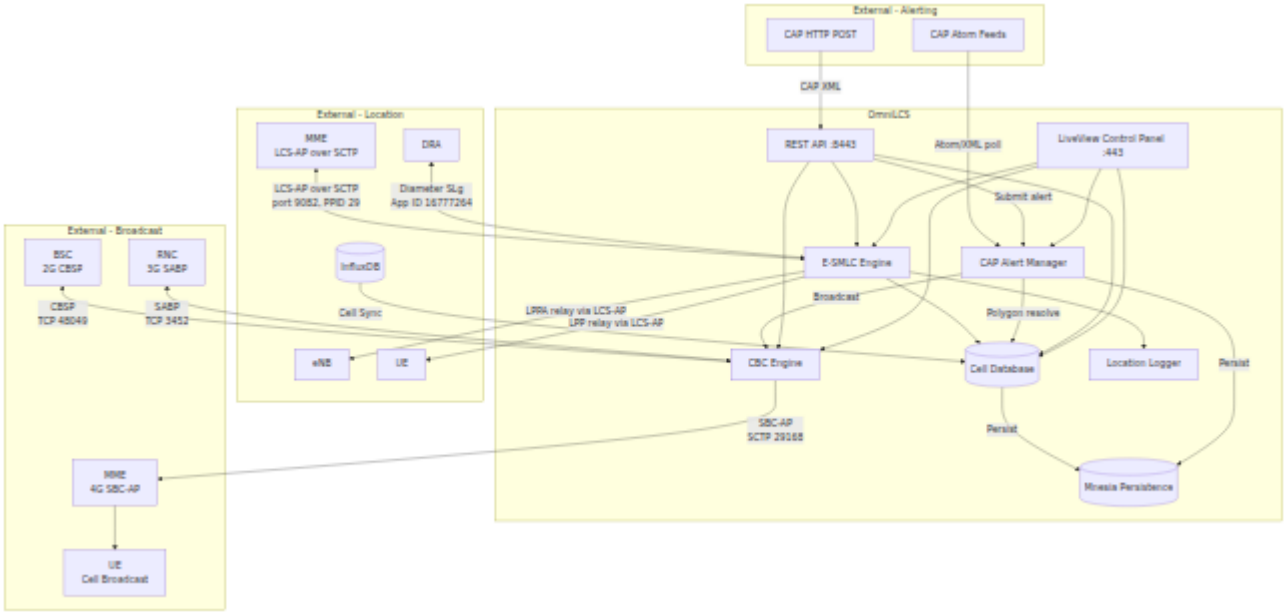
Guide des opérations OmniLCS

OmniLCS est une plateforme intégrée de localisation LTE/GSM et de diffusion cellulaire. Elle combine un **E-SMLC** (Centre de localisation mobile évolué) pour le positionnement des UE avec un **CBC** (Centre de diffusion cellulaire) pour les services d'alerte publique et de diffusion commerciale, le tout au sein d'une seule application Elixir/OTP.

Vue d'ensemble de l'architecture



Vue d'ensemble des fonctionnalités

E-SMLC : Services de localisation

- **Méthodes de positionnement** : Cell ID, Enhanced Cell ID (E-CID), GNSS/A-GPS, OTDOA

- **LCS-AP over SCTP (Interface SLs)** : Communique avec le MME en utilisant LCS-AP natif selon 3GPP TS 29.171, port 9082, PPID 29
- **Relais LPPA/LPP** : Envoie des messages de protocole de positionnement aux eNB et aux UE via le MME par le biais de LCS-AP Connection Oriented Information
- **Base de données cellulaire** : Stocke les positions des cellules pour le positionnement Cell ID et OTDOA. Prend en charge l'importation depuis Huawei U2020 XLSX (GSM/UMTS/LTE/NR), CSV spécifique au fournisseur, JSON, et synchronisation InfluxDB. Persisté dans Mnesia pour survivre aux redémarrages
- **Multilatération OTDOA** : Calcule la position de l'UE à partir des mesures RSTD en utilisant les moindres carrés itératifs
- **Journalisation de localisation** : Persiste chaque position de localisation dans un fichier CSV et dans l'historique en mémoire. Journalisation InfluxDB optionnelle lorsqu'elle est configurée
- **Suivi des abonnés** : Interrogation périodique de localisation par IMSI avec intervalle et méthode configurables. Résultats stockés dans Mnesia avec exportation KML/CSV
- **Test de conduite virtuel** : Campagnes multi-IMSI combinant le positionnement GNSS avec des mesures de signal E-CID (RSRP/RSRQ). Gestion au niveau de la campagne avec surveillance en temps réel, journalisation InfluxDB, et exportation KML/CSV avec des données de qualité de signal

GMLC : Centre de localisation mobile passerelle

- **Le Interface** : Interface Diameter pour les clients LCS externes (PSAPs, gestion de flotte, interception légale) selon 3GPP TS 29.172
- **Autorisation des clients** : Contrôle d'accès par client avec correspondance de type et limites de taux configurables
- **Localisation périodique** : Sessions différées effectuant des fixes de position à des intervalles configurables avec journalisation InfluxDB et livraison Diameter LRR
- **Localisation déclenchée (Geo-fence)** : Abonnements d'événements de zone avec des déclencheurs d'entrée/de sortie/de présence dans des zones

circulaires ou polygonales

- **Livraison de rapport de localisation** : Envoie des messages Diameter Location-Report-Request (LRR) aux clients d'origine pour chaque fix différé

CBC : Diffusion cellulaire

- **CBSP 2G** : Serveur TCP sur le port 48049 acceptant les connexions des BSC
- **SABP 3G** : TCP sur le port 3452 (interface Iu-BC, 3GPP TS 25.419, transport selon TS 25.414 §7.1.3.3). Le CBC se connecte sortant aux pairs RNC configurés ; écoute également les connexions RNC entrantes (indications de défaillance/redémarrage)
- **SBC-AP 4G** : Client SCTP se connectant aux pairs MME sur le port 29168
- **Diffusions multilingues** : Envoie la même alerte dans plusieurs langues simultanément, chacune avec son propre schéma de codage de données CBS et code de message selon 3GPP TS 23.038
- **Mises à jour de diffusion** : Met à jour une diffusion active en incrémentant le numéro de mise à jour. Envoie automatiquement un Stop-Warning pour l'ancien numéro de série avant le nouveau Write-Replace
- **Formatage des messages** : Codage GSM 7 bits et UCS-2, assemblage de pages CBS, construction de numéro de série
- **Types d'alerte** : Support ETWS (tremblement de terre, tsunami, test) avec activation d'alerte d'urgence et de popup
- **Gestion de l'état de diffusion** : Suivi de la diffusion active avec persistance à travers les redémarrages, surveillance des délais de réponse
- **Persistance Mnesia** : Base de données cellulaire et état d'alerte CAP persistés dans les tables disc_copies de Mnesia, survivant aux redémarrages d'application sans réimportation
- **Procédures PWS** : Gère PWS-Restart-Indication et PWS-Failure-Indication des MMEs
- **Ingestion d'alerte CAP** : Accepte le protocole d'alerte commun (CAP) v1.2 XML des autorités d'alerte externes via HTTP POST ou sondage de flux Atom, résout les zones d'alerte polygonales en TACs/LACs, et déclenche des diffusions cellulaires avec approbation optionnelle de l'opérateur

Interfaces de contrôle

- **API REST** : HTTPS sur le port 8443 avec des points de terminaison pour les demandes de localisation, la gestion des cellules et l'état du système
- **Panneau de contrôle LiveView** : HTTPS sur le port 443 avec tableau de bord en temps réel, tests de localisation, gestion de la base de données cellulaire, surveillance des pairs Diameter, et composition de diffusion CBC

Structure de la documentation

Document	Description
Configuration Reference	Tous les paramètres de configuration avec tableaux et exemples
Cell Broadcast Operations	Opérations CBSP (2G), SABP (3G), et SBC-AP (4G), formatage des messages, dépannage
CAP Alert Operations	Ingestion CAP v1.2, résolution polygonale, flux d'approbation, sondage de flux
Location Services	Méthodes de positionnement E-SMLC, interface LCS-AP, base de données cellulaire, OTDOA
Subscriber Tracking & Drive Test	Suivi périodique, campagnes de test de conduite virtuel, mesures RSRP/RSRQ, exportation KML/CSV
GMLC & Le Interface	Accès aux clients LCS externes, localisation périodique et géo-clôture, journalisation InfluxDB
REST API Reference	Tous les points de terminaison API avec exemples de requêtes/réponses
Web Interface Guide	Pages et fonctionnalités du panneau de contrôle LiveView

Résumé des interfaces

Interface	Protocole	Transport	Port	Direction	Référe 3GP
SLs (E-SMLC ↔ MME)	LCS-AP	SCTP	9082	OmniLCS se connecte aux MMEs	TS 29.1
SLg/Le (GMLC ↔ Clients LCS/DRA)	Diameter	SCTP	3868	Entrant des clients LCS, sortant vers DRA	TS 29.1
CBSP	CBSP	TCP	48049	Les BSC se connectent à OmniLCS	TS 48.0
SABP (Iu-BC)	SABP	TCP	3452	Sortant vers les RNC / Entrant des RNC	TS 25.4 §7.1.3.3
SBC-AP	SBC-AP	SCTP	29168	OmniLCS se connecte aux MMEs	TS 29.1
API REST	HTTPS	TCP	8443	Les clients se connectent à OmniLCS	--

Interface	Protocole	Transport	Port	Direction	Référe 3GP
Panneau de contrôle	HTTPS	TCP	443	Les navigateurs se connectent à OmniLCS	--
Synchronisation cellulaire	HTTP	TCP	8086	OmniLCS interroge InfluxDB	--

Arbre de supervision

OmniLCS démarre les processus suivants sous un superviseur un-à-un :

1. **OmniLcs.Persistence** : Initialisation de Mnesia et persistance sur disque pour la base de données cellulaire et les alertes CAP
2. **OmniLcs.Context** : Initialisation de la table ETS (cell_database, location_session, pending_transactions) ; charge les cellules persistées depuis Mnesia au démarrage
3. **OmniLcs.InfluxDb** : Pool de connexions InfluxDB
4. **OmniLcs.Esmlc.LocationLogger** : Journalisation des fixes de localisation dans CSV et ETS
5. **Task.Supervisor** : Exécution de tâches asynchrones
6. **OmniLcs.Sls.SctpTransport** : Connexions client SCTP SLs LCS-AP aux MMEs
7. **DiameterEx.Supervisor** : Gestion du service Diameter et des pairs (interfaces SLg et autres Diameter)
8. **OmniLcs.Esmlc.CellSync** : Synchronisation périodique des cellules InfluxDB
9. **OmniLcs.Cbc.CbspConnectionSupervisor** : DynamicSupervisor pour les connexions TCP CBSP 2G

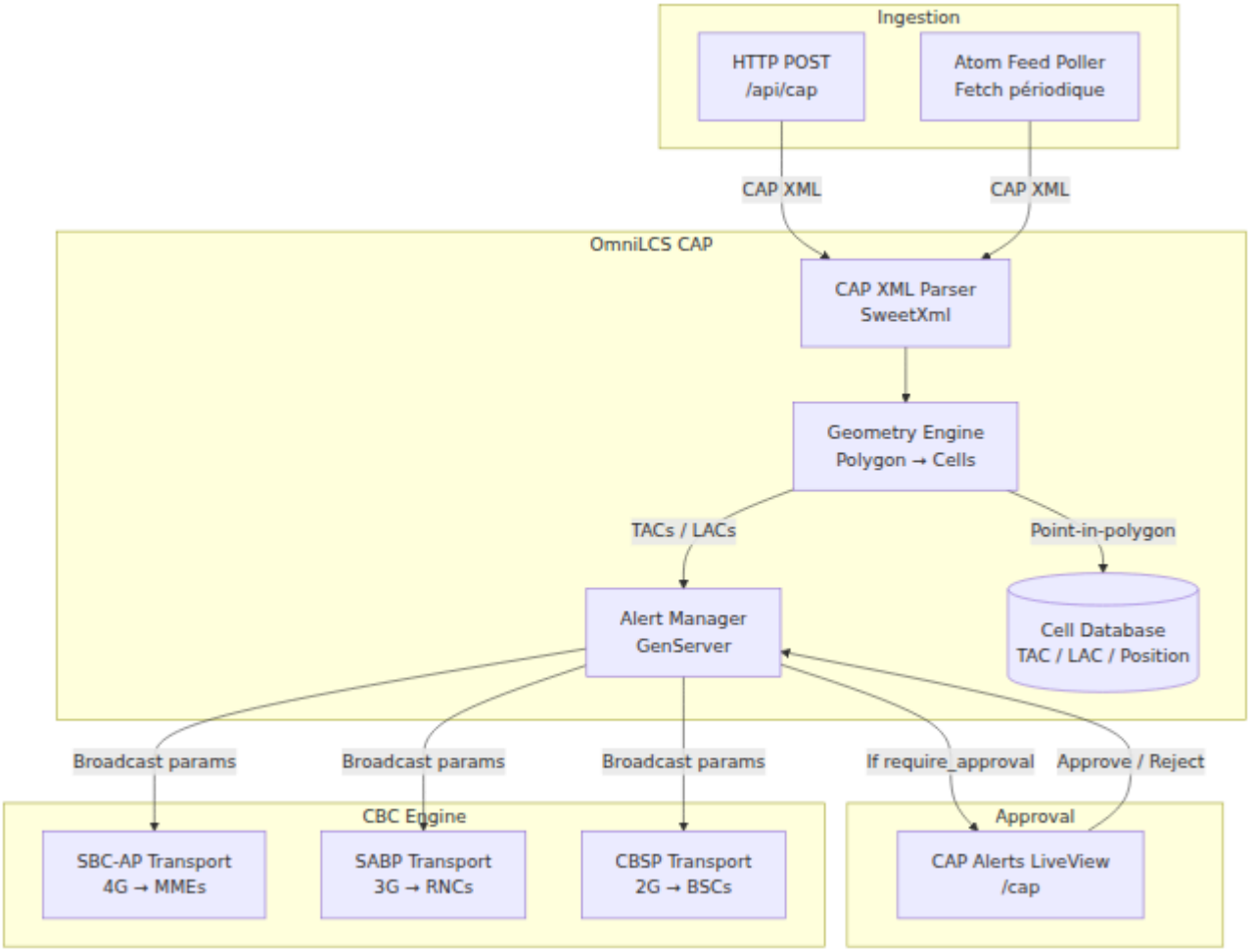
10. **OmniLcs.Cbc.CbspTransport** : Écouteur TCP CBSP (port 48049)
11. **OmniLcs.Cbc.SabpConnectionSupervisor** : DynamicSupervisor pour les connexions TCP SABP 3G
12. **OmniLcs.Cbc.SabpTransport** : Écouteur TCP SABP (port 3452)
13. **OmniLcs.Cbc.Engine** : Gestion de l'état de diffusion CBC (2G, 3G et 4G)
14. **OmniLcs.Cbc.SctpTransport** : Connexions client SCTP SBC-AP aux MMEs
15. **OmniLcs.Cap.AlertManager** : Gestion du cycle de vie des alertes CAP (analyser, résoudre, approuver, diffuser) ; persisté dans Mnesia
16. **OmniLcs.Cap.FeedPoller** : Sondage périodique des flux Atom CAP
17. **OmniLcs.Gmlc.ClientRegistry** : Gestion des clients LCS externes autorisés
18. **OmniLcs.Gmlc.SessionSupervisor** : DynamicSupervisor pour les sessions de localisation périodiques et déclenchées
19. **OmniLcs.Tracking.SessionSupervisor** : DynamicSupervisor pour les sessions de surveillance du suivi des abonnés
20. **OmniLcs.DriveTest.CampaignSupervisor** : DynamicSupervisor pour les campagnes de test de conduite virtuel

Guide des opérations d'alerte CAP

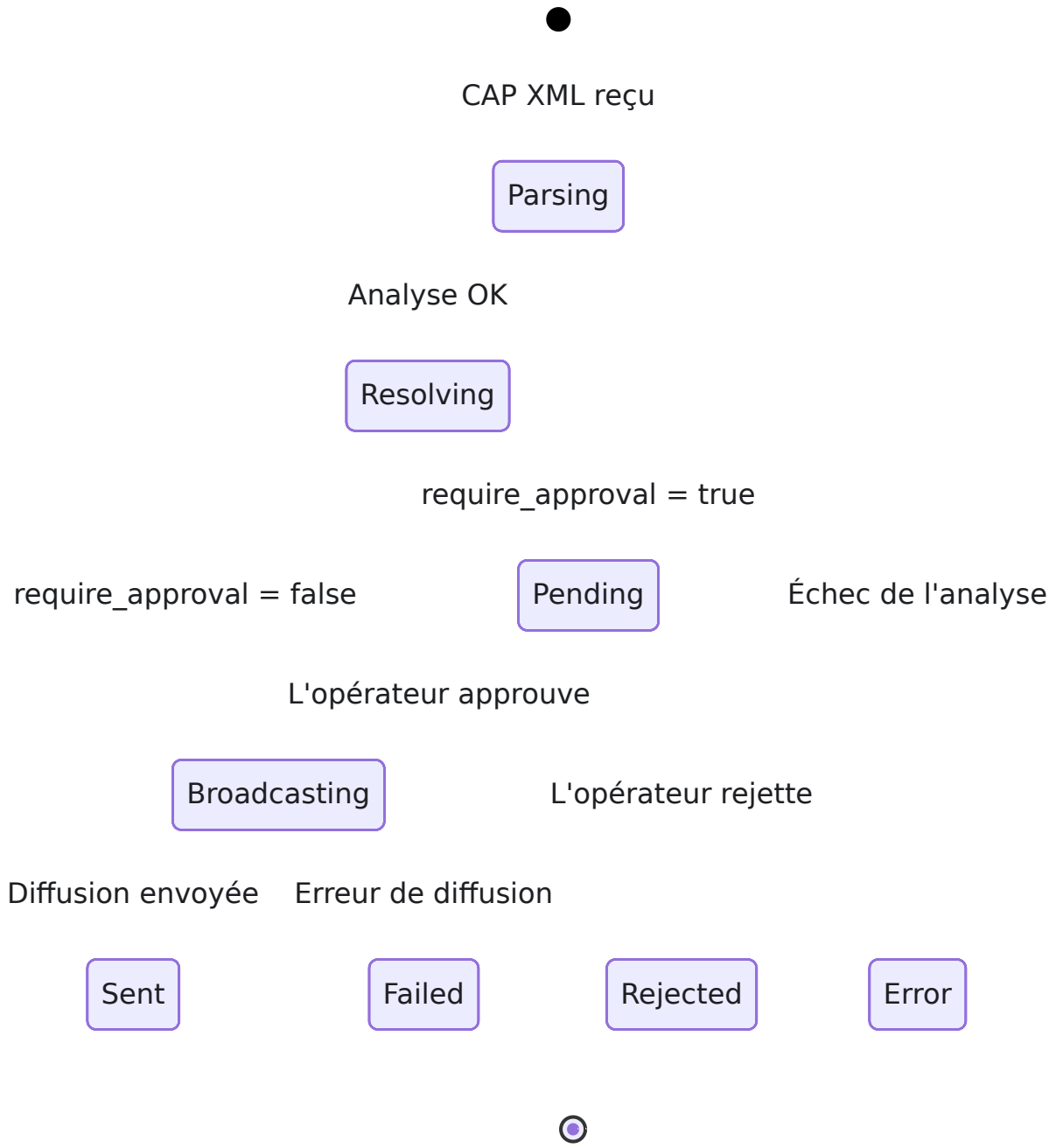
OmniLCS accepte des messages XML **Common Alerting Protocol (CAP) v1.2** provenant d'autorités d'alerte externes (services météorologiques, agences de gestion des urgences, etc.), résout les zones d'avertissement géographiques à l'infrastructure cellulaire du réseau et déclenche des diffusions cellulaires via le moteur CBC existant sur les interfaces 4G (SBC-AP), 3G (SABP) et 2G (CBSP).

Deux méthodes d'ingestion sont prises en charge : **HTTP POST** (push) pour une intégration directe et **sondage de flux Atom** (pull) pour surveiller les sources de flux CAP standard. Une **étape d'approbation manuelle** configurable permet aux opérateurs de prévisualiser les alertes avant la diffusion.

Architecture



Cycle de vie de l'alerte



Lorsqu'une alerte CAP est reçue (via HTTP POST ou sondage de flux) :

1. Le **parseur XML CAP** extrait l'enveloppe d'alerte, les blocs d'informations, les zones d'avertissement (polygones) et les paramètres CB
2. Le **moteur de géométrie** associe chaque polygone à la base de données des cellules en utilisant le ray-casting (point dans le polygone), résolvant les zones d'avertissement en listes de TACs (4G), SAIs (3G) et LACs (2G)
3. Si `require_approval` est `true`, l'alerte est mise en file d'attente comme **en attente** et apparaît dans l'interface utilisateur LiveView de l'opérateur pour

prévisualisation et approbation

4. Si `require_approval` est `false`, l'alerte est automatiquement approuvée et immédiatement envoyée au moteur CBC
5. Lors de la diffusion, le moteur CBC envoie Write-Replace-Warning-Request (4G SBC-AP), Write-Replace (3G SABP) et/ou WRITE-REPLACE (2G CBSP) à tous les MMEs, RNCs et BSCs connectés

Configuration

Paramètres CAP

```
config :omnilcs, :cap,
  # Exiger l'approbation de l'opérateur avant la diffusion
  require_approval: true,

  # Identité PLMN pour les messages de diffusion
  plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},

  # Utiliser le rayon de couverture cellulaire pour la
correspondance des polygones (vs uniquement le point central)
  coverage_aware: false,

  # Sources de flux Atom à sonder (vide = pas de sondage)
  feeds: []
```

Paramètres CAP

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`require_approval`	boolean	Non	`true`	Lorsque `true`, les alertes sont mises en file d'attente pour approbation de l'opérateur avant diffusion. Lorsque `false`, les alertes sont automatiquement approuvées et diffusées immédiatement.
`plmn`	map	Non	`%{mcc: "001", mnc: "01"}`	Identité PLMN (MCC/MNC) utilisée dans les messages de diffusion. Doit correspondre au réseau de service.
`plmn.mcc`	string	Oui	`"001"`	Code de pays mobile (3 chiffres).
`plmn.mnc`	string	Oui	`"01"`	Code de réseau mobile (2-3 chiffres).
`coverage_aware`	boolean	Non	`false`	Lorsque `true`, la correspondance des polygones utilise le rayon de couverture de chaque cellule pour déterminer

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				l'intersection plutôt que seulement le point central. Utile pour les grandes cellules aux bords des polygones.
`feeds`	list	Non	`[]`	Liste des configurations de flux Atom CAP à sonder. Voir Configuration des flux.

Configuration des flux

Chaque entrée dans la liste `feeds` définit une source de flux Atom CAP à surveiller.

```
config :omnilcs, :cap,
  feeds: [
    %{url: "https://alerts.weather.gov/cap/us.php?x=1",
poll_interval_seconds: 60},
    %{url: "https://feeds.meteoalarm.org/api/v1/warnings/atom",
poll_interval_seconds: 120}
  ]
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`url`	string	Oui	--	URL du flux Atom CAP. Doit renvoyer du XML Atom (RFC 4287) avec des entrées d'alerte CAP intégrées.
`poll_interval_seconds`	integer	Non	`60`	Secondes entre les sondages de flux. Des valeurs plus basses permettent une ingestion plus rapide des alertes mais augmentent le trafic réseau.

Le sondeur de flux suit les identifiants d'alerte vus pour éviter le re-traitement. Chaque nouvelle `<entry>` dans le flux a son `<alert>` XML intégré extrait et soumis au gestionnaire d'alerte.

Exemple de configuration : Configuration complète CAP

```
config :omnilcs, :cap,
  require_approval: true,
  plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},
  coverage_aware: true,
  feeds: [
    %{url: "https://alerts.weather.gov/cap/us.php?x=1",
poll_interval_seconds: 60}
  ]
```

Comment ça fonctionne : Les alertes CAP du flux météorologique NWS sont vérifiées toutes les 60 secondes. Les nouvelles alertes sont analysées et leurs zones d'avertissement polygonales sont associées à la base de données des cellules en utilisant l'intersection consciente de la couverture. Les alertes correspondantes apparaissent sur la page LiveView des alertes CAP pour révision par l'opérateur. L'opérateur peut prévisualiser les détails de l'alerte (texte du message, gravité, cellules correspondantes, TACs/LACs), puis approuver pour diffuser ou rejeter pour jeter.

Base de données des cellules : champs TAC, LAC et RAT

La résolution des polygones CAP dépend des cellules dans la base de données ayant les champs **TAC** (4G), **LAC** (2G et 3G), **SAC** (3G) et **RAT** peuplés. Ces champs déterminent quelle interface de diffusion est utilisée pour chaque cellule.

Champs de cellule pour CAP

Champ	Type	Description
`tac`	integer	Code de zone de suivi. Utilisé pour les diffusions 4G SBC-AP. Les cellules avec un TAC sont incluses dans la liste TAI envoyée aux MMEs.
`lac`	integer	Code de zone de localisation. Utilisé pour les diffusions 2G CBSP et 3G SABP. Les cellules avec un LAC sont incluses dans la liste des cellules envoyée aux BSCs et la liste SAI envoyée aux RNCs.
`rat`	string	Technologie d'accès radio : `"4g"`, `"3g"` ou `"2g"`. Informatif ; la présence de `tac` ou `lac` détermine le ciblage de la diffusion.

Ces champs peuvent être définis via :

- **API REST** lors de la création ou de la mise à jour des cellules (`POST /api/cells`, `PUT /api/cells/:id`)
- **Importation JSON** (`priv/cells.json`) avec les champs `"tac"`, `"lac"` et `"rat"` par cellule
- **Saisie manuelle** dans la page LiveView de la base de données des cellules

Lors de la synchronisation des cellules à partir d'InfluxDB, les valeurs TAC/LAC/RAT existantes sont préservées (InfluxDB ne fournit pas ces champs, donc ils ne sont pas écrasés par `nil`).

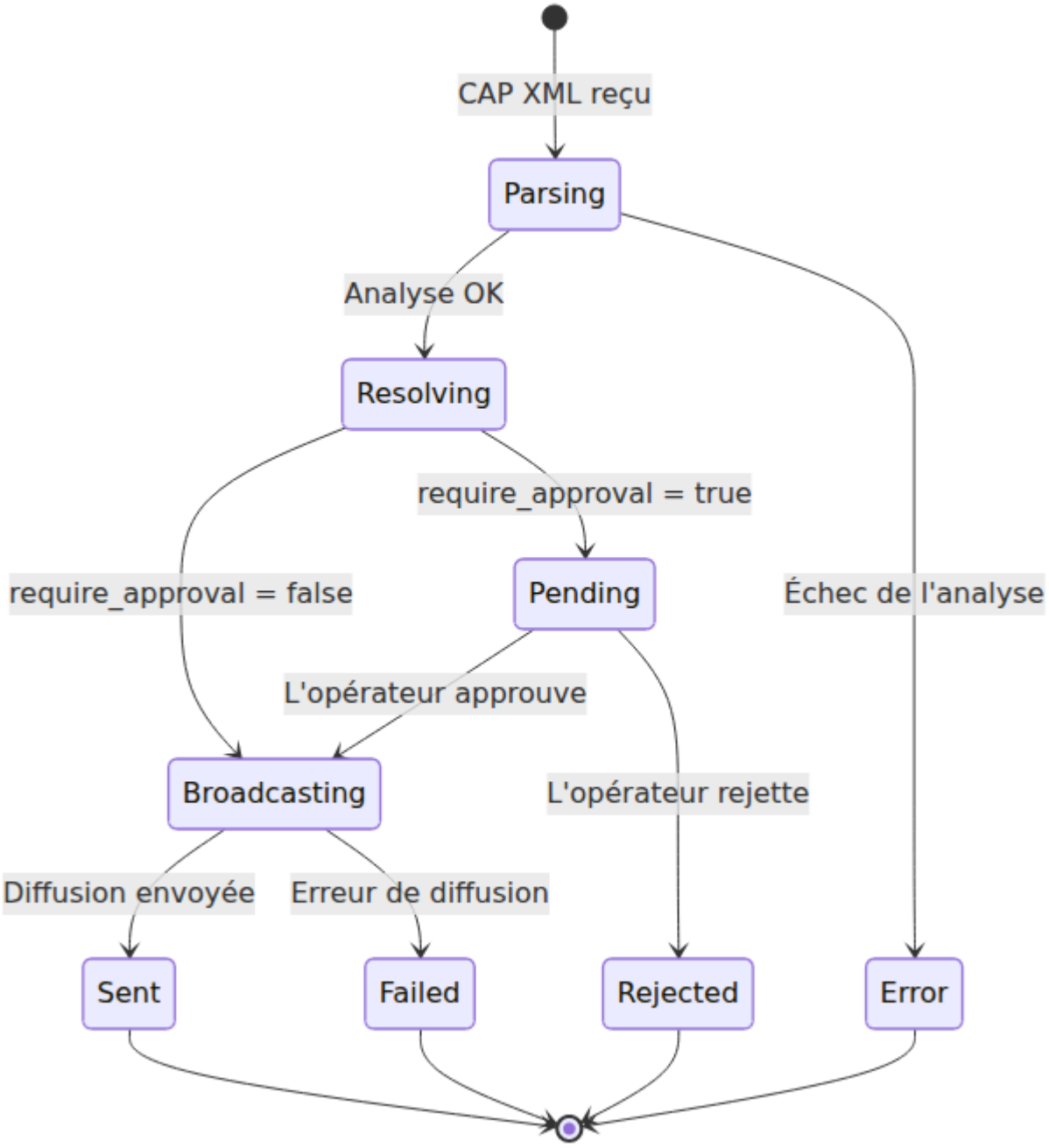
Exemple JSON de cellule

```
[
  {
    "cell_id": "eNB-001-cell-01",
    "latitude": 40.7128,
    "longitude": -74.0060,
    "pci": 100,
    "earfcn": 1300,
    "radius": 500,
    "tac": 100,
    "lac": null,
    "rat": "4g"
  },
  {
    "cell_id": "BTS-001-cell-01",
    "latitude": 40.7130,
    "longitude": -74.0065,
    "pci": null,
    "earfcn": null,
    "radius": 2000,
    "tac": null,
    "lac": 5001,
    "rat": "2g"
  }
]
```

Résolution de polygone

Lorsqu'une alerte CAP contient des zones d'avertissement polygonales, le moteur de géométrie détermine quelles cellules se trouvent à l'intérieur de chaque polygone.

Comment fonctionne la correspondance des polygones



Mode standard (`coverage_aware: false`) : Une cellule correspond si son point central (latitude/longitude) se trouve à l'intérieur du polygone, en utilisant l'algorithme de ray-casting.

Mode conscient de la couverture (`coverage_aware: true`) : Une cellule correspond si sa zone de couverture (modélisée comme un cercle avec le champ `radius` de la cellule) intersecte le polygone. Cela capture les cellules

dont le centre est juste à l'extérieur du polygone mais dont la couverture s'étend à l'intérieur.

Format de polygone CAP

Le CAP v1.2 définit les polygones comme des paires `lat,lon` séparées par des espaces. Les premiers et derniers points doivent être identiques (polygone fermé) :

```
38.47,-120.14 38.34,-119.95 38.52,-119.74 38.62,-119.89
38.47,-120.14
```

Format XML CAP

Le parseur gère le CAP v1.2 selon la norme OASIS. Éléments clés extraits :

Enveloppe d'alerte

Élément	Description
`<identifier>`	Identifiant unique de l'alerte
`<sender>`	Origine de l'alerte
`<sent>`	Horodatage de l'émission de l'alerte
`<status>`	`Actual`, `Exercise`, `System`, `Test`, `Draft`
`<msgType>`	`Alert`, `Update`, `Cancel`, `Ack`, `Error`
`<scope>`	`Public`, `Restricted`, `Private`

Bloc d'informations

Chaque bloc `<info>` contient le contenu de l'alerte pour une langue/public spécifique :

Élément	Description
`<category>`	Catégorie d'alerte (Géo, Mét, Sécurité, etc.)
`<event>`	Description du type d'événement (par exemple, "Alerte Tornade")
`<urgency>`	Immédiate, Attendue, Future, Passée, Inconnue
`<severity>`	Extrême, Sévère, Modéré, Mineur, Inconnu
`<certainty>`	Observé, Probable, Possible, Improbable, Inconnu
`<headline>`	Titre court de l'alerte
`<description>`	Texte complet de la description de l'alerte (utilisé comme message de diffusion)
`<instruction>`	Action recommandée

Paramètres CB

Les paramètres de diffusion cellulaire sont extraits des éléments `<parameter>` dans chaque bloc `<info>` :

Nom du paramètre	Description
`CBMessageIdentifier`	ID de message CB de 16 bits pour la diffusion
`CBRepetitionInterval`	Secondes entre les répétitions de diffusion
`CBNumberOfBroadcasts`	Nombre total de fois à diffuser

Si ces paramètres ne sont pas présents dans le XML CAP, des valeurs par défaut sont utilisées (ID de message `0x1112`, période de répétition de 30 secondes, 10 diffusions).

Bloc de zone

Chaque `<area>` dans un `<info>` peut contenir :

Élément	Description
`<areaDesc>`	Description de la zone lisible par l'homme
`<polygon>`	Paires de coordonnées `lat,lon` séparées par des espaces définissant la zone d'avertissement
`<circle>`	Point central et rayon (pour une utilisation future)

API REST

POST /api/cap

Soumettre une alerte XML CAP pour traitement.

Corps de la requête

```
{
  "xml": "<alert
xmlns=\"urn:oasis:names:tc:emergency:cap:1.2\">...</alert>"
}
```

Paramètre	Type	Requis	Description
`xml`	string	Oui	Document XML complet d'alerte CAP v1.2

Réponse (201) -- Alerte soumise avec succès

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "id": "a1b2c3d4-e5f6-...",
    "status": "pending",
    "source": "http_post",
    "received_at": "2025-01-15T10:30:00Z",
    "matched_cells": 42,
    "tacs": [100, 101, 102],
    "lacs": [5001, 5002],
    "mcc": "001",
    "mnc": "01",
    "broadcast_params": {
      "message_id": 4370,
      "repetition_period": 30,
      "num_broadcasts": 10,
      "message_text": "Alerte Tornade pour le comté de
Springfield...",
      "event": "Alerte Tornade",
      "severity": "Extrême",
      "urgency": "Immédiate"
    }
  }
}
```

Le champ `status` sera `"pending"` si `require_approval` est `true`, ou `"sent"` s'il est auto-approuvé.

Réponses d'erreur

Statut	Raison
400	`"le champ xml est requis"`
422	Détails de l'erreur d'analyse

GET /api/cap

Lister toutes les alertes à travers tous les états.

Réponse (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "pending": [...],
    "active": [...],
    "history": [...]
  }
}
```

Chaque tableau contient des objets d'alerte dans le même format que la réponse POST.

GET /api/cap/:id

Obtenir une seule alerte par ID.

Paramètres de chemin

Paramètre	Type	Description
`id`	string	UUID de l'alerte

Réponse (200)

Renvoie l'objet d'alerte.

Réponse d'erreur

Statut	Raison
404	`"Alerte non trouvée : <id>"`

PUT /api/cap/:id

Approuver ou rejeter une alerte en attente.

Corps de la requête

```
{
  "action": "approve",
  "operator": "operator1"
}
```

Paramètre	Type	Requis	Description
`action`	string	Oui	`"approve"` ou `"reject"`
`operator`	string	Non	Nom de l'opérateur pour la traçabilité. Par défaut à `"unknown"`.

Réponse (200)

Renvoie l'objet d'alerte mis à jour avec un nouveau statut (`"sent"`, `"broadcasting"`, ou `"rejected"`).

Réponses d'erreur

Statut	Raison
400	`"l'action doit être 'approve' ou 'reject'"`
404	`"Alerte non trouvée : <id>"`

Interface Web : Page des alertes CAP

Chemin : `/cap` **Rafraîchissement** : Toutes les 3 secondes + mises à jour PubSub en temps réel

La page des alertes CAP fournit le flux de travail d'approbation de l'opérateur et l'interface de surveillance des diffusions.

Cartes de statistiques

Quatre cartes récapitulatives en haut :

Carte	Description
Approbation en attente	Nombre d'alertes en attente d'action de l'opérateur (ambre lorsque > 0)
Diffusions actives	Nombre d'alertes actuellement diffusées
Total traité	Total des alertes dans l'historique (envoyées + rejetées + échouées)
Mode d'approbation	Mode actuel : "Manuel" ou "Automatique"

Panneau des alertes en attente

Visible uniquement lorsque `require_approval` est `true`. Montre les alertes en attente d'approbation de l'opérateur.

Colonne	Description
TEMPS	Quand l'alerte a été reçue (HH:MM:SS)
ÉVÉNEMENT	Type d'événement d'alerte (par exemple, "Alerte Tornade")
GRAVITÉ	Niveau de gravité de l'alerte
CELLULES	Nombre de cellules correspondantes par résolution de polygone
STATUT	Badge en attente (ambre)
ACTIONS	Boutons de prévisualisation, d'approbation et de rejet

Prévisualiser développe la ligne pour montrer :

Détail	Description
Description	Texte complet de la description de l'alerte (le contenu du message de diffusion)
Source	Comment l'alerte a été reçue (`http_post` ou `feed_poll`)
TACs	Codes de zone de suivi correspondants pour la diffusion 4G
LACs	Codes de zone de localisation correspondants pour la diffusion 2G et 3G
ID de message	Identifiant de message CB
PLMN	MCC/MNC utilisé pour la diffusion

Approuver déclenche une diffusion immédiate via le moteur CBC à tous les MMEs connectés (4G), RNCs (3G) et BSCs (2G).

Rejeter déplace l'alerte vers l'historique avec le statut `:rejected`.

Panneau des diffusions actives

Montre les alertes actuellement diffusées :

Colonne	Description
ÉVÉNEMENT	Type d'événement d'alerte
ID MSG	Identifiant de message CB
TACs	Codes de zone de suivi ciblés
DÉBUTÉ	Heure de début de la diffusion
STATUT	Diffusion (bleu) ou Envoyé (vert) badge

Panneau d'historique des alertes

Montre les alertes envoyées, rejetées et échouées (dernières 200) :

Colonne	Description
TEMPS	Horodatage envoyé ou reçu
ÉVÉNEMENT	Type d'événement d'alerte
GRAVITÉ	Niveau de gravité de l'alerte
CELLULES	Nombre de cellules correspondantes
TACs/LACs	TACs et LACs ciblés
STATUT	Envoyé (vert), Rejeté (rouge) ou Échoué (rouge) badge

Mises à jour en temps réel

La page s'abonne au sujet PubSub `cap:alerts`. Lorsqu'une nouvelle alerte arrive ou qu'un statut d'alerte change, la page se rafraîchit automatiquement. Une notification toast apparaît lorsqu'une nouvelle alerte en attente est reçue ("Nouvelle alerte CAP reçue : en attente d'approbation").

Persistance de l'état de l'alerte

L'état de l'alerte est persistant dans `priv/cap_alerts.json` au format JSON, suivant le même modèle que le fichier `priv/active_broadcasts.json` du moteur CBC. Au démarrage, le gestionnaire d'alerte recharge ce fichier pour restaurer les alertes en attente et actives.

L'historique est limité à **200 entrées** pour éviter une croissance illimitée.

Sondage de flux Atom

Le sondeur de flux prend en charge les flux Atom CAP standard utilisés par les services météorologiques nationaux et les autorités d'alerte. Le format de flux suit le RFC 4287 (Atom Syndication) avec des entrées d'alerte CAP.

Format de flux attendu

```
<feed xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
  <entry>
    <id>urn:oid:2.49.0.1.840.0.abc123</id>
    <title>Alerte Tornade</title>
    <content type="text/xml">
      <alert xmlns="urn:oasis:names:tc:emergency:cap:1.2">
        <!-- XML complet d'alerte CAP -->
      </alert>
    </content>
  </entry>
</feed>
```

Dé-duplication

Le sondeur suit le `<id>` de chaque entrée qu'il a vue. Les entrées avec des ID déjà vus sont ignorées. L'ensemble de dé-duplication est maintenu en mémoire et se réinitialise au redémarrage de l'application.

Gestion des erreurs

Les échecs de récupération de flux (erreurs réseau, erreurs HTTP, erreurs d'analyse XML) sont enregistrés comme avertissements et n'affectent pas les cycles de sondage suivants. Le sondeur continue à son intervalle configuré indépendamment des résultats de récupération individuels.

Supervision

Le sous-système CAP ajoute deux processus au superviseur OmniLCS :

Processus	Description
`OmniLcs.Cap.AlertManager`	GenServer du cycle de vie des alertes. Gère l'état en attente/actif/historique, la résolution des polygones et l'envoi des diffusions.
`OmniLcs.Cap.FeedPoller`	GenServer de sondage de flux Atom. Planifie des récupérations périodiques pour chaque URL de flux configurée.

Les deux démarrent automatiquement et sont supervisés avec la stratégie `:one_for_one` aux côtés des processus CBC et E-SMLC existants.

Dépannage

Aucune cellule correspondante au polygone

Symptômes : L'alerte est acceptée mais `matched_cells` est 0 et les listes TAC/LAC sont vides.

Causes possibles :

- La base de données des cellules n'a pas de cellules avec des positions géographiques à l'intérieur du polygone d'avertissement

- Des cellules existent dans la zone du polygone mais manquent des champs `tac` et `lac`
- Les coordonnées du polygone dans le XML CAP sont dans le mauvais ordre ou format

Résolution :

1. Vérifiez que les cellules dans la zone d'avertissement ont des valeurs `tac` et/ou `lac` définies via `GET /api/cells`
2. Vérifiez que les positions des cellules (latitude/longitude) sont correctes
3. Essayez d'activer `coverage_aware: true` si les cellules sont près des bords du polygone
4. Validez les coordonnées du polygone CAP par rapport à une carte

Alerte bloquée en attente

Symptômes : L'alerte apparaît comme en attente mais l'opérateur ne peut pas approuver.

Causes possibles :

- `require_approval` est `true` et aucun opérateur n'a approuvé l'alerte
- La page LiveView n'est pas connectée (vérifiez la connexion WebSocket du navigateur)

Résolution :

1. Accédez à `/cap` dans le panneau de contrôle et cliquez sur Approuver
2. Alternativement, utilisez l'API REST : `PUT /api/cap/<id>` avec `{"action": "approve", "operator": "operator1"}`

Sondeur de flux ne récupérant pas les alertes

Symptômes : L'URL de flux configurée a de nouvelles alertes mais elles n'apparaissent pas dans OmniLCS.

Causes possibles :

- L'URL de flux est incorrecte ou inaccessible
- Le format de flux n'est pas Atom standard avec CAP intégré
- Problèmes de certificat TLS
- Les entrées d'alerte ne contiennent pas `<content>` avec XML `<alert>` intégré

Résolution :

1. Vérifiez les journaux pour les messages `CAP FeedPoller: Échec de la récupération`
2. Vérifiez que l'URL de flux renvoie un XML Atom valide
3. Confirmez que le flux contient des éléments `<entry>` avec `<content>` contenant XML `<alert>`
4. Pour les problèmes TLS, vérifiez que l'URL de flux est accessible depuis le serveur OmniLCS

Diffusion envoyée mais non reçue par les UEs

Symptômes : Le statut de l'alerte indique "Envoyé" mais aucun UE ne reçoit le message de diffusion.

Causes possibles :

- Les valeurs TAC/LAC ne correspondent pas à la configuration réelle du réseau
- Les MMEs ou BSCs ont rejeté la diffusion (vérifiez les détails de réponse des pages CBC 4G / CBC)
- Problèmes d'encodage de message

Résolution :

1. Vérifiez que les valeurs TAC correspondent à la configuration de la zone de suivi de la MME
2. Vérifiez la page CBC 4G pour le statut de Write-Replace-Warning-Response
3. Vérifiez la page CBC pour les messages WRITE-REPLACE COMPLETE/FAILURE

4. Examinez les résultats de diffusion dans l'historique des alertes (développez la ligne de l'alerte)

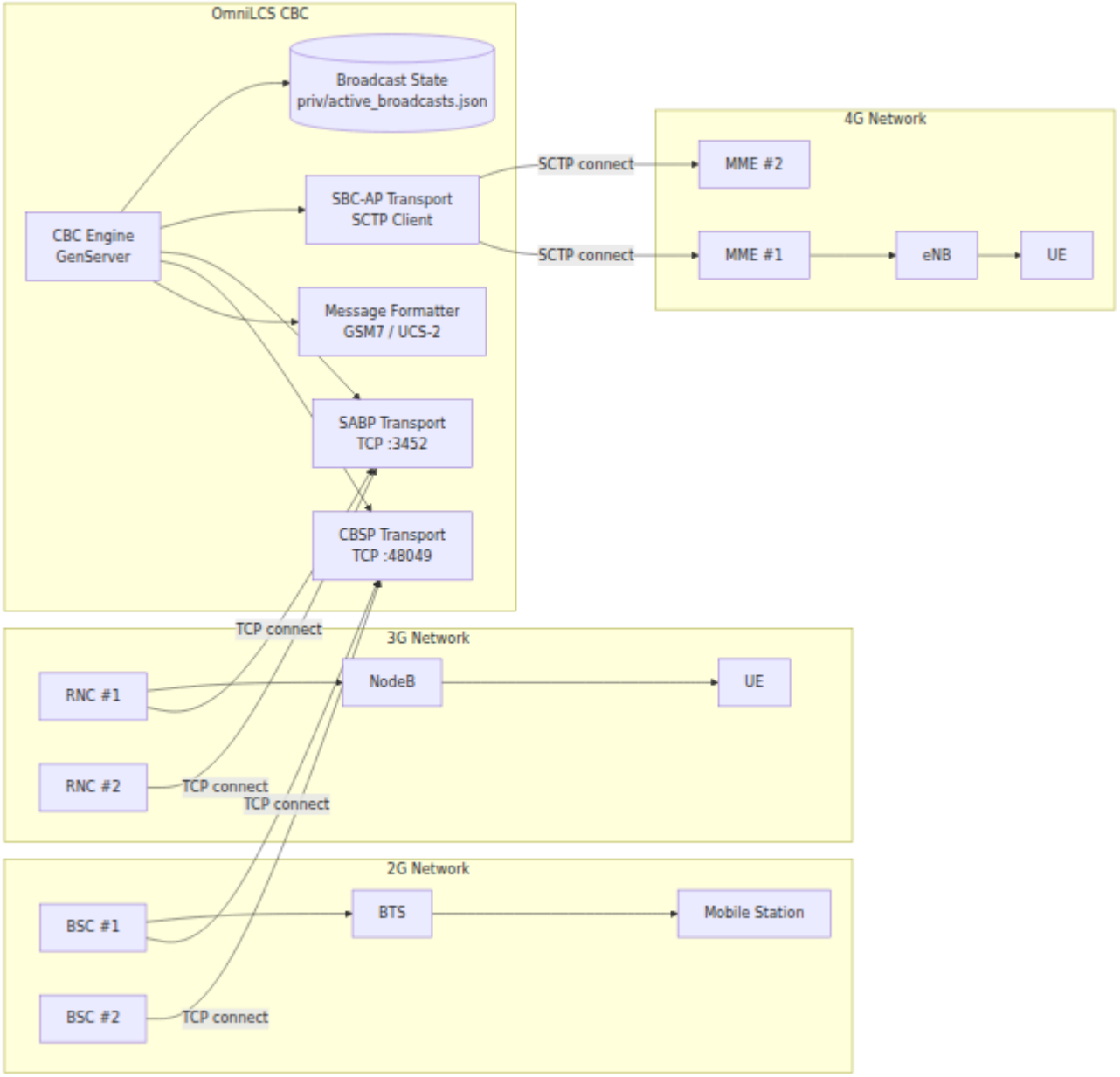
Références 3GPP et normes

Spécification	Titre
OASIS CAP v1.2	Protocole d'alerte commun Version 1.2
RFC 4287	Le format de syndication Atom
TS 29.168	Interfaces du Centre de diffusion cellulaire avec le cœur de paquet évolué (SBC-AP)
TS 48.049	Protocole du Centre de diffusion cellulaire (CBSP)
TS 23.041	Réalisation technique du service de diffusion cellulaire (CBS)
TS 23.038	Alphabets et informations spécifiques à la langue

Guide des opérations de diffusion cellulaire

OmniLCS implémente un Centre de Diffusion Cellulaire (CBC) supportant les réseaux 2G via CBSP, les réseaux 3G UTRAN via SABP, et les réseaux 4G LTE via SBC-AP. Le CBC peut envoyer, mettre à jour et arrêter des messages de diffusion à travers tous les éléments de réseau d'accès radio connectés simultanément.

Architecture



Opérations CBSP 2G

Modèle de connexion

CBSP utilise le transport TCP selon 3GPP TS 48.049. Le CBC écoute sur le port TCP **48049** (enregistré IANA) et les BSC établissent des connexions entrantes.

- Chaque connexion acceptée génère un gestionnaire de connexion sous un DynamicSupervisor

- Les connexions sont suivies dans la table ETS `:cbsp_connections`
- L'état de la connexion est diffusé via PubSub à l'interface utilisateur LiveView

Keep-Alive

Le CBC implémente un keep-alive proactif :

Paramètre	Par défaut	Description
Intervalle de keep-alive	30 secondes	À quelle fréquence le CBC envoie KEEP-ALIVE à chaque pair
Délai d'attente de keep-alive	10 secondes	Temps à attendre pour KEEP-ALIVE COMPLETE avant de marquer comme non sain

Le CBC envoie à la fois des messages KEEP-ALIVE proactifs et répond aux messages KEEP-ALIVE initiés par les BSC avec KEEP-ALIVE COMPLETE.

Types de messages CBSP

Message	Direction	Code	Description
WRITE-REPLACE	CBC -> BSC	0x01	Envoyer ou mettre à jour un message de diffusion
WRITE-REPLACE COMPLETE	BSC -> CBC	0x02	Diffusion acceptée par le BSC
WRITE-REPLACE FAILURE	BSC -> CBC	0x03	Diffusion rejetée par le BSC
KILL	CBC -> BSC	0x04	Arrêter une diffusion
KILL COMPLETE	BSC -> CBC	0x05	Diffusion arrêtée
KILL FAILURE	BSC -> CBC	0x06	Échec de l'arrêt de la diffusion
LOAD-QUERY	CBC -> BSC	0x07	Interroger le chargement des ressources radio
LOAD-QUERY COMPLETE	BSC -> CBC	0x08	Informations de chargement retournées
LOAD-QUERY FAILURE	BSC -> CBC	0x09	Échec de l'interrogation de chargement
STATUS-QUERY	CBC -> BSC	0x0A	Interroger l'état de livraison de la diffusion
STATUS-QUERY COMPLETE	BSC -> CBC	0x0B	Informations d'état retournées

Message	Direction	Code	Description
STATUS-QUERY FAILURE	BSC -> CBC	0x0C	Échec de l'interrogation d'état
RESET	CBC -> BSC	0x10	Réinitialiser l'état de diffusion sur le BSC
RESET COMPLETE	BSC -> CBC	0x11	Réinitialisation confirmée
RESET FAILURE	BSC -> CBC	0x12	Échec de la réinitialisation
RESTART	BSC -> CBC	0x13	BSC redémarré (information)
FAILURE	BSC -> CBC	0x14	Indication d'échec du BSC
ERROR INDICATION	Soit	0x15	Erreur de protocole
KEEP-ALIVE	Soit	0x16	Supervision de la connexion
KEEP-ALIVE COMPLETE	Soit	0x17	Réponse de keep-alive

Encadrement des messages CBSP

Chaque message CBSP sur le fil est :

```
+----------+----------+------+
| Length   | Type     | IEs  |
| (3 bytes)| (1 byte) | ...  |
+----------+----------+------+
```

Le champ de longueur de 3 octets couvre le byte de type plus tous les IEs (exclut les 3 octets de longueur eux-mêmes).

Formats de liste de cellules

L'IE de liste de cellules identifie quelles cellules une diffusion cible. Formats supportés :

Discriminateur	Valeur	Format	Description
CGI	0x00	MCC+MNC+LAC+CI	Identité Cellulaire Globale Complète
LAC+CI	0x01	PLMN+LAC+CI	Code de Zone de Localisation + Identité de Cellule
CI	0x02	CI seulement	Identité de Cellule seulement
LAI	0x04	MCC+MNC+LAC	Identité de Zone de Localisation
LAC	0x05	LAC seulement	Code de Zone de Localisation
Tous dans le BSC	0x06	(aucune cellule)	Toutes les cellules gérées par le BSC

Indicateur de canal

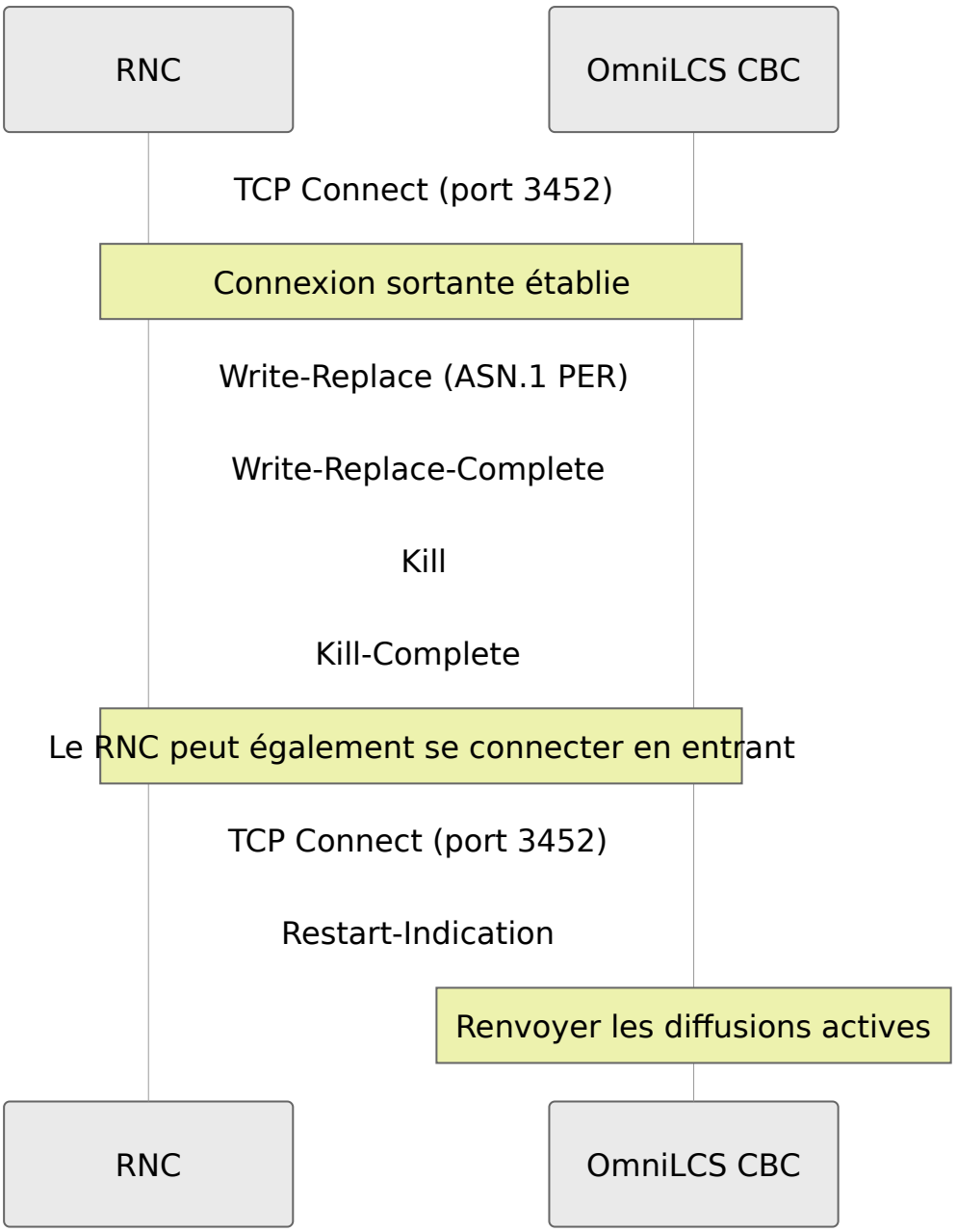
Valeur	Nom	Description
0	CBCH de base	Canal de Diffusion Cellulaire Principal
1	CBCH étendu	Canal de Diffusion Cellulaire Étendu (capacité supérieure)

Opérations SABP 3G

Le Protocole de Diffusion de Zone de Service (SABP) fournit l'interface Iu-BC entre le CBC et les RNC dans un réseau 3G UTRAN, selon 3GPP TS 25.419. SABP utilise un encodage ASN.1 PER aligné sur TCP.

Modèle de connexion

SABP utilise le transport TCP selon TS 25.414 §7.1.3.3. Le port enregistré IANA pour SABP est **3452**. Selon TS 25.419 §5, le CBC initie des connexions pour les opérations normales (Write-Replace, Kill, etc.) et le RNC initie des connexions uniquement pour les Indications d'Échec/Redémarrage. Les deux parties utilisent le port de destination 3452 lors de l'établissement de nouvelles connexions.



- Chaque connexion TCP acceptée génère un gestionnaire de connexion sous le DynamicSupervisor de connexion SABP
- Les connexions sont suivies dans la table ETS `:sabp_connections`
- Les changements d'état de connexion sont diffusés via PubSub à l'interface utilisateur LiveView
- L'option de socket keepalive TCP est activée car SABP n'a pas de mécanisme de keep-alive au niveau du protocole

Encadrement des messages SABP

Les messages SABP sont encadrés sur TCP avec un préfixe de longueur de 4 octets en big-endian :

```
+-------------------+---------------------------+
| Length (4 bytes)   | ASN.1 PER Encoded PDU     |
| big-endian uint32  | ...                       |
+-------------------+---------------------------+
```

Le champ de longueur spécifie le nombre d'octets dans la charge utile encodée ASN.1 PER qui suit. Plusieurs messages peuvent arriver dans un seul segment TCP ; le gestionnaire de connexion met en mémoire tampon et réassemble au besoin.

Procédures SABP

Procédure	Code	Classe	Direction	Description
Write-Replace	0	Classe 1	CBC -> RNC	Envoyer ou mettre à jour un message de diffusion
Kill	1	Classe 1	CBC -> RNC	Arrêter une diffusion active
Load-Status-Enquiry	2	Classe 1	CBC -> RNC	Interroger le chargement des ressources radio
Message-Status-Query	3	Classe 1	CBC -> RNC	Interroger l'état de livraison de la diffusion
Reset	4	Classe 1	CBC -> RNC	Réinitialiser l'état de diffusion sur le RNC
Restart-Indication	5	Classe 2	RNC -> CBC	RNC redémarré, renvoyer les diffusions actives
Failure-Indication	6	Classe 2	RNC -> CBC	Indication d'échec du RNC
Error-Indication	7	Classe 2	Soit	Signaler une erreur de protocole

Éléments d'information SABP

Le protocole SABP utilise des Éléments d'Information (IEs) définis par ASN.1. Les IEs clés utilisés dans Write-Replace :

IE	ID	Criticité	Type	Description
Broadcast-Message-Content	0	Rejeter	Binaire	Contenu du message CBS encodé
Category	1	Ignorer	Enum	Priorité du message (haute, normale, arrière-plan, par défaut)
Cause	2	Ignorer	Entier	Valeur de cause pour les indications d'échec/d'erreur
Data-Coding-Scheme	4	Ignorer	8 bits	Comment le contenu du message est encodé (par exemple, 0x0F pour GSM 7 bits)
Message-Identifier	6	Rejeter	16 bits	Identifiant du message CB
New-Serial-Number	7	Rejeter	16 bits	Numéro de série pour la diffusion nouvelle/mise à jour
Number-of-Broadcasts-Requested	9	Rejeter	Entier	Nombre total de diffusions (0..65535)
Old-Serial-Number	10	Ignorer	16 bits	Numéro de série du message remplacé (optionnel)
Repetition-Period	13	Rejeter	Entier	Secondes entre les répétitions (1..4096)
Service-Areas-List	15	Rejeter	Liste	Zones de service cibles (liste de SAIs)

Identifiant de zone de service (SAI)

SABP cible les diffusions vers des zones de service spécifiques identifiées par des SAIs. Chaque SAI se compose de :

Champ	Taille	Description
Identité PLMN	3 octets	MCC+MNC encodé en BCD selon 3GPP TS 24.008
LAC	2 octets	Code de Zone de Localisation
SAC	2 octets	Code de Zone de Service

Catégorie de diffusion

L'IE de Catégorie optionnelle définit la priorité d'un message de diffusion :

Catégorie	Description
haute-priorité	Priorité la plus élevée, préempte d'autres diffusions
normale-priorité	Priorité standard
arrière-plan-priorité	Basse priorité, ne préempte pas
par défaut-priorité	Par défaut lorsque aucune catégorie n'est spécifi►►e

Gestion des indications de redémarrage et d'échec

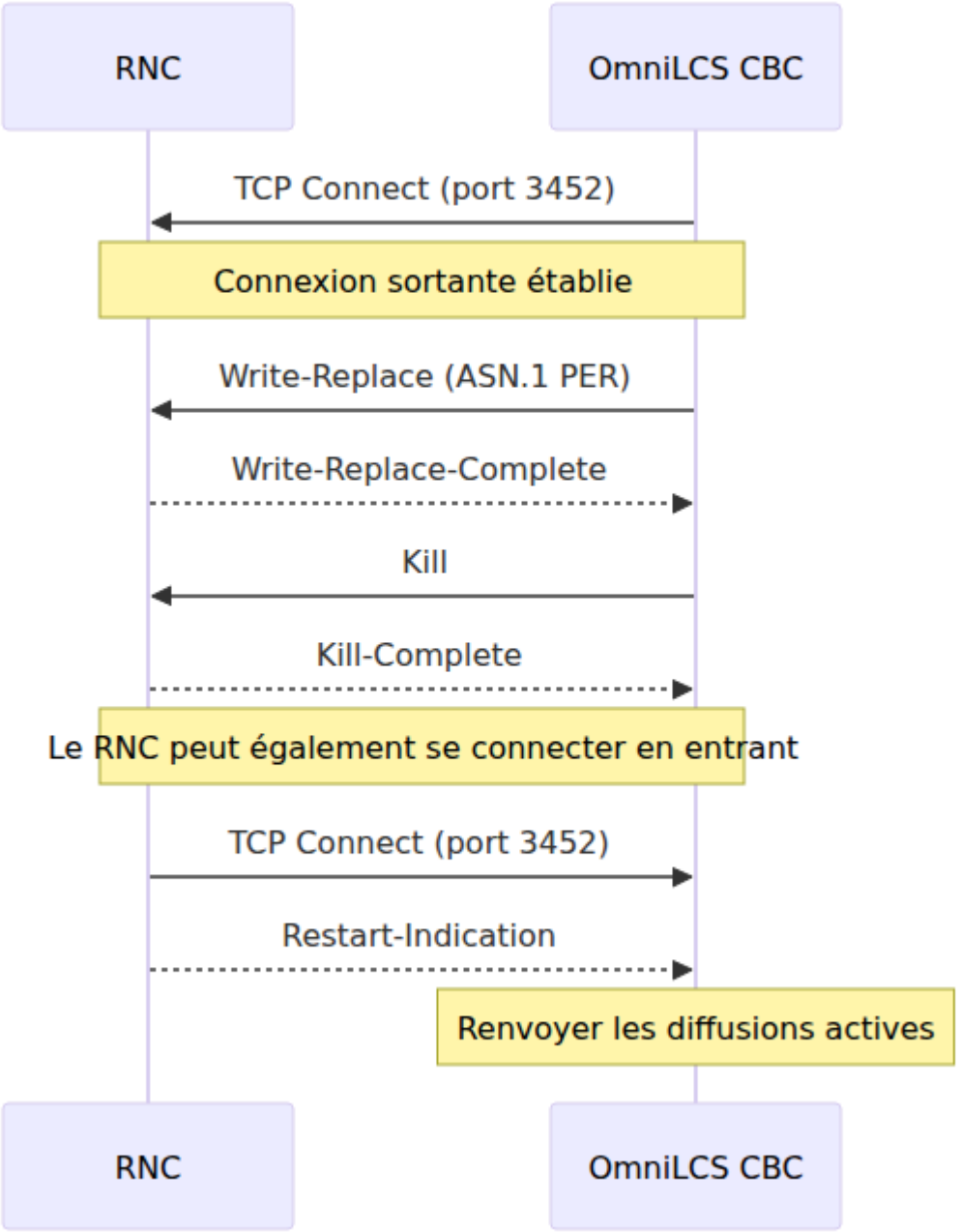
Lorsque le CBC reçoit une **Indication de Redémarrage** d'un RNC, le RNC a redémarré et perdu son état de diffusion. Le CBC doit renvoyer toutes les diffusions actives à ce RNC.

Lorsque le CBC reçoit une **Indication d'Échec**, le RNC signale que certaines zones de service ont perdu la capacité de diffusion. Cela est enregistré et émis comme un événement de télémétrie.

Opérations SBC-AP 4G

Modèle de connexion

Selon 3GPP TS 29.168 Section 4.3, le **CBC initie des associations SCTP** à chaque MME. Le MME écoute sur le port **29168** (enregistré IANA). L'identifiant de protocole de charge SCTP (PPID) pour SBC-AP est **24**.



Le transport implémente une reconnexion automatique avec un retour exponentiel :

Paramètre	Valeur	Description
Délai de reconnexion initial	5 secondes	Délai de premier essai après une défaillance de connexion
Délai de reconnexion maximum	60 secondes	Plafond maximum de retour
Intervalle de heartbeat SCTP	10 secondes	Heartbeat de l'adresse pair
Retransmissions max de chemin SCTP	7	Avant de déclarer une défaillance de chemin
RTO max SCTP	30 secondes	Délai maximum de retransmission
RTO min SCTP	1 seconde	Délai minimum de retransmission

Procédures SBC-AP

Procédure	Code	Classe	Direction	Description
Write-Replace-Warning	0	Classe 1	CBC -> MME	Envoyer ou mettre à jour un message d'avertissement
Stop-Warning	1	Classe 1	CBC -> MME	Arrêter un avertissement actif
Error-Indication	2	Classe 2	Soit	Signaler une erreur de protocole
PWS-Restart-Indication	3	Classe 2	MME -> CBC	MME redémarré, renvoyer les avertissements actifs
PWS-Failure-Indication	4	Classe 2	MME -> CBC	Échec de l'eNB, cellules ayant perdu la capacité de diffusion

IEs de Write-Replace-Warning-Request

IE	ID	Criticité	Type	Description
Message-Identifier	5	Rejeter	16 bits	Identifiant du message CB (par exemple, 0x1112 pour CMAS)
Serial-Number	11	Rejeter	16 bits	Numéro de série avec portée géographique, code msg, numéro de mise à jour
List-of-TAIs	14	Rejeter	Liste	Identités de zone de suivi pour la diffusion
Warning-Area-List	15	Ignorer	Choix	Zone cible (liste TAI, liste de cellules ou zone d'urgence)
Repetition-Period	10	Rejeter	Entier	Secondes entre les répétitions (0..4096)
Number-of-Broadcasts-Requested	7	Rejeter	Entier	Nombre total de diffusions (0..65535)
Warning-Type	18	Ignorer	2 octets	Type d'avertissement ETWS + drapeaux d'activation
Data-Coding-Scheme	3	Ignorer	8 bits	Comment le contenu du message est encodé
Warning-Message-Content	16	Ignorer	Binaire	Pages CBS encodées

IE	ID	Criticité	Type	Description
Omc-Id	19	Ignorer	Binaire	Identifiant du centre d'opérations
Concurrent-Warning-Message-Indicator	20	Rejeter	Booléen	Autoriser des avertissements concurrents

IEs de Stop-Warning-Request

IE	ID	Criticité	Description
Message-Identifier	5	Rejeter	Identifiant du message CB à arrêter
Serial-Number	11	Rejeter	Numéro de série de la diffusion à arrêter
List-of-TAIs	14	Rejeter	(Optionnel) Limiter l'arrêt à des TAIs spécifiques
Warning-Area-List	15	Ignorer	(Optionnel) Limiter l'arrêt à des zones spécifiques

Gestion de l'Indication de Redémarrage PWS

Lorsque le CBC reçoit une Indication de Redémarrage PWS d'un MME, il renvoie toutes les diffusions actives (celles en statut `:sent` ou `:acknowledged`) à ce MME. Cela garantit la continuité de la diffusion après les redémarrages du MME.

Gestion de l'Indication d'Échec PWS

Lorsque le CBC reçoit une Indication d'Échec PWS, il marque les diffusions affectées avec une réponse `:pws_failure` pour l'association MME rapportant. Cela est enregistré comme un avertissement.

Formatage des messages

Encodage GSM 7 bits

L'encodage par défaut pour les messages CBS. Chaque page CBS contient jusqu'à **93 septets** regroupés dans **82 octets**.

L'alphabet par défaut GSM 7 bits mappe les caractères latins standard plus les lettres grecques et les symboles spéciaux. Les caractères non présents dans l'alphabet de base utilisent la table d'extension (séquence d'échappement 0x1B + code d'extension), consommant deux septets.

La structure binaire du Contenu du Message d'Avertissement :

```
+----------+-------------------------------------------+
| Num Pages| Page 1 (82 octets regroupés + 1 octet longueur) |
| (1 octet) | Page 2 ...                                |
+----------+-------------------------------------------+
```

Encodage UCS-2

Pour les scripts non latins (CJK, arabe, thaï, etc.). Chaque page CBS contient jusqu'à **40 caractères UCS-2** (80 octets de données UTF-16BE), complétés à 82 octets.

Schéma de codage des données (DCS)

Encodage	Valeur DCS	Description
GSM 7 bits	0x0F	Alphabet par défaut GSM 7 bits, langue non spécifiée
UCS-2	0x48	UCS-2 (UTF-16BE), langue non spécifiée

Le DCS peut être défini explicitement par diffusion ou est automatiquement dérivé du paramètre d'encodage.

Structure du numéro de série

Selon 3GPP TS 23.041 Section 9.4.1.2.1, le numéro de série de 16 bits a une structure interne :

```
+----+------------+--------+
| GS | Msg Code   | Update |
| 2b | 10 bits    | 4 bits |
+----+------------+--------+
```

Champ	Bits	Description
Portée géographique (GS)	15-14	0 = Immédiat à l'échelle de la cellule, 1 = À l'échelle du PLMN, 2 = À l'échelle de la LA/TA, 3 = À l'échelle de la cellule
Code de message	13-4	Identifie la diffusion dans son champ (0..1023)
Numéro de mise à jour	3-0	Incrémenté pour les mises à jour de message (0..15)

Le numéro de série est construit à partir de ces composants.

Types d'avertissements (ETWS)

L'IE de Type d'Avertissement est de 2 octets selon 3GPP TS 23.041 Section 9.3.24 :

Type d'Avertissement	Valeur Octet 1	Description
Tremblement de terre	0x00	Avertissement de tremblement de terre
Tsunami	0x01	Avertissement de tsunami
Tremblement de terre + Tsunami	0x02	Tremblement de terre et tsunami combinés
Test	0x03	Avertissement de test
Autre	0x04	Autre urgence

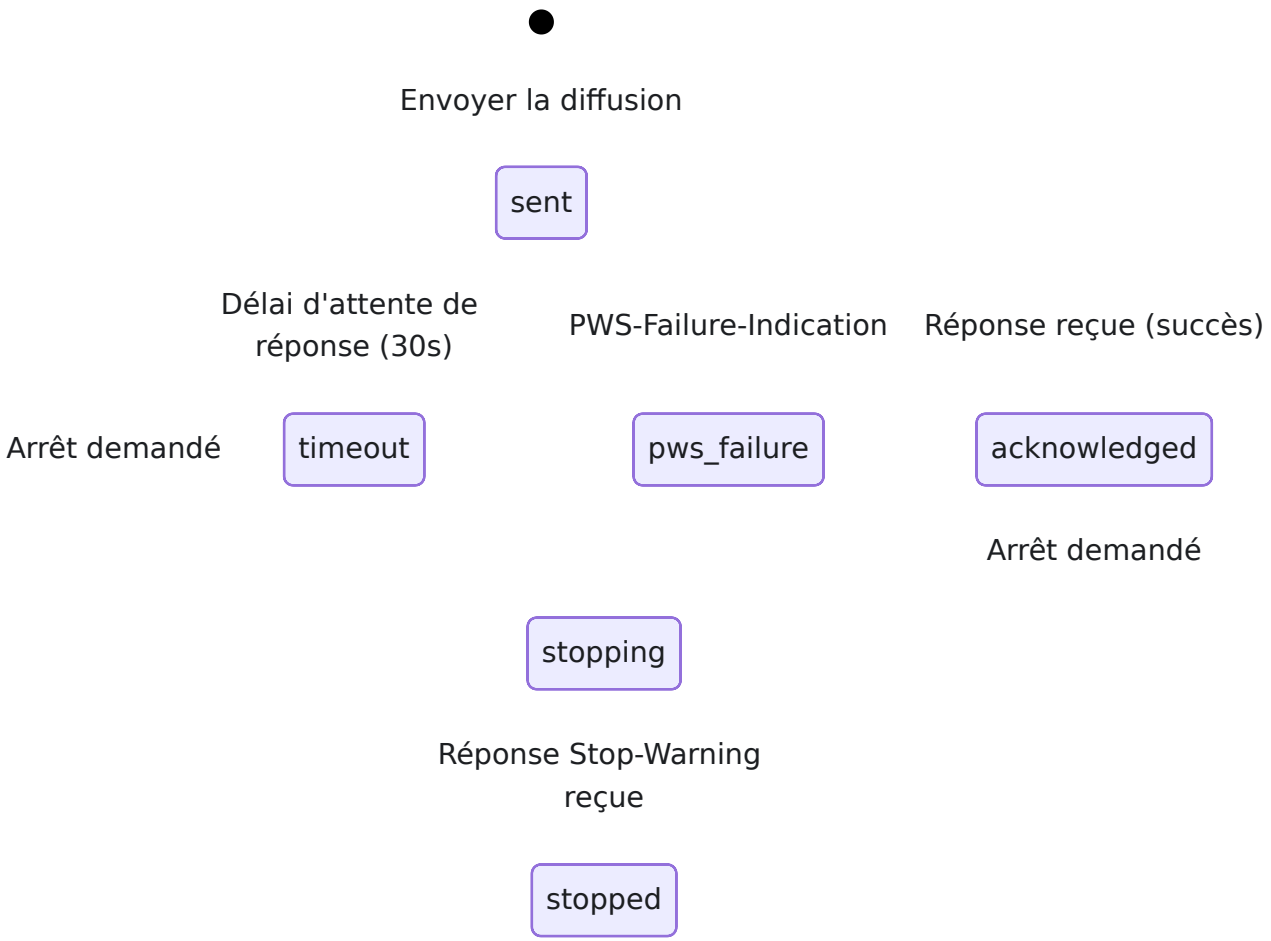
Les drapeaux d'activation d'octet 2 (par défaut 0xC0) :

Bit	Valeur	Description
Bit 8	0x80	Alerte utilisateur d'urgence (activer le ton/vibration d'alerte)
Bit 7	0x40	Popup (afficher automatiquement le message à l'écran)

Les deux bits sont définis par défaut (0xC0) pour garantir une visibilité maximale.

Gestion de l'état de diffusion

Cycle de vie de l'état



Persistance

Les diffusions actives pour 2G, 3G et 4G sont persistées dans `priv/active_broadcasts.json` sous forme de JSON. Au démarrage, le moteur recharge ce fichier pour restaurer l'état de diffusion. Cela permet au CBC de renvoyer des avertissements actifs après le redémarrage de l'application. Le fichier de persistance stocke trois cartes de diffusion distinctes : `active_broadcasts_4g`, `active_broadcasts_3g`, et `active_broadcasts_2g3g`.

Suivi des réponses

Pour les diffusions 4G, chaque `send_broadcast_4g` démarre un minuteur de délai d'attente de réponse de 30 secondes. Les réponses des MMEs sont

corrélées par Message-Identifier et Serial-Number. Le minuteur est annulé lorsque tous les pairs MME attendus ont répondu. Les pairs ayant dépassé le délai sont enregistrés avec une cause `:timeout`.

Vue des diffusions actives

La page des Diffusions Actives fournit une vue unifiée de toutes les diffusions en cours à travers les réseaux 2G, 3G et 4G.

Historique des diffusions

Le moteur maintient un historique roulant des 100 dernières diffusions 4G pour l'interface utilisateur LiveView et les requêtes API.

Dépannage

Aucun MME connecté (SBC-AP)

1. Vérifiez que la configuration `mme_peers` contient les bonnes adresses IP et ports
2. Vérifiez que le `local_ip` est accessible depuis le réseau MME

3. Recherchez des erreurs de connexion SCTP dans le journal : `SBC-AP : Échec de la connexion au MME`
4. Vérifiez que le SCTP n'est pas bloqué par des pare-feu (protocole 132)
5. Confirmez que le MME écoute sur le port 29168

Aucun BSC connecté (CBSP)

1. Vérifiez la configuration `listen_ip` et `listen_port` sous `:cbsp`
2. Vérifiez que le port TCP 48049 n'est pas bloqué par des pare-feu
3. Recherchez des erreurs d'acceptation : `Échec de l'acceptation CBSP`
4. Confirmez que le BSC est configuré avec l'adresse IP et le port du CBC

Aucun RNC connecté (SABP)

1. Vérifiez la configuration `listen_ip` et `listen_port` sous `:sabp`
2. Vérifiez que le port TCP 3452 n'est pas bloqué par des pare-feu
3. Recherchez des erreurs d'acceptation : `Échec de l'acceptation SABP`
4. Confirmez que le RNC est configuré avec l'adresse IP et le port du CBC
5. Vérifiez les journaux pour les messages `SABP connexion fermée par le pair` ou `Erreur TCP SABP`

Diffusion non livrée

1. Vérifiez la table des diffusions actives pour l'état de réponse
2. Recherchez des messages WRITE-REPLACE FAILURE ou KILL FAILURE dans le journal des messages CBSP/SABP
3. Vérifiez que le format de la liste de cellules correspond à ce que le BSC/RNC/MME attend
4. Pour 4G, vérifiez que les valeurs TAC sont valides pour le MME cible
5. Pour 3G, vérifiez que les Identifiants de Zone de Service (SAIs) sont valides pour le RNC cible
6. Vérifiez l'historique des diffusions pour les entrées de délai d'attente

Problèmes d'encodage

1. Pour le texte non latin, assurez-vous que l'encodage `:ucs2` est sélectionné
2. Vérifiez que le DCS correspond à l'encodage (0x0F pour GSM 7 bits, 0x48 pour UCS-2)
3. Le GSM 7 bits ne peut représenter que l'alphabet par défaut GSM ; les caractères non pris en charge sont remplacés par `?`

Références 3GPP

Spécification	Titre
TS 25.419	Interface UTRAN Iu-BC : Protocole de Diffusion de Zone de Service (SABP)
TS 29.168	Interfaces du Centre de Diffusion Cellulaire avec le Noyau de Paquet Évolué (SBC-AP)
TS 48.049	Protocole du Centre de Diffusion Cellulaire (CBSP)
TS 23.041	Réalisation technique du Service de Diffusion Cellulaire (CBS)
TS 23.038	Alphabets et informations spécifiques à la langue (DCS, GSM 7 bits)
TS 24.008	Spécification de la couche 3 de l'interface radio mobile (encodage de l'identité PLMN)

Référence de Configuration OmniLCS

Toute la configuration est définie dans `config/config.exs`. Ce document couvre chaque section et paramètre de configuration.

Panneau de Contrôle (UI LiveView)

Le Panneau de Contrôle fournit l'interface de gestion basée sur le web servie sur HTTPS sur le port 443.

```
config :control_panel,
  parent_application: :omnilcs,
  parent_application_version: "1.0.0",
  parent_application_readable_name: "OmniLCS",
  home_page: ControlPanelWeb.ApplicationLive,
  use_builtin_pages: [...],
  use_additional_pages: [...],
  page_order: ["/dashboard", "/location", "/cells", "/diameter",
               "/cbc", "/cbc4g", "/application", "/configuration",
"/log"],
  licensee_name: "Omnitouch"
```

Paramètre	Type	Description
`parent_application`	atom	Nom de l'application OTP
`parent_application_version`	string	Version affichée dans l'UI
`parent_application_readable_name`	string	Nom du produit lisible par l'homme
`home_page`	module	Module de la page d'accueil par défaut
`use_builtin_pages`	list	Pages intégrées (Application, Configuration, Journal)
`use_additional_pages`	list	Pages OmniLCS personnalisées (Tableau de bord, Emplacement, Cellules, Diamètre, CBC 2G, CBC 3G, CBC 4G, Alertes CAP)
`page_order`	list	Ordre des onglets dans la barre de navigation
`licensee_name`	string	Nom du licencié affiché dans le pied de page

Point de terminaison du Panneau de Contrôle

```
config :control_panel, ControlPanelWeb.Endpoint,
  server: true,
  https: [
    port: 443,
    keyfile: "priv/cert/omnitouch.pem",
    certfile: "priv/cert/omnitouch.crt"
  ],
  secret_key_base: "...",
  check_origin: false,
  pubsub_server: ControlPanel.PubSub,
  live_view: [signing_salt: "LcsLvSlt"]
```

Paramètre	Type	Par défaut	Des
`server`	boolean	`true`	Active serveu
`https.port`	integer	`443`	Port d' HTTPS
`https.keyfile`	string	`"priv/cert/omnitouch.pem"`	Chemi clé pri
`https.certfile`	string	`"priv/cert/omnitouch.crt"`	Chemi certific
`secret_key_base`	string	--	Clé de chiffre sessio (génér `mix phx.ge`
`check_origin`	boolean	`false`	Vérifie origine WebSo
`pubsub_server`	atom	`ControlPanel.PubSub`	Serveu pour le jour Li
`live_view.signing_salt`	string	`"LcsLvSlt"`	Sel de du tok LiveVie

API REST

L'API REST est servie sur HTTPS sur le port 8443 via le framework api_ex.

```
config :api_ex,
  api: %{
    port: 8443,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    product_name: "OmniLCS",
    title: "API - OmniLCS",
    hostname: "localhost",
    enable_tls: true,
    tls_cert_path: "priv/cert/omnitouch.crt",
    tls_key_path: "priv/cert/omnitouch.pem",
    routes: [...]
  }
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`port`	integer	`8443`	Port d'écoute de l'API
`listen_ip`	string	`"0.0.0.0"`	Adresse de liaison de l'API
`product_name`	string	`"OmniLCS"`	Nom du produit dans la spécification OpenAPI
`title`	string	`"API - OmniLCS"`	Titre de l'API dans Swagger UI
`hostname`	string	`"localhost"`	Nom d'hôte pour les URL de spécification OpenAPI
`enable_tls`	boolean	`true`	Activer HTTPS
`tls_cert_path`	string	`"priv/cert/omnitouch.crt"`	Chemin vers le certificat TLS
`tls_key_path`	string	`"priv/cert/omnitouch.pem"`	Chemin vers la clé privée TLS
`routes`	list	--	Liste des définitions de routes (chemin, module, actions)

Routes API enregistrées

Chemin	Contrôleur	Actions
`/status`	`OmniLcs.Api.StatusController`	`index`
`/location`	`OmniLcs.Api.LocationController`	`index`, `create`, `show`
`/cells`	`OmniLcs.Api.CellController`	`index`, `create`, `show`, `update`, `delete`
`/cap`	`OmniLcs.Api.CapController`	`index`, `create`, `show`, `update`

Paramètres E-SMLC

Configuration générale de l'E-SMLC.

```
config :omnilcs,
  esmlc_name: "OmniLCS",
  cell_database_path: "priv/cells.json"
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`esmlc_name`	string	`"OmniLCS"`	Nom de l'instance E-SMLC (utilisé dans l'API de statut)
`cell_database_path`	string	`"priv/cells.json"`	Chemin vers le fichier JSON de la base de données des cellules pour importation

CBSP (Diffusion de Cellule 2G)

Configuration pour l'écouteur TCP CBSP. Les BSC se connectent à la CBC sur ce port.

```
config :omnilcs, :cbsp,
  listen_ip: "0.0.0.0",
  listen_port: 48049
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`listen_ip`	string	`"0.0.0.0"`	Adresse IP pour l'écouteur TCP CBSP
`listen_port`	integer	`48049`	Port TCP pour les connexions CBSP (port enregistré IANA pour CBSP)

SABP (Diffusion de Cellule 3G)

Configuration pour l'écouteur TCP SABP. Les RNC se connectent à la CBC sur ce port via l'interface Iu-BC selon 3GPP TS 25.419.

```
config :omnilcs, :sabp,
  listen_ip: "0.0.0.0",
  listen_port: 3452
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`listen_ip`	string	`"0.0.0.0"`	Adresse IP pour l'écouteur TCP SABP
`listen_port`	integer	`3452`	Port TCP pour les connexions SABP des RNC (enregistré IANA, selon TS 25.414 §7.1.3.3)

SBC-AP (Diffusion de Cellule 4G)

Configuration pour les connexions SCTP SBC-AP. Selon 3GPP TS 29.168, la CBC initie des associations SCTP à chaque pair MME.

```
config :omnilcs, :sbcap,
  local_ip: "10.5.198.200",
  mme_peers: [
    %{host: "mme01", ip: "10.179.2.100", port: 29168},
    %{host: "mme02", ip: "10.179.2.101", port: 29168}
  ]
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`local_ip`	string	`"0.0.0.0"`	Adresse IP locale pour lier le socket SCTP
`mme_peers`	list	`[]`	Liste des configurations de pairs MME

Configuration des Pairs MME

Chaque entrée dans `mme_peers` est une carte avec les champs suivants :

Champ	Type	Requis	Par défaut	Description
`host`	string	Non	valeur de `ip`	Nom d'hôte MME lisible par l'homme (pour les journaux et l'UI)
`ip`	string	Oui	--	Adresse IP MME
`port`	integer	Non	`29168`	Port SCTP SBC-AP MME (enregistré IANA)

Le transport SBC-AP utilise l'Identifiant de Protocole de Charge SCTP (PPID) 24. En cas d'échec de connexion, il réessaie avec un backoff exponentiel commençant à 5 secondes jusqu'à un maximum de 60 secondes.

InfluxDB

Les données de position des cellules sont synchronisées périodiquement à partir d'une instance InfluxDB.

```
config :omnilcs, OmniLcs.InfluxDb,
  database: "nokia-monitor",
  host: "172.19.3.68",
  port: 8086,
  auth: [method: :basic, username: "monitor", password: "..."],
  http_opts: [recv_timeout: 30_000],
  pool: [max_overflow: 10, size: 5]
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`database`	string	--	Nom de la base de données InfluxDB
`host`	string	--	Nom d'hôte ou IP du serveur InfluxDB
`port`	integer	`8086`	Port de l'API HTTP InfluxDB
`auth.method`	atom	`:basic`	Méthode d'authentification
`auth.username`	string	--	Nom d'utilisateur InfluxDB
`auth.password`	string	--	Mot de passe InfluxDB
`http_opts.recv_timeout`	integer	`30000`	Délai d'attente de réception HTTP en millisecondes
`pool.size`	integer	`5`	Taille du pool de connexions
`pool.max_overflow`	integer	`10`	Nombre maximum de connexions de débordement du pool

La synchronisation des cellules s'effectue automatiquement toutes les 5 minutes avec un délai initial de 10 secondes après le démarrage. Elle peut également être déclenchée manuellement via l'API REST ou le Panneau de Contrôle.

Interface SLs (LCS-AP sur SCTP)

L'interface SLs connecte l'E-SMLC au MME en utilisant LCS-AP sur SCTP selon 3GPP TS 29.171. OmniLCS initie des associations SCTP à chaque pair MME configuré sur le port 9082 avec PPID 29.

```
config :omnilcs, :sls,
  local_ip: "10.5.198.200",
  mme_peers: [
    %{host: "mme01", ip: "10.179.1.15", port: 9082}
  ]
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`local_ip`	string	`"0.0.0.0"`	Adresse IP locale pour lier le socket SCTP
`mme_peers`	list	`[]`	Liste des configurations de pairs MME

Configuration des Pairs MME (SLs)

Chaque entrée dans `mme_peers` est une carte avec les champs suivants :

Champ	Type	Requis	Par défaut	Description
`host`	string	Non	valeur de `ip`	Nom d'hôte MME lisible par l'homme (pour les journaux et l'UI)
`ip`	string	Oui	--	Adresse IP MME
`port`	integer	Non	`9082`	Port SCTP LCS-AP MME (enregistré IANA pour LCS-AP)

Le transport SLs utilise l'Identifiant de Protocole de Charge SCTP (PPID) 29. En cas d'échec de connexion, il réessaie avec un backoff exponentiel commençant à 5 secondes jusqu'à un maximum de 60 secondes.

Paramètres de réglage SCTP :

Paramètre	Valeur	Description
Intervalle de heartbeat	10 secondes	Heartbeat de l'adresse du pair
Max retransmissions de chemin	7	Avant de déclarer un échec de chemin
RTO max	30 secondes	Délai d'attente de retransmission maximum
RTO min	1 seconde	Délai d'attente de retransmission minimum
Délai de SACK	200 ms	Délai d'accusé de réception sélectif

Diameter (Interfaces SLg et Autres)

La configuration Diameter contrôle l'interface SLg entre OmniLCS (agissant en tant que GMLC) et le MME, routée via un DRA. Cela est séparé de l'interface SLs qui utilise LCS-AP natif sur SCTP.

```
config :diameter_ex,
  diameter: %{
    service_name: :omnitouch_esmlc,
    listen_ip: "10.5.198.200",
    listen_port: 3868,
    host: "amanaki",
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    product_name: "OmniLCS",
    request_timeout: 5000,
    peer_selection_algorithm: :random,
    allow_undefined_peers_to_connect: true,
    log_unauthorized_peer_connection_attempts: true,
    control_module: OmniLcs.Control.Diameter,
    vendor_id: 10415,
    supported_vendor_ids: [5535, 10415],
    applications: [...],
    peers: [...]
  }
```

Paramètres de Service

Paramètre	Type	Par défa
`service_name`	atom	`:omnitouch_esml`
`listen_ip`	string	--
`listen_port`	integer	`3868`
`host`	string	--
`realm`	string	--
`product_name`	string	`"OmniLCS"`
`request_timeout`	integer	`5000`

Paramètre	Type	Par défa
`peer_selection_algorithm`	atom	`:random`
`allow_undefined_peers_to_connect`	boolean	`true`
`log_unauthorized_peer_connection_attempts`	boolean	`true`
`control_module`	module	`OmniLcs.Control`
`processor_module`	module	`DiameterEx.Proc`
`vendor_id`	integer	`10415`
`supported_vendor_ids`	list	`[5535, 10415]`

Paramètre	Type	Par défa

Applications Diameter

```
applications: [
  %{
    application_name: :slg,
    application_dictionary: :diameter_gen_3gpp_slg,
    vendor_specific_application_ids: [
      %{vendor_id: 10415, auth_application_id: 16_777_264,
acct_application_id: nil}
    ]
  }
]
```

Champ	Type	Description
`application_name`	atom	Identifiant de l'application (`:slg` pour l'interface GMLC-to-MME)
`application_dictionary`	atom	Module de dictionnaire Diameter Erlang
`vendor_specific_application_ids`	list	Valeurs AVP Vendor-Specific-Application-Id

L'application SLg utilise l'ID d'application **16777264** avec l'ID de fournisseur 3GPP **10415**. Notez que l'interface E-SMLC-to-MME (SLs) utilise LCS-AP natif sur SCTP, pas Diameter.

Pairs Diameter

```
peers: [
  %{
    host: "dra01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    ip: "10.179.2.233",
    port: 3868,
    tls: false,
    transport: :diameter_sctp,
    initiate_connection: true
  }
]
```

Champ	Type	Par défaut	Description
`host`	string	--	Identité de l'hôte Diameter du pair (FQDN)
`realm`	string	--	Domaine Diameter du pair
`ip`	string	--	Adresse IP du pair
`port`	integer	`3868`	Port Diameter du pair
`tls`	boolean	`false`	Activer TLS pour la connexion au pair
`transport`	atom	`:diameter_sctp`	Protocole de transport (`:diameter_sctp` ou `:diameter_tcp`)
`initiate_connection`	boolean	`true`	Si OmniLCS initie la connexion à ce pair

GMLC / Interface Le

Configuration pour le Centre de Localisation Mobile Gateway et l'interface Le pour les clients LCS externes. Voir le Guide des Opérations GMLC & Interface Le pour des détails complets sur les flux de requêtes, les sessions différées et la journalisation InfluxDB.

```
config :omnilcs, :gmlc,
  enabled: true,
  allow_unknown_clients: false,
  authorized_clients: [
    %{
      name: "psap-01",
      type: :emergency_services,
      allowed_methods: [:cell, :ecid, :gnss, :otdoa],
      rate_limit: 100,
      description: "PSAP principal"
    }
  ],
  allow_deferred: true,
  max_periodic_sessions: 100,
  max_triggered_sessions: 50,
  default_periodic_poll_interval_ms: 60_000,
  default_triggered_poll_interval_ms: 30_000,
  influx_logging: true
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`enabled`	boolean	`false`	Activer le gestionnaire d'interface GMLC Le
`allow_unknown_clients`	boolean	`false`	Accepter les requêtes des clients non répertoriés
`authorized_clients`	list	`[]`	Définitions des clients LCS autorisés (voir guide GMLC)
`allow_deferred`	boolean	`true`	Accepter les requêtes de localisation périodiques et déclenchées
`max_periodic_sessions`	integer	`100`	Nombre maximum de sessions périodiques simultanées
`max_triggered_sessions`	integer	`50`	Nombre maximum de sessions

Paramètre	Type	Par défaut	Description
			déclenchées simultanées
`default_periodic_poll_interval_ms`	integer	`60000`	Intervalle de correction périodique par défaut (ms)
`default_triggered_poll_interval_ms`	integer	`30000`	Intervalle de sondage de géorepérage par défaut (ms)
`influx_logging`	boolean	`true`	Écrire toutes les corrections de localisation GMLC dans InfluxDB

Localisation 2G/3G (MAP / Lg)

Localisation GMLC pour les abonnés sur GERAN (2G) ou UTRAN (3G), atteinte via l'interface **Lg** utilisant MAP sur la pile SS7/SIGTRAN `omniss7`. Désactivé par défaut ; voir localisation 2G/3G via MAP/Lg.

```
# Client MAP/Lg OmniLCS (OmniLcs.Control.MapClient)
config :omnilcs, :map,
  enabled: true,
  gmlc_number: "61400000000",   # numéro ISDN de ce GMLC (E.164)
  hlr_gt: "61400000001",        # titre global HLR pour
SendRoutingInfoForLCS
  lcs_client_type: :emergencyServices

# Exécuter la pile SS7 omniss7 en tant que bibliothèque (pas d'UI
web propre / SCTP / client de licence)
config :omniss7, headless: true

# Transport SS7 pour le client MAP - l'association M3UA au STP.
# Nécessaire uniquement lorsque :omnilcs, :map est activé.
config :omniss7, :map_client_enabled, true

config :omniss7, :map_client_m3ua, %{
  local_ip: {10, 0, 0, 100},
  local_port: 2905,
  remote_ip: {10, 0, 0, 1},     # STP / SGP
  remote_port: 2905,
  routing_context: 1
}
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`:omnilcs, :map enabled`	boolean	`false`	Activer le chemin de localisation 2G/3G MAP/Lg. Lorsque `false`, les requêtes `rat: "2g"`/`"3g"` retournent `501`.
`gmlc_number`	string	`nil`	Numéro ISDN de ce GMLC, utilisé comme l'initiateur MAP.
`hlr_gt`	string	`nil`	Titre global HLR pour SendRoutingInfoForLCS (découverte MSC/SGSN). Pas nécessaire si la requête fournit `node_gt`.
`lcs_client_type`	atom	`:emergencyServices`	Type de client LCS MAP pour la requête.
`:omniss7 headless`	boolean	`true` (défini dans `config.exs`)	Exécuter omniss7 en tant que bibliothèque codec + registre de transaction MAP uniquement.
`:omniss7 map_client_m3ua`	map	--	Association SCTP/M3UA au STP/SGP. Nécessaire pour l'opération en direct.

> La précision sur 2G/3G est Cell-ID / classe de Timing-Advance. Le MSC/SGSN de service retourne la cellule de service, pas une correction précise.

Lorsque `:omnilcs, :map` `enabled` est `true` et que `:map_client_m3ua` est défini, OmniLCS démarre l'association M3UA au STP lui-même (supervisé par `OmniLcs.Control.MapStack`). Il n'y a pas d'étape de transport séparée. La métrique Prometheus `omnilcs_map_request_total` compte chaque transaction MAP (tags `type`, `result`). Si `enabled` est `true` mais que `:map_client_m3ua` est manquant, OmniLCS saute le transport avec un avertissement. Le reste d'OmniLCS continue de fonctionner.

Alertes CAP

Configuration pour l'ingestion et la diffusion d'alertes CAP (Common Alerting Protocol). Voir le Guide des Opérations d'Alerte CAP pour des détails complets sur le cycle de vie des alertes, la résolution de polygones et le flux de travail d'approbation des opérateurs.

```
config :omnilcs, :cap,
  require_approval: true,
  plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},
  coverage_aware: false,
  feeds: []
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`require_approval`	boolean	`true`	Lorsque `true`, les alertes sont mises en file d'attente pour approbation par l'opérateur. Lorsque `false`, les alertes sont diffusées automatiquement.
`plmn`	map	`%{mcc: "001", mnc: "01"}`	Identité PLMN (MCC/MNC) pour les messages de diffusion
`coverage_aware`	boolean	`false`	Utiliser le rayon de couverture cellulaire pour l'intersection de polygones (vs uniquement le point central)
`feeds`	list	`[]`	URL des flux CAP Atom à sonder

Configuration des Flux

```
feeds: [
  %{url: "https://alerts.weather.gov/cap/us.php?x=1",
poll_interval_seconds: 60}
]
```

Champ	Type	Requis	Par défaut	Description
`url`	string	Oui	--	URL du flux CAP Atom
`poll_interval_seconds`	integer	Non	`60`	Secondes entre les sondes

Logger

```
config :logger,
  backends: [:console, ControlPanel.Logger]
```

Paramètre	Type	Description
`backends`	list	Backends du logger. `:console` écrit dans stdout ; `ControlPanel.Logger` alimente la page de journal dans l'UI web.

Exemple de Configuration

Complète

```
import Config

config :control_panel,
  parent_application: :omnilcs,
  parent_application_version: "1.0.0",
  parent_application_readable_name: "OmniLCS",
  home_page: ControlPanelWeb.ApplicationLive,
  use_builtin_pages: [
    {ControlPanelWeb.ApplicationLive, "/application",
"Ressources"},
    {ControlPanelWeb.ConfigurationLive, "/configuration",
"Configuration"},
    {ControlPanelWeb.LogLive, "/log", "Journal"}
  ],
  use_additional_pages: [
    {OmniLcs.Web.DashboardLive, "/dashboard", "Tableau de bord"},
    {OmniLcs.Web.LocationLive, "/location", "Emplacement"},
    {OmniLcs.Web.CellDatabaseLive, "/cells", "Cellules"},
    {OmniLcs.Web.DiameterLive, "/diameter", "Diamètre"},
    {OmniLcs.Web.CbcLive, "/cbc", "CBC 2G"},
    {OmniLcs.Web.Cbc3gLive, "/cbc3g", "CBC 3G"},
    {OmniLcs.Web.Cbc4gLive, "/cbc4g", "CBC 4G"},
    {OmniLcs.Web.CapAlertsLive, "/cap", "Alertes CAP"}
  ],
  page_order: [
    "/dashboard", "/location", "/cells", "/diameter",
    "/cbc", "/cbc3g", "/cbc4g", "/cap", "/application",
"/configuration", "/log"
  ],
  licensee_name: "Omnitouch"

# API REST
config :api_ex,
  api: %{
    port: 8443,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    product_name: "OmniLCS",
    title: "API - OmniLCS",
    hostname: "localhost",
    enable_tls: true,
```

```
    tls_cert_path: "priv/cert/omnitouch.crt",
    tls_key_path: "priv/cert/omnitouch.pem",
    routes: [
      %{path: "/status", module: OmniLcs.Api.StatusController,
actions: [:index]},
      %{path: "/location", module: OmniLcs.Api.LocationController,
actions: [:index, :create, :show]},
      %{path: "/cells", module: OmniLcs.Api.CellController,
actions: [:index, :create, :show, :update, :delete]},
      %{path: "/cap", module: OmniLcs.Api.CapController, actions:
[:index, :create, :show, :update]}
    ]
  }

# Point de terminaison HTTPS du Panneau de Contrôle
config :control_panel, ControlPanelWeb.Endpoint,
  server: true,
  url: [host: "0.0.0.0", path: "/"],
  https: [port: 443, keyfile: "priv/cert/omnitouch.pem", certfile:
"priv/cert/omnitouch.crt"],
  adapter: Bandit.PhoenixAdapter,
  secret_key_base: "REPLACE_WITH_64_BYTE_RANDOM_SECRET",
  check_origin: false,
  pubsub_server: ControlPanel.PubSub,
  live_view: [signing_salt: "LcsLvSlt"]

# Logger
config :logger,
  backends: [:console, ControlPanel.Logger]

# Paramètres généraux E-SMLC
config :omnilcs,
  esmlc_name: "OmniLCS",
  cell_database_path: "priv/cells.json"

# CBSP (Diffusion de Cellule 2G) - Les BSC se connectent à ce port
config :omnilcs, :cbsp,
  listen_ip: "0.0.0.0",
  listen_port: 48049

# SABP (Diffusion de Cellule 3G) - Les RNC se connectent à ce port
config :omnilcs, :sabp,
  listen_ip: "0.0.0.0",
  listen_port: 3452
```

```
# SLs (LCS-AP sur SCTP) - L'E-SMLC se connecte à ces MMEs pour le
positionnement
config :omnilcs, :sls,
  local_ip: "10.5.198.200",
  mme_peers: [
    %{host: "mme01", ip: "10.179.1.15", port: 9082}
  ]

# SBC-AP (Diffusion de Cellule 4G) - OmniLCS se connecte à ces
MMEs
config :omnilcs, :sbcap,
  local_ip: "10.5.198.200",
  mme_peers: [
    %{host: "mme01", ip: "10.179.2.100", port: 29168},
    %{host: "mme02", ip: "10.179.2.101", port: 29168}
  ]

# Ingésion et diffusion d'alertes CAP
config :omnilcs, :cap,
  require_approval: true,
  plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},
  coverage_aware: false,
  feeds: []

# InfluxDB pour la synchronisation de position des cellules
config :omnilcs, OmniLcs.InfluxDb,
  database: "nokia-monitor",
  host: "172.19.3.68",
  port: 8086,
  auth: [method: :basic, username: "monitor", password:
"REPLACE_WITH_PASSWORD"],
  http_opts: [recv_timeout: 30_000],
  pool: [max_overflow: 10, size: 5]

# Diameter (interface SLg vers DRA/MME - rôle GMLC, pas SLs E-
SMLC)
config :diameter_ex,
  diameter: %{
    service_name: :omnitouch_esmlc,
    listen_ip: "10.5.198.200",
    listen_port: 3868,
    host: "amanaki",
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
```

```
    product_name: "OmniLCS",
    request_timeout: 5000,
    peer_selection_algorithm: :random,
    allow_undefined_peers_to_connect: true,
    log_unauthorized_peer_connection_attempts: true,
    control_module: OmniLcs.Control.Diameter,
    processor_module: DiameterEx.Processor,
    auth_application_ids: [],
    acct_application_ids: [],
    vendor_id: 10415,
    supported_vendor_ids: [5535, 10415],
    applications: [
      %{
        application_name: :slg,
        application_dictionary: :diameter_gen_3gpp_slg,
        vendor_specific_application_ids: [
          %{vendor_id: 10415, auth_application_id: 16_777_264,
acct_application_id: nil}
        ]
      }
    ],
    peers: [
      %{
        host: "dra01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
        ip: "10.179.2.233",
        port: 3868,
        tls: false,
        transport: :diameter_sctp,
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }
```

GMLC & Le Guide des Opérations de l'Interface

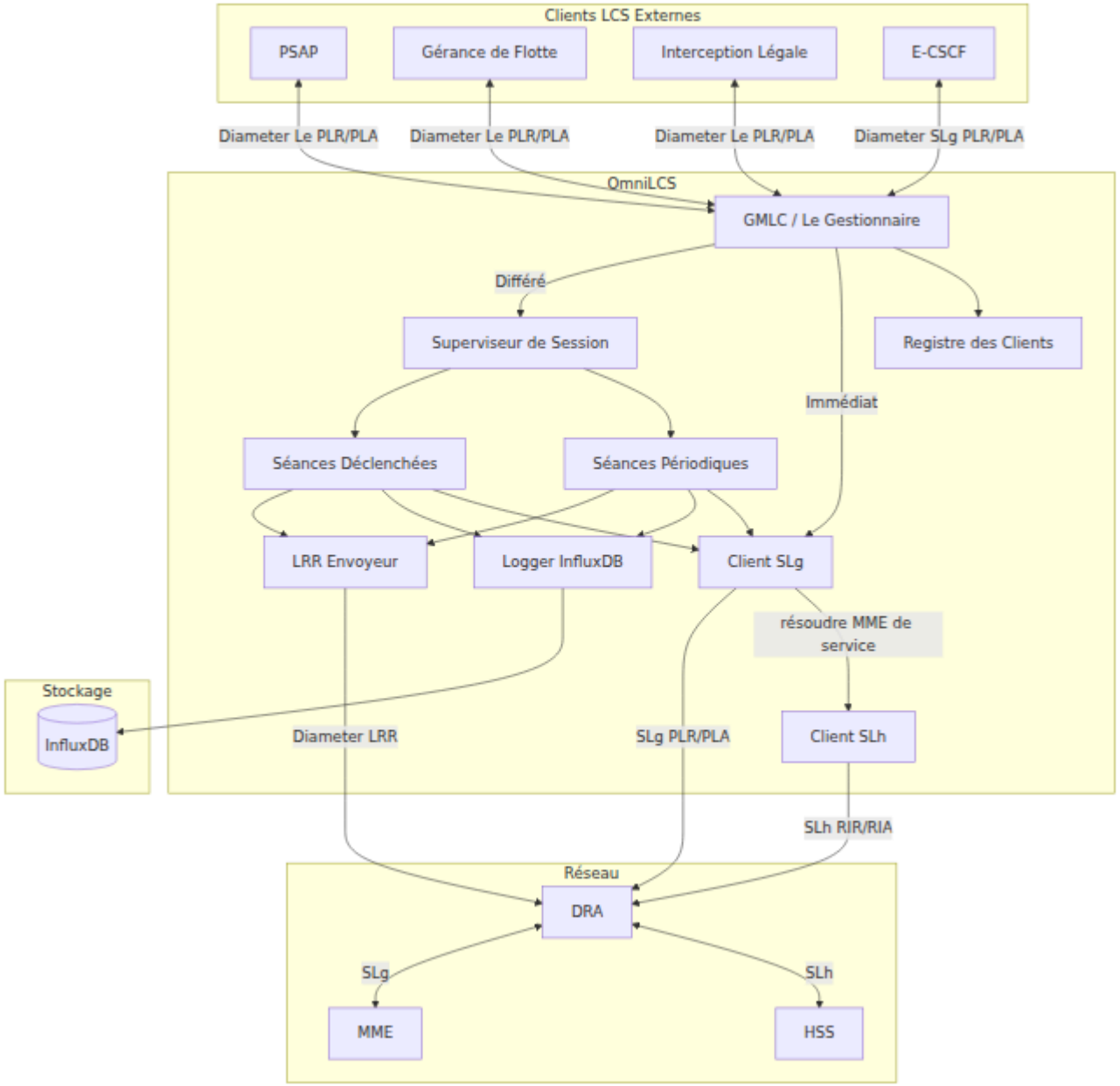
OmniLCS inclut une fonction de Centre de Localisation Mobile de Passerelle (GMLC) qui expose l'**interface Le** aux clients LCS externes. Cela permet aux Points de Réponse aux Urgences (PSAP), aux systèmes de gestion de flotte, aux plateformes d'interception légale et à d'autres parties externes de demander des localisations d'abonnés via le point de référence Le basé sur Diameter défini dans 3GPP TS 29.172.

Le GMLC prend en charge à la fois les demandes de localisation **immédiates** et **différées**. Les demandes différées incluent la **localisation périodique** (position rapportée à intervalles réguliers) et la **localisation déclenchée** (position rapportée lorsqu'un abonné entre, sort ou reste à l'intérieur d'une zone géographique).

Pour satisfaire une demande, le GMLC suit la procédure standard 3GPP : il découvre le MME de service de l'abonné via l'interface **SLh** (`LCS-Routing-Info-Request` vers le HSS, selon TS 29.173), puis envoie une **Provide-Location-Request (PLR)** à ce MME via l'interface **SLg**. Le MME effectue le positionnement (directement, ou en déléguant à un E-SMLC via SLs/LCS-AP) et renvoie l'`Location-Estimate` dans la Provide-Location-Answer (PLA). Dans ce **rôle GMLC**, OmniLCS ne positionne pas lui-même le UE. Il interroge le MME de service et relaie le résultat.

> C'est l'une des plusieurs options de localisation qu'OmniLCS propose. Pour un positionnement actif et de plus haute précision, il utilise plutôt son **rôle E-SMLC** via SLs, conduisant LPP/LPPa vers le UE et eNB (voir Deux rôles LCS, une demande de localisation). Pour les abonnés sur **2G/3G**, le GMLC atteint le MSC/SGSN de service via **MAP/Lg** au lieu de Diameter SLg (voir Localisation 2G/3G via MAP/Lg). Le même appel `POST /api/location` atteint chaque chemin. Le chemin GMLC/SLg décrit ici est sélectionné pour les demandes `cell`/dernière position connue en 4G.

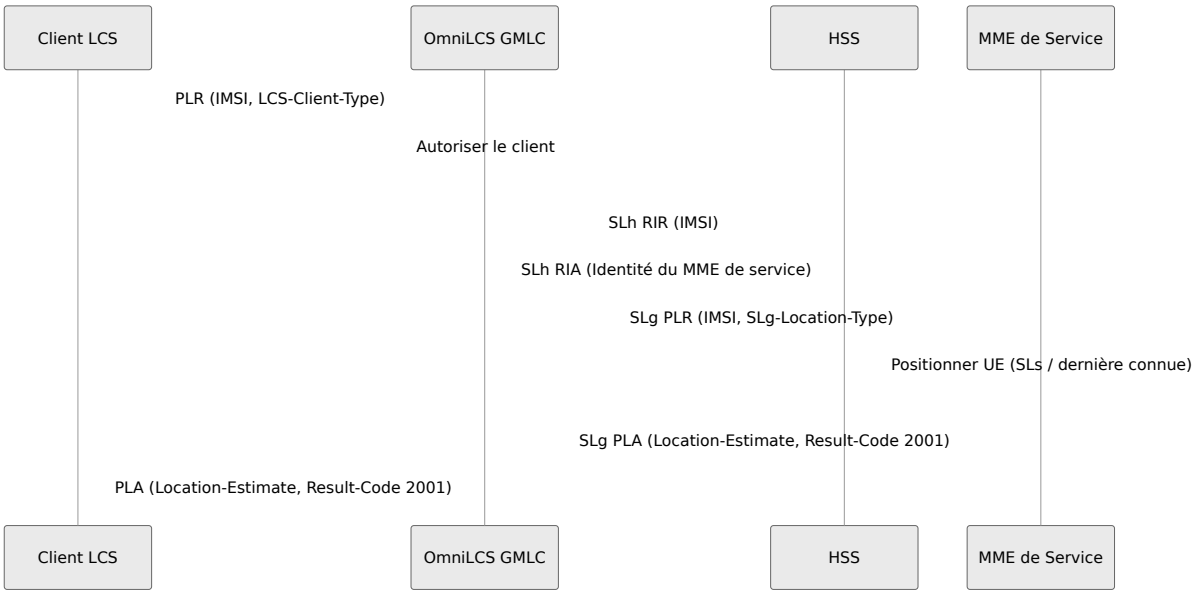
Architecture



Flux de Demande

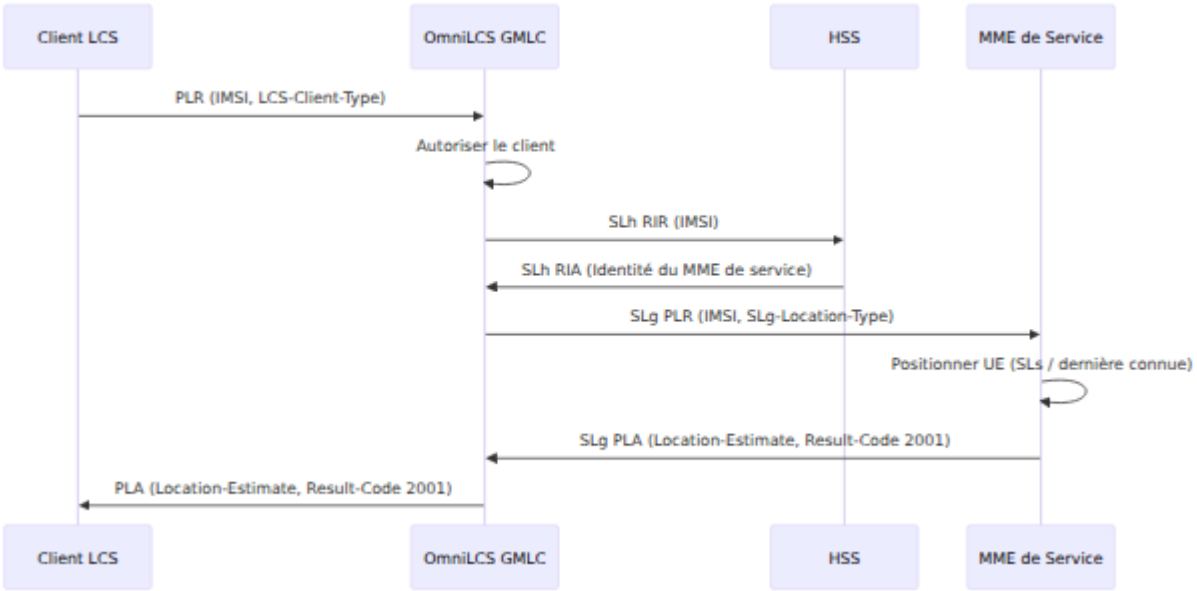
Demande de Localisation Immédiate

Un client LCS externe envoie une Provide-Location-Request (PLR) via Diameter. OmniLCS autorise le client, découvre le MME de service via SLh, envoie un PLR à ce MME via SLg, et renvoie le résultat du MME dans une Provide-Location-Answer (PLA).



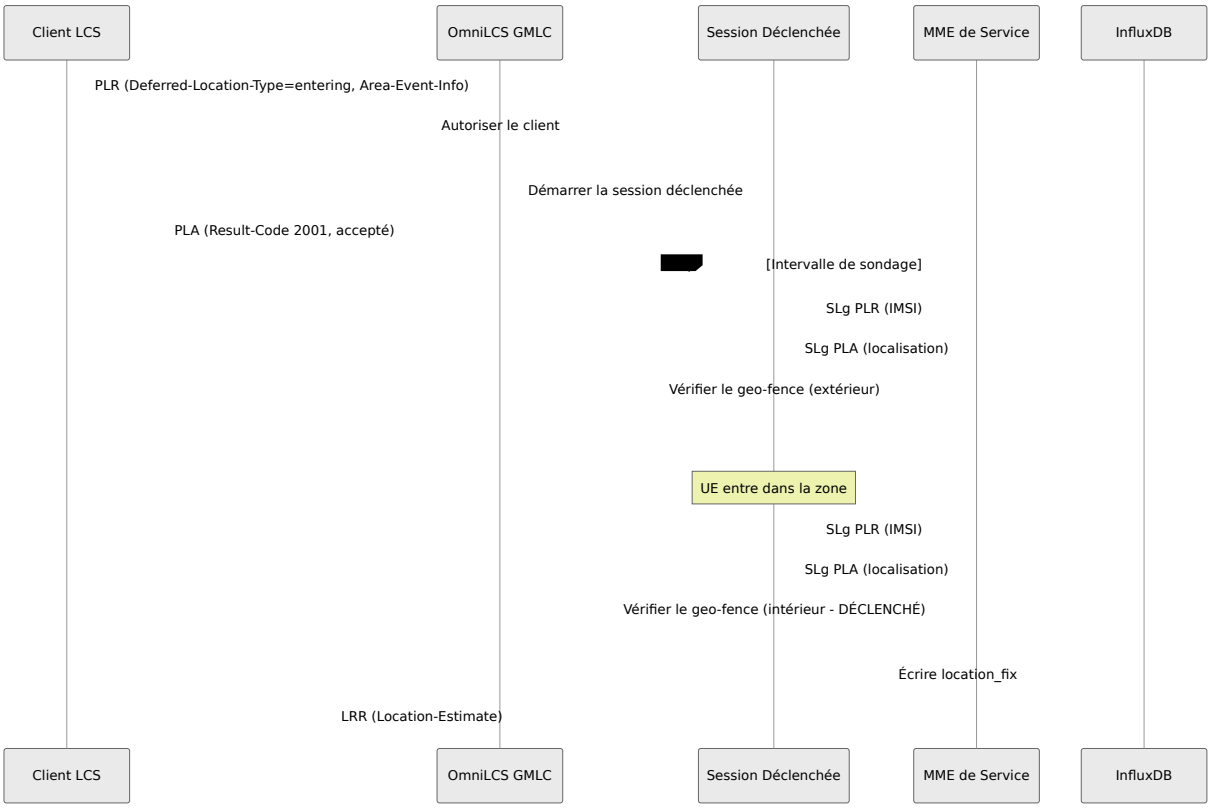
Demande de Localisation Périodique

Lorsque le PLR contient un `Deferred-Location-Type` avec le bit périodique activé et un AVP groupé `Periodic-LDR-Information`, OmniLCS crée une session périodique qui effectue des corrections de localisation à l'intervalle spécifié et livre chaque résultat via une Location-Report-Request (LRR).



Demande de Localisation Déclenchée (Geo-fence)

Lorsque le PLR contient des informations sur l'événement de zone, OmniLCS crée une session déclenchée qui interroge la position du UE et se déclenche lorsque la condition de déclenchement est remplie.

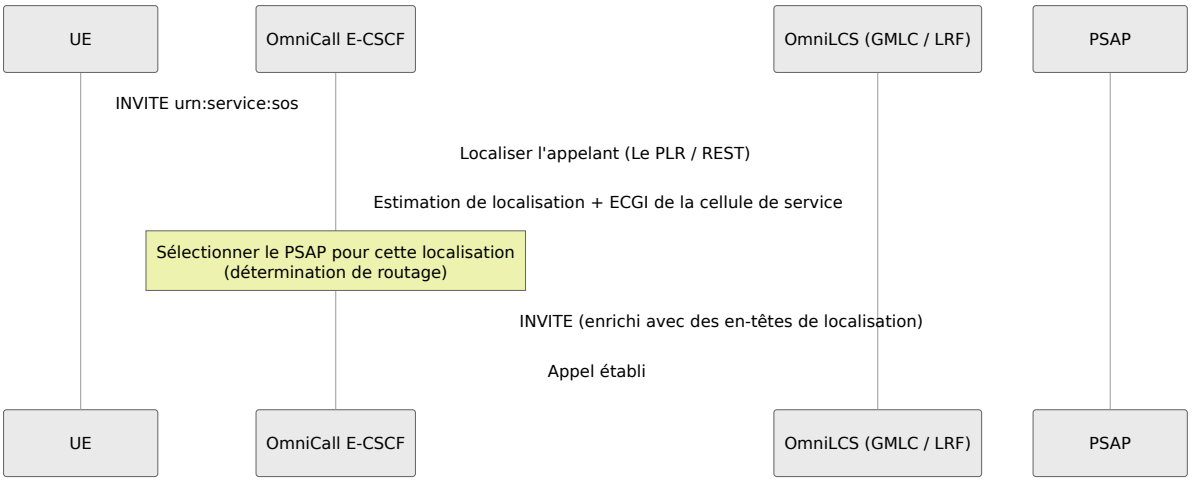


Routage des Appels d'Urgence avec OmniCall (IMS)

Le principal consommateur du GMLC est **OmniCall**, le cœur IMS. Lorsque un abonné compose un numéro d'urgence, le **E-CSCF** (Fonction de Contrôle de Session d'Appel d'Urgence) d'OmniCall doit router l'appel vers le **PSAP** qui dessert l'emplacement physique de l'appelant. Un routage vers le mauvais PSAP coûte un temps critique. OmniCall obtient cette localisation d'OmniLCS, qui remplit le rôle de **LRF / RDF** (Fonction de Récupération de Localisation / Fonction de Détermination de Routage) de 3GPP TS 23.167.

Le flux :

1. Le UE passe un appel d'urgence IMS (`urn:service:sos`) ; il atteint le E-CSCF d'OmniCall.
2. OmniCall demande à OmniLCS la localisation de l'appelant via l'**interface Le** (Diameter PLR, en utilisant le type de client `:emergency_services`) ou l'API REST. OmniLCS répond par le rôle qui convient : GMLC/SLg pour la cellule de service, ou E-SMLC/SLs pour un correctif GNSS/OTDOA actif (voir Deux rôles LCS, une demande de localisation).
3. OmniLCS renvoie la position (coordonnées + ECGI de la cellule de service).
4. OmniCall mappe cette localisation au PSAP de service (détermination de routage) et transfère l'INVITE là-bas.
5. OmniCall **enrichit le signalement SIP** afin que le PSAP reçoive la localisation avec l'appel.



Enrichissement de l'en-tête de localisation SIP

En utilisant la position renvoyée par OmniLCS, OmniCall ajoute les éléments de localisation d'urgence IMS standard à l'INVITE sortant, de sorte que le PSAP (et tout intermédiaire) reçoive la localisation de l'appelant avec l'appel plutôt que de devoir la demander séparément :

Élément SIP	Standard	Contient
`Geolocation` header + PIDF-LO body	RFC 6442 / RFC 4119	Localisation géodésique (lat/lon + incertitude) et/ou localisation civique, par valeur ou par référence
`P-Access-Network-Info`	RFC 7315	Réseau d'accès de service et identité de cellule (ECGI)
`Geolocation-Routing`	RFC 6442	Indique si les proxies en aval peuvent router sur la localisation transmise

Le preneur d'appels du PSAP voit donc la localisation de l'appelant à l'arrivée de l'appel, dérivée du même positionnement OmniLCS utilisé partout ailleurs : la cellule de service pour un correctif rapide, ou une position GNSS/OTDOA active lorsque le UE et la radio le supportent.

Configuration

Configuration du GMLC

```
config :omnilcs, :gmlc,
  # Activer/désactiver l'interface Le du GMLC
  enabled: true,

  # Autoriser les demandes des clients non figurant sur la liste
autorisée
  allow_unknown_clients: false,

  # Clients LCS externes autorisés
  authorized_clients: [
    %{
      name: "psap-01",
      type: :emergency_services,
      allowed_methods: [:cell, :ecid, :gnss, :otdoa],
      rate_limit: 100,
      description: "PSAP principal"
    },
    %{
      name: "fleet-mgmt",
      type: :value_added_services,
      allowed_methods: [:cell, :ecid],
      rate_limit: 50,
      description: "Système de gestion de flotte"
    }
  ],

  # Autoriser les demandes de localisation différées
(périodiques/déclenchées)
  allow_deferred: true,

  # Nombre maximum de sessions périodiques simultanées
  max_periodic_sessions: 100,

  # Nombre maximum de sessions déclenchées (geo-fence) simultanées
  max_triggered_sessions: 50,

  # Intervalle par défaut pour les sessions périodiques (ms)
  default_periodic_poll_interval_ms: 60_000,
```

```
  # Intervalle de sondage par défaut pour les sessions déclenchées
(ms)
  default_triggered_poll_interval_ms: 30_000,

  # Journaliser tous les correctifs de localisation dans InfluxDB
  influx_logging: true
```

Paramètres du GMLC

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	
`enabled`	Boolean	Non	`false`	Acti ges d'in GMI dés PLR com den star
`allow_unknown_clients`	Boolean	Non	`false`	Acc den non `aut` Met un r lors d'in
`authorized_clients`	Liste	Non	`[]`	List con clie aut Para Clie
`allow_deferred`	Boolean	Non	`true`	Acc den loca (pér déc Lors

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	
				seu imm trait
`max_periodic_sessions`	Integer	Non	`100`	Non sess loca péri sim Diar (TO est
`max_triggered_sessions`	Integer	Non	`50`	Non sess loca déc sim
`default_periodic_poll_interval_ms`	Integer	Non	`60000`	Inte entr loca péri n'es dan
`default_triggered_poll_interval_ms`	Integer	Non	`30000`	Inte par sess lors spé Area
`influx_logging`	Boolean	Non	`true`	Écri corr

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	
				loca sess Influ

Paramètres des Clients

Chaque entrée dans `authorized_clients` :

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`name`	String	Oui	--	Identité du client. Corresp à l'AVP LCS-EPS-Client-Na ou LCS-Requestor-ID-Strin dans le PLR.
`type`	Atom	Non	`:any`	Type de LCS-Client attend `:emergency_services`, `:value_added_services`, `:plmn_operator_service` `:lawful_intercept_serv` ou `:any`.
`allowed_methods`	Liste	Non	`[:cell, :ecid, :gnss, :otdoa]`	Méthodes de positionnem que ce client peut deman
`rate_limit`	Integer	Non	`0`	Nombre maximum de demandes par minute. `0` signifie illimité.
`description`	String	Non	`""`	Description lisible par l'homme pour le panneau contrôle.

Types de Clients LCS

Selon 3GPP TS 29.172 section 7.4.4:

Valeur	Type	Description
0	Services d'Urgence	PSAP, routage d'appels d'urgence E-CSCF
1	Services à Valeur Ajoutée	Gestion de flotte, suivi d'actifs, services basés sur la localisation
2	Services d'Opérateur PLMN	Services internes à l'opérateur (O&M, optimisation du réseau)
3	Services d'Interception Légale	Demandes de localisation des forces de l'ordre

Types de Localisation Différée

Localisation Périodique

Une session de localisation périodique effectue un nombre configurable de corrections de position à un intervalle régulier. Chaque correction est :

1. Effectuée en envoyant un SLg PLR au MME de service de l'abonné (résolu via SLh)
2. Écrite dans InfluxDB en tant que mesure `location_fix` avec des métadonnées de session
3. Journalisée via le logger de localisation standard (CSV + ETS)
4. Livrée au client LCS d'origine via Diameter LRR

La session se termine lorsque le nombre de rapports est épuisé.

AVPs Diameter utilisés :

AVP	Code	Description
`Deferred-Location-Type`	1480	Le bit 4 activé indique un LDR périodique
`Periodic-LDR-Information`	2025	AVP groupé contenant les paramètres de rapport
`Reporting-Amount`	2026	Nombre de corrections de position à effectuer
`Reporting-Interval`	2027	Intervalle entre les corrections en secondes

Localisation Déclenchée (Geo-fence)

Une session de localisation déclenchée interroge la position du UE et l'évalue par rapport à une ou plusieurs zones géographiques. Lorsque la condition de déclenchement est remplie, la position est rapportée.

Types d'événements :

Événement	Bit Deferred-Location-Type	Condition de Déclenchement
Entrée	Bit 1	UE passe de l'extérieur à l'intérieur de la zone
Sortie	Bit 2	UE passe de l'intérieur à l'extérieur de la zone
Être à l'Intérieur	Bit 3	UE est à l'intérieur de la zone à chaque sondage

Définitions de zone prises en charge :

- **Cercle** : Point central (latitude, longitude) et rayon en mètres

- **Polygone** : Liste de sommets définissant un polygone fermé

L'évaluateur de geo-fence réutilise l'algorithme de ray-casting du résolveur de polygones d'alerte CAP pour les vérifications de contenu de polygone, et la distance haversine pour les vérifications de zone circulaire.

Journalisation de Localisation InfluxDB

Tous les correctifs de session GMLC sont écrits dans InfluxDB en utilisant la mesure `location_fix` :

Tags :

Tag	Description
`imsi`	IMSI de l'abonné
`method`	Méthode de positionnement utilisée (cell, ecid, gnss, otdoa)
`source`	Source de position à partir du résultat du moteur
`session_type`	`periodic`, `triggered`, ou `immediate`
`client_name`	Nom du client LCS demandeur

Champs :

Champ	Type	Description
`latitude`	Float	Latitude WGS84 en degrés
`longitude`	Float	Longitude WGS84 en degrés
`altitude`	Float	Altitude en mètres (lorsqu'elle est disponible)
`uncertainty`	Float	Incertitude de position en mètres
`confidence`	Integer	Niveau de confiance (0-100)
`duration_ms`	Integer	Temps pris pour effectuer la correction

Exemples de requêtes InfluxQL :

```
-- Derniers correctifs pour un abonné
SELECT * FROM location_fix WHERE imsi = '001010000000001' ORDER BY
time DESC LIMIT 10

-- Suivi de session périodique sur la dernière heure
SELECT latitude, longitude FROM location_fix
WHERE session_type = 'periodic' AND imsi = '001010000000001' AND
time > now() - 1h

-- Taux de succès des correctifs par méthode
SELECT COUNT(*) FROM location_fix WHERE time > now() - 24h GROUP
BY method

-- Événements de déclenchement de geo-fence
SELECT * FROM location_fix WHERE session_type = 'triggered' AND
time > now() - 24h
```

API REST

L'API de localisation différée est disponible à `https://<host>:8443/api/deferred_location`.

Lister les Sessions Actives

```
GET /api/deferred_location
```

Réponse :

```
{
  "status": "ok",
  "count": 2,
  "data": [
    {
      "session_id": "a1b2c3d4-...",
      "type": "periodic",
      "imsi": "001010000000001",
      "method": "cell",
      "client_name": "rest-api",
      "status": "active",
      "interval_ms": 60000,
      "remaining_reports": 7,
      "total_reports": 10,
      "started_at": "2026-04-09T10:00:00Z",
      "last_fix_at": "2026-04-09T10:03:00Z"
    }
  ]
}
```

Créer une Session Périodique

```
POST /api/deferred_location
Content-Type: application/json

{
  "type": "periodic",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "interval_seconds": 60,
  "count": 10
}
```

Créer une Session Déclenchée

```
POST /api/deferred_location
Content-Type: application/json

{
  "type": "triggered",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "event_type": "entering",
  "poll_interval_seconds": 30,
  "max_reports": 0,
  "areas": [
    {
      "type": "circle",
      "center": {"lat": -33.8688, "lon": 151.2093},
      "radius_meters": 500
    }
  ]
}
```

Annuler la Session

```
DELETE /api/deferred_location/:session_id
```

Métriques

Demandes d'Interface Le

Métrique : `omnilcs_gmlc_le_request_total` **Type** : Compteur **Description** : Total des demandes d'interface Le des clients LCS externes **Étiquettes** :

- `client_type`: Type de client LCS (emergency_services, value_added_services, etc.)
- `result`: Résultat de la demande : `received`, `success`, `error`, `unauthorized`

Métrique : `omnilcs_gmlc_le_request_duration` **Type** : Histogramme **Description** : Temps de traitement des demandes Le en millisecondes **Étiquettes** :

- `client_type`: Type de client LCS

Demandes MAP / Lg (2G/3G)

Métrique : `omnilcs_map_request_total` **Type** : Compteur **Description** : Total des demandes de localisation MAP/Lg pour les abonnés 2G/3G (SendRoutingInfoForLCS, ProvideSubscriberLocation) **Étiquettes** :

- `type`: Opération MAP (`MAP-PSL`)
- `result`: `sent`, `success`

Demandes de Rapport de Localisation

Métrique : `omnilcs_gmlc_lrr_total` **Type** : Compteur **Description** : Total des demandes de rapport de localisation envoyées aux clients externes **Étiquettes** :

- `session_type`: `periodic` ou `triggered`
- `result`: `sent` ou `error`

Suivi des Sessions

Métrique : `omnilcs_gmlc_session_periodic_active` **Type** : Jauge **Description** : Nombre de sessions de localisation périodiques actives

Métrique : `omnilcs_gmlc_session_triggered_active` **Type** : Jauge **Description** : Nombre de sessions de localisation déclenchées/geo-fence actives

Métrique : `omnilcs_gmlc_session_total` **Type** : Compteur **Description** : Total des sessions différées créées **Étiquettes** :

- `type`: `periodic` ou `triggered`

Événements de Geo-fence

Métrique : `omnilcs_gmlc_geofence_trigger_total` **Type** : Compteur **Description** : Total des événements de déclenchement de geo-fence déclenchés **Étiquettes** :

- `event_type`: `entering`, `leaving`, ou `being_inside`

Écritures InfluxDB

Métrique : `omnilcs_gmlc_influx_write_total` **Type** : Compteur **Description** : Total des écritures de correctifs de localisation InfluxDB des sessions GMLC **Étiquettes** :

- `result`: `success` ou `error`

Exemples de requêtes Prometheus :

```
# Taux de demande Le
rate(omnilcs_gmlc_le_request_total[5m])

# Taux de création de sessions différées par type
rate(omnilcs_gmlc_session_total[5m])

# Taux de déclenchement de geo-fence
rate(omnilcs_gmlc_geofence_trigger_total[5m])

# Taux d'erreur de livraison LRR
sum(rate(omnilcs_gmlc_lrr_total{result="error"}[5m]))
  / sum(rate(omnilcs_gmlc_lrr_total[5m]))
```

Dépannage

Demandes Le Renvoient 5012 (UNABLE_TO_COMPLY)

Symptômes : Le client LCS externe reçoit le code de résultat 5012 pour tous les PLR.

Causes possibles :

- GMLC non activé dans la configuration (`enabled: false`)
- Client non dans `authorized_clients` et `allow_unknown_clients` est `false`
- Échec de la résolution SLh ou il n'y a pas de route SLg vers le MME de service (vérifiez la connectivité DRA/HSS/MME)

Résolution :

1. Vérifiez que `config :omnilcs, :gmlc, enabled: true` est défini
2. Vérifiez que le nom du client correspond à l'AVP `LCS-EPS-Client-Name` dans le PLR
3. Vérifiez que les pairs Diameter SLh/SLg (DRA, HSS, MME) sont connectés sur le tableau de bord

Sessions Périodiques Ne Démarrent Pas

Symptômes : PLR avec type différé périodique renvoie 3004 (TOO_BUSY).

Causes possibles :

- Limite `max_periodic_sessions` atteinte
- Superviseur de session non en cours d'exécution

Résolution :

1. Vérifiez le nombre de sessions actives sur la page de panneau de contrôle GMLC
2. Augmentez `max_periodic_sessions` si nécessaire

3. Vérifiez que `OmniLcs.Gmlc.SessionSupervisor` est en cours d'exécution dans la page de l'application

Les Correctifs de Localisation N'apparaissent Pas dans InfluxDB

Symptômes : Les sessions périodiques/déclenchées sont en cours d'exécution mais aucune donnée dans InfluxDB.

Causes possibles :

- `influx_logging` défini sur `false`
- Connexion InfluxDB en panne
- Base de données n'existe pas

Résolution :

1. Vérifiez `influx_logging: true` dans la configuration GMLC
2. Vérifiez la connectivité InfluxDB (le statut de synchronisation des cellules est un bon indicateur)
3. Interrogez directement InfluxDB : `SHOW MEASUREMENTS` devrait inclure `location_fix`

Geo-fence Ne Se Déclenche Pas

Symptômes : La session déclenchée est active mais ne se déclenche jamais.

Causes possibles :

- Définition de zone trop petite pour la précision de la méthode de positionnement
- Mauvais type d'événement (par exemple, `:leaving` lorsque l'abonné est déjà à l'extérieur)
- Méthode de positionnement renvoyant des coordonnées `nil`

Résolution :

1. Vérifiez la précision de la méthode de positionnement. L'ID de cellule a une incertitude à l'échelle du kilomètre, ce qui peut être trop grossier pour de petites geo-fences.
2. Utilisez une méthode plus précise (`:ecid` ou `:gnss`) pour de plus petites zones
3. Vérifiez que les coordonnées de la zone sont correctes (ordre latitude/longitude)

Guide des Services de Localisation E-SMLC

OmniLCS implémente un Centre de Localisation Mobile Evolué (E-SMLC) qui fournit le positionnement des UE pour les réseaux LTE. L'E-SMLC détermine la localisation de l'UE en utilisant plusieurs méthodes de positionnement et communique avec le MME via l'interface SLs en utilisant LCS-AP natif sur SCTP selon la norme 3GPP TS 29.171.

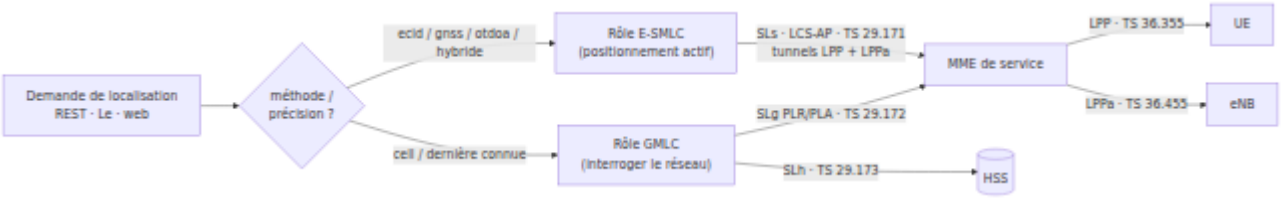
Deux rôles LCS, une demande de localisation

OmniLCS est co-localisé en tant qu'**E-SMLC** et **GMLC**. Ce sont les deux fonctions de réseau de localisation définies par l'architecture LCS LTE de la 3GPP (TS 23.271). Un client de localisation ne choisit jamais entre eux. Il demande la localisation d'un UE via l'API REST, la page web de localisation ou l'interface Le, et OmniLCS choisit le rôle et l'interface en fonction de la `méthode`/`précision` demandée. Les deux options sont toujours disponibles derrière un seul appel "obtenir la localisation".

- **Méthodes actives / haute précision** (E-CID, GNSS, OTDOA, hybride) utilisent le rôle **E-SMLC** documenté dans ce guide. OmniLCS conduit **LPP** (vers l'UE, TS 36.355) et **LPPa** (vers l'eNB, TS 36.455) via l'interface **SLs / LCS-AP** (TS 29.171), relayé par le MME de service, pour un positionnement précis.
- Les demandes **Cell ID / dernière connue** utilisent le rôle **GMLC** (voir le guide GMLC & interface Le). OmniLCS résout le MME de service via **SLh** (TS 29.173) et envoie une Provide-Location-Request via **SLg** (TS 29.172); le MME retourne la cellule de service à partir du contexte de l'UE.

Dans les deux rôles, le **MME de service est l'ancre** : c'est le seul nœud avec un chemin de signalisation vers l'UE (NAS) et l'eNB (S1AP), donc il est soit le répondant SLg soit le relais SLs pour LPP/LPPa. Le GMLC, avec uniquement des

liens Diameter SLh/SLg, ne peut pas atteindre la radio elle-même. C'est exactement pourquoi le positionnement actif est la tâche de l'E-SMLC.



Voir la référence API REST pour le schéma de demande/réponse harmonisé et le tableau de décision complet. L'API REST sélectionne le chemin par demande ; l'interface Diameter Le et les sessions différées (périodiques/triggered) utilisent actuellement toujours le chemin GMLC/SLg.

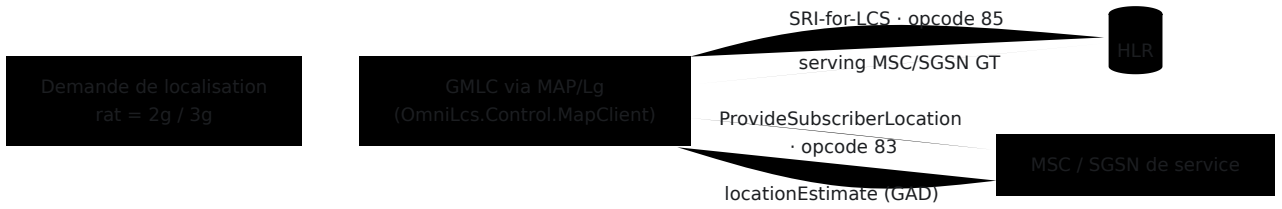
Localisation 2G/3G via MAP/Lg

Pour les abonnés sur **GERAN (2G)** ou **UTRAN (3G)**, il n'y a pas de SLg/SLs Diameter. Le GMLC atteint le cœur hérité via l'interface **Lg** en utilisant **MAP** (TS 29.002) sur une pile SS7/SIGTRAN (SCTP → M3UA → SCCP → TCAP). OmniLCS fournit cela via le module `OmniLcs.Control.MapClient`, soutenu par la pile SS7 `omniss7`, comme une troisième option derrière le même appel `/api/location` (sélectionné avec `rat: "2g"` / `"3g"`).

Le flux est une transaction MAP en deux étapes :

1. **SendRoutingInfoForLCS** (opcode 85) vers le **HLR** → retourne le titre global du **MSC/SGSN** de service de l'abonné. (Sauté si un `node_gt` est fourni.)
2. **ProvideSubscriberLocation** (opcode 83) vers ce **MSC/SGSN** → retourne l'estimation de localisation.

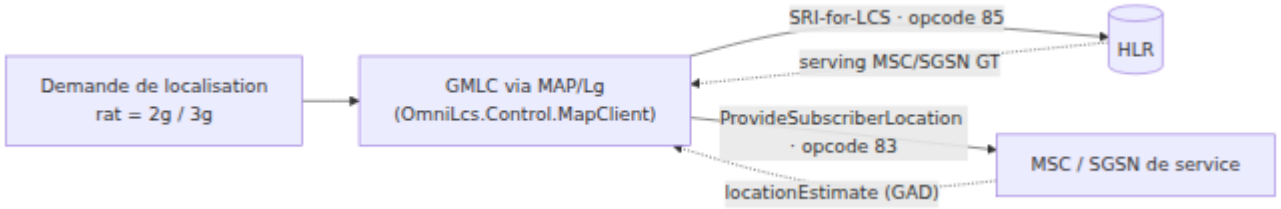
L'`locationEstimate` est la **même forme GAD de TS 23.032** que pour la 4G, donc elle est décod►►e avec le `decode_gad/1` partagé et retournée dans la carte de localisation standard avec `source: "map"`.



La précision sur 2G/3G est **Cell-ID / classe de Timing-Advance** : le réseau retourne la cellule de service, pas un positionnement précis. Ce chemin est désactivé par défaut (`config :omnilcs, :map, enabled: false`). Pour l'activer, fournissez le numéro GMLC, le titre global HLR, et un pair SS7 configuré (STP/MSC/SGSN) via le transport `:map_client_m3ua` d'omniss7. Voir le guide GMLC et Configuration.

Opération. `omniss7` fonctionne **sans tête** (mode bibliothèque : juste le codec MAP et le registre des transactions). Lorsque `:omnilcs, :map` est activé, OmniLCS démarre l'**association M3UA vers le STP lui-même** (supervisé par `OmniLcs.Control.MapStack`). Lorsqu'il est désactivé, il ne démarre rien. Chaque transaction MAP incrémente le compteur Prometheus `omnilcs_map_request_total` (tags `type` = `MAP-PSL`, `result` = `sent`/`success`). Une demande avec `rat: "2g"`/`"3g"` pendant que le chemin est désactivé retourne HTTP `501`. Un nœud de service non résolu retourne `422`.

Architecture



Méthodes de Positionnement

OmniLCS prend en charge l'ensemble des techniques de positionnement LTE. Une demande nomme une `méthode` (ou une `précision` cible, qui en sélectionne automatiquement une) ; OmniLCS exécute cette technique sur l'interface appropriée et retourne l'estimation. Chaque méthode correspond à une procédure de positionnement standard 3GPP :

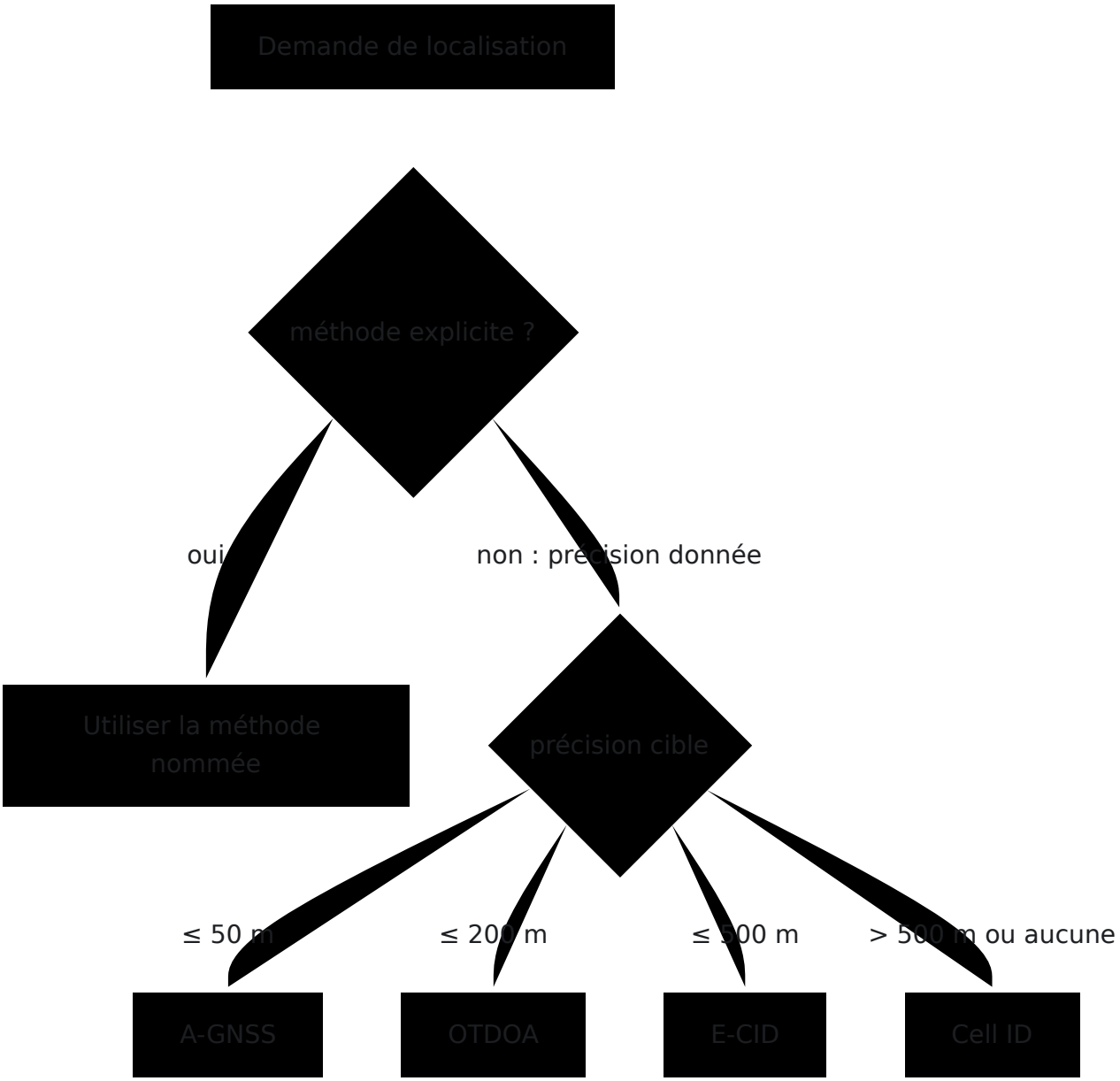
Méthode	Technique	Protocole de positionnement	Rôle / interface	Précision typique
Cell ID (CID)	Position de la cellule de service	recherche dans la base de données des cellules, ou SLg PLR	E-SMLC (local) **ou** GMLC (SLg)	rayon de cellule, 100 m – 5 km
Enhanced Cell ID (E-CID)	Mesure de portée d'une seule cellule : avance temporelle + RSRP/RSRQ	LPPa (eNB) → LPP (UE) en secours	E-SMLC / SLs	50 m – 500 m
OTDOA	Multilatération descendante ("triangulation") à partir des différences de temps de PRS entre les cellules	LPPa (configuration PRS) + LPP (RSTD)	E-SMLC / SLs	10 m – 100 m
A-GNSS	Fixation satellite assistée (GPS/Galileo/…) dans l'UE	LPP (UE)	E-SMLC / SLs	5 m – 50 m
Hybride	Combine A-GNSS + E-CID dans une seule demande, meilleur des deux	LPP (UE)	E-SMLC / SLs	meilleur disponible

> **Ce que signifie "triangulation" ici.** La vraie triangulation/multilatération d'un UE LTE est **OTDOA** : l'UE mesure la différence de temps des Signaux de Référence de Positionnement (PRS) descendantes de plusieurs cellules et OmniLCS résout les hyperboles résultantes pour une position (voir Calcul OTDOA). E-CID est le cousin plus grossier d'une seule cellule. Il se base sur l'avance temporelle d'une cellule plutôt que sur la géométrie multi-cellules. La multilatération montante (**U-TDOA**, mesurée par le réseau) **n'est pas** implémentée : elle nécessite des unités de mesure de localisation (LMUs) qui ne sont pas présentes dans un déploiement uniquement EPC.

Choisir une méthode par précision

Si une demande fournit une `précision` (en mètres) au lieu d'une `méthode` explicite, OmniLCS choisit la méthode la plus légère qui peut plausiblement répondre à la cible :

Précision demandée	Méthode sélectionnée
≤ 50 m	A-GNSS
≤ 200 m	OTDOA
≤ 500 m	E-CID
> 500 m	Cell ID



Cell ID

La méthode de positionnement la plus simple. Retourne la position géographique de la cellule de service à partir de la base de données des cellules.

- **Précision** : Rayon de cellule (typiquement 100m - 5km selon le type de cellule)
- **Latence** : Millisecondes (recherche dans la base de données locale)
- **Support UE requis** : Non
- **Support eNB requis** : Non

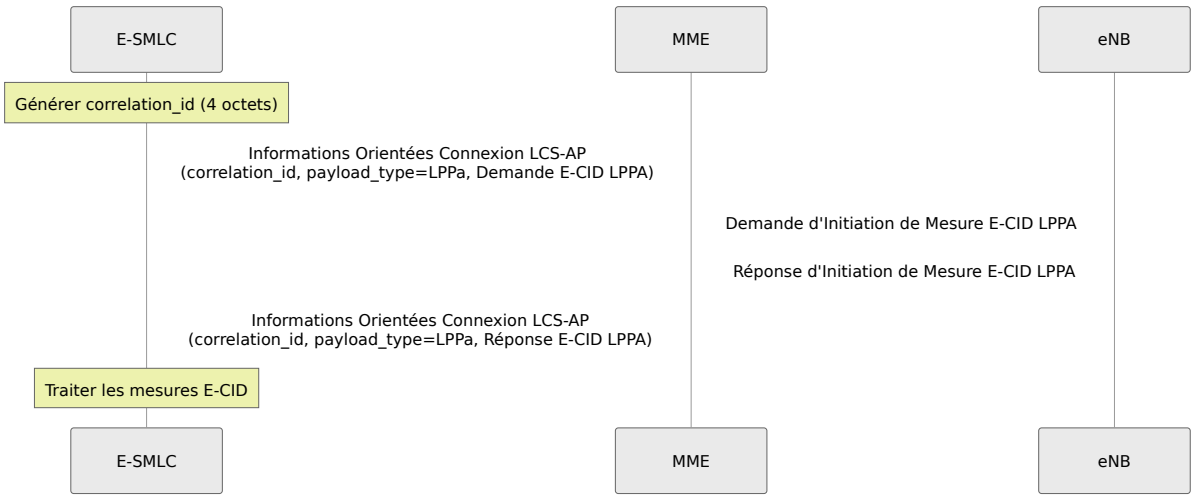
Le moteur tente d'abord de rechercher la cellule de service dans la base de données locale des cellules. Si elle n'est pas trouvée, elle envoie une demande d'Initiation de Mesure E-CID LPPA (avec uniquement la quantité cell_id) à l'eNB via le MME en utilisant des Informations Orientées Connexion LCS-AP pour obtenir l'identité de la cellule.

La même cellule de service peut également être obtenue **sans toucher à la radio** via le rôle GMLC. Cela utilise une Provide-Location-Request SLg vers le MME de service, qui retourne l'ECGI du contexte de l'UE. C'est le chemin utilisé pour les demandes REST `cell`/dernière connue et toutes les demandes de l'interface Le (voir Deux rôles LCS, une demande de localisation).

Enhanced Cell ID (E-CID)

Utilise LPPa pour obtenir des mesures radio de l'eNB, y compris l'avance temporelle et la force du signal. Si l'eNB rejette la procédure E-CID LPPa (par exemple, `requested-item-not-supported`), OmniLCS revient à demander des mesures E-CID directement à l'**UE** via LPP.

- **Précision** : 50m - 500m
- **Latence** : 1-5 secondes
- **Support UE requis** : Non pour le chemin LPPa ; Oui pour le secours LPP
- **Support eNB requis** : Oui pour le chemin LPPa ; le secours LPP n'en nécessite aucun



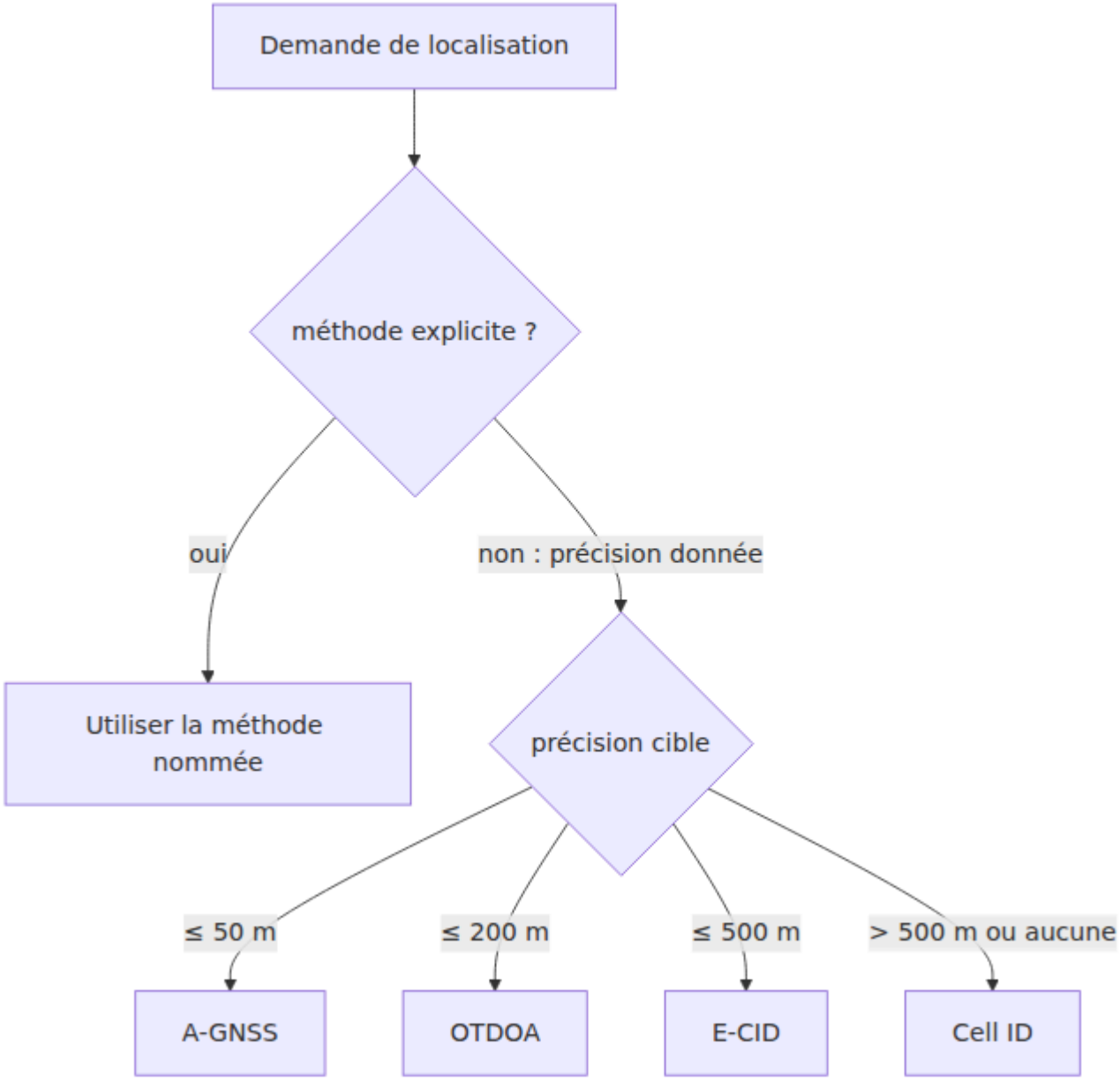
Quantités de mesure demandées :

Quantité	Description
Cell ID	Identité de la cellule de service
Timing Advance Type 2	Délai de propagation UE vers eNB (estimation de distance)
RSRP	Puissance du Signal de Référence Reçue
RSRQ	Qualité du Signal de Référence Reçue

GNSS / A-GPS

Demande à l'UE de rapporter ses coordonnées GPS via le protocole LPP.

- **Précision** : 5m - 50m
- **Latence** : 5-30 secondes
- **Support UE requis** : Oui (capacité GNSS)
- **Support eNB requis** : Non



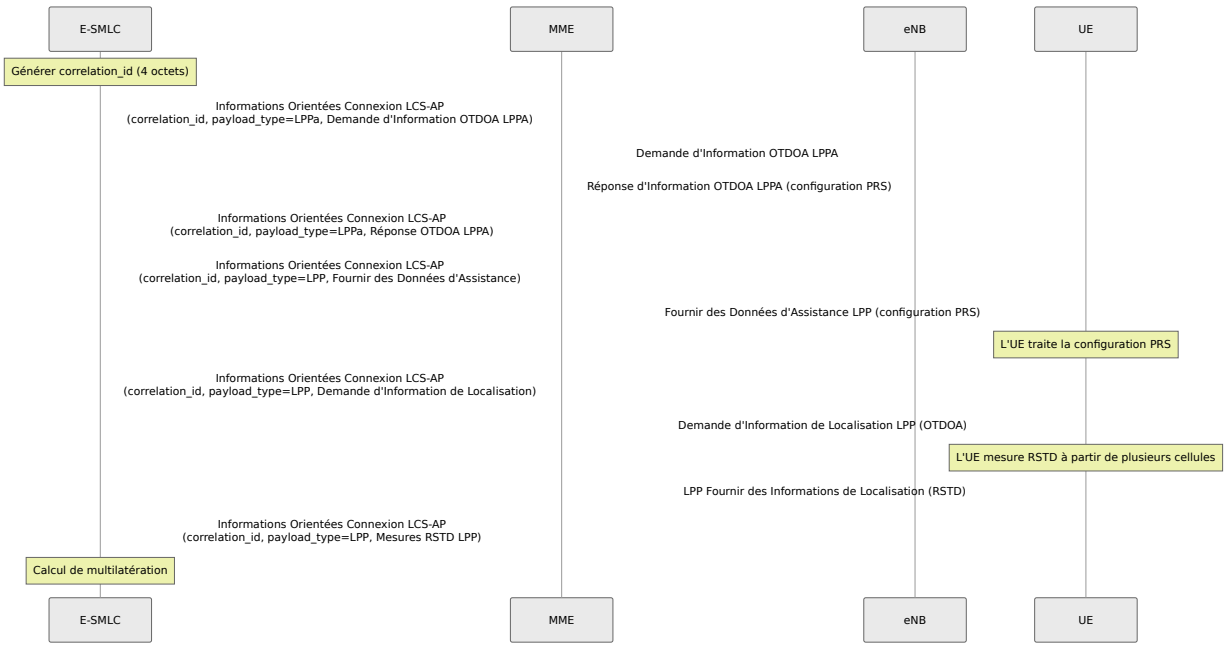
L'E-SMLC envoie un message de Demande d'Information de Localisation LPP pour GNSS à l'UE à travers le MME via LCS-AP. L'UE effectue un fix GNSS et rapporte ses coordonnées via LPP, relayé à travers le MME dans un message d'Informations Orientées Connexion.

OTDOA

Différence de Temps d'Arrivée Observée. Utilise la multilatération à partir des mesures de Signaux de Référence de Positionnement (PRS) à travers plusieurs cellules.

- **Précision** : 10m - 100m
- **Latence** : 5-15 secondes

- **Support UE requis** : Oui (capacité OTDOA)
- **Support eNB requis** : Oui (PRS configuré, LPPA)



Étapes OTDOA :

1. Demander des informations de cellule OTDOA à l'eNB via LPPA (relayé à travers les Informations Orientées Connexion LCS-AP)
2. Recevoir la configuration PRS, les identités de cellules, les EARFCN pour les cellules de référence et voisines
3. Envoyer des données d'assistance PRS à l'UE via LPP (relayé à travers les Informations Orientées Connexion LCS-AP)
4. Demander des mesures RSTD à l'UE via LPP
5. Recevoir les mesures RSTD
6. Exécuter la multilatération pour calculer la position

Hybride

Demande A-GNSS **et** E-CID dans une seule transaction LPP et retourne le meilleur fix disponible, revenant à la mesure E-CID plus grossière lorsque l'UE ne peut pas compléter un fix GNSS.

- **Précision** : Meilleur de A-GNSS (5-50m) et E-CID (50-500m)
- **Latence** : 5-30 secondes (bornée par le fix GNSS)
- **Support UE requis** : Oui (GNSS + rapport de mesure)

- **Support eNB requis** : Non

Parse error on line 11: ...r la position GNSS ;
revenir à E-CID ----------^ Expecting 'SPACE', 'NEWLINE', 'create', 'box', 'end', 'autonumber', 'activate', 'deactivate', 'title', 'legacy_title', 'acc_title', 'acc_descr', 'acc_descr_multiline_value', 'loop', 'rect', 'opt', 'alt', 'par', 'par_over', 'critical', 'break', 'option', 'and', 'else', 'participant', 'participant_actor', 'destroy', 'note', 'links', 'link', 'properties', 'details', 'ACTOR', got 'INVALID'

Réessayer

OmniLCS envoie une demande LPP combinée pour GNSS + E-CID et fusionne tout ce que l'UE retourne, préférant la position GNSS. Cela minimise le signalement par rapport à l'exécution des deux méthodes séparément.

Interface SLs : LCS-AP via SCTP

L'E-SMLC communique avec le MME en utilisant le Protocole d'Application LCS (LCS-AP) via SCTP selon la norme 3GPP TS 29.171. OmniLCS initie des associations SCTP à chaque pair MME configuré.

Détails du Transport

Paramètre	Valeur
Protocole	LCS-AP via SCTP
SCTP PPID	29
Port par défaut	9082 (enregistré IANA)
Direction de connexion	L'E-SMLC initie vers le MME
Encodage	ASN.1 PER aligné

Procédures LCS-AP

Procédure	Code	Description
Demande de Localisation / Réponse de Localisation	0	L'E-SMLC demande au MME de localiser un UE
Informations Orientées Connexion	1	Relayer les PDUs LPPA/LPP (associés à l'UE, utilise correlation_id)
Informations Non-Orientées Connexion	2	Relayer les PDUs LPPA non associés à l'UE
Abandon de Localisation	3	Abandonner une procédure de localisation en cours
Réinitialiser	4	Réinitialiser toutes les procédures de localisation

ID de Corrélation

Chaque transaction LCS-AP associée à un UE utilise un **ID de corrélation**. Il s'agit d'une valeur binaire de 4 octets qui lie ensemble la Demande de Localisation, tous les échanges d'Informations Orientées Connexion, et la Réponse de Localisation pour une seule session de positionnement. L'E-SMLC génère un ID de corrélation aléatoire au début de chaque session en utilisant `:crypto.strong_rand_bytes(4)`.

L'ID de corrélation est inclus en tant qu'IE (ID 2) dans :

- Demande de Localisation (E-SMLC -> MME)
- Réponse de Localisation (MME -> E-SMLC)
- Informations Orientées Connexion (dans les deux directions)
- Abandon de Localisation (E-SMLC -> MME)

Tunneling APDU

Les PDUs LPP et LPPA sont transportés à l'intérieur des messages **Informations Orientées Connexion** LCS-AP. L'IE de type de charge utile (ID 15) identifie le contenu :

Type de Charge Utile	Valeur	Description
`:lPP`	0	PDU LPP (protocole de positionnement UE, TS 36.355)
`:lPPa`	1	PDU LPPa (protocole de positionnement eNB, TS 36.455)

L'IE APDU (ID 1) transporte le PDU LPP ou LPPa binaire. Le MME relaye ces messages de manière transparente entre l'E-SMLC et l'eNB ou l'UE cible.

Messages entrants (MME -> E-SMLC)

Réponse de Localisation (code de procédure 0, successfulOutcome / unsuccessfulOutcome)

Le MME envoie une Réponse de Localisation comme résultat d'une Demande de Localisation.

IE	ID	Criticité	Description
Correlation-ID	2	Rejeter	ID de corrélation de la Demande de Localisation originale
Location-Estimate	12	Rejeter	Position encodée GAD (en cas de succès)
Positioning-Data	16	Rejeter	Informations sur la méthode de positionnement (en cas de succès)
Velocity-Estimate	21	Rejeter	Vitesse de l'UE (optionnel, en cas de succès)
Accuracy-Fulfilment-Indicator	0	Rejeter	Indique si la précision demandée a été atteinte (en cas de succès)
LCS-Cause	11	Ignorer	Cause d'échec (en cas d'échec)

Informations Orientées Connexion (code de procédure 1, initiatingMessage)

Le MME relaye les PDUs LPPA/LPP de l'eNB ou de l'UE vers l'E-SMLC.

IE	ID	Criticité	Description
Correlation-ID	2	Rejeter	Corrélation de session
Payload-Type	15	Rejeter	`:lPP` ou `:lPPa`
APDU	1	Rejeter	PDU LPP ou LPPa binaire

Demande de Réinitialisation (code de procédure 4, initiatingMessage)

Le MME demande à l'E-SMLC de réinitialiser toutes les procédures actives. L'E-SMLC répond par un Accusé de Réception de Réinitialisation.

IE	ID	Criticité	Description
LCS-Cause	11	Ignorer	Raison de la réinitialisation

Messages sortants (E-SMLC -> MME)

Demande de Localisation (code de procédure 0, initiatingMessage)

L'E-SMLC demande au MME de localiser un UE.

IE	ID	Criticité	Description
Correlation-ID	2	Rejeter	ID de corrélation de session de 4 octets
Location-Type	13	Rejeter	`geographic-Information`, `assistance-Information`, ou `last-known-location`
E-UTRAN-Cell-Id	4	Ignorer	E-CGI de la cellule de service de l'UE
LCS-Client-Type	8	Rejeter	Type de client LCS (optionnel)
LCS-Priority	9	Rejeter	Priorité de la demande de localisation (optionnel)
LCS-QoS	10	Rejeter	Exigences de qualité de service (optionnel)
IMSI	7	Ignorer	IMSI de l'UE (optionnel)
IMEI	6	Ignorer	IMEI de l'UE (optionnel)
Include-Velocity	5	Rejeter	Demander une estimation de la vitesse (optionnel)

Informations Orientées Connexion (code de procédure 1, initiatingMessage)

L'E-SMLC envoie des PDUs LPPA/LPP à l'eNB ou à l'UE via le MME.

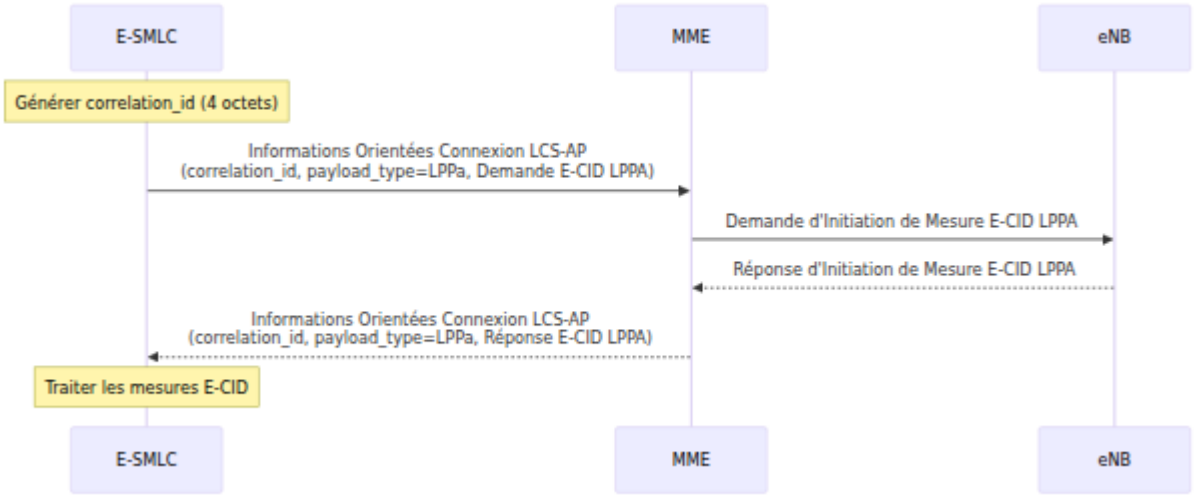
IE	ID	Criticité	Description
Correlation-ID	2	Rejeter	Corrélation de session
Payload-Type	15	Rejeter	`:lPP` ou `:lPPa`
APDU	1	Rejeter	PDU LPP ou LPPa binaire

Informations Non-Orientées Connexion (code de procédure 2, initiatingMessage)

L'E-SMLC envoie des PDUs LPPA non associés à l'UE (par exemple, demandes de positionnement eNB) à travers le MME.

IE	ID	Criticité	Description
Source-Identity	19	Rejeter	Identité de l'élément réseau E-SMLC
Destination-Id	3	Rejeter	Identité de l'élément réseau eNB cible
APDU	1	Rejeter	PDU LPPa binaire

Cycle de Vie de la Session de Localisation



Chaque session suit :

Champ	Description
`session_id`	Identifiant unique (par exemple, `esmlc-1234567890-1`)
`imsi`	Identifiant de l'UE
`mme_host`	MME qui a initié la demande
`method`	Méthode de positionnement utilisée
`state`	État actuel de la session
`created_at`	Horodatage de création de la session
`updated_at`	Horodatage du dernier changement d'état
`completed_at`	Horodatage de complétion
`lppa_transactions`	Liste des PDUs LPPA échangés
`lpp_transactions`	Liste des PDUs LPP échangés
`measurements`	Données de mesure accumulées
`result`	Résultat final de localisation

Les sessions de plus d'une heure sont nettoyées automatiquement.

Corrélation des Transactions en Attente

L'E-SMLC utilise une table ETS (`:pending_transactions`) pour corréler les messages LCS-AP sortants avec leurs réponses. Lorsqu'une session de

positionnement envoie un message d'Informations Orientées Connexion :

1. Le moteur génère un ID de corrélation de 4 octets
2. Enregistre `{correlation_id, {caller_pid, ref}}` dans la table `:pending_transactions`
3. Envoie le message LCS-AP via le transport SCTP
4. Attend dans un bloc `receive` la réponse
5. Lorsque le gestionnaire SLs reçoit une réponse correspondante, il recherche la transaction en attente par ID de corrélation et envoie le résultat au processus en attente

Gestion de la Base de Données des Cellules

La base de données des cellules stocke les positions géographiques et les paramètres radio pour chaque site de cellule. Elle est utilisée pour le positionnement Cell ID et les calculs OTDOA.

Champs d'Enregistrement des Cellules

Champ	Type	Requis	Description
`cell_id`	any	Oui	Identifiant unique de la cellule
`latitude`	float	Oui	Latitude de la cellule en degrés décimaux
`longitude`	float	Oui	Longitude de la cellule en degrés décimaux
`pci`	integer	Non	Identité de Cellule Physique (0-503)
`earfcn`	integer	Non	Numéro de Canal Radio Fréquence Absolue E-UTRA
`radius`	integer	Non	Rayon de couverture de la cellule en mètres (par défaut : 1000)
`azimuth`	float	Non	Azimut de l'antenne en degrés
`height`	float	Non	Hauteur de l'antenne en mètres
`prs_config`	map	Non	Configuration PRS pour OTDOA

Champs de Configuration PRS

Champ	Type	Description
`bandwidth`	integer	Largeur de bande PRS en blocs de ressources (6, 15, 25, 50, 75, 100)
`config_index`	integer	Index de configuration PRS (0-4095)
`num_dl_frames`	integer	Nombre de sous-trames DL consécutives
`cp_length`	atom	Longueur du préfixe cyclique (`:normal` ou `:extended`)
`num_antenna_ports`	integer	Nombre de ports d'antenne (1, 2 ou 4)

Synchronisation des Cellules InfluxDB

Les positions des cellules sont synchronisées périodiquement depuis InfluxDB :

Paramètre	Valeur	Description
Intervalle de synchronisation	5 minutes	Période de synchronisation automatique
Délai initial	10 secondes	Délai avant la première synchronisation après le démarrage
Délai d'attente de synchronisation	60 secondes	Temps maximum pour une opération de synchronisation

La synchronisation peut également être déclenchée manuellement via :

- API REST : `POST /api/cells/sync`

- UI LiveView : bouton "Synchroniser depuis InfluxDB" sur la page des Cellules

Importation JSON

Les cellules peuvent être importées depuis un fichier JSON :

```
[
  {
    "cell_id": "001-01-0001-01",
    "latitude": 40.7128,
    "longitude": -74.0060,
    "pci": 100,
    "earfcn": 1300,
    "radius": 500,
    "prs_config": {
      "bandwidth": 50,
      "config_index": 0,
      "num_dl_frames": 1
    }
  }
]
```

Recherche de Cellules Proches

La base de données des cellules prend en charge les requêtes de proximité géographique en utilisant la formule de Haversine pour le calcul de la distance sur le grand cercle. Requête via l'API REST : `GET /api/cells/nearby?lat=X&lon=Y&radius=R` où le rayon est en kilomètres.

Calcul OTDOA

Le calculateur OTDOA convertit les mesures RSTD (Différence de Temps de Signal de Référence) en une position UE en utilisant la multilatération.

Algorithme

1. **RSTD à différence de distance** : `dd = RSTD * Ts * c` où Ts = 1/(15000 * 2048) secondes et c = vitesse de la lumière
2. **Projection des coordonnées** : Les coordonnées lat/lon de la cellule sont projetées dans un système de coordonnées local basé sur les mètres
3. **Moindres carrés itératifs** : Résout les équations de positionnement hyperbolique en utilisant les moindres carrés pondérés avec optimisation basée sur le Jacobien
4. **Convergence** : Itère jusqu'à ce que le changement de position soit inférieur à 1 mètre ou maximum 50 itérations
5. **Estimation d'incertitude** : Calculée à partir de la géométrie de mesure et des différences de distance

Exigences

- Minimum 2 cellules voisines (plus cellule de référence = 3 au total) pour une estimation de position
- 3 voisins ou plus recommandés pour un fix 2D sans ambiguïté
- Toutes les cellules doivent avoir des positions connues dans la base de données des cellules
- Les positions des cellules sont résolues par PCI, ECGI ou cell_id

Référence API REST pour la Localisation

Voir la Référence API REST pour la documentation complète des points de terminaison. Principaux points de terminaison de localisation :

Point de terminaison	Méthode	Description
`/api/location`	POST	Demander une nouvelle localisation d'UE
`/api/location`	GET	Lister les fixes de localisation récents
`/api/location/:imsi`	GET	Dernière localisation connue pour un IMSI
`/api/location/:imsi/history`	GET	Historique de localisation pour un IMSI
`/api/location/:imsi/history/csv`	GET	Export CSV de l'historique de localisation

Dépannage

Aucun Pair SLs Connecté

1. Vérifiez la configuration `:sls` : `local_ip` doit être accessible depuis le réseau MME
2. Assurez-vous que chaque entrée `mme_peers` a la bonne adresse IP et le bon port (9082 par défaut)
3. Recherchez des erreurs de connexion SCTP dans le journal : `SLs : Échec de la connexion au MME`
4. Vérifiez que SCTP n'est pas bloqué par des pare-feu (protocole IP 132)
5. Confirmez que le MME écoute pour LCS-AP sur le port 9082

La Demande de Localisation Retourne "no_mme_host"

L'E-SMLC ne peut pas déterminer à quel MME envoyer les messages LPPA/LPP. Assurez-vous :

1. Qu'au moins une association SCTP SLs est établie
2. Pour les demandes API REST, fournissez le paramètre `mme_host`
3. Vérifiez l'état de connexion SLs sur la page Dashboard

Pas de Réponse LCS-AP du MME

1. Vérifiez que l'association SCTP est dans l'état `:established` sur la vue d'état de connexion
2. Recherchez des échecs de battement de cœur SCTP dans le journal
3. Confirmez que le MME prend en charge LCS-AP (TS 29.171)
4. Vérifiez que l'ID de corrélation est correctement apparié entre la demande et la réponse

Le Positionnement Cell ID Ne Retourne Pas de Coordonnées

La base de données des cellules ne contient pas de cellule correspondante. Actions :

1. Déclenchez une synchronisation InfluxDB : `POST /api/cells/sync`
2. Ajoutez des cellules manuellement via l'API REST ou l'UI LiveView
3. Importez des cellules depuis un fichier JSON

Délai d'OTDOA

L'eNB n'a pas répondu avec des informations OTDOA dans le délai imparti. Causes possibles :

1. L'eNB ne prend pas en charge la procédure d'Information OTDOA LPPA
2. Le PRS n'est pas configuré sur l'eNB

3. Problème de chemin réseau entre MME et eNB

Délai GNSS

L'UE n'a pas rapporté de coordonnées GNSS dans le délai imparti. Causes possibles :

1. L'UE ne prend pas en charge le positionnement GNSS
2. L'UE est à l'intérieur (pas de visibilité satellite)
3. Aucune donnée d'assistance GNSS fournie (le démarrage à froid prend plus de temps)

Références 3GPP

Spécification	Titre
TS 29.171	Protocole d'Application LCS (LCS-AP) entre MME et E-SMLC (interface SLs)
TS 29.172	Protocole EPC LCS entre GMLC et MME (interface Diameter SLg)
TS 36.455	Protocole de Positionnement LTE A (LPPa) entre eNB et E-SMLC
TS 36.355	Protocole de Positionnement LTE (LPP) entre UE et E-SMLC
TS 23.032	Description Universelle de Zone Géographique (encodage GAD)

Référence de l'API REST OmniLCS

L'API REST OmniLCS est servie sur HTTPS sur le port **8443**. L'URL de base est `https://<host>:8443/api`.

La documentation de l'API (Swagger UI) est disponible à `https://<host>:8443/api/docs`. Le schéma OpenAPI se trouve à `https://<host>:8443/api/schema`.

Authentification

L'API n'impose actuellement pas d'authentification. L'accès doit être restreint au niveau du réseau.

Format de réponse

Toutes les réponses utilisent JSON. Les réponses réussies incluent un champ `"status": "ok"`. Les réponses d'erreur incluent `"status": "error"` et un champ `"reason"`.

État du système

GET /api/status

Renvoie la santé du système et l'état opérationnel.

Réponse (200)

```
{
  "status": "ok",
  "version": "1.0.0",
  "name": "OmniLCS",
  "diameter_peers": [
    {
      "host": "dra01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      "realm": "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      "state": "Connected",
      "transport": "sctp"
    }
  ],
  "active_sessions": 2,
  "completed_sessions": 47,
  "cells_loaded": 128,
  "cell_sync": {
    "last_sync": "2025-01-15T10:30:00Z",
    "last_result": "ok (128 cells)",
    "sync_count": 42
  },
  "uptime_seconds": 86400
}
```

Champ	Type	Description
`version`	string	Version de l'application
`name`	string	Nom de l'instance
`diameter_peers`	array	Pairs Diameter connectés avec état
`active_sessions`	integer	Nombre de sessions de localisation en cours
`completed_sessions`	integer	Nombre de sessions de localisation terminées
`cells_loaded`	integer	Nombre de cellules dans la base de données
`cell_sync`	object	État de synchronisation InfluxDB
`uptime_seconds`	integer	Temps de fonctionnement du processus en secondes

Services de localisation

POST /api/location

Un seul appel harmonisé "obtenir la localisation". L'appelant fournit l'IMSI, et éventuellement un `method`/`accuracy` souhaité. OmniLCS décide ensuite *quel rôle et interface LCS 3GPP* utiliser. Il rapporte lequel a répondu dans le champ `source`.

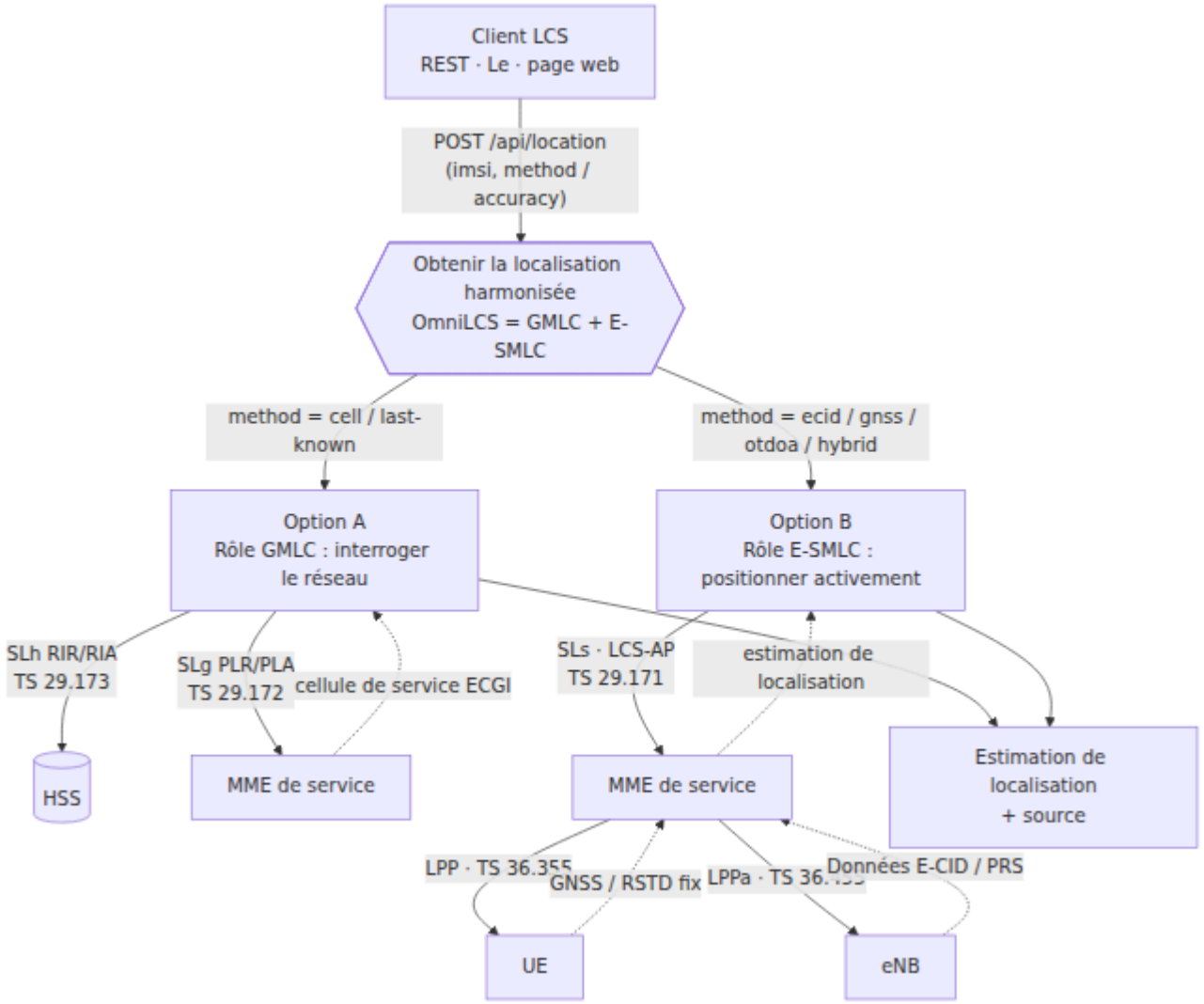
Chaque option est disponible ici

OmniLCS est co-localisé en tant que **GMLC** et **E-SMLC** (les fonctions réseau LCS LTE de TS 23.271) et parle également **MAP/Lg** pour les systèmes 2G/3G

hérités. Ce point de terminaison atteint donc chaque méthode standard pour localiser un abonné :

Option	Rôle 3GPP	Interface(s)	Comment cela localise	Me p
A: interroger le réseau (4G)	GMLC	SLh (TS 29.173) + SLg (TS 29.172)	Pas de positionnement actif. Le MME de service renvoie la cellule de service de l'UE (ECGI) à partir de son contexte.	Local gross rapid toujo dispo UEs i (dern conn
B: positionner activement (4G)	E-SMLC	SLs / LCS-AP (TS 29.171), qui tunnelise LPP (TS 36.355) vers l'UE et LPPa (TS 36.455) vers l'eNB	OmniLCS exécute E-CID / GNSS / OTDOA contre l'UE et radio	Fixati précis lorsq l'UE/r suppo
C: interroger le réseau (2G/3G)	GMLC	MAP / Lg via SS7 (TS 29.002): SRI-for-LCS vers le HLR, puis ProvideSubscriberLocation vers le MSC/SGSN de service	Le MSC/SGSN de service renvoie la cellule de service (Cell-ID / classe TA)	Abon camp GERA

Sélection : pour 4G, le `method`/`accuracy` demandé choisit **A** (`cell`/dernier connu) ou **B** (`ecid`/`gnss`/`otdoa`/`hybride`). Définir `rat` sur `2g`/`3g` choisit **C** indépendamment de la méthode. Dans A/B, le MME de service est toujours dans le chemin (répondeur SLg ou relais SLs) ; dans C, le MSC/SGSN de service l'est. Voir localisation 2G/3G via MAP/Lg.



Voir Méthodes de positionnement pour savoir comment chaque méthode (Cell ID, E-CID, OTDOA, A-GNSS, hybride) est obtenue, leur précision, et la sélection automatique de la précision→méthode.

Corps de la requête

```
{
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "location_type": 1,
  "timeout": 30000,
  "mme_host": "mme01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"
}
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`imsi`	string	Oui	--	IMSI de l'UE à localiser
`method`	string	Non	`cell`	Méthode de positionnement : `cell`, `ecid`, `gnss`, `otdoa`, `hybride`. Les méthodes actives (`ecid`/`gnss`/`otdoa`/`hybride`) pilotent l'E-SMLC via SLs ; `cell` utilise un PLR SLg.
`accuracy`	integer	Non	--	Précision horizontale demandée en mètres. Si définie, sélectionne automatiquement la méthode (plus stricte → GNSS/OTDOA/E-CID) ; pour le chemin cell/dernier connu, elle est également transmise au MME en tant que LCS-QoS.
`location_type`	integer	Non	`1`	SLg-Location-Type (chemin cell/dernier connu) : `0` actuel, `1` actuel ou dernier connu, `2` initial. Le `1` par défaut renvoie la dernière cellule de service connue pour les UEs inactifs plutôt que d'échouer une demande de localisation actuelle.
`mme_host`	string	Non	--	Destination-Host (MME de service). Si omis, il est résolu via une demande SLh

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				`LCS-Routing-Info-Request` vers le HSS.
`rat`	string	Non	`4g`	Technologie d'accès radio. Le routage `2g`/`3g` via MAP/Lg (Option C) vers le MSC/SGSN de service ; `4g` utilise SLg/SLs (Options A/B) comme sélectionné par `method`.
`node_gt`	string	Non	--	2G/3G uniquement : titre global du MSC/SGSN de service. S'il est omis, il est résolu via un envoi MAP SendRoutingInfoForLCS vers le HLR.
`timeout`	integer	Non	`30000`	Délai d'attente en millisecondes

> La méthode demandée (`method` ou `accuracy`) sélectionne *comment* OmniLCS positionne l'UE : les méthodes actives exécutent l'E-SMLC OmniLCS (LPP/LPPa via SLs), tandis que `cell`/dernier connu interroge le MME de service via SLg. Sur le chemin SLg, le MME décide finalement ce qu'il peut renvoyer (typiquement la cellule de service ECGI).

Réponse (200)

```json
{
  "status": "ok",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "source": "slg",
  "latitude": 40.7128,
  "longitude": -74.0060,
  "altitude": null,
  "uncertainty": 10.5,
  "confidence": null,
  "cell_id": 43559,
  "plmn": {"mcc": "001", "mnc": "01"},
  "ecgi": "00F1100000AA27",
  "serving_node": {"name": "mme01...", "realm": "epc..."},
  "duration_ms": 5230,
  "timestamp": "2025-01-15T10:30:00Z"
}
```

La réponse **fusionne chaque champ que le positionneur a renvoyé** avec l'enveloppe de la requête, donc l'ensemble exact varie selon le chemin. `latitude`/`longitude` sont décodés à partir de l'estimation de localisation GAD ; `source` est `"slg"` pour les résultats du MME de service via SLg, ou la méthode de positionnement (`gnss`, `ecid`, ...) pour les fixes E-SMLC actifs. Les fixes Cell/SLg incluent également l'ECGI décodé (`cell_id` + `plmn`) en plus de l'`ecgi` brut. Les AVPs binaires (ECGI brut, estimation GAD, nœud de service) sont encodés en hexadécimal.

Champ	Type	Description
`imsi`	string	Identifiant de l'UE
`method`	string	Méthode demandée
`source`	string	Source de positionnement réelle (`slg`, `gnss`, `ecid`, ...)
`latitude`	float/null	Latitude en degrés décimaux
`longitude`	float/null	Longitude en degrés décimaux
`altitude`	float/null	Altitude en mètres (si disponible)
`uncertainty`	float/null	Incertitude de position horizontal
`uncertainty_altitude`	float/null	Incertitude verticale en mètres (l est présente)
`confidence`	integer/null	Pourcentage de confiance
`shape`	string/null	Forme GAD de l'estimation (par e `ellipsoid_point_with_uncertai`
`cell_id`	integer/null	ID de cellule E-UTRAN décodé (ch cell/SLg)
`plmn`	object/null	PLMN de service décodé `{mcc, m` cell/SLg)
`ecgi`	string/null	ECGI brut de 7 octets, hex (chem
`serving_node`	object/null	Identité du MME de service (Nom
`age_of_location_estimate`	integer/null	Âge de l'estimation en minutes (l est présente)

Champ	Type	Description
`accuracy_fulfilment`	string/null	Indique si la précision demandée respectée
`ecid_measurements`	object/null	Mesures radio E-CID (méthode `e`
`duration_ms`	integer	Temps pris en millisecondes
`timestamp`	string	Horodatage ISO 8601

Réponses d'erreur

Statut	Raison	Description
400	`"imsi is required"`	Paramètre IMSI manquant
404	`"User not found"`	IMSI inconnu
404	`"User not connected"`	UE non attaché au réseau
422	`"No MME host available for this subscriber"`	Pas de MME pour acheminer la demande
504	`"Positioning timed out"`	La méthode de positionnement n'a pas été complétée à temps
500	(varie)	Erreur interne

Exemples

Option A : localisation grossière via le rôle GMLC (SLh + SLg). Une demande pour `cell` (ou toute demande dernier connu) résout le MME de service et renvoie sa cellule de service :

```
curl -sk -X POST https://localhost:8443/api/location \
  -H "Content-Type: application/json" \
  -d '{"imsi": "001010000000001", "method": "cell"}'
```


```
{
  "status": "ok",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "source": "slg",
  "latitude": -37.8183,
  "longitude": 144.9671,
  "altitude": null,
  "uncertainty": 1273.5,
  "confidence": null,
  "cell_id": 43559,
  "plmn": {"mcc": "001", "mnc": "01"},
  "ecgi": "00F1100000AA27",
  "serving_node": {"name":
"mme01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org", "realm":
"epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"},
  "duration_ms": 412,
  "timestamp": "2026-06-22T01:14:55.218000Z"
}
```


Option B : localisation précise via le rôle E-SMLC (SLs / LPP). Une demande pour `gnss` (ou une valeur `accuracy` stricte) entraîne une fixation active. Le champ `source` reflète la méthode qui a répondu :

```
curl -sk -X POST https://localhost:8443/api/location \
  -H "Content-Type: application/json" \
  -d '{"imsi": "001010000000001", "method": "gnss", "timeout":
30000}'
```

```
{
  "status": "ok",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "gnss",
  "source": "gnss",
  "latitude": -37.8200,
  "longitude": 144.9834,
  "altitude": 558,
  "uncertainty": 9.5,
  "uncertainty_altitude": 1.1,
  "confidence": 90,
  "shape":
"ellipsoid_point_with_altitude_and_uncertainty_ellipsoid",
  "duration_ms": 10077,
  "timestamp": "2026-06-22T01:18:02.640000Z"
}
```

Équivalemment, `-d '{"imsi": "001010000000001", "accuracy": 20}'` sélectionne automatiquement A-GNSS (≤ 50 m → A-GNSS) et renvoie la même forme de réponse.

GET /api/location

Lister les fixes de localisation récents terminés.

Paramètres de requête

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`limit`	integer	`50`	Nombre maximum de résultats

Réponse (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": [
    {
      "imsi": "001010000000001",
      "method": "gnss",
      "state": "completed",
      "latitude": 40.7128,
      "longitude": -74.0060,
      "uncertainty": 10.5,
      "source": "gnss",
      "created_at": "2025-01-15T10:29:55Z",
      "completed_at": "2025-01-15T10:30:00Z"
    }
  ],
  "count": 1
}
```

GET /api/location/:imsi

Obtenir la dernière localisation connue pour un UE par IMSI.

Paramètres de chemin

Paramètre	Type	Description
`imsi`	string	IMSI de l'UE

Réponse (200)

```
{
  "status": "ok",
  "imsi": "001010000000001",
  "latitude": 40.7128,
  "longitude": -74.0060,
  "altitude": null,
  "uncertainty": 10.5,
  "confidence": null,
  "source": "gnss",
  "timestamp": "2025-01-15T10:30:00Z"
}
```

Réponses d'erreur

Statut	Raison
404	`"No location found for IMSI"`
404	`"No completed location for IMSI"`

GET /api/location/:imsi/history

Obtenir l'historique des fixes de localisation pour un IMSI.

Paramètres de chemin

Paramètre	Type	Description
`imsi`	string	IMSI de l'UE

Paramètres de requête

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`from`	string	--	Début de la plage horaire (ISO 8601 ou date)
`to`	string	--	Fin de la plage horaire (ISO 8601 ou date)
`limit`	integer	`100`	Nombre maximum de résultats

Réponse (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": [
    {
      "timestamp": "2025-01-15T10:30:00Z",
      "imsi": "001010000000001",
      "method": "gnss",
      "latitude": 40.7128,
      "longitude": -74.0060,
      "altitude": null,
      "uncertainty": 10.5,
      "confidence": null,
      "source": "gnss",
      "duration_ms": 5230
    }
  ],
  "count": 1
}
```

GET /api/location/:imsi/history/csv

Exporter l'historique de localisation pour un IMSI sous forme de fichier CSV.

Paramètres de chemin

Paramètre	Type	Description
`imsi`	string	IMSI de l'UE

Paramètres de requête

Identiques à `/api/location/:imsi/history`.

Réponse (200)

Renvoie un fichier CSV à télécharger avec les en-têtes :

```
timestamp,imsi,method,latitude,longitude,altitude,uncertainty,confide
```

Content-Type: `text/csv` Content-Disposition: `attachment; filename="location_history_<imsi>_<date>.csv"`

Base de données des cellules

GET /api/cells

Lister toutes les cellules dans la base de données.

Réponse (200)

```json
{
  "status": "ok",
  "data": [
    {
      "cell_id": "001-01-0001-01",
      "latitude": 40.7128,
      "longitude": -74.0060,
      "pci": 100,
      "earfcn": 1300,
      "radius": 500,
      "azimuth": null,
      "height": null,
      "prs_config": null,
      "updated_at": "2025-01-15T10:00:00Z"
    }
  ],
  "count": 1
}
```

GET /api/cells/:id

Obtenir une cellule unique par cell_id.

Paramètres de chemin

Paramètre	Type	Description
`id`	string	Identifiant de la cellule

Réponse (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "cell_id": "001-01-0001-01",
    "latitude": 40.7128,
    "longitude": -74.0060,
    "pci": 100,
    "earfcn": 1300,
    "radius": 500,
    "azimuth": null,
    "height": null,
    "prs_config": {
      "bandwidth": 50,
      "config_index": 0,
      "num_dl_frames": 1,
      "cp_length": null,
      "num_antenna_ports": null
    },
    "updated_at": "2025-01-15T10:00:00Z"
  }
}
```

Réponse d'erreur

Statut	Raison
404	`"Cell not found: <id>"`

POST /api/cells

Créer une nouvelle cellule.

Corps de la requête

```json
{
  "cell_id": "001-01-0001-01",
  "latitude": 40.7128,
  "longitude": -74.0060,
  "pci": 100,
  "earfcn": 1300,
  "radius": 500,
  "azimuth": 120.0,
  "height": 30.0,
  "prs_config": {
    "bandwidth": 50,
    "config_index": 0,
    "num_dl_frames": 1,
    "cp_length": "normal",
    "num_antenna_ports": 2
  }
}
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`cell_id`	string	Oui	--	Identifiant unique de la cellule
`latitude`	float	Oui	--	Latitude de la cellule (-90 à 90)
`longitude`	float	Oui	--	Longitude de la cellule (-180 à 180)
`pci`	integer	Non	--	Identité de cellule physique (0-503)
`earfcn`	integer	Non	--	Numéro de canal radio absolu E-UTRA
`radius`	integer	Non	`1000`	Rayon de couverture en mètres
`azimuth`	float	Non	--	Azimut de l'antenne en degrés
`height`	float	Non	--	Hauteur de l'antenne en mètres
`prs_config`	object	Non	--	Configuration PRS pour OTDOA
`tac`	integer	Non	--	Code de zone de suivi (utilisé pour le ciblage d'alerte CAP 4G)
`lac`	integer	Non	--	Code de zone de localisation (utilisé pour le ciblage d'alerte CAP 2G et 3G)

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`rat`	string	Non	--	Technologie d'accès radio : `"4g"`, `"3g"` ou `"2g"`

Réponse (201)

Renvoie la cellule créée dans le même format que `GET /api/cells/:id`.

Réponses d'erreur

Statut	Raison
400	`"cell_id is required"`
400	`"latitude and longitude are required"`

PUT /api/cells/:id

Mettre à jour une cellule existante. Seuls les champs fournis sont mis à jour.

Paramètres de chemin

Paramètre	Type	Description
`id`	string	Identifiant de la cellule

Corps de la requête

Tous les champs de cellule à mettre à jour (même que POST, mais tous les champs sont optionnels).

Réponse (200)

Renvoie la cellule mise à jour.

Réponse d'erreur

Statut	Raison
404	`"Cell not found: <id>"`

DELETE /api/cells/:id

Supprimer une cellule de la base de données.

Paramètres de chemin

Paramètre	Type	Description
`id`	string	Identifiant de la cellule

Réponse (204)

Corps vide en cas de succès.

Réponse d'erreur

Statut	Raison
404	`"Cell not found: <id>"`

GET /api/cells/nearby

Trouver des cellules près d'un point géographique.

Paramètres de requête

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`lat`	float	Oui	--	Latitude du centre de recherche
`lon`	float	Oui	--	Longitude du centre de recherche
`radius`	float	Non	`10`	Rayon de recherche en **kilomètres**

Réponse (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": [
    {
      "cell_id": "001-01-0001-01",
      "latitude": 40.7128,
      "longitude": -74.0060,
      "pci": 100,
      "earfcn": 1300,
      "distance_km": 0.523
    }
  ],
  "count": 1
}
```

Les résultats sont triés par distance (le plus proche en premier). Chaque entrée inclut un champ `distance_km`.

Réponse d'erreur

Statut	Raison
400	`"lat and lon query parameters are required"`

POST /api/cells/sync

Déclencher une synchronisation immédiate des cellules InfluxDB.

Corps de la requête

Aucun requis.

Réponse (200)

```
{
  "status": "ok",
  "cells_synced": 128
}
```

Réponses d'erreur

Statut	Raison
500	`"Sync failed: <reason>"`
503	`"Cell sync service unavailable"`

Localisation différée (GMLC)

Gérer les sessions de localisation périodiques et déclenchées par géo-clôture. Voir le guide GMLC & Le Interface pour tous les détails sur les types de session et l'intégration Diameter.

GET /api/deferred_location

Lister toutes les sessions de localisation différées actives.

Réponse (200):

```
{
  "status": "ok",
  "count": 1,
  "data": [
    {
      "session_id": "a1b2c3d4-e5f6-...",
      "type": "periodic",
      "imsi": "001010000000001",
      "method": "cell",
      "client_name": "rest-api",
      "status": "active",
      "interval_ms": 60000,
      "remaining_reports": 7,
      "total_reports": 10,
      "started_at": "2026-04-09T10:00:00Z",
      "last_fix_at": "2026-04-09T10:03:00Z"
    }
  ]
}
```

POST /api/deferred_location

Créer une nouvelle session de localisation différée.

Corps de la requête pour une session périodique :

```
{
  "type": "periodic",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "interval_seconds": 60,
  "count": 10
}
```

Champ	Type	Requis	Description
`type`	string	Oui	`"periodic"`
`imsi`	string	Oui	IMSI de l'abonné
`method`	string	Non	Méthode de positionnement : `cell`, `ecid`, `gnss`, `otdoa`. Par défaut : `cell`
`interval_seconds`	integer	Oui	Secondes entre les fixes
`count`	integer	Oui	Nombre total de fixes à effectuer

Corps de la requête pour une session déclenchée :

```
{
  "type": "triggered",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "event_type": "entering",
  "poll_interval_seconds": 30,
  "max_reports": 0,
  "areas": [
    {
      "type": "circle",
      "center": {"lat": -33.8688, "lon": 151.2093},
      "radius_meters": 500
    }
  ]
}
```

Champ	Type	Requis	Description
`type`	string	Oui	`"triggered"`
`imsi`	string	Oui	IMSI de l'abonné
`method`	string	Non	Méthode de positionnement. Par défaut : `cell`
`event_type`	string	Oui	`"entering"`, `"leaving"` ou `"being_inside"`
`poll_interval_seconds`	integer	Non	Secondes entre les sondages de position. Par défaut : 30
`max_reports`	integer	Non	Nombre maximum de rapports déclenchés. `0` = illimité
`areas`	array	Oui	Liste des définitions de zone (cercle ou polygone)

Réponse (201):

```
{"status": "ok", "message": "Periodic session created"}
```

GET /api/deferred_location/:session_id

Obtenir l'état d'une session différée.

Réponse (200):

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "session_id": "a1b2c3d4-...",
    "type": "periodic",
    "imsi": "001010000000001",
    "status": "active",
    "remaining_reports": 7,
    "total_reports": 10
  }
}
```

DELETE /api/deferred_location/:session_id

Annuler une session différée active.

Réponse (200):

```
{"status": "ok", "message": "Session cancelled"}
```

Statut	Erreur
400	Paramètres manquants ou invalides
404	Session non trouvée

Alertes CAP

POST /api/cap

Soumettre une alerte CAP XML pour traitement. L'alerte est analysée, les zones d'avertissement polygonales sont résolues en TACs/LACs via la base de données des cellules, et l'alerte est soit mise en file d'attente pour approbation, soit diffusée automatiquement en fonction de la configuration.

Corps de la requête

```
{
  "xml": "<alert
xmlns=\"urn:oasis:names:tc:emergency:cap:1.2\">...</alert>"
}
```

Paramètre	Type	Requis	Description
`xml`	string	Oui	Document XML complet d'alerte CAP v1.2

Réponse (201)

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "id": "a1b2c3d4-e5f6-...",
    "status": "pending",
    "source": "http_post",
    "received_at": "2025-01-15T10:30:00Z",
    "matched_cells": 42,
    "tacs": [100, 101],
    "lacs": [5001],
    "mcc": "001",
    "mnc": "01",
    "broadcast_params": {
      "message_id": 4370,
      "repetition_period": 30,
      "num_broadcasts": 10,
      "message_text": "Alerte Tornade...",
      "event": "Alerte Tornade",
      "severity": "Extrême",
      "urgency": "Immédiate"
    }
  }
}
```

Le champ `status` est `"pending"` lorsque `require_approval` est `true`, ou `"sent"` lorsqu'il est auto-approuvé.

Réponses d'erreur

Statut	Raison
400	`"xml field is required"`
422	Détails de l'erreur d'analyse

GET /api/cap

Lister toutes les alertes dans tous les états (en attente, actives, historique).

Réponse (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "pending": [...],
    "active": [...],
    "history": [...]
  }
}
```

GET /api/cap/:id

Obtenir une alerte unique par ID.

Paramètres de chemin

Paramètre	Type	Description
`id`	string	UUID de l'alerte

Réponse (200)

Renvoie l'objet d'alerte.

Réponse d'erreur

Statut	Raison
404	`"Alert not found: <id>"`

PUT /api/cap/:id

Approuver ou rejeter une alerte en attente.

Corps de la requête

```
{
  "action": "approve",
  "operator": "operator1"
}
```

Paramètre	Type	Requis	Description
`action`	string	Oui	`"approve"` ou `"reject"`
`operator`	string	Non	Nom de l'opérateur pour la traçabilité (par défaut à `"unknown"`)

Réponse (200)

Renvoie l'objet d'alerte mis à jour.

Réponses d'erreur

Statut	Raison
400	`"action must be 'approve' or 'reject'"`
404	`"Alert not found: <id>"`

Format de réponse d'erreur

Toutes les réponses d'erreur suivent cette structure :

```
{
  "status": "error",
  "reason": "Description d'erreur lisible par l'homme"
}
```

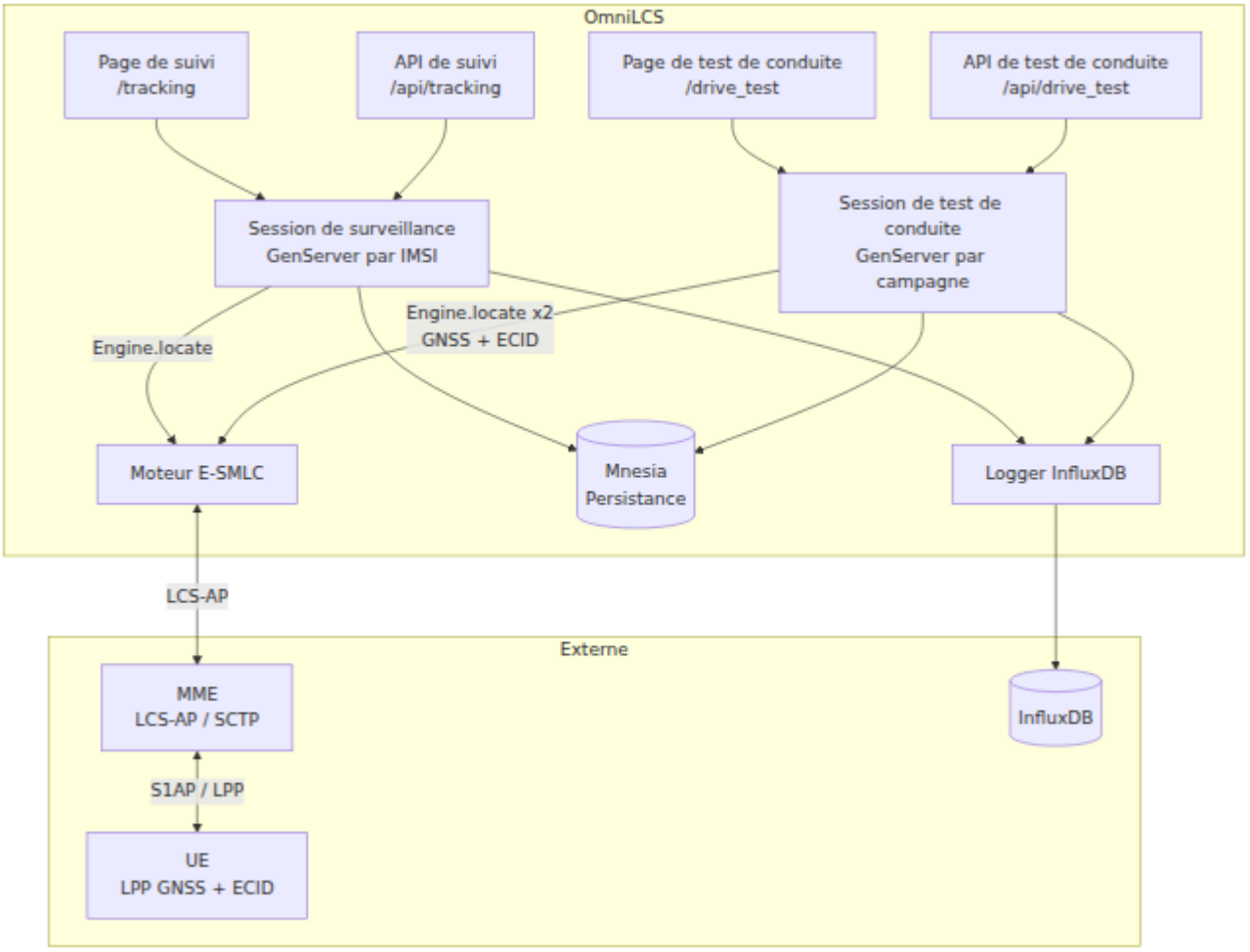
Codes de statut HTTP courants :

Code	Signification
200	Succès
201	Créé (création de cellule)
204	Pas de contenu (suppression de cellule)
400	Mauvaise demande (paramètres manquants ou invalides)
404	Non trouvé (ressource inconnue)
422	Entité non traitable (demande valide mais ne peut pas être satisfaite)
500	Erreur interne du serveur
503	Service indisponible
504	Délai d'attente de la passerelle (délai de positionnement)

Suivi des abonnés et test de conduite virtuel

OmniLCS fournit deux fonctionnalités de surveillance de localisation périodique : **Suivi des abonnés** pour la surveillance continue d'un seul UE, et **Test de conduite virtuel** pour des campagnes multi-UE avec des mesures de positionnement GPS combinées et de qualité de signal.

Architecture



Suivi des abonnés

Le suivi des abonnés localise périodiquement un seul UE en utilisant une méthode de positionnement sélectionnée. Les résultats sont conservés dans Mnesia et disponibles via l'interface web et l'API REST.

Interface Web

Naviguez vers **Suivi des abonnés** dans la barre latérale. Entrez un IMSI, un intervalle de sondage (minimum 5 secondes), et sélectionnez une méthode de positionnement (Cellule, E-CID, GNSS, OTDOA). Cliquez sur **Commencer la surveillance**.

Les surveillances actives sont affichées dans un tableau montrant l'IMSI, la méthode, l'intervalle, le nombre de fixes, l'état de l'appareil (En ligne/Hors ligne/Erreur), l'heure du dernier fix et le dernier résultat. Cliquez sur une ligne pour voir l'historique des fixes. Utilisez les boutons **Exporter CSV** ou **Exporter KML** pour télécharger les données.

API REST

Méthode	Chemin	Description
`GET`	`/api/tracking`	Lister les sessions de suivi actives
`POST`	`/api/tracking`	Démarrer le suivi. Corps : `{"imsi": "...", "method": "gnss", "interval": 30}`
`GET`	`/api/tracking/:imsi`	Obtenir l'historique de suivi pour un IMSI
`DELETE`	`/api/tracking/:imsi`	Arrêter le suivi d'un IMSI
`GET`	`/api/tracking/:imsi/export/csv`	Télécharger l'export CSV
`GET`	`/api/tracking/:imsi/export/kml`	Télécharger l'export KML

État de l'appareil

La session de suivi gère les transitions en ligne/hors ligne de l'appareil :

État	Condition	Comportement
En ligne	`Engine.locate` réussit	Fixe stocké avec les coordonnées
Hors ligne	Pas de MME connecté ou UE inaccessible	Erreur enregistrée, la session continue de sonder
Erreur	Localisation échouée pour d'autres raisons	Erreur enregistrée, la session continue de sonder

La session ne s'arrête jamais en cas d'erreurs. Elle continue de sonder à l'intervalle configuré jusqu'à ce qu'elle soit explicitement annulée.

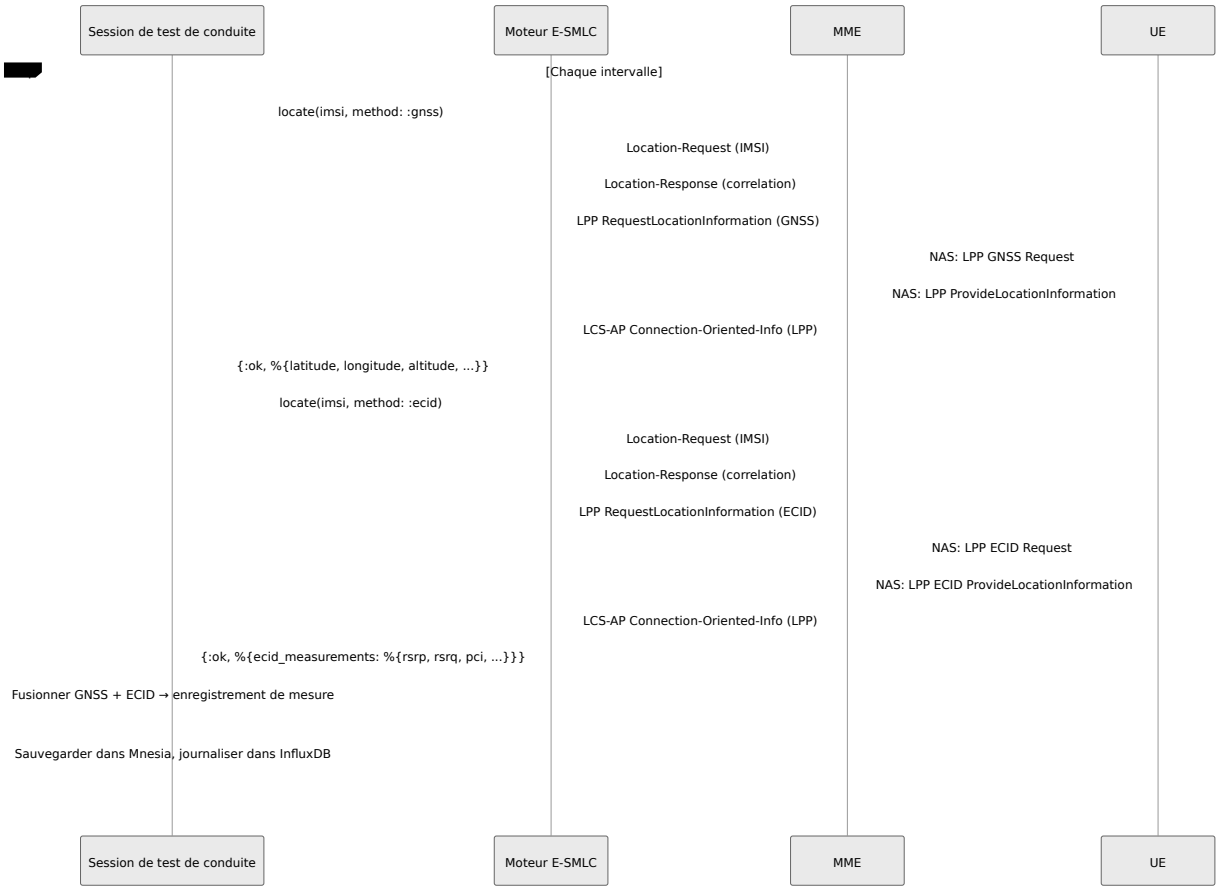
Test de conduite virtuel

Le test de conduite virtuel exécute des campagnes multi-IMSI qui combinent **positionnement GNSS** (pour les coordonnées GPS) avec **mesures E-CID** (pour RSRP, RSRQ, cellule de service, PCI, EARFCN). C'est l'équivalent de la mesure de qualité du signal d'un test de conduite physique.

Comment ça fonctionne

À chaque intervalle, la campagne :

1. Pour chaque IMSI dans la campagne (jusqu'à 4 simultanés) :
    - Envoie une **demande GNSS LPP** à l'UE via le MME pour les coordonnées GPS
    - Envoie une **demande E-CID LPP** à l'UE pour les mesures de signal
    - Fusionne les résultats en un seul enregistrement de mesure
2. Stocke chaque mesure dans Mnesia
3. Journalise dans InfluxDB (si configuré)
4. Diffuse les résultats à l'interface web via PubSub



Interface Web

Naviguez vers **Test de conduite virtuel** dans la barre latérale.

1. Entrez un **Nom de campagne** (par exemple, "Test de couverture CBD")
2. Entrez les **IMSIs** (un par ligne ou séparés par des virgules)
3. Définissez l'**Intervalle** (minimum 10 secondes)
4. Cliquez sur **Démarrer la campagne**

Le tableau des campagnes montre le nom, le nombre d'UE, l'intervalle, le nombre de ticks et l'heure du dernier tick. Cliquez sur une ligne de campagne pour voir les mesures. Le tableau des mesures montre les données par fix :

Colonne	Description
Heure	Horodatage du fix
IMSI	UE cible
Lat/Lon	Coordonnées GPS provenant du GNSS
PCI	ID de cellule physique provenant de l'E-CID
RSRP	Puissance du signal de référence reçue (rapportée par l'UE)
RSRQ	Qualité du signal de référence reçue (rapportée par l'UE)
GNSS	Statut GNSS (ok/erreur)
ECID	Statut E-CID (ok/erreur)

Les valeurs RSRP sont codées par couleur : vert (fort), jaune (moyen), rouge (faible).

API REST

Méthode	Chemin	Description
`GET`	`/api/drive_test`	Lister les campagnes actives
`POST`	`/api/drive_test`	Démarrer la campagne. Corps : `{"name": "...", "imsis": ["..."], "interval": 30}`
`GET`	`/api/drive_test/:id`	Obtenir les mesures de campagne. Requête : `?limit=200&imsi=filter`
`DELETE`	`/api/drive_test/:id`	Arrêter une campagne
`GET`	`/api/drive_test/:id/export/csv`	Télécharger CSV avec toutes les mesures
`GET`	`/api/drive_test/:id/export/kml`	Télécharger KML avec codage couleur de qualité de signal

Exemple d'utilisation de l'API

Démarrer une campagne :

```
curl -sk -X POST https://omnilcs:8445/api/drive_test \
  -H "Content-Type: application/json" \
  -d '{
    "name": "Test de couverture CBD",
    "imsis": ["001010000000001", "001010000000002"],
    "interval": 30
  }'
```

Obtenir des mesures :

```
curl -sk https://omnilcs:8445/api/drive_test/<campaign_id>?
limit=100
```

Exporter KML :

```
curl -sk
https://omnilcs:8445/api/drive_test/<campaign_id>/export/kml -o
coverage.kml
```

Mesures E-CID

La méthode E-CID demande RSRP, RSRQ et la différence de temps Rx/Tx de l'UE directement à partir de l'UE via LPP (3GPP TS 36.355). Cette approche fonctionne indépendamment du support LPPa de l'eNB puisque l'UE effectue les mesures localement.

Champs de mesure

Champ	Description	Source
`rsrp`	Puissance du signal de référence reçue	Mesure de l'UE (valeur mappée, ~-44 à -140 dBm)
`rsrq`	Qualité du signal de référence reçue	Mesure de l'UE (valeur mappée, ~-3 à -19.5 dB)
`pci`	ID de cellule physique	Identifiant de la cellule de service
`earfcn`	Numéro de canal radio de fréquence absolue E-UTRAN	Fréquence de la cellule de service
`cell_global_id`	Identité globale de la cellule (PLMN + ID de cellule)	Cellule de service
`ue_rx_tx_time_diff`	Différence de temps Rx-Tx de l'UE	Estimation du délai de propagation

Exemple de réponse API

```
{
  "status": "ok",
  "method": "ecid",
  "imsi": "001010000000001",
  "ecid_measurements": {
    "measurements": [
      {
        "pci": 373,
        "earfcn": 1825,
        "cell_global_id": {
          "cell_id": 4000,
          "plmn": {"mcc": "001", "mnc": "01"}
        },
        "rsrp": 40,
        "rsrq": 25,
        "ue_rx_tx_time_diff": 19
      }
    ]
  }
}
```

Formats d'exportation

CSV

Valeurs séparées par des virgules avec une ligne d'en-tête. Inclut toutes les colonnes de mesure : IMSI, horodatage, coordonnées, mesures de signal et champs d'état. Convient pour l'importation dans des outils tableurs ou des scripts d'analyse.

KML

Compatible avec Google Earth / Google Maps. Chaque fix devient un repère avec :

- Coordonnées (lat/lon/alt)

- Horodatage
- Description avec IMSI, RSRP, RSRQ, PCI
- Icônes codées par couleur selon la force du signal RSRP (vert/jaune/rouge)
- Ligne de suivi par IMSI connectant tous les fixes

Ouvrez dans Google Earth, Google Maps, QGIS ou tout outil SIG compatible KML.

Intégration InfluxDB

Le suivi des abonnés et le test de conduite virtuel enregistrent les mesures dans InfluxDB lorsque la connexion InfluxDB est configurée dans `runtime.exs`.

Mesures écrites

Mesure InfluxDB	Source	Champs
`subscriber_tracking`	Sessions de suivi	latitude, longitude, altitude, device_status
`drive_test`	Campagnes de test de conduite	latitude, longitude, altitude, rsrp, rsrq, serving_pci, uncertainty

Tags

Tag	Description
`imsi`	IMSI de l'UE cible
`method`	Méthode de positionnement utilisée
`campaign_id`	Identifiant de la campagne de test de conduite (test de conduite uniquement)

Persistance

Toutes les données de suivi et de test de conduite sont stockées dans des tables `disc_copies` de Mnesia, survivant aux redémarrages de l'application.

Table Mnesia	Clé	Contenu
`:mnesia_tracking_history`	`{imsi, monotonic_time}`	Fixes de suivi individuels
`:mnesia_tracking_config`	`imsi`	Configuration de session de suivi active
`:mnesia_drive_test_measurements`	`{campaign_id, imsi, monotonic_time}`	Mesures de test de conduite
`:mnesia_drive_test_config`	`campaign_id`	Configuration de campagne active

L'historique est automatiquement réduit à 1 000 entrées par IMSI (suivi) ou 10 000 entrées par campagne (test de conduite).

Guide de l'Interface Web OmniLCS

Le Panneau de Contrôle OmniLCS est une interface web en temps réel servie sur HTTPS sur le port **443**. Il est construit avec Phoenix LiveView, fournissant des vues mises à jour en direct sans rechargement de page. Toutes les pages se rafraîchissent automatiquement toutes les 2-3 secondes.

Vue d'ensemble des Pages

La barre de navigation présente les pages dans cet ordre :

Page	Chemin	Description
Tableau de bord	`/dashboard`	Vue d'ensemble du système avec des indicateurs clés
Localisation	`/location`	Interface de test des services de localisation
Interface SLs	`/sls`	Surveillance de l'interface SLs (LCS-AP)
Bases de données de cellules	`/cells`	Gestion et importation de bases de données de cellules
Carte des cellules	`/map`	Carte interactive des cellules avec sélection de zone pour les diffusions
Diamètre	`/diameter`	Surveillance des pairs Diamètre
GMLC / Le	`/gmlc`	Surveillance de l'interface GMLC Le, gestion des sessions différées
Envoyer une diffusion	`/send_broadcast`	Composition de diffusion unifiée à travers 2G/3G/4G
Diffusions Actives	`/broadcasts`	Surveiller et arrêter les diffusions actives
CBC 2G	`/cbc`	Surveillance du CBSP 2G
CBC 3G	`/cbc3g`	Surveillance du SABP 3G
CBC 4G	`/cbc4g`	Compositeur et surveillance de diffusion SBC-AP 4G

Page	Chemin	Description
Alertes CAP	`/cap`	Ingestion, approbation et surveillance des alertes CAP
Application	`/application`	Visualiseur de ressources d'application OTP (intégré)
Configuration	`/configuration`	Visualiseur de configuration d'exécution (intégré)
Journal	`/log`	Visualiseur de journal en temps réel (intégré)

Tableau de bord

Chemin: `/dashboard`
Rafraîchissement: Toutes les 2 secondes

Le tableau de bord fournit une vue d'ensemble opérationnelle de haut niveau de l'ensemble du système OmniLCS.

Cartes Statistiques

Quatre cartes de résumé en haut :

Carte	Description
Sessions Actives	Nombre de sessions de localisation en cours
Total des Requêtes	Total des requêtes de localisation traitées depuis le démarrage
Taux de Réussite	Pourcentage de requêtes complètes par rapport au total des requêtes
Temps de Réponse Moyen	Durée de positionnement moyenne en millisecondes

Requêtes de Localisation Récentes

Un tableau montrant les 20 sessions de localisation les plus récentes avec des colonnes :

Colonne	Description
IMSI	Identifiant UE
Méthode	Méthode de positionnement (Cellule, E-CID, GNSS, OTDOA, Hybride)
MME	Hôte MME qui a initié la requête
Temps	Horodatage de la requête (HH:MM:SS)
Statut	Badge codé par couleur (Actif, Complété, Erreur, Délai d'attente)

Pairs Connectés

Liste des SLs (LCS-AP) et des pairs Diamètre dans l'état "Connecté", montrant :

- Nom d'hôte du pair
- Type d'interface (SLs ou Diamètre)

État du Système

Lumières indicatrices pour la santé des sous-systèmes :

Indicateur	Vert	Jaune	Rouge
Interface SLs (LCS-AP)	Au moins 1 association SCTP MME établie	--	Pas de connexions MME
Service Diamètre	Au moins 1 pair connecté	--	Pas de pairs connectés
Base de données de cellules	Cellules chargées	0 cellules	--

Localisation

Chemin: `/location`
Rafraîchissement: Toutes les 2 secondes

Interface de test interactive des services de localisation pour demander manuellement des positions UE.

Sélecteur de Méthode

Boutons à bascule pour sélectionner la méthode de positionnement :

Méthode	Description
Cellule	Basé sur l'ID de cellule, le plus rapide, précision la plus grossière
E-CID	ID de cellule amélioré utilisant des mesures eNB via LPPa
GNSS	GPS/GNSS via LPP, précision la plus élevée
OTDOA	Multilatération à partir de mesures PRS
Hybride	Méthodes combinées avec secours

Chaque méthode affiche un panneau de description expliquant son fonctionnement.

Formulaire de Demande

- **Saisie IMSI**: Entrez l'IMSI de l'UE à localiser (par exemple, `999990000000001`)
- **Bouton Demander Localisation**: Envoie la demande de localisation de manière asynchrone

Les demandes s'exécutent en tant que tâches d'arrière-plan. Un indicateur tournant s'affiche pendant que la demande est en cours.

Comptes de Sessions

Badges de résumé montrant :

- Total des sessions
- Sessions actives
- Sessions complètes
- Compte d'erreurs
- Résultats reçus

Tableau d'Historique des Sessions

Toutes les sessions triées par heure de création (les plus récentes en premier) :

Colonne	Description
IMSI	Identifiant UE
Méthode	Méthode de positionnement
MME	Hôte MME cible
Temps	Heure de création de la session
Durée	Temps pour compléter (ms ou secondes)
Statut	Actif, Complété, Erreur, Délai d'attente

Les sessions complètes s'étendent pour montrer :

- **Coordonnées**: Latitude et longitude
- **Incertitude**: Incertitude de position en mètres
- **Confiance**: Pourcentage de confiance
- **Source**: Source de positionnement réelle utilisée
- **Carte**: OpenStreetMap intégré montrant la position

Les sessions avec erreur s'étendent pour montrer la raison de l'erreur.

Notifications

Des notifications toast apparaissent pour :

- Demande initiée (info)
- Localisation récupérée (succès, avec coordonnées)
- Échec de la localisation (erreur, avec raison)

Les notifications se ferment automatiquement après 5 secondes.

Interface SLs

Chemin: `/sls`
Rafraîchissement: Toutes les 2 secondes

Surveille l'interface SLs (LCS-AP) entre l'E-SMLC et les MME connectés. Montre l'état d'association SCTP et les pairs MME connectés.

État de l'Interface

Affiche l'état de l'interface du Protocole d'Application LCS (LCS-AP) :

- Référence du protocole (3GPP TS 29.171)
- Configuration d'écoute (PPID 29, port 9082)
- Nombre de pairs MME connectés
- Indicateur vert/rouge

Statistiques

Carte	Description
MMEs Connectés	Nombre d'associations SCTP actives avec les MMEs
Total des Associations	Nombre total d'associations SCTP

Panneau des Pairs MME

Liste des associations SCTP MME connectées montrant le nom d'hôte du pair et l'état de connexion.

Base de Données de Cellules

Chemin: `/cells`
Rafraîchissement: Toutes les 2 secondes

Gère la base de données de position des cellules utilisée pour le positionnement par ID de cellule et les calculs OTDOA. Toutes les données de cellules sont persistées dans Mnesia et survivent aux redémarrages de l'application.

Contrôles d'En-tête

Contrôle	Description
Compte de cellules	Nombre total de cellules dans la base de données
Dernière synchronisation	Horodatage et résultat de la dernière synchronisation InfluxDB
Synchroniser depuis InfluxDB	Déclencher une synchronisation immédiate des cellules InfluxDB
Vue Carte / Vue Tableau	Basculer entre l'affichage en tableau et en carte
Importer des Cellules	Ouvrir une modal d'importation spécifique au fournisseur
Ajouter une Cellule	Ouvrir un formulaire d'entrée manuelle de cellule

Recherche

Rechercher des cellules par ID de cellule, PCI, EARFCN, nom de cellule ou source.

Vue Tableau

Colonnes affichées :

Colonne	Description
ID de Cellule	Identifiant unique de la cellule
PCI	Identité de Cellule Physique (LTE/NR) ou Code de Scrambling Principal (UMTS)
EARFCN	Numéro de canal de fréquence radio
Latitude	Latitude de la cellule en degrés décimaux
Longitude	Longitude de la cellule en degrés décimaux
RAT	Technologie d'Accès Radio : GSM, UMTS, LTE ou NR
Source	Badge de source de données : **Huawei** (ambre, importation XLSX), **InfluxDB** (vert, synchronisation), ou **Manuel** (bleu). L'horodatage d'importation est affiché sous le badge.
Actions	Boutons Modifier et Supprimer

Importer des Cellules

Cliquer sur **Importer des Cellules** ouvre une modal avec un flux de travail en deux étapes :

Étape 1 : Sélection du Fournisseur

Sélectionnez le fournisseur NMS pour les données de cellule à importer :

Fournisseur	Format d'Importation
Huawei	Exportation XLSX U2020 ou CSV
Nokia	Exportation RAN NetAct CSV
Ericsson	Exportation ENM WCDMA CSV
ZTE	Exportation de Cellules UMS CSV
Autre / JSON	Coller un tableau JSON

Étape 2 : Téléchargement

Chaque fournisseur présente l'interface de téléchargement appropriée.

Huawei XLSX (recommandé) : Faites glisser et déposez ou sélectionnez un ou plusieurs fichiers de rapport de cellule Huawei U2020 `.xlsx`. Le téléchargement de plusieurs fichiers est pris en charge. Par exemple, téléchargez à la fois les rapports UMTS et LTE ensemble. Les fichiers sont importés automatiquement une fois le téléchargement terminé.

Le type RAT (GSM, UMTS, LTE ou NR) est détecté automatiquement à partir de chaque fichier en fonction de :

- Noms des feuilles dans le classeur (par exemple, une feuille nommée "UMTS", "LTE", "GSM", "NR")
- En-têtes de colonnes dans la feuille de données de planification (par exemple, `PScrambCode` pour UMTS, `DlEarfcn` pour LTE, `NRPCI` pour NR, `BCCH` pour GSM)

Le parseur lit l'onglet **Sheet1** (données de planification avec coordonnées) et extrait :

RAT	Champs Clés Importés
GSM	ID de Cellule, Nom de Cellule, LAC, BCCH, BSIC, Longitude, Latitude, Hauteur de l'Antenne, Azimut
UMTS	ID de Cellule, Nom de Cellule, LAC, SAC, RAC, UARFCN Descendant, Code de Scrambling, Longitude, Latitude, Hauteur de l'Antenne, Azimut
LTE	ID de Cellule, Nom de Cellule, PCI, TAC, DL EARFCN, Longitude, Latitude, Hauteur de l'Antenne, Rayon de Cellule, Largeur de Bande
NR	ID de Cellule, Nom de Cellule, NR PCI, TAC, NR DL EARFCN, Longitude, Latitude, Hauteur de l'Antenne, Rayon de Cellule, Largeur de Bande

CSV (tous les fournisseurs) : Téléchargez une exportation CSV du NMS sélectionné. La première ligne doit être des en-têtes de colonnes. Le mappage des colonnes est automatique en fonction du format du fournisseur sélectionné.

JSON : Collez un tableau JSON d'objets de cellule. Champ requis : `cell_id`. Optionnel : `pci`, `earfcn`, `latitude`, `longitude`, `lac`, `tac`, `rat`.

Gestion des Doublons

L'importation de cellules avec le même ID de cellule que les entrées existantes écrase les données existantes. Cela signifie que le réimportation du même fichier est sûre et mettra à jour toutes les valeurs modifiées.

Persistance des Données

Toutes les données de cellules sont stockées dans Mnesia avec un stockage `disc_copies`. Les cellules persistent à travers les redémarrages de l'application sans avoir besoin de réimporter ou de resynchroniser.

Formulaire Ajouter / Modifier Cellule

Champs de formulaire organisés en grille :

Champ	Description
ID de Cellule	Identifiant unique (désactivé lors de la modification)
PCI	Identité de Cellule Physique (0-503)
EARFCN	Numéro de canal de fréquence radio
Latitude	Degrés décimaux
Longitude	Degrés décimaux
Ports d'Antenne	1, 2 ou 4
Largeur de Bande PRS (RBs)	6, 15, 25, 50, 75 ou 100
Index de Configuration PRS	0-4095
Longueur CP	Normale ou Étendue

Confirmation de Suppression

Cliquer sur "Del" sur une ligne de cellule affiche une modal de confirmation avant la suppression.

Carte des Cellules

Chemin: `/map`

Carte interactive montrant toutes les cellules de la base de données de cellules sur une carte de base CartoDB à thème sombre utilisant Leaflet. Les cellules sont tracées comme des marqueurs colorés en fonction de leur type RAT.

Couleurs des Marqueurs

RAT	Couleur
GSM (2G)	Orange
UMTS (3G)	Bleu
LTE (4G)	Vert
NR (5G)	Violet
Inconnu	Gris
Sélectionné	Ambre

Les marqueurs sont regroupés à des niveaux de zoom plus bas en utilisant Leaflet MarkerCluster. Cliquer sur un marqueur affiche une fenêtre contextuelle avec les détails de la cellule : ID de cellule, nom, technologie, LAC/SAC/TAC, PCI, EARFCN et coordonnées.

Sélection de Zone pour les Diffusions

Utilisez les outils de dessin polygonal ou rectangulaire dans le coin supérieur droit pour sélectionner des cellules dans une zone géographique. Lorsque des cellules sont sélectionnées :

- La barre de sélection en bas montre le nombre de cellules sélectionnées et les LAC(s), SAC(s) et TAC(s) uniques
- Un bouton **Envoyer une Diffusion aux Sélectionnées** apparaît, reliant à la page Envoyer une Diffusion avec les LACs, SACs et TACs pré-remplis

Le formulaire Envoyer une Diffusion sélectionne automatiquement les réseaux cibles appropriés en fonction des codes de zone sélectionnés :

- LACs présents → 2G (CBSP) activé
- SACs présents → 3G (SABP) activé
- TACs présents → 4G (SBc-AP) activé

Diamètre

Chemin: `/diameter`
Rafraîchissement: Toutes les 2 secondes

Surveille les connexions de pairs Diamètre pour les interfaces Diamètre restantes (SLg et autres). L'interface SLs de l'E-SMLC vers le MME utilise LCS-AP natif sur SCTP et est surveillée séparément sur la page du Tableau de bord.

État de l'Interface

Deux panneaux montrant la santé de l'interface :

Interface	Description
Interface SLg (TS 29.172)	GMLC vers MME via DRA, ID d'Application 16777264
Autres Interfaces Diamètre	Applications Diamètre supplémentaires selon la configuration

Chacun montre un point indicateur vert/rouge et une description.

Résumé des Pairs

Comptes de pairs connectés et déconnectés affichés en haut.

Tableau des Pairs

Colonne	Description
Pair	Identité de l'hôte Diamètre
Domaine	Domaine Diamètre
Adresse IP	Adresse de transport (protocole://ip:port)
Statut	Badge Connecté ou Déconnecté

Cliquer sur une ligne de pair s'étend pour montrer des informations détaillées :

Détail	Description
Initiation de Connexion	Si OmniLCS initie la connexion
Transport	SCTP ou TCP
Nom du Produit	Nom du Produit Diamètre du pair distant
Applications Annoncées	IDs d'application supportés par le pair

CBC 2G

Chemin: `/cbc`
Rafraîchissement: Toutes les 2 secondes

Surveille l'interface CBSP pour la diffusion de cellules 2G.

Info de l'Interface

Montre l'état de l'interface CBSP :

- Référence du protocole (3GPP TS 48.049)
- Numéro de port d'écoute
- Nombre de pairs connectés
- Indicateur vert/rouge

Cartes Statistiques

Carte	Description
BSCs Connectés	Nombre de pairs avec statut `:connecté`
Total des Connexions	Nombre total de pairs (y compris ceux non connectés)
Messages Récents	Nombre de messages CBSP dans le tampon de messages récents

Panneau des BSCs Connectés

Liste des pairs CBSP connectés montrant :

- Adresse IP et port du pair
- ID de connexion
- Horodatage de connexion
- Badge de statut de connexion

Panneau des Messages CBSP Récents

Tableau des 20 messages CBSP les plus récents :

Colonne	Description
Temps	Horodatage du message (HH:MM:SS)
Pair	ID de connexion du pair source
Message	Type de message lisible par l'homme (par exemple, "ÉCRIRE REMPLACER COMPLÉTÉ")
Type	Badge codé par couleur (OK pour complet, ÉCHEC pour échec, ERR pour erreur, INFO pour autres)

Les messages sont reçus via des abonnements PubSub aux sujets `cbsp:connections` et `cbsp:messages`.

CBC 3G

Chemin: `/cbc3g`
Rafraîchissement: Toutes les 2 secondes

Surveille l'interface SABP pour la diffusion de cellules 3G via l'interface Iu-BC (3GPP TS 25.419).

Info de l'Interface

Montre l'état de l'interface SABP :

- Référence du protocole (3GPP TS 25.419)
- Numéro de port d'écoute
- Nombre de RNC connectés
- Indicateur vert/rouge

Cartes Statistiques

Carte	Description
RNCs Connectés	Nombre de pairs RNC avec statut `:connecté`
Total des Connexions	Nombre total de pairs (y compris ceux non connectés)
Messages Récents	Nombre de messages SABP dans le tampon de messages récents

Panneau des RNCs Connectés

Liste des pairs SABP connectés montrant :

- Adresse IP et port du pair
- ID de connexion
- Horodatage de connexion
- Badge de statut de connexion

Panneau des Messages SABP Récents

Tableau des 20 messages SABP les plus récents :

Colonne	Description
Temps	Horodatage du message (HH:MM:SS)
Pair	ID de connexion du RNC source
Message	Type de message lisible par l'homme (par exemple, "ÉCRIRE REMPLACER COMPLÉTÉ", "INDICATION DE REDÉMARRAGE")
Type	Badge codé par couleur (OK pour complet, ÉCHEC pour échec, ERR pour erreur, INFO pour autres)

Les messages sont reçus via des abonnements PubSub aux sujets `sabp:connections` et `sabp:messages`.

Envoyer une Diffusion

Chemin: `/send_broadcast`
Rafraîchissement: En direct

Interface de composition de diffusion unifiée pour envoyer des avertissements d'urgence ou des messages de test simultanément à travers les réseaux 2G (CBSP), 3G (SABP) et 4G (SBc-AP). Sélectionnez un ou plusieurs réseaux cibles et la diffusion est envoyée à tous les pairs connectés sur chaque réseau sélectionné.

L'ID de Message par défaut est défini sur **4355 (Test ETWS)** pour des raisons de sécurité.

Pré-remplissage depuis la Carte des Cellules

Lors de la navigation depuis la sélection de zone de la Carte des Cellules, le formulaire est automatiquement peuplé :

- **Réseaux Cibles** sont activés en fonction des paramètres de zone (LACs → 2G, SACs → 3G, TACs → 4G)

- **Champs LAC, SAC et TAC** sont pré-remplis avec les valeurs des cellules sélectionnées
- **Portée de Cellule** est définie sur "Par LAC"

Cela permet un flux de travail complet : sélectionnez des cellules géographiquement sur la carte, cliquez sur "Envoyer une Diffusion aux Sélectionnées", composez votre message et envoyez.

Diffusions Actives

Chemin: `/broadcasts`
Rafraîchissement: Toutes les 3 secondes + PubSub en temps réel

Vue unifiée de toutes les diffusions de cellules actives à travers les réseaux 2G (CBSP), 3G (SABP) et 4G (SBc-AP) sur une seule page. Les diffusions sont suivies depuis le moment où elles sont envoyées jusqu'à ce qu'elles soient arrêtées ou expirent. La vue se rafraîchit automatiquement toutes les 3 secondes et se met à jour en temps réel lorsque l'état de la diffusion change.

Cartes de Résumé

Carte	Description
Total Actif	Nombre total de diffusions actives à travers tous les réseaux
2G (CBSP)	Diffusions actives 2G
3G (SABP)	Diffusions actives 3G
4G (SBC-AP)	Diffusions actives 4G

Utilisez le bouton Arrêter sur n'importe quelle ligne de diffusion pour l'annuler sur son réseau respectif.

CBC 4G

Chemin: `/cbc4g`
Rafraîchissement: Toutes les 3 secondes

Interface de gestion de diffusion de cellules 4G complète pour composer, envoyer, surveiller et arrêter les diffusions SBC-AP.

Cartes Statistiques

Carte	Description
MMEs Connectés	Nombre d'associations SCTP SBC-AP établies
Diffusions Actives	Nombre de diffusions 4G actuellement actives
Total Envoyé	Total des diffusions dans l'historique

Formulaire Composer une Diffusion

Champ	Description
Texte du Message	Contenu du message de diffusion
ID de Message	Identifiant de message CB de 16 bits (par exemple, 4370 pour CMAS)
Numéro de Série	Numéro de série de 16 bits
MCC	Code Pays Mobile (par exemple, "313")
MNC	Code Réseau Mobile (par exemple, "380")
TACs	Codes de Zone de Suivi séparés par des virgules
Type d'Avertissement	Aucun, Tremblement de Terre, Tsunami, Tremblement de Terre + Tsunami, Test, Autre
Répétition (sec)	Secondes entre les répétitions de diffusion
Nombre de Diffusions	Nombre total de fois à diffuser le message

Cliquer sur "Envoyer une Diffusion" encode le message (GSM 7 bits), construit un PDU de Demande d'Avertissement Écrire-Remplacer et l'envoie à tous les MMEs connectés.

Panneau des MMEs Connectés

Liste des associations SCTP SBC-AP :

- Nom d'hôte MME
- Adresse IP, port et ID d'association SCTP
- Badge de statut de connexion (Connecté / nom de l'état)

Panneau des Diffusions Actives

Tableau des diffusions actuellement actives :

Colonne	Description
ID MSG	Identifiant de message en hexadécimal (par exemple, 0x1112)
NUMÉRO DE SÉRIE	Numéro de série en hexadécimal
MESSAGE	Texte de diffusion (tronqué)
STATUT	Envoyé, Arrêt en cours, Arrêté, Accusé de Réception
ACTION	Bouton Arrêter (pour les diffusions envoyées/accusées de réception)

Cliquer sur "Arrêter" envoie une Demande d'Arrêt d'Avertissement pour la diffusion.

Historique des Diffusions

Tableau de toutes les diffusions (dernières 100) :

Colonne	Description
ID MSG	Identifiant de message en hexadécimal
NUMÉRO DE SÉRIE	Numéro de série en hexadécimal
MESSAGE	Texte de diffusion (tronqué)
TEMPS	Horodatage d'envoi (HH:MM:SS)
STATUT	Badge de statut final

Les mises à jour d'état sont reçues via des abonnements PubSub aux sujets `cbc:state` et `cbc:connections`.

Alertes CAP

Chemin: `/cap`
Rafraîchissement: Toutes les 3 secondes + PubSub en temps réel

Flux de travail d'approbation des opérateurs pour les alertes CAP (Common Alerting Protocol) reçues des autorités d'alerte externes. Voir le Guide des Opérations d'Alerte CAP pour tous les détails sur la configuration, le polling des flux et la résolution des polygones.

Cartes Statistiques

Carte	Description
Approbation en Attente	Nombre d'alertes en attente d'action de l'opérateur (surbrillance ambre lorsque > 0)
Diffusions Actives	Nombre d'alertes actuellement diffusées
Total Traité	Total des alertes dans l'historique
Mode d'Approbation	Paramètre actuel : "Manuel" (require_approval: true) ou "Auto"

Panneau des Alertes en Attente

Visible uniquement lorsque `require_approval` est `true` dans la configuration CAP.

Colonne	Description
TEMPS	Quand l'alerte a été reçue
ÉVÉNEMENT	Type d'événement d'alerte (par exemple, "Alerte Tornade")
SÉVÉRITÉ	Sévérité de l'alerte (Extrême, Sévère, Modérée, Mineure)
CELLULES	Nombre de cellules correspondantes par résolution de polygone
STATUT	Badge en attente (ambre)
ACTIONS	Aperçu, Approuver, Rejeter

Aperçu s'étend pour montrer la description complète de l'alerte, la source, les TACs/LACs correspondants, l'ID de message et le PLMN.

Approuver déclenche une diffusion immédiate via SBC-AP (4G), SABP (3G) et CBSP (2G).

Rejeter déplace l'alerte dans l'historique comme rejetée.

Panneau des Diffusions Actives

Colonne	Description
ÉVÉNEMENT	Type d'événement d'alerte
ID MSG	Identifiant de message CB
TACs	Codes de Zone de Suivi ciblés
DÉBUTÉ	Heure de début de la diffusion
STATUT	Diffusion (bleu) ou Envoyé (vert)

Panneau d'Historique des Alertes

Colonne	Description
TEMPS	Horodatage d'envoi ou de réception
ÉVÉNEMENT	Type d'événement d'alerte
SÉVÉRITÉ	Sévérité de l'alerte
CELLULES	Nombre de cellules correspondantes
TACs/LACs	Codes de zone ciblés
STATUT	Envoyé (vert), Rejeté (rouge) ou Échoué (rouge)

Une notification toast apparaît lorsqu'une nouvelle alerte en attente est reçue.

Interface GMLC / Le

Chemin: `/gmlc`
Rafraîchissement: Toutes les 3 secondes + PubSub en temps réel

Surveillance et gestion de l'interface GMLC Le et des sessions de localisation différées. Voir le Guide des Opérations de l'Interface GMLC & Le pour tous les détails de configuration et de protocole Diamètre.

Cartes Statistiques

Carte	Description
Sessions Actives	Total des sessions de localisation différées actives
Périodique	Nombre de sessions de localisation périodiques actives
Geo-clôture	Nombre de sessions déclenchées/geo-clôturées actives

Panneau des Clients LCS Autorisés

Colonne	Description
NOM	Identité du client (correspond à des AVPs Diamètre)
TYPE	Type de client LCS (services_d'urgence, services_à_valeur_ajoutée, etc.)
MÉTHODES AUTORISÉES	Méthodes de positionnement que ce client peut demander
LIMITATION DE TAUX	Requêtes par minute (ou "Illimité")

Panneau des Sessions Différées Actives

Colonne	Description
ID DE SESSION	UUID de session tronqué
TYPE	Badge de type de session : périodique (vert) ou déclenchée (violet)
IMSI	IMSI de l'abonné
MÉTHODE	Méthode de positionnement
CLIENT	Nom du client LCS demandeur
PROGRÈS	Périodique : rapports complétés/totaux. Déclenché : rapports restants ou "Actif (illimité)"
DERNIÈRE POSITION	Heure de la dernière position fixée
ACTIONS	Bouton Annuler pour terminer la session

Panneau d'Historique des Sessions

Montre les 50 sessions complétées ou annulées les plus récentes avec ID de session, type, IMSI, statut (complété/annulé) et heure de début.

Pages Intégrées

Ces pages sont fournies par le cadre du Panneau de Contrôle.

Application (`/application`)

Visualiseur de ressources d'application OTP montrant :

- Applications en cours et leurs arbres de processus
- Utilisation de la mémoire par processus
- Longueurs des files d'attente de messages

Configuration (`/configuration`)

Visualiseur de configuration d'exécution affichant :

- Toutes les variables d'environnement de l'application
- Groupées par application

Journal (`/log`)

Visualiseur de journal en temps réel montrant :

- Messages de journal du backend `ControlPanel.Logger`
- Filtrable par niveau de journal
- Défilement automatique avec capacité de pause