APIs CAMARA

EFORT
http://www.efort.fr

CAMARA est un projet open source au sein de la Fondation Linux. Son objectif est de définir des APIs de services simples et sécurisées sur un domaine d'opérateur télécom notamment dans le contexte 5G SA.
CAMARA travaille en étroite collaboration avec le GSMA Operator Platform Group pour aligner les exigences et les définitions de ces APIs et les publier.
Un grand nombre d 'opérateurs soutiennent l'initiative CAMARA et mettent à disposition ces APIs depuis leur réseau et leur infrastructure informatique.
Grâce à cette initiative, les développeurs peuvent bénéficier d'un ensemble d'API standards à utiliser sans nécessiter une expérience en télécommunications.
Ces APIs répondent aux exigences réglementaires et de confidentialité des données et facilitent l'intégration des applications au réseau, i.e., rendre le réseau programmable.

1. Cadre architectural CAMARA

Le cadre architecture CAMARA consiste en (Figure 1):

- **API réseau** : il s'agit des API qui sont implémentées dans les actifs des opérateurs de télécommunications, y compris les ressources réseau (fonctions de base, d'accès, de transport), les ressources cloud (infrastructures d'hébergement de charges de travail virtualisées et natives cloud) et les ressources informatiques (OSS et outils d'orchestration). Ces API sont généralement définies dans des organismes de normalisation ou dans des forums. Des exemples de ces API incluent celles définies par 3GPP, ETSI ou TMForum, entre autres.
- **API de service** : il s'agit des API Network as a Service (NaaS), celles qui doivent être mises à la disposition des applications tierces, c'est-à-dire des applications externes. Ils sont conçus selon les principes énumérés dans la section 1 : ouverts (le code source de l'API est Apache 2.0), de portée mondiale (ils sont proposés par différents opérateurs de télécommunications) et conviviaux (les API de service résultent de l'abstraction de la sémantique des API réseau, masquant la complexité des opérateurs de télécommunications).
- **Fonction de transformation** : elle conserve les informations sur les correspondances entre les API de service et les API réseau et exécute des workflows pour appliquer ces mappages. Ce composant peut être déployé en tant que microservice doté d'un moteur de workflow.
- **API Gateway** : elle fournit toutes les fonctionnalités nécessaires pour gérer l'interaction entre l'opérateur et les applications externes, en relation avec l'invocation de l'API de service. Ces fonctionnalités incluent la publication et la découverte d'API de service, le contrôle d'accès (authentification et autorisation des applications), l'audit, la comptabilité et la journalisation. Comme nous l'avons vu, le travail de CAMARA se concentre sur les API de service et sur la façon dont elles peuvent s'appuyer sur les API réseau existantes à l'aide de la fonction de transformation et de la passerelle API.

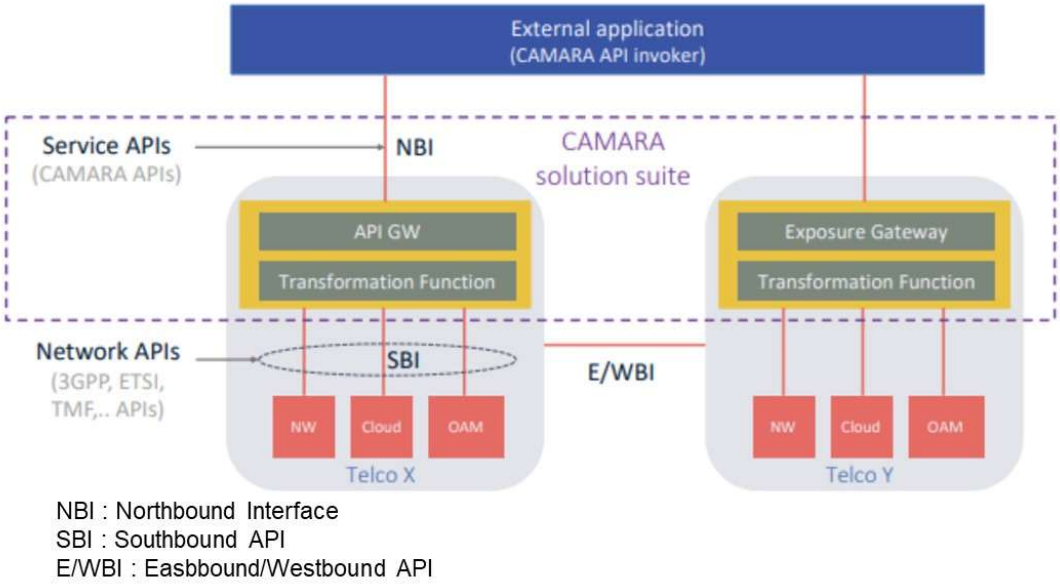


Figure 1 : Cadre architectural CAMARA

2. Ecosystème des réseaux programmables

L'écosystème des réseaux programmables comprend les acteurs clés suivants (Figure 2):

- Utilisateurs ou Consommateurs : ce sont des individus, des entreprises ou des organisations qui consomment des applications qui utilisent les services réseau.
- Fournisseurs de Services d'Applications (ASP) : ils fournissent des applications et des services associés aux individus, entreprises ou organisations.
- Fournisseurs de Services de Communication (CSP) : ce sont les entités responsables du déploiement et de la gestion de l'infrastructure réseau programmable. Ils exposent les capacités du réseau sous forme d'API, destinées à être utilisées par les applications développées par les ASPs.
- Développeurs : ils créent des applications logicielles pour les ASP et utilisent les API exposées par les CSP dans leurs logiciels.
- Agrégateurs : ce sont des fournisseurs d'API qui donnent accès à plusieurs API provenant de différents CSP. Ces agrégateurs simplifient le processus de découverte, d'intégration et de gestion des API pour les développeurs et les entreprises, en offrant un hub centralisé avec des interfaces et une documentation uniformisées.
- Hyperscalers : ce sont aussi des fournisseurs d'API, similaires aux agrégateurs, qui donnent accès à de multiples API provenant de différents CSP. Ils proposent des outils complets de gestion des API et intègrent ces API avec d'autres services cloud, favorisant ainsi l'innovation et simplifiant le développement.
- Fournisseurs d'Équipements Réseau : ils fournissent les composants matériels et logiciels nécessaires à la construction de l'infrastructure réseau programmable.
- Organismes de Normalisation (SDO) : ils établissent des langages et des protocoles communs afin d'assurer l'interopérabilité au sein de l'écosystème des réseaux programmables.

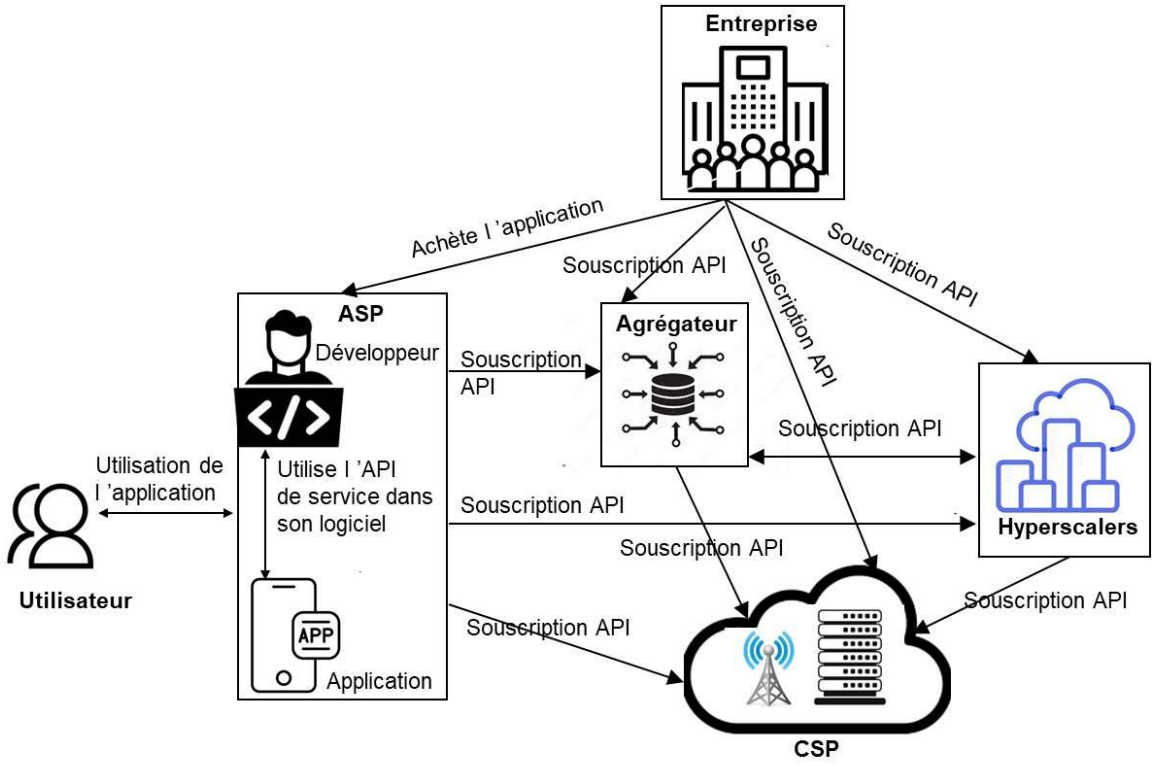


Figure 2 : Ecosystème des réseaux programmables

3. Comment l 'agrégateur s 'adresse à l 'Open Gateway approprié : Telco Finder

La Telco Finder API est une composante clé de l'initiative Open Gateway menée par la GSMA et le projet CAMARA de la Linux Foundation. Il s'agit d'une API RESTful permettant d'identifier l'opérateur télécom associé à un identifiant utilisateur donné (par exemple, un numéro de téléphone ou adresse IP).

Demande émise par l 'agrégateur :

```
POST /telco-finder/v1/search HTTP/1.1
HOST: api.operator.com
Content-Type: application/json
{   "target": {"phoneNumber": "+33670955843"}}

HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: application/json
{ "operatorId": "OPERATOR_ID",
"apiRoot": "https://operator1.com",
"authProviderConfiguration": "https://operator1.com/.wellknown/openid-configuration"
```

Chaque opérateur partenaire doit exposer une Telco Routing API avec l 'opération “GET /routing“. Telco Finder recherche périodiquement des données de routage auprès de chaque opérateur via cette API.

L 'API Telco Routing retourne un ensemble de règles ou chaque règle est représentée par un objet JSON. Chaque règle contient les paramètres suivants :

ipv4: tranches d 'adresses IPv4 (exemple: 23.124.1.200/20).

ipv6: tranches d ’adresses IPv6 (exemple: ff22:0:0:ab:23:1a:346:7332/64).
msisdnPrefix: tranches de prefixe MSISDN débutant par le code pays (exemple: +33672, +33673)
networkId: ensemble des codes MCC et MNC (e.g., 20810, 20811)
static: Un objet JSON Object indiquant que les données suivantes sont statiques (servies par un seul gateway) :

- operatorId : L ’ID de l ’opérateur
- apiRoot: L ’URL root du Gateway de l ’opérateur
- authProviderConfiguration: Le endpoint du serveur d ’autorisation de l ’opérateur.

Dans les pays où la portabilité est supportée, Network Id API doit être invoqué pour retrouver le Network Id:

```
POST /resolve-network-id HTTP/1.1
Content-Type: application/json
Accept: application/json
{"phoneNumber": "+34666777888"}

HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: application/json
{ "networkId": "21407"}
```

Les trois APIs importantes sont donc :

- Telco Finder: https://apis.router.com/telco-finder/v0/search (Figure 3)
- Telco Routing: https://apis.telco.com/telco-routing/v1/routing (Figure 4)
- Network Id: https://apis.network.com/network-id/v0/resolve-network-id (Figure 4)

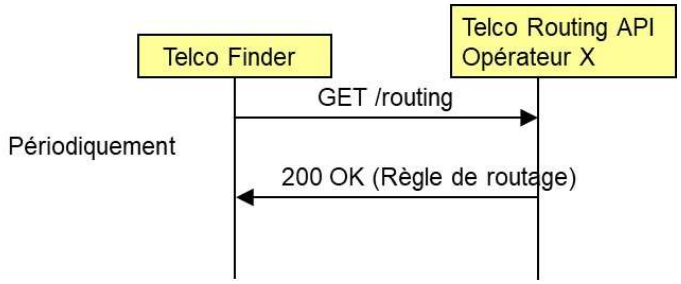


Figure 3 : API Telco Routing

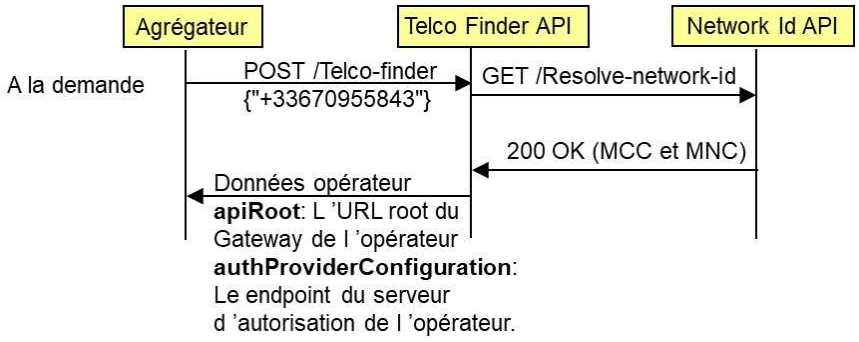


Figure 4 : APIs Telco Finder et Network Id

4. Operator Platform GSMA

Operator platform traduit les CAMARA APIs (Northbound API, NBI) en des southbound APIs (SBI) pour invoquer ces APIs offertes par différents types de ressources (Figure 5) :

- Network Resources (SBI-NR)
- Operations and Management systems (SBI-OAM)
- Authentication, Authorisation and Privacy Management (SB-IACM)
- Cloud Resources (SBI-CR)
- Charging (SBI-CHF)

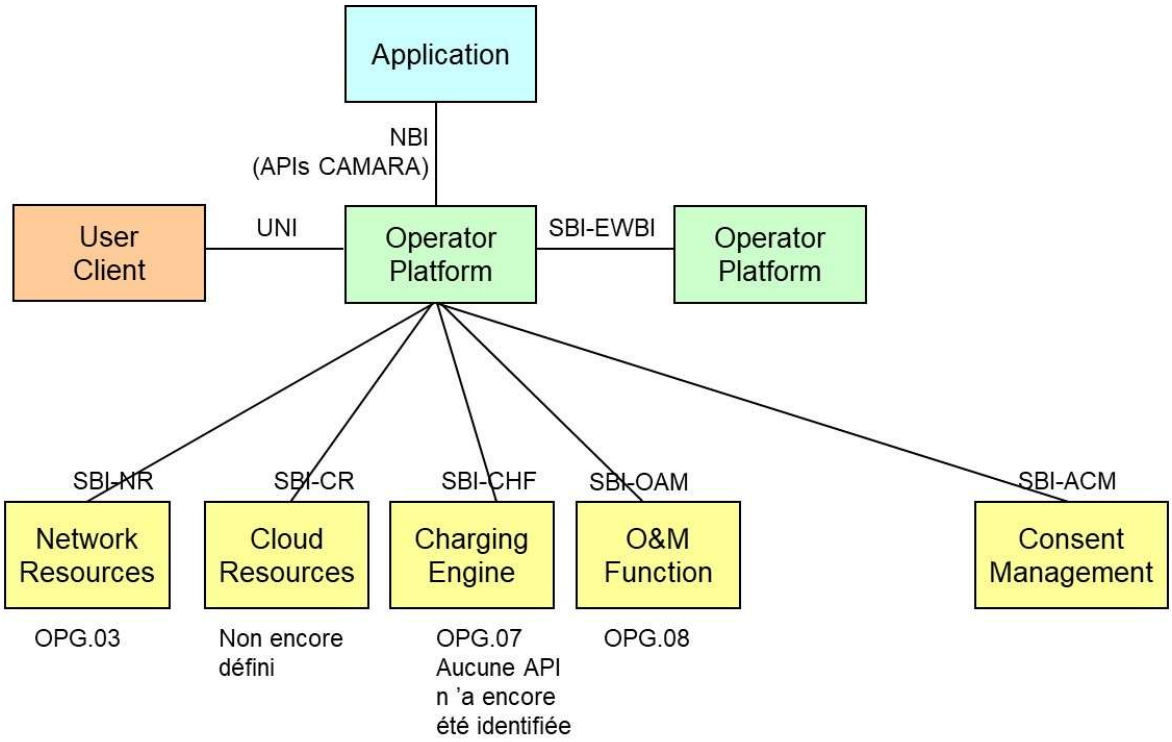


Figure 5 : Operator platform GSMA

5. Catégories d'APIs CAMARA

Les différentes catégories d'APIs proposées par CAMARA sont les suivantes :

- **APIs Authentication and Fraud Prevention** visant à renforcer la sécurité des services numériques tout en améliorant l'expérience utilisateur. Les APIs de cette catégorie permettent aux développeurs d'intégrer des mécanismes d'authentification transparents, de vérifier l'identité des utilisateurs et de détecter les activités frauduleuses en temps réel.
- **APIs Location Services** pour localiser l'usager, pour vérifier si l'usager se trouve dans une aire de localisation donnée, pour être notifié lorsque l'usager entre ou sort d'une aire de localisation donnée, pour connaitre la densité de population dans une aire de localisation donnée, et le nombre de devices présents dans une aire de localisation donnée pendant un intervalle de temps.
- **APIs Communication Services** pour permettre à un client de gérer (établir, modifier, libérer) ses sessions audio et vidéo WebRTC sur le réseau de l'opérateur.
- **APIs Communication Quality** pour demander une QoS (latence, gigue, débit) pour certains flux de données d 'application spécifiques entre un client et un serveur d'application (services back-end).
- **APIs Device Information** afin que connaître l'état de roaming d'un device, son état de joignabilité et le type de réseau auprès duquel il est attaché (2G, 3G, 4G, 5G).

- **APIs Computing Services** afin de découvrir la zone cloud la plus proche d'un device donné, afin de découvrir la zone edge cloud où se trouve le service à consommer, pour fournir des capacités pour le cycle de vie des applications dans des edge cloud zones comme déployer des applications.
- **Payments and Charging** dans le domaine des paiements et de la facturation, visant à simplifier l'intégration des services de paiement mobile pour les développeurs et les entreprises. Ces API permettent d'offrir des méthodes de paiement fluides et sécurisées, en particulier via la facturation opérateur, e.g., permet aux utilisateurs d'acheter des biens ou services numériques tels que les jeux, les abonnements, les services de mobilité ou les contenus en streaming avec le montant directement facturé sur leur facture téléphonique ou déduit de leur crédit prépayé.

6. APIs CAMARA Device Information

Les APIs CAMARA relatives aux informations de device (Device Information) sont les suivantes :

- L 'API Device Roaming Status permet de connaître l 'état de roaming de l 'UE identifié par GPSI (MSISDN ou External Identifier) ou adresse IP.
- L 'API Device Roaming Status Subscriptions permet de souscrire au changement d 'état de roaming de l 'UE identifié par GPSI (MSISDN ou External Identifier) ou adresse IP.
- L 'API Device Reachability Status permet de connaître l 'état de joignabilité de l 'UE identifié par GPSI (MSISDN ou External Identifier) ou adresse IP.
- L 'API Device Reachability Status Subscriptions permet de souscrire au change d 'état de joignabilité de l 'UE identifié par GPSI (MSISDN ou External Identifier) ou adresse IP.
- L 'API Connected Network Type permet de connaître la technologie de réseau (i.e., 2G, 3G, 4G, 5G) à laquelle est connectée l 'UE identifié par GPSI (MSISDN ou External Identifier) ou adresse IP.
- L 'API Connected Network Type Subscriptions permet de souscrire au changement de technologie de réseau à laquelle est connectée l 'UE (i.e., 2G, 3G, 4G, 5G).
- L 'API Device Identifier permet de connaître l4IMEI-SV associée à l 'UE identifié par GPSI (MSISDN ou External Identifier) ou adresse IP.

6.1. API Device Roaming Status

L'API Device Roaming Status permet d 'obtenir l 'état de Roaming d 'un device via une requête POST.

- Input
    - Device: un device désigne toute entité physique capable de se connecter à un réseau et de participer à une communication. Au moins un identifiant (équipement utilisateur) est requis parmi quatre options :
        - adresse IPv4 publique/numéro de port publique,
        - adresse IPv6,
        - numéro de téléphone
        - NAI (autre forme de GPSI aussi appelé External Identifier) attribué par l'opérateur mobile au device.
- Output
    - Roaming (M) : Roaming status
        - TRUE, si le device est en situation de roaming
        - FALSE sinon.
    - Country Code (C) : Code de pays. Pays visité indiqué si le device est en situation de roaming.
    - Country Name (C) : Nom du pays

- LastStatusTime (M) : Indique l'heure de la dernière mise à jour du roaming status.

```
POST api.orange.com/camara/orange-labs/device-roaming-status/v1/retrieve
{
  "device": {
    "phoneNumber": "+33634567890",
   }
}

200 OK
{
"lastStatusTime": "2025-04-20T10:41:38.657Z",
"roaming": true,
"countryCode": 262,
"countryName": ["DE"]
}
```

6.2. API Device Roaming Status Subscriptions

L'API Device Roaming Status Subscriptions permet de souscrire à des événements de Roaming status.
Le client de l 'API est notifié du changement d 'état de roaming d 'un device.
Quatre événements sont considérés :

- "org.camaraproject.device-roaming-status-subscriptions.v0.roaming-status". Evénement notifié lorsque le device passe de Roaming ON à roaming OFF et inversement.
- "org.camaraproject.device-roaming-status-subscriptions.v0.roaming-on". Evénement notifié lorsque le device passe de Roaming OFF à roaming ON.
- "org.camaraproject.device-roaming-status-subscriptions.v0.roaming-off". Evénement notifié lorsque le device passe de Roaming ON à roaming OFF.
- "org.camaraproject.device-roaming-status-subscriptions.v0.roaming-change-country". Evénement notifié lorsque le device en roaming change de pays (country code).

L 'événement "org.camaraproject.device-roaming-status-subscriptions.v0. subscription-ends" n'a pas à être souscrit. Il est notifié lorsque la souscription à Roaming status est terminée :

- La durée de souscription à expiré (**SUBSCRIPTION_EXPIRED)**.
- Le nombre maximum de notifications a été atteint **(MAX_EVENTS_REACHED)**.
- La souscription a été supprimée par le demandeur **(SUBSCRIPTION_DELETED)**.
- L 'access token a une durée de vie qui a expiré **(ACCESS_TOKEN_EXPIRED)**.
- Le serveur doit stopper l 'envoi de notification de manière prématurée **(NETWORK_TERMINATED)**.

- "POST subscriptions" permet de créer une souscription. Le SubscriptionID est présent dans le header Location de la réponse 201 Creation.
- "GET subscriptions/subscriptionId" permet d 'obtenir les données d 'une souscription identifiée par subscriptionId. La réponse 200 OK contient les données de souscription.
- "DELETE subscriptions/subscriptionId" permet de supprimer une souscription. La réponse 204 No Content confirme la suppression.
- "POST callback URI" permet de notifier l 'occurrence de l 'événement. La réponse 204 No Content confirme la réception de la notification.

L 'opération POST subscriptions/ permet au client de l 'API de créer une souscription.

L ’opération POST contient un body au format JSON qui décrit la souscription. Une souscription consiste en les données suivantes :

- Protocol : Protocole qui sera utilisé pour la notification. Protocoles possibles : HTTP, MQTT, AMQP, NATS et KAFKA.
- Sink : adresse à laquelle la notification doit être délivrée. Il s ’agit de la callback URI.
- Types : événement souscrit parmi les 4 événements mentionnés ci-dessus.
- Config indique la configuration de l’événement souscrit via les détails de souscription. Il s ’agit de :
    - device Id. Le device Id dans l ’exemple est un MSISDN. Le device Id peut être une adresse IPv6, adresse/port IPv4, NAI (user@host) ou MSISDN.
    - InitialEvent : Positionné à TRUE par le client de l ’API si le client souhaite être notifié dès que la souscription est créée et la situation actuelle reflète.
      l ’événement souscrit. Par exemple le client de l ’API souscrit à l ’événement qui indique que le device est en roaming. Si le client de l ’API positionne initialEvent à TRUE et le device est déjà en roaming, l ’événement est notifié.
    - SubscriptionMaxEvents : Indique le nombre maximum de rapports d ’événement qui peuvent être générés. Une fois ce nombre atteint, la souscription est terminée.
    - SubscriptionExpireTime : Indique la date à laquelle la souscription doit prendre fin.

Création de souscription

POST api.orange.com/camara/orange-labs/device-roaming-status-subscriptions/v0.7/subscriptions


```
{
  "protocol": "HTTP",
  "sink": "https://notificationSendServer12.supertelco.com",
  "types": [
    "org.camaraproject.device-roaming-status-subscriptions.v0.roaming-status"
  ],
  "config": {
    "subscriptionDetail": {
      "device": {
        "phoneNumber": "+33699901032"
                  },
   },
    "initialEvent": true,
    "subscriptionMaxEvents": 10,
    "subscriptionExpireTime": " Sun Apr 20 2025 20:15:11 GMT-0400"
  }
}
```


Réponse à la demande de création de souscription

201 Created


```
{
"id": "1119920371",
"protocol": "HTTP",
"sink": "https://notificationSendServer12.supertelco.com",
"types": [
   "org.camaraproject.device-reachability-status-subscriptions.v0.reachability-data"
            ],
"config": {
   "subscriptionDetail": {
       "device": {
          "phoneNumber": "+33699901032"
```

},
},
"initialEvent": true,
"subscriptionMaxEvents": 10,
"subscriptionExpireTime": "Sun Apr 20 2025 20:15:11 GMT-0400"
},
"status": "ACTIVE",
"startsAt": "Sun Apr 20 2025 19:15:11 GMT-0400",
"expiresAt": "Sun Apr 20 2025 20:15:11 GMT-0400"
}

7. APIs CAMARA Location Services

Les APIs CAMARA relatives aux services de localisation (Location Services) sont les suivantes :

- L ’API Location Retrieval permet d ’obtenir la localisation d ’un device telle que identifiée par l'opérateur. La requête peut spécifier l ’age maximum acceptable des données de localisation, tandis que la réponse fournit la localisation détectée, représentée par un cercle ou un polygone, en fonction des données réseau disponibles.
- L'API Location Verification détermine si un device se trouve à proximité d'une zone géographique spécifiée. La demande inclut la zone cible, définie comme un cercle avec un centre spécifié (latitude et longitude) et un rayon. La réponse confirme si la localisation détectée par l'opérateur mobile se situe dans la zone de localisation demandée.
- L ’API Geofencing Subscriptions permet de souscrire à une paire device – zone géographique », afin d ’être notifié dès que le device entre ou sort de la zone géographique. Cette fonctionnalité est idéale pour suivre les mouvements des devices, renforcer la sécurité grâce à la surveillance en temps réel des biens ou des personnes, ou encore lancer des campagnes marketing géolocalisées.
- L ’API Population Density Data fournit des estimations de densité de population par km2 à différents intervalles de temps avec trois valeurs : (1) Minimum population, (2) Average population, et (3) Maximum population. Le client de l ’API fournit les inputs suivants : Aire de localisation et intervalle de temps.
- L ’API Region Device Count permet d ’obtenir le nombre de devices dans une aire de localisation données pendant un intervalle de temps. Les inputs fournis à l ’API sont l ’aire de localisation et l ’intervalle de temps.

7.1. API Location Retrieval

L ’API Location Retrieval permet d ’obtenir la localisation d ’un device telle que calculée par l'opérateur (Requête POST).

- Input
    - Device (M): Identifié par une adresse IPv4/numéro de port, une adresse IPv6, un GPSI au format MSISDN ou au format NAI (Identité externe).
    - Max Age (O): Age maximum de l ’information de localisation acceptée par le client en secondes. L ’absence de Max Age signifie que tout age est acceptable pour le client.
    - Max Surface (0): Surface maximum acceptée par le client en m^2.
- Output
    - Area (M): Aire de localisation où se trouve l ’usager (M). L ’aire fournie peut être décrite :

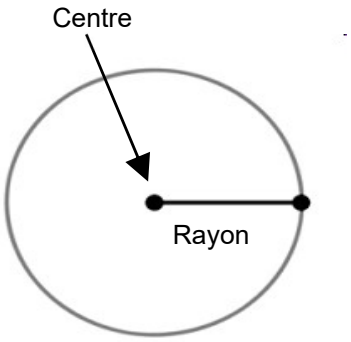
- Par un cercle avec les coordonnées (latitude et longitude) du centre du cercle et un rayon de cercle.
- Par un polygone simple constitué par une suite de points avec leur coordonnée et de segments reliant les couples de points consécutifs ainsi que d'un segment reliant le premier et le dernier point.
- LastLocationTime (M): La date à laquelle l ’UE était dans cette localisation.

Exemple de localisation basée sur un cercle

POST api.orange.com/camara/orange-lab/location-retrieval/v0.3/retrieve
{
  "device": {
    "phoneNumber": "+123456789"
  },
  "maxAge": 120
}

Le device est localisé dans un cercle avec un centre aux coordonnées spécifiées et un rayon de 800 mètres.

200 OK
{
"lastLocationTime": "Sun Apr 20 2025 15:21:51",
"area": {
  "areaType": **"CIRCLE",**
  "center": {
    "latitude": 45.754114,
    "longitude": 4.860374
  },
  "radius": 800
  }
}



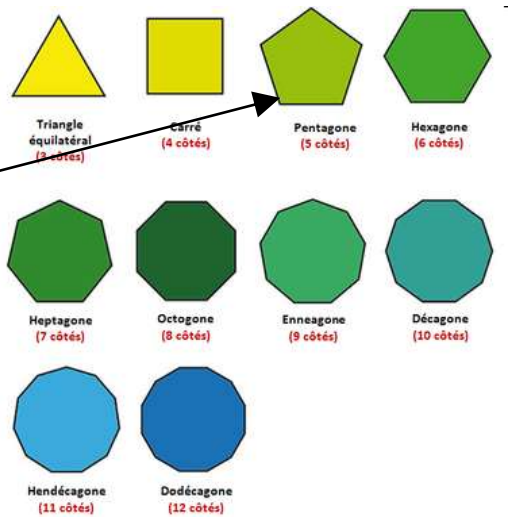
Exemple de localisation basée sur un polygone

POST api.orange.com/camara/orange-lab/location-retrieval/v0.3/retrieve
{
  "device": {
    "phoneNumber": "+123456789"
  },
  "maxAge": 120
}

Le device est localisé dans un polygone délimité par les coordonnées fournies :

200 OK
{
"lastLocationTime": "Sun Apr 20 2025 15:21:51 GMT-0400",

```
"area": {
"areaType": "POLYGON",
"boundary": [
  {  "latitude": 45.754114,
     "longitude": 4.860374 },
  {  "latitude": 45.753845,
     "longitude": 4.863185 },
  {  "latitude": 45.75249,
     "longitude": 4.861876 },
  {  "latitude": 45.751224,
     "longitude": 4.861125 },
  {  "latitude": 45.751442,
     "longitude": 4.859827 }
            ]
        }
}
```



8. Conclusion

Le but des APIs CAMARA est de standardiser l'accès aux capacités/ressources des réseaux de télécommunications (notamment 5G SA) pour les développeurs d'applications, via des interfaces ouvertes, simples et cohérentes.
CAMARA a défini un ensemble d ’APIS qui sont d ’ores et déjà matures. D ’autres APIs sont en cours de spécification

Références

TS 29.222, Common API Framework for 3GPP Northbound APIs
CAMARA APIs : https://camaraproject.org/api-overview/
GSMA OPG.02, Operator Platform: Requirements and Architecture Version 7.0.
GSMA OPG.03, Southbound Interface Network Resources APIs Version 4.0.
GSMA OPG.04, East-Westbound Interface APIs Version 5.0.
GSMA OPG.05, User-Network Interface APIs.
GSMA OPG.07, Southbound Interface Charging Function APIs Version 1.0.
GSMA OPG.08, Southbound Interface for Operation, Administration and Maintenance APIs.
GSMA OPG.09, NBI APIs Realisation in the SBI Version 3.0.
5G Americas, The Programmable 5G Network and API Ecosystem.
https://www.5gamericas.org/the-programmable-5g-network-and-api-ecosystem/

La formation APIs CAMARA proposée par EFORT fournit tous les éléments pour la compréhension de l’écosystème CAMARA.
https://www.efort.fr/formations/apis-camara-et-leur-mise-en-oeuvre-dans-le-contexte-5g-sa