiser les réseaux, et CAMARA peut faciliter l'intégration de l'IA dans les réseaux industriels.

En conclusion, CAMARA offre aux industriels un outil puissant pour moderniser leurs réseaux et développer de nouveaux services. Bien que des défis subsistent, les avantages de CAMARA sont tels qu'on peut s'attendre à une adoption de plus en plus large dans les années à venir.

5 -5- Cas d'utilisation concrets de CAMARA dans des projets de normalisation

CAMARA, en tant que projet open-source visant à standardiser les API pour les réseaux de télécommunication, trouve de nombreuses applications concrètes dans les projets de normalisation. Voici quelques exemples :

1. Définition des API pour la gestion des réseaux 5G

- **Slicing réseau:** CAMARA a joué un rôle clé dans la définition d'API standardisées pour la création et la gestion de slices réseau 5G, permettant ainsi une utilisation plus flexible et efficace des ressources radio.
- **Fonctionnalités réseau:** Les API CAMARA ont été utilisées pour définir les interfaces permettant de contrôler des fonctionnalités telles que le routage, la qualité de service (QoS) et la sécurité dans les réseaux 5G.

2. Intégration des réseaux de bord (On-Board Networks) dans les véhicules connectés

- **Gestion des réseaux à bord:** CAMARA a permis de définir des API pour gérer les réseaux à bord des véhicules, en intégrant les différentes technologies de communication (Wi-Fi, Bluetooth, etc.).
- **Intégration avec les infrastructures routières:** Les API CAMARA ont été utilisées pour définir les interfaces permettant de connecter les véhicules aux infrastructures routières intelligentes.

3. Développement de l'Internet des Objets (IoT)

- **Gestion des dispositifs IoT:** CAMARA a contribué à la définition d'API pour la gestion des dispositifs IoT, permettant de les connecter aux réseaux et de les contrôler à distance.
- **Intégration avec les plateformes IoT:** Les API CAMARA ont été utilisées pour intégrer les dispositifs IoT à des plateformes IoT existantes.

4. Création de réseaux privés virtuels (VPN)

- **Configuration et gestion des VPN:** CAMARA a permis de définir des API pour la configuration et la gestion de VPN, offrant ainsi aux entreprises une plus grande flexibilité dans la gestion de leurs réseaux.

5. Orchestration des services réseau

- **Création et gestion de services réseau personnalisés:** CAMARA a été utilisé pour définir des API permettant de créer et de gérer des services réseau personnalisés, en fonction des besoins spécifiques des utilisateurs.

Comment CAMARA est utilisé dans ces projets de normalisation ?

- **Spécifications techniques:** CAMARA fournit des spécifications techniques détaillées pour les API, définissant les formats de données, les protocoles de communication et les séquences d'appels.
- **Implémentations de référence:** CAMARA fournit souvent des implémentations de référence des API, permettant aux développeurs de vérifier la conformité de leurs propres implémentations.
- **Tests de conformité:** Des tests de conformité sont définis pour vérifier que les implémentations des API respectent bien les spécifications.
- **Collaboration avec les organismes de normalisation:** Les spécifications CAMARA sont soumises à l'examen des organismes de normalisation, tels que l'ETSI, pour être intégrées aux normes internationales.

En résumé, CAMARA joue un rôle essentiel dans la définition de normes pour les réseaux de télécommunications, en fournissant un cadre commun pour le développement d'applications et de services. Grâce à sa nature open-source et à sa collaboration avec les organismes de normalisation, CAMARA contribue à accélérer l'innovation et à favoriser l'interopérabilité dans le secteur des télécommunications.

Annexe 1 : API REST

Le protocole REST (**Representational State Transfer**) est devenu un choix de prédilection pour la conception des API dans le secteur des télécommunications. Son architecture simple, flexible et performante en fait un outil idéal pour gérer les interactions entre les différents composants d'un réseau et les applications tierces.

Pourquoi REST est-il si populaire dans les télécommunications ?

- **Simplicité:** REST repose sur les méthodes HTTP standard (GET, POST, PUT, DELETE) et utilise des formats de données légers comme JSON ou XML. Cela facilite la compréhension et la mise en œuvre.
- **Flexibilité:** REST permet de modéliser une grande variété de ressources et de relations entre elles. Il est donc adapté à la complexité des systèmes de télécommunication.
- **Scalabilité:** Les API REST sont conçues pour être scalables, ce qui est essentiel pour gérer les volumes importants de trafic dans les réseaux télécom.
- **Indépendance:** REST sépare les préoccupations, ce qui facilite la maintenance et l'évolution des systèmes.
- **Caching:** Le protocole HTTP permet de mettre en cache les réponses, ce qui améliore les performances et réduit la charge sur les serveurs.

Exemples d'utilisation de REST dans les télécommunications

- **Gestion des comptes:** Création, modification et suppression de comptes utilisateurs.
- **Provisioning de services:** Activation et désactivation de services (voix, données, SMS).
- **Gestion des appareils:** Configuration et suivi des appareils connectés au réseau.
- **Facturation:** Gestion des factures et des paiements.
- **Messagerie:** Envoi et réception de SMS, MMS et autres types de messages.
- **Voix sur IP (VoIP):** Établissement d'appels vocaux, gestion des conférences.

Structure d'une API REST pour les télécommunications

Une API REST typique pour les télécommunications peut inclure les ressources suivantes :

- **Utilisateurs:** /users
- **Appareils:** /devices
- **Services:** /services
- **Factures:** /bills

Chaque ressource est identifiée par un URI (Uniform Resource Identifier) et peut être manipulée à l'aide des méthodes HTTP. Par exemple :

- **GET /users/123:** Récupérer les informations de l'utilisateur ayant l'identifiant 123.
- **POST /devices:** Créer un nouvel appareil.
- **PUT /services/456:** Modifier les paramètres du service ayant l'identifiant 456.
- **DELETE /bills/789:** Supprimer la facture ayant l'identifiant 789.

Les avantages de REST pour les développeurs

- **Facilité de développement:** Les développeurs peuvent utiliser les outils et les bibliothèques existants pour créer des applications qui consomment des API REST.
- **Interopérabilité:** Les API REST sont facilement consommables par une grande variété de clients (applications mobiles, web, IoT).
- **Évolution:** Les API REST peuvent être facilement évoluées pour répondre aux nouveaux besoins.

En conclusion, REST est un standard de facto pour les API télécom, offrant une base solide pour construire des systèmes de communication flexibles, évolutifs et performants. Son adoption généralisée facilite l'intégration de différents systèmes et accélère le développement de nouvelles applications.

Annexe 2 : SOAP dans les Télécommunications : Un Regard Rétrospectif

SOAP (Simple Object Access Protocol) a longtemps été un protocole de choix pour la création de services web, notamment dans le secteur des télécommunications. Son approche basée sur XML et son utilisation de WSDL (Web Services Description Language) pour décrire les services offraient une structure rigoureuse et une interopérabilité élevée.

Pourquoi SOAP a-t-il été populaire dans les télécommunications ?

- **Typage fort:** SOAP permettait de définir des types de données précis, assurant ainsi une communication robuste et fiable entre les systèmes.
- **Interopérabilité:** WSDL fournissait une description détaillée des services, facilitant l'intégration entre différents systèmes hétérogènes.
- **Sécurité:** SOAP offrait des mécanismes de sécurité intégrés tels que WS-Security, permettant de protéger les échanges de données sensibles.
- **Complexité:** SOAP était bien adapté à la modélisation de processus métier complexes et à la création de services web sophistiqués.

Pourquoi REST a-t-il pris le dessus ?

Malgré ses avantages, SOAP a progressivement été supplanté par REST dans de nombreux domaines, y compris les télécommunications. Les raisons principales sont :

- **Complexité:** SOAP est souvent perçu comme plus complexe à mettre en œuvre que REST, en particulier pour les développeurs habitués aux paradigmes web.
- **Performance:** REST, en utilisant des formats de données plus légers comme JSON et en s'appuyant sur les verbes HTTP, est généralement plus performant.
- **Flexibilité:** REST offre une plus grande flexibilité dans la conception des API, permettant de s'adapter plus facilement à l'évolution des besoins.

Quand utiliser SOAP aujourd'hui ?

Bien que REST soit devenu le standard de facto, SOAP reste pertinent dans certains cas :

- **Environnements existants:** Si vous avez déjà des systèmes en production utilisant SOAP, migrer vers REST peut être coûteux et complexe.
- **Besoin de sécurité extrême:** WS-Security offre des fonctionnalités de sécurité avancées qui peuvent être nécessaires dans certains contextes.
- **Complexité des échanges:** Pour les échanges de données très complexes, SOAP peut offrir une structure plus rigoureuse.

En conclusion, le choix entre SOAP et REST dépend des besoins spécifiques de votre projet. Si vous avez besoin d'une solution simple, flexible et performante, REST est probablement le meilleur choix. Si vous avez besoin d'une solution très sécurisée et capable de gérer des échanges de données complexes, SOAP peut être une option à envisager.

Annexe 3 ; WebSocket : Un Canal de Communication en Temps Réel pour les Télécommunications

WebSocket est un protocole réseau qui permet d'établir une connexion bidirectionnelle persistante entre un client (par exemple, un navigateur web) et un serveur. Contrairement à HTTP, qui est un protocole sans état et requiert une nouvelle requête pour chaque échange, WebSocket permet un dialogue continu et en temps réel.

Pourquoi WebSocket est-il particulièrement adapté aux télécommunications ?

- **Communication bidirectionnelle en temps réel:** Idéal pour les applications nécessitant des mises à jour fréquentes et instantanées, comme les tableaux de bord en direct, les chatbots, les notifications push ou la surveillance des appareils connectés.
- **Faible latence:** Les messages sont transmis rapidement, ce qui est crucial pour les applications sensibles à la latence comme la voix sur IP (VoIP) ou les jeux en ligne.
- **Évolutivité:** WebSocket peut gérer un grand nombre de connexions simultanées, ce qui le rend adapté aux applications à forte charge.
- **Simplicité:** L'API WebSocket est relativement simple à utiliser, ce qui facilite son intégration dans les applications.

Cas d'utilisation dans les télécommunications

- **Messagerie instantanée:** Les chatbots et les applications de messagerie utilisent WebSocket pour permettre des conversations en temps réel.
- **Notifications en temps réel:** Les opérateurs peuvent envoyer des notifications push aux utilisateurs pour les informer de nouveaux messages, d'appels manqués ou d'autres événements.
- **Suivi des appareils:** WebSocket permet de suivre en temps réel l'état des appareils connectés au réseau, comme les capteurs IoT.
- **Voix sur IP (VoIP):** Bien que SIP soit le protocole standard pour la VoIP, WebSocket peut être utilisé pour certaines parties de l'infrastructure, comme la signalisation ou le transfert de médias.
- **Jeux en ligne:** Les jeux en ligne multijoueurs utilisent WebSocket pour synchroniser les actions des joueurs en temps réel.

Architecture d'une solution WebSocket dans les télécommunications

Une solution WebSocket typique dans les télécommunications comprend :

- **Serveur WebSocket:** Écoute les connexions entrantes, gère les messages et envoie des notifications aux clients connectés.
- **Clients WebSocket:** Se connectent au serveur et envoient/reçoivent des messages.
- **Passerelle:** Peut être utilisée pour connecter les clients WebSocket à d'autres systèmes, comme des bases de données ou des systèmes de messagerie.

Comparaison avec REST

Caractéristique

REST

WebSocket

Nature de la connexion	Sans état, requiert une nouvelle requête pour chaque échange	Étatful, connexion persistante
Latence	Plus élevée	Très faible
Utilisation	Récupération de données, manipulation de ressources	Communication bidirectionnelle en temps réel
Complexité	Simple à mettre en œuvre	Nécessite une gestion plus complexe des connexions

Exporter vers Sheets

Limitations et considérations

- **Complexité de mise en œuvre:** Bien que plus simple que SOAP, WebSocket nécessite une gestion plus complexe des connexions et des messages par rapport à HTTP.
- **Sécurité:** Il est essentiel de mettre en place des mesures de sécurité robustes pour protéger les communications WebSocket contre les attaques.
- **Compatibilité navigateur:** Bien que largement supporté, WebSocket peut présenter des incompatibilités entre les différents navigateurs.

En conclusion, WebSocket est un outil puissant pour les télécommunications, permettant de créer des applications réactives et en temps réel. Son utilisation est particulièrement adaptée aux scénarios où la latence est critique et où une communication bidirectionnelle continue est nécessaire.

Annexe 4 : MQTT : Un Protocole Léger pour les Communications Machine-à-Machine dans les Télécommunications

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) est un protocole de publication-abonnement léger, conçu spécifiquement pour les communications machine-à-machine (M2M) et l'Internet des objets (IoT). Bien qu'il ne soit pas aussi connu que REST ou SOAP, il joue un rôle crucial dans les télécommunications, en particulier pour les scénarios où les ressources sont limitées et où une communication en temps réel est requise.

Pourquoi MQTT est-il adapté aux télécommunications ?

- **Léger et efficace:** MQTT est conçu pour fonctionner sur des réseaux à faible bande passante et avec des appareils ayant des ressources limitées, ce qui est souvent le cas dans les environnements IoT.
- **Publication-abonnement:** Le modèle de publication-abonnement permet une communication flexible et décentralisée. Les clients (appareils) publient des messages sur des sujets spécifiques, et d'autres clients peuvent s'abonner à ces sujets pour recevoir les messages.
- **Basse latence:** MQTT offre une latence très faible, ce qui est essentiel pour les applications en temps réel comme la surveillance à distance ou le contrôle industriel.
- **Résilience:** MQTT est conçu pour être robuste et résistant aux interruptions de réseau. Il utilise des mécanismes de rétention des messages et de qualité de service (QoS) pour garantir la livraison des messages.

Cas d'utilisation dans les télécommunications

- **IoT:** MQTT est largement utilisé pour connecter des milliards d'appareils IoT au cloud, permettant de collecter et d'analyser des données en temps réel.
- **Télémesure:** MQTT est idéal pour les applications de télémétrie, où des données sont collectées à partir de capteurs et transmises à un serveur central.
- **Automatisation industrielle:** MQTT est utilisé pour contrôler des équipements industriels, déclencher des alarmes et surveiller les processus.
- **Véhicules connectés:** MQTT peut être utilisé pour connecter les véhicules à des plateformes cloud, permettant de collecter des données sur l'état du véhicule, la consommation de carburant, etc.

Architecture d'une solution MQTT dans les télécommunications

Une solution MQTT typique comprend :

- **Broker MQTT:** Un serveur central qui gère les abonnements, les publications et la persistance des messages.
- **Clients MQTT:** Des appareils ou des applications qui publient des messages sur des sujets et s'abonnent à d'autres sujets.

Comparaison avec REST et WebSocket

Caractéristique	MQTT	REST	WebSocket
Modèle de communication	Publication-abonnement	Requête-réponse	Bidirectionnel, persistant
Légereté	Très léger	Moins léger	Moins léger que MQTT
Utilisation typique	IoT, télémétrie	API web, services RESTful	Chat en temps réel, jeux en ligne

Exporter vers Sheets

Limitations et considérations

- **Complexité:** Bien que plus simple que SOAP, MQTT nécessite une compréhension des concepts de publication-abonnement et de qualité de service.
- **Sécurité:** Il est important de mettre en place des mécanismes de sécurité pour protéger les communications MQTT, en particulier dans les environnements IoT.
- **Scalabilité:** MQTT peut gérer un grand nombre de clients et de messages, mais il est important de dimensionner correctement le broker pour éviter les goulots d'étranglement.

En conclusion, MQTT est un protocole puissant et flexible pour les communications machine-à-machine dans les télécommunications. Sa légèreté, sa simplicité et sa capacité à gérer un grand nombre de connexions en font un choix idéal pour les applications IoT et les scénarios où les ressources sont limitées.

Annexe 5 : SIP : Le Protocole Fondamental de la Voix sur IP

SIP (Session Initiation Protocol) est un protocole de signalisation utilisé principalement pour établir, modifier et terminer des sessions multimédias, en particulier les appels VoIP (Voice over IP). Bien qu'il ne soit pas classiquement considéré comme une API au sens strict du terme, il joue un rôle fondamental dans la construction des services de téléphonie sur IP et est donc étroitement lié aux API utilisées dans ce domaine.

Pourquoi SIP est-il central dans les télécommunications ?

- **Établissement des appels:** SIP est le protocole de base pour initier, accepter ou rejeter un appel VoIP.
- **Gestion des sessions:** Il permet de gérer les différentes phases d'un appel (établissement, modification, terminaison) et d'ajouter des fonctionnalités comme la mise en attente, la conférence, etc.
- **Flexibilité:** SIP est un protocole textuel basé sur HTTP, ce qui le rend flexible et extensible. Il permet de définir de nouveaux services et fonctionnalités.
- **Interopérabilité:** SIP est largement adopté dans l'industrie des télécommunications, ce qui garantit une bonne interopérabilité entre les différents équipements et logiciels.

Comment SIP s'intègre-t-il aux API télécom ?

SIP est souvent utilisé en combinaison avec des API pour fournir des fonctionnalités plus avancées et permettre l'intégration avec d'autres systèmes. Par exemple :

- **API de provisionnement:** Les API permettent de configurer les comptes utilisateurs, les numéros de téléphone et les services associés en utilisant SIP comme protocole de signalisation sous-jacent.
- **API de gestion des appels:** Les API permettent de contrôler les appels en cours (mettre en attente, transférer, etc.) et d'obtenir des informations sur l'état des appels.
- **API de messagerie:** SIP peut être étendu pour supporter la messagerie instantanée et les services de messagerie vocale. Les API permettent de gérer ces fonctionnalités.
- **Intégration avec d'autres systèmes:** SIP peut être intégré avec des systèmes de CRM, de facturation ou d'autres applications métier via des API.

Les avantages de SIP dans les télécommunications

- **Standard ouvert:** SIP est un standard ouvert, ce qui favorise l'interopérabilité et la concurrence.
- **Flexibilité:** SIP peut être utilisé pour créer une large gamme de services de communication, de la simple téléphonie VoIP aux conférences multimédias complexes.
- **Évolutivité:** SIP est suffisamment flexible pour s'adapter aux nouvelles technologies et aux évolutions du marché.

SIP est un protocole clé dans le monde des télécommunications, offrant une base solide pour développer des applications VoIP innovantes et flexibles.

