Référence de Configuration OmniMME

OmniMME est configuré via `/etc/omnimme/runtime.exs`. Ce fichier est évalué au démarrage et remplace les valeurs par défaut à la compilation. Les modifications nécessitent un redémarrage du service pour prendre effet.

Structure de Configuration

La configuration est regroupée par application OTP. L'application `:mme` contient le comportement de base de l'MME et les paramètres pour chaque interface que l'MME génère ; les bibliothèques de niveau transport (`:diameter_ex`, `:gtpc`) et les surfaces de gestion (`:control_panel`, `:api_ex`) sont configurées sous leurs propres clés.

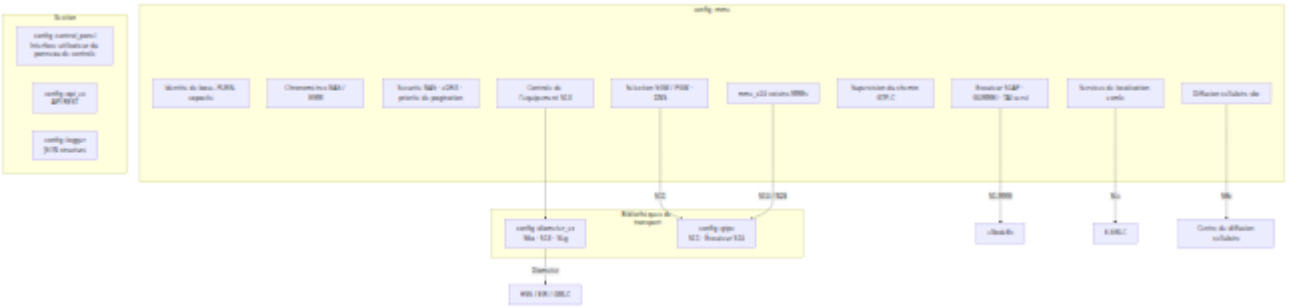


Table des Matières

- Paramètres de base de l'MME
- Chronomètres EMM / NAS
- Sécurité NAS
- DRX en mode veille prolongée (eDRX)
- Priorité de pagination

- Mapping des causes de rejet
- Vérification de l'identité de l'équipement (S13)
- Interface S1AP
- GUMMEI servi
- TAI servi
- Passerelle de service (SGW)
- Passerelle de réseau de données par paquet (PGW)
- MME voisin (S10)
- Supervision du chemin GTP-C
- Diameter (S6a / S13 / SLg)
- GTPv2-C (S11)
- Diffusion cellulaire (SBc)
- Services de localisation (E-SMLC / SLs)
- NIDD / CIoT de plan de contrôle (T6a)
- Panneau de contrôle
- API REST
- Journalisation
- Exemple de configuration

Paramètres de base de l'MME

```
config :mme,
  mme_name: "omnimme",
  operator_name: "Omnitouch",
  country: "Australia",
  network_name_short: "omnitouch",
  network_name_long: "omnitouch",
  timezone: "Australia/Sydney",
  default_apn: "internet",
  apn_oi_domain: :gprs,
  mme_capacity: 255,
  home_plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},
  emergency_support_enabled: true
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Descript
`mme_name`	String	Oui	-	Nom lisible pa l'homme pour nœud MME. Ir dans la journalisation.
`operator_name`	String	Non	-	Étiquette de l'opérateur as au PLMN d'ori Affichée aux c PLMN dans le panneau de c et utilisée lors description du d'origine.
`country`	String	Non	-	Étiquette de p associée au Pl d'origine, utili pour l'affichag côtés de `operator_nam`
`network_name_short`	String	Oui	-	Nom de résea envoyé aux U l'Information E Acceptation d'Attachemen Typiquement l'abréviation c marque de l'opérateur.

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Descript
`network_name_long`	String	Oui	-	Nom de résea complet envo UE dans l'Info EMM / Accepta d'Attachemen
`timezone`	String	Oui	-	Nom de fusea horaire IANA u pour le format des horodatag dans le panne contrôle (par exemple, `"Australia/S` `"Etc/UTC"`). N'affecte pas signalisation N
`default_apn`	String	Oui	-	APN utilisé po connexion PD défaut lorsque ne demande p APN spécifiqu
`apn_oi_domain`	Atom	Non	`:gprs`	Contrôle le su domaine de l'Identifiant d'Opérateur A (APN-OI) ajout l'APN demand former l'APN-F Voir Identifian d'Opérateur A

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Descript
`mme_capacity`	Integer	Oui	-	Capacité relat l'MME annonc eNodeBs via S Setup (0–255) Utilisée par le eNodeBs pour équilibrer la cl des connexior initiales des U les MMEs disp Peut être rem par eNB à l'ex via le panneau contrôle sans redémarrage.
`home_plmn`	Map	Oui	-	Identité du PL d'origine. Doit correspondre PLMN configu le HSS et utilis la provision d' SIM. Voir Para PLMN.
`emergency_support_enabled`	Boolean	Non	`false`	Lorsque `true` accepte les demandes d'attachemen d'urgence nor authentifiées défini dans 3G 23.401 §5.3.4

Paramètres PLMN

Paramètre	Type	Description
`mcc`	String	Code de pays mobile — chaîne de trois chiffres (par exemple, `"001"`).
`mnc`	String	Code de réseau mobile — chaîne de deux ou trois chiffres (par exemple, `"01"`).

Identifiant d'Opérateur APN

L'APN envoyé par l'UE (l'Identifiant de Réseau APN, par exemple `internet`) est combiné avec un suffixe de domaine **Identifiant d'Opérateur APN (APN-OI)** pour former l'APN-FQDN pleinement qualifié utilisé pour la sélection de P-GW et stocké sur la session (TS 23.003 §9.1.2 / §19.4.2.2). Le même suffixe est à nouveau supprimé lors de la correspondance avec les noms d'APN nus provisionnés dans l'abonnement, donc un abonné provisionné avec `internet` correspond à une demande que l'MME a étendue à `internet.mnc001.mcc001.gprs`.

`apn_oi_domain` sélectionne quel suffixe est utilisé. Les `<MNC>`/`<MCC>` sont pris du PLMN correspondant de l'abonné.

Valeur	APN-FQDN résultant	Remarqu
`:gprs` (par défaut)	`<apn>.mnc<MNC>.mcc<MCC>.gprs`	Forme APN OI héritée.
`:epc`	`<apn>.apn.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org`	Forme APN OI EPC utilisée pou la sélectior de P-GW basée sur S NAPTR / DN
`:none`	`<apn>`	Pas de suff ; l'APN nu e utilisé de bout en bo Utilisez lorsque le I GW et l'abonneme s'attendent tous deux à des APN sa suffixe.

Comment cela fonctionne : pour un abonné sur PLMN MCC 001 / MNC 01 demandant `internet`, `:gprs` produit `internet.mnc001.mcc001.gprs`, `:epc` produit `internet.apn.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org`, et `:none` produit `internet`. Le suffixe est appliqué de manière cohérente aux abonnés d'origine et visités et est supprimé avant que l'APN ne soit comparé à la liste d'APN provisionnés, donc changer cette valeur ne nécessite pas de reprovisionnement des noms d'APN nus dans le HSS.

Cas d'utilisation : définissez `:epc` lorsque la sélection de P-GW repose sur la convention 3GPP EPC APN-FQDN/S-NAPTR ; définissez `:none` pour les cœurs qui

provisionnent et routent sur des chaînes d'APN nues.

> **Obsolète :** `persistent_emm_deregistered_cleanup_interval` et `persistent_ecm_idle_cleanup_interval` étaient des intervalles d'éviction de contexte dans les versions antérieures. Ils ne sont **plus lus par OmniMME** — les laisser dans `runtime.exs` n'a aucun effet. Le cycle de vie du contexte UE est désormais régi par les chronomètres Mobile Reachable et Implicit Detach basés sur les normes (voir Chronomètres EMM / NAS) ; un UE qui ne parvient pas à effectuer un TAU périodique est détaché implicitement et son contexte est supprimé.

Chronomètres EMM / NAS

OmniMME expose les chronomètres NAS 3GPP de TS 24.301 §10.2 / Annexe B et les chronomètres de gestion de mobilité de TS 23.401 §5.3.5. Tous les valeurs sont des entiers ; l'unité est notée par chronomètre. Chaque chronomètre a une valeur par défaut spécifiée et peut être omis.

```
config :mme,
  t3412: 3240,  # intervalle TAU périodique, secondes (54 min)
  t3485: 8,    # secondes (valeur par défaut T3485 = 8 s)
  t3413: 5,
  paging_max_attempts: 3,
  t3346: 600,
  t3396: 600,
  t3450: 6,
  t3460: 6,
  t3470: 6,
  t3486: 8,
  t3489: 4,
  t3492: 6,
  nas_max_retransmissions: 4,
  m_tmsi_freeze_interval: 60
```

Paramètre	Type	Unité	Par défaut	Descri
`t3412`	Integer	**secondes**	- (requis)	Intervalle TAU envoyé aux U Acceptation d'Attachemen UE effectuent périodique av l'expiration de chronomètre p enregistrés. E comme un chr NAS GPRS (TS §10.5.7.3) : ≤ unités de 2 se 1860 s en unit minute, sinon 6 minutes (dé donc par exen est envoyé co minutes (9 dé Utilisé comme **réseau** chaqu l'abonnement porte pas de `S` `Periodic-RAU` une valeur fou HSS est honor place.
`t3485`	Integer	**secondes**	- (requis)	Intervalle de retransmission Activer/Modifi (Contexte de P Dédiée) Dema l'expiration fir

Paramètre	Type	Unité	Par défaut	Descri
				procédure ESM abandonnée e informé que la de porteuse a Utilisé égalem intervalle de retransmission pour la Demar d'Information
`t3413`	Integer	secondes	`5`	Chronomètre de pagination §5.3.4.3). À l'e l'MME retransr
`paging_max_attempts`	Integer	compte	`3`	Total des tenta pagination ava l'MME abando envoie une Inc d'Échec de No Données Desc SGW.
`t3346`	Integer	secondes	`600`	Rétrogradation congestion EM de mobilité). E en tant qu'IE c chronomètre (les rejets EMM congestion afi réessaie pas immédiateme 24.301 §4.5).

Paramètre	Type	Unité	Par défaut	Descri
`t3396`	Integer	secondes	`600`	Rétrogradatio congestion ES de session). E les rejets ESM congestion.
`t3450`	Integer	secondes	`6`	Chronomètre retransmissio Acceptation d'Attachemen Acceptation d Commande de Réallocation d (initié par le r attente de la r correspondant
`t3460`	Integer	secondes	`6`	Chronomètre retransmissio Demande d'Authentifica Commande de Sécurité.
`t3470`	Integer	secondes	`6`	Chronomètre retransmissio Demande d'Id
`t3486`	Integer	secondes	`8`	Chronomètre retransmissio Demande d'A Contexte de P par Défaut.

Paramètre	Type	Unité	Par défaut	Descri
`t3489`	Integer	secondes	`4`	Supervise l'éc d'Information 24.301 §6.6.1 lorsque l'MME Demande d'In ESM ; si l'UE n pas la Répons d'Information délai, l'attach abandonné (R d'Attachemen Demande elle pas retransmi
`t3492`	Integer	secondes	`6`	Chronomètre retransmissio détachement réseau) / cher déconnexion
`nas_max_retransmissions`	Integer	compte	`4`	Nombre maxi retransmissio message NAS réseau avant procédure soi abandonnée (Annexe B : 4 retransmissio transmission i
`m_tmsi_freeze_interval`	Integer	secondes	`60`	Période de ga laquelle un M- par une Répo UE (PUA-Flags

Paramètre	Type	Unité	Par défaut	Descri
				TMSI, TS 29.2 exclu de la réa

Mobile Reachable & Détachement Implicite

```
config :mme,
  mobile_reachable_timer: 2640,   # secondes ; par défaut = (t3412
en secondes) + 240
  implicit_detach_timer: 2640     # secondes ; par défaut = (t3412
en secondes) + 240
```

Paramètre	Type	Unité	Par défaut	Description
`mobile_reachable_timer`	Integer	secondes	`t3412 + 240`	Démarré lorsque l'UE entre en ECM-IDLE (TS 23.401 §5.3.5). Doit être plus long que le chronomètre TAU périodique.
`implicit_detach_timer`	Integer	secondes	`t3412 + 240`	Démarré lorsque le chronomètre Mobile Reachable expire. À son expiration, l'UE est détachée implicitement et son contexte est supprimé.

Sécurité NAS

Politique de chiffrement et d'intégrité NAS (TS 33.401 §5). Pour chaque UE, l'MME sélectionne l'algorithme configuré de la plus haute priorité que l'UE prend en charge, signalé dans la Commande de Mode de Sécurité. Listez les algorithmes du plus fort au plus faible.

L'**intégrité NAS est toujours appliquée** (EIA2 par défaut) : chaque message NAS après la Commande de Mode de Sécurité est protégé par intégrité, et l'UE est authentifiée contre le HSS. Le **chiffrement NAS est OFF (EEA0/null) par défaut** — les charges utiles NAS sont déjà protégées par intégrité et le porteur radio qui les transporte est chiffré au niveau AS (PDCP) sur l'air, donc le chiffrement NAS nul maximise l'interopérabilité sans affaiblir la confidentialité sur l'interface radio.

```
config :mme,
  nas_security: %{
    # Chiffrement désactivé par défaut (omettre la clé pour le
même effet) :
    ciphering: [:eea0],
    integrity: [:eia2, :eia1, :eia3]
  }
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`ciphering`	List	`[:eea0]`	Préférence d'algorithme de chiffrement NAS ordonnée. Valeurs valides : `:eea0` (nul / désactivé), `:eea2` (128-EEA2, AES-CTR). **Par défaut, le chiffrement est désactivé.** Voir Chiffres implémentés pour pourquoi `:eea1`/`:eea3` ne sont pas sélectionnables.
`integrity`	List	`[:eia2, :eia1, :eia3]`	Préférence d'algorithme d'intégrité NAS ordonnée. Valeurs valides : `:eia1`, `:eia2`, `:eia3`. L'algorithme d'intégrité nul `:eia0` n'est délibérément **pas** sélectionnable pour un UE authentifié et ne doit pas être ajouté ici.

Si `nas_security` est omis, les valeurs par défaut ci-dessus s'appliquent (chiffrement désactivé, intégrité EIA2).

Chiffres implémentés

L'MME n'a implémenté que deux algorithmes de chiffrement NAS — **EEA0** (nul) et **128-EEA2** (AES-CTR, TS 33.401 §5.1.3.2). 128-EEA1 (SNOW 3G) et 128-EEA3 (ZUC) ne sont **pas implémentés**.

Pour protéger contre une mauvaise configuration qui sélectionnerait un chiffre que l'MME ne peut pas exécuter — ce qui laisserait le NAS descendant illisible pour l'UE et bloquerait l'attachement — la liste `ciphering` configurée est filtrée par l'ensemble implémenté avant la sélection. Toute entrée `:eea1`/`:eea3` est supprimée et enregistrée avec un avertissement (`ignorant les algorithmes de chiffrement NAS non implémentés`) ; si le filtrage laisse la liste vide, l'MME revient à l'ensemble implémenté. L'ordre de priorité configuré est préservé parmi les entrées survivantes.

Activation de l'EEA2

Pour activer le chiffrement NAS, listez `:eea2` avant `:eea0` :

```
config :mme,
  nas_security: %{
    ciphering: [:eea2, :eea0],
    integrity: [:eia2, :eia1, :eia3]
  }
```

Comment cela fonctionne : l'MME propose 128-EEA2 dans la Commande de Mode de Sécurité. Un UE annonçant le support EEA2 dans sa Capacité Réseau UE obtient un chiffrement NAS AES-CTR ; un UE qui ne prend pas en charge EEA2 revient à `:eea0` (nul), donc l'attachement se termine toujours.

Cas d'utilisation : déploiements qui nécessitent la confidentialité au niveau NAS en plus du chiffrement toujours présent au niveau AS (PDCP) — par exemple pour protéger la signalisation NAS à travers un segment de retour qui n'est pas autrement chiffré.

Référence de l'algorithme de chiffrement NAS

Valeur	Algorithme	Implémenté	Référence
`:eea0`	Nul (aucun chiffrement)	Oui	TS 33.401 §5.1.3.2
`:eea1`	128-EEA1 (SNOW 3G)	**Non** — supprimé avec un avertissement	TS 33.401 Annexe B
`:eea2`	128-EEA2 (AES-128-CTR)	Oui	TS 33.401 Annexe B
`:eea3`	128-EEA3 (ZUC)	**Non** — supprimé avec un avertissement	TS 33.401 Annexe B

DRX en mode veille prolongée (eDRX)

```
config :mme,
  edrx_enabled: true
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`edrx_enabled`	Boolean	`false`	Lorsque `true`, l'MME accorde les paramètres eDRX demandés par l'UE dans l'Acceptation d'Attachement/TAU et aligne la pagination sur la fenêtre eDRX (TS 23.401 §4.3.5.9 / TS 24.301 §9.9.3). Lorsque `false`, eDRX est inactif et les UE paginent sur leur cycle DRX normal.

Connectivité Double avec NR (EN-DC / NR-NSA)

```
config :mme, :dcnr,
  enabled: true
```

EN-DC (E-UTRAN New Radio – Connectivité Double, "NSA") permet à un UE d'utiliser un gNB comme nœud secondaire tandis que l'eNB reste le maître. NSA est piloté par le RAN, donc le rôle de l'MME est de décider si un UE peut utiliser NR comme RAT secondaire et de signaler cette décision de manière cohérente à l'UE (le drapeau `RestrictDCNR` dans l'IE de Support des Fonctionnalités du Réseau EPS, TS 24.301 §9.9.3.12A) et à l'eNB (l'extension `NRrestrictioninEPSasSecondaryRAT` dans la Liste de Restriction de Transfert S1, TS 36.413).

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`enabled`	Boolean	`true`	Lorsque `true`, DCNR est autorisé sur tout le réseau et contrôlé par abonné : un abonné dont les Données de Restriction d'Accès HSS a le bit "NR comme RAT Secondaire Non Autorisé" défini (TS 29.272 §7.3.31) est restreint, tous les autres sont autorisés. Lorsque `false`, DCNR est restreint pour **chaque** UE indépendamment de l'abonnement — définissez ceci si le réseau n'a pas de déploiement NR. Par défaut, c'est `true`, préservant le comportement précédent d'annonce de DCNR comme autorisé.

Lorsque DCNR est restreint (par configuration ou abonnement), l'MME définit à la fois `RestrictDCNR` dans l'Acceptation d'Attachement/TAU et envoie une Liste de Restriction de Transfert portant `NRrestrictioninEPSasSecondaryRAT` à l'eNB. L'utilisation de NR comme RAT secondaire rapportée par l'eNB est transmise au SGW/PGW pour la facturation lors d'une libération S1 initiée par l'eNB (TS 23.401 §5.7A).

Priorité de pagination

```
config :mme,
  paging_priority_arp_threshold: 8
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`paging_priority_arp_threshold`	Integer	`nil`	Seuil de niveau de priorité ARP pour l'IE de Priorité de Pagination S1AP (TS 23.401 §4.3.7.4 / TS 36.413). Lorsqu'il est défini sur un entier N (1–15), une page pour un UE dont le niveau de priorité ARP de la porteuse active la plus importante est ≤ N porte l'IE de Priorité de Pagination (niveau ARP mappé à `priolevel1`–`priolevel8`, 1 = le plus élevé), donc les abonnés MPS / service prioritaire sont paginés de manière préférentielle. Lorsque `nil`, aucun IE de Priorité de Pagination n'est envoyé.

Mapping des causes de rejet

Les deux cartes remplacent les tables de mapping par défaut intégrées ; les clés absentes conservent leurs valeurs par défaut. Elles sont indexées par les noms symboliques stables définis dans `Mme.Control.Emm.CauseMapping` / `Mme.Control.Esm.CauseMapping`. Utilisez-les pour forcer un rejet *permanent* afin qu'un UE non provisionné cesse de réessayer (problème #26).

```
config :mme,
  emm_cause_mapping: %{
    rat_not_allowed: :plmn_not_allowed,
    default: :no_suitable_cells_in_tracking_area
  },
  esm_cause_mapping: %{
    apn_access_denied_no_subscription:
:operator_determined_barring,
    default: :missing_or_unknown_apn
  }
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`emm_cause_mapping`	Map	`%{}`	Remplacements de cause EMM → résultat Diameter. Lorsque l'Update-Location-Answer S6a échoue, l'MME rejette l'Attachement/TAU de l'UE av une cause EMM dérivée du Code de Résultat Diameter / Code de Résultat Expérimental. Les clés symboliques incluent `:user_unknown`, `:unknown_eps_subscription`, `:rat_not_allowed`, `:roaming_not_allowed`, `:authorization_rejected`, `:realm_not_served`, `:default` (liste complète dans `Mme.Control.Emm.CauseMapping`).
`esm_cause_mapping`	Map	`%{}`	Remplacements de cause ESM → éch GTP-C. Lorsque le SGW/PGW rejette u Demande de Création de Session, l'M rejette la connectivité PDN avec une cause ESM dérivée de l'échec. Les cl symboliques incluent `:no_resources_available`, `:all_dynamic_addresses_are_occup` `:service_denied`, `:apn_access_denied_no_subscripti` `:default` (liste complète dans `Mme.Control.Esm.CauseMapping`).

Vérification de l'identité de l'équipement (S13)

```
config :mme,
  s13: %{
    enabled: true,
    allowed_equipment_status: [:whitelist, :greylist]
  }
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Descri
`enabled`	Boolean	Non	`false`	Lorsque OmniMM envoie u demand vérificat d'identit l'équipe (ECR) à via S13 de l'attache L'applica Diamete doit égaleme être déc (voir Diamete
`allowed_equipment_status`	Liste	Non	`[:whitelist]`	Valeurs statut d'équipe retourné par l'EIR sont autorisé s'attach Valeurs accepté `:whitel` `:blackl` `:greyli` Ajouter `:blackl` permett

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Descri
				aux app sur liste — config avec soi Défini da 29.272 §

Interface S1AP

```
config :mme,
  s1ap: %{
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 36412,
    secondary_bind_ips: ["192.0.2.11"]
  }
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`listen_ip`	String	Oui	-	Adresse IP principale sur laquelle le MME écoute les associations S1AP SCTP entrantes des eNodeBs. Doit être une adresse IP d'interface spécifique — n'utilisez pas `0.0.0.0`.
`listen_port`	Integer	Non	`36412`	Port SCTP pour les connexions S1AP. Le port standard est 36412 selon TS 36.412.
`secondary_bind_ips`	Liste	Non	`[]`	Adresses IPv4 locales supplémentaires liées en même temps que `listen_ip` pour le multihoming SCTP / redondance de chemin (TS 36.412 / RFC 4960 §5). Ces adresses sont annoncées aux pairs comme chemins alternatifs et sont **également appliquées aux**

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				écouteurs SCTP SBc et SLs. Par défaut, c'est un seul domicile.

GUMMEI Servi

La liste des identifiants GUMMEI globalement uniques déclare quelles combinaisons de PLMN, groupe MME et code MME ce MME dessert. Cela est annoncé aux eNodeBs lors de la configuration S1 et utilisé pour la pagination basée sur S-TMSI et le transfert.

```
config :mme,
  served_gummei: [
    %{
      plmn_list: [
        %{mcc: "001", mnc: "01"}
      ],
      group_id: 1,
      code: 2
    }
  ]
```

Paramètres GUMMEI :

Paramètre	Type	Requis	Description
`plmn_list`	Liste	Oui	Un ou plusieurs PLMN desservis sous cette entrée GUMMEI. Chaque entrée utilise les clés `mcc` et `mnc` comme décrit dans Paramètres PLMN.
`group_id`	Integer	Oui	ID de groupe MME (0–65535). Regroupe les MMEs qui partagent le contexte UE pour le transfert au sein du même pool.
`code`	Integer	Oui	Code MME (0–255). Identifie de manière unique ce MME au sein de son groupe. Avec l'ID de groupe et le PLMN, forme le GUMMEI. Défini dans TS 23.003 §2.8.4.

Le GUMMEI détermine également quels GUTI sont reconnus comme **locaux** ou **étrangers**. Un UE présentant un GUTI étranger lors d'un TAU déclenche une demande de contexte S10 au MME précédent — voir MME Voisin (S10).

TAI Servi

La liste des identités de zone de suivi déclare de quelles TAIs ce MME accepte des UEs. Les eNodeBs dont les TAIs ne figurent pas dans cette liste verront ces TAIs rejetées lors de la configuration S1.

```
config :mme,
  served_tai: [
    %{
      plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},
      tac_list: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 100, 2899, 10000]
    }
  ]
```

Paramètres d'entrée TAI :

Paramètre	Type	Requis	Description
`plmn`	Map	Oui	PLMN pour ce groupe TAI. Utilise les clés `mcc` et `mnc`.
`tac_list`	Liste	Oui	Liste des codes de zone de suivi (entiers, 0–65535) desservis sous ce PLMN. Ajoutez un TAC pour permettre aux UEs campant dans cette zone de s'attacher.

Plusieurs entrées supportent les déploiements multi-PLMN ou les configurations MOCN.

Passerelle de service (SGW)

OmniMME prend en charge deux méthodes de sélection SGW : liste de pairs statique ou recherche de topologie basée sur DNS. La méthode peut être choisie globalement ou **par type d'abonné** (domicile vs. itinérance).

```
config :mme,
  sgw: %{
    # Un atome (appliqué aux deux types) ou une carte par type,
par exemple
    #   %{home: :random_peer, roaming: :dns_lookup}
    selection_method: :random_peer,
    dns: [
      %{
        server: "192.0.2.53",
        domain: "3gppnetwork.org",
        type: :home
      }
    ],
    peers: [
      %{
        ip: "192.0.2.20",
        host: "sgw01.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
        port: 2123,
        type: :home
      }
    ]
  }
```

Paramètres SGW de niveau supérieur :

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`selection_method`	Atome | Map	Oui	-	Comment OmniMME sélectionne un SGW. `:random_peer` — sélectionne aléatoirement parmi `peers` ; `:dns_lookup` — résout une requête DNS de topologie selon TS 29.303. Peut également être une carte par type `%{home: ..., roaming: ...}` à utiliser, par exemple, des pairs statiques pour les abonnés à domicile et DNS pour les itinérants entrants.
`dns`	Liste	Non	`[]`	Configuration du résolveur DNS, utilisée lorsque la méthode effective est `:dns_lookup`. Voir Paramètres DNS.
`peers`	Liste	Non	`[]`	Liste de pairs SGW statiques, utilisée lorsque la méthode effective est `:random_peer`. Voir Paramètres de pair SGW/PGW.

Paramètres DNS

Paramètre	Type	Requis	Description
`server`	String	Oui	Adresse IP du serveur DNS à interroger pour la sélection de nœud basée sur la topologie.
`domain`	String	Oui	Domaine de base pour les requêtes DNS EPC. OmniMME préfixe `epc.mncYYY.mccZZZ.` lors de la construction des noms de recherche selon TS 23.003 §19.4.
`type`	Atome	Oui	Type de topologie : `:home`, `:roaming`, ou `:home_and_roaming`.

> **Le DNS EPC est interrogé via TCP.** OmniMME envoie toutes les requêtes de sélection de nœuds (NAPTR / SRV / A / AAAA) au `server` configuré via **TCP sur le port 53** — il n'utilise pas UDP. Les réponses S-NAPTR EPC dépassent souvent la limite UDP de 512 octets (un APN-FQDN peut retourner de nombreux nœuds candidats), et les réponses grandes-UDP/EDNS0 sont fréquemment perdues sur les chemins GRX/IPX, donc TCP est utilisé exclusivement pour éviter la troncature silencieuse. Le serveur DNS configuré **doit accepter les connexions TCP sur le port 53**. Chaque résolution est limitée par un court délai d'attente global et réessaie les échecs transitoires un petit nombre de fois ; si cela échoue toujours, la sélection de nœuds revient à la méthode de sélection configurée.

Un paramètre global `dns_ip_version` contrôle quelle famille d'adresses est préférée lorsqu'un nœud résolu par S-NAPTR retourne à la fois des enregistrements A (IPv4) et AAAA (IPv6) :

```
config :mme,
  dns_ip_version: :ipv4
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`dns_ip_version`	Atome	`:ipv4`	Version IP préférée (`:ipv4` | `:ipv6`) pour les nœuds résolus par S-NAPTR. La famille non préférée est toujours utilisée comme solution de secours afin que les nœuds uniquement IPv6 ne soient jamais supprimés (TS 29.303 Annexe C.1).

Paramètres de pair SGW/PGW

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`ip`	String	Oui	-	Adresse IP de l'interface GTPv2-(ou PGW.
`host`	String	Oui	-	Nom d'hôte au format FQDN EP(exemple `sgw01.mnc001.mcc001.3gppnetw`
`port`	Integer	Non	`2123`	Port UDP GTPv2-C. Le port stand 2123 selon TS 29.274.
`type`	Atome	Oui	-	Type d'abonné pour lequel ce pa utilisé : `:home`, `:roaming`, ou `:home_and_roaming`.
`priority`	Integer	Non	`1`	Niveau de priorité pour la sélect `:random_peer`. Les pairs ayant l numériquement **la plus basse** sont utilisés ; les niveaux supéri agissent comme secours, sélect uniquement lorsque aucun pair dans un niveau inférieur.
`weight`	Integer	Non	`100`	Part relative du trafic au sein d'u de priorité, aléatoire pondéré se 2782. Par exemple, deux pairs d même niveau avec `weight: 100` `weight: 50` divisent le trafic ~2 les poids à zéro dans un niveau reviennent à une répartition unif

`priority` et `weight` sont optionnels ; les omettre reproduit le comportement aléatoire uniforme précédent. Ils ne s'appliquent qu'à la sélection

`:random_peer` (la sélection basée sur DNS honore la priorité/poids SRV dans les enregistrements DNS à la place). Les deux peuvent également être modifiés à l'exécution — sans redémarrage du MME — via l'API REST (voir ci-dessous) ; les modifications à l'exécution ne sont **pas persistées** et reviennent à cette configuration au redémarrage.

Gestion des pairs à l'exécution (API REST). Les points de terminaison `/sgw_peers` et `/pgw_peers` exposent le pool de pairs effectif (y compris `type`, `weight` et `priority` par pair) et permettent à un opérateur de l'ajuster en direct :

Méthode / Chemin	Effet
`GET /sgw_peers`, `GET /pgw_peers`	Liste les pairs effectifs avec leur poids de sélection et (SGW uniquement) état de récupération/vitalité/session.
`GET /sgw_peers/{ip}`, `GET /pgw_peers/{ip}`	Un seul pair par IP.
`POST /sgw_peers`, `POST /pgw_peers`	Ajouter un pair à l'exécution (`ip` requis ; `host`/`port`/`type`/`weight`/`priority` optionnels).
`PUT /sgw_peers/{ip}`, `PUT /pgw_peers/{ip}`	Mettre à jour le `weight` et/ou `priority` d'un pair.
`DELETE /sgw_peers/{ip}`, `DELETE /pgw_peers/{ip}`	Supprimer un pair du pool.

Toutes les opérations d'écriture sont **non persistantes** : elles modifient uniquement le nœud en cours et sont perdues au redémarrage, lorsque le pool de pairs est resemé à partir de cette configuration.

Passerelle de données par paquet (PGW)

La sélection PGW utilise la même structure que SGW. Configurez sous `pgw:` avec des paramètres identiques, y compris la carte `selection_method` par type.

```
config :mme,
  pgw: %{
    selection_method: :random_peer,
    dns: [ ... ],
    peers: [
      %{
        ip: "192.0.2.21",
        host: "pgw01.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
        port: 2123,
        type: :home_and_roaming
      }
    ]
  }
```

Voir Paramètres de pair SGW/PGW pour les descriptions des champs. `type: :home_and_roaming` est courant pour les PGW qui gèrent à la fois les sessions PDN à domicile et en itinérance.

MME Voisin (S10)

L'interface S10 (GTPv2-C entre MMEs) gère la mobilité inter-MME : transfert de contexte en mode inactif pour TAU GUTI étranger et transfert de relocalisation en mode connecté. `mme_s10` configure comment un MME cible est d►►couvert.

```
config :mme,
  mme_s10: %{
    # :dns_lookup résout le TAI cible via S-NAPTR (x-3gpp-mme:x-
s10);
    # :random_peer utilise la liste de pairs statiques ci-dessous.
    selection_method: :dns_lookup,
    dns: [
      %{
        server: "192.0.2.53",
        domain: "3gppnetwork.org"
      }
    ],
    peers: [
      %{
        ip: "192.0.2.30",
        host:
"mmec01.mmegi8001.mme.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
        port: 2123
      }
    ],
    # Fenêtre de cache négatif pour un GUTI étranger qui ne résout
pas à un pair accessible.
    unresolvable_guti_backoff_seconds: 30,
    # Combien de temps attendre une réponse de relocalisation
avant de préparer un transfert.
    handover_request_timeout_ms: 1500
  }
```

Paramètre	Type	Requis	Description
`selection_method`	Atome	Oui	`:dns_lookup` résout le TAI cibl à un MME voisin via S-NAPTR (`x-3gpp-mme:x-s10` TS 29.303 §5.4); `:random_peer` utilise la liste `peers` statique.
`dns`	Liste	Non	Résolveurs DNS utilisés lorsque `selection_meth` est `:dns_lookup` Utilise `server` e `domain` comme dans Paramètres DNS.
`peers`	Liste	Non	Liste de MME voisins statiques utilisée lorsque `selection_meth` est `:random_pee` (ou comme solution de secours). Chaqu entrée : `ip`, `hos` (FQDN du nœud MME), `port` (por GTP-C S10, généralement 2123).

Paramètre	Type	Requis	Description
`unresolvable_guti_backoff_seconds`	Integer	Non (par défaut `30`)	Durée pendant laquelle un GUTI étranger qui ne résout pas à un MME voisin accessible (ni SGSN source sur S3) est mis en cache négativement. Pendant que cel est mis en cache un UE qui continue à renvoyer une mi à jour de zone d suivi avec le même GUTI non résolvable est immédiatement refusé (Rejet TAU sans relancer la découverte de pairs, empêchar un UE réessayar de relancer le signal de demande de contexte à chaq tentative.
`handover_request_timeout_ms`	Integer	Non (par défaut `1500`)	Combien de tem attendre pour ur réponse de relocalisation lor

Paramètre	Type	Requis	Description
			de la préparatio d'un transfert S1 sortant. Délibérément pl court que le T3 GTPv2-C généra l'eNB source abandonne la préparation de transfert lorsque son minuteur `tS1relocprep` expire (2 s dans un RAN typique, TS 36.413 §8.4.1 donc une relocalisation qu va échouer doit échouer à l'intérieur de cet fenêtre pour que l'échec de préparation de transfert du MME atteigne l'eNB à temps. C'est tou le budget — la demande est envoyée une foi jamais retransmise, car MME cible construit un contexte UE et une session SGW cible pour chaqu

Paramètre	Type	Requis	Description
			copie qu'il reçoit — donc il doit également laisse de la place pour une relocalisatio *réussie*, à laquel le cible ne répor qu'après sa prop création de session et la demande de transfert de l'eN cible/Ack. Augmentez-le si `tS1relocprep` d RAN est supérieu à 2 s ; réduisez-l s'il est inférieur. S'applique uniquement au chemin de transfert : la demande de contexte en moc inactif et la gestion de sessi conservent le T3 plus long.

La sélection du MME cible ne retourne jamais l'adresse S10 de ce MME lui-même, par aucune méthode : une demande de relocalisation vers soi ne peut jamais se compléter, et une zone de suivi desservie par un pool MME se résout autrement en une liste de candidats qui inclut ce nœud. L'identification de "soi" repose sur le fait que le `listen_ip` GTPv2-C soit la véritable adresse de ce nœud plutôt qu'un lien générique — ce qui est requis pour le transfert inter-

MME de toute façon, puisque la même valeur est envoyée comme F-TEID du MME source.

Le service S10 partage l'écouteur GTPv2-C configuré sous GTPv2-C (S11). Pour l'interopérabilité EPS↔5GS, la découverte du AMF cible sur N26 utilise `x-3gpp-amf:x-n26` et les mêmes résolveurs DNS.

Supervision de chemin GTP-C

Gestion active des chemins GTP-C (TS 29.274 §7.2.1) : le MME envoie périodiquement un Echo à chaque SGW avec lequel il a des sessions S11 et, après suffisamment de manques consécutifs, déclare le chemin hors service et libère les sessions obsolètes ancrées là.

```
config :mme,
  gtpc_path_supervision: %{
    enabled: true,
    interval_ms: 60_000,
    failure_threshold: 3
  }
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`enabled`	Boolean	`false`	Lorsque `true`, le MME envoie activement des Echo à ses pairs et libère des sessions en cas d'échec de chemin. **Opt-in :** un intervalle/seuil trop agressif pourrait supprimer des sessions actives lors d'un pic transitoire. Le MME *répond* toujours aux requêtes Echo entrantes, indépendamment de ce paramètre.
`interval_ms`	Integer	`60000`	Intervalle entre les requêtes Echo à chaque pair, en millisecondes.
`failure_threshold`	Integer	`3`	Réponses Echo manquées consécutives avant que le chemin ne soit déclaré hors service.

Diameter (S6a / S13 / SLg)

OmniMME se connecte à l'HSS (S6a), à l'EIR (S13) et au GMLC (SLg, pour les services de localisation) via Diameter, généralement à travers un agent de routage Diameter (DRA).

```
config :diameter_ex,
  diameter: %{
    service_name: :omnitouch_mme,
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 3868,
    host: "mme01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    product_name: "OmniMME",
    request_timeout: 5000,
    peer_selection_algorithm: :random,
    allow_undefined_peers_to_connect: true,
    log_unauthorized_peer_connection_attempts: true,
    control_module: Mme.Control.Diameter,
    processor_module: DiameterEx.Processor,
    auth_application_ids: [],
    acct_application_ids: [],
    vendor_id: 10415,
    supported_vendor_ids: [5535, 10415],
    applications: [ ... ],
    peers: [ ... ]
  }
```

Paramètres de base Diameter :

Paramètre	Type	Requis	Par défau
`service_name`	Atome	Oui	-
`listen_ip`	String	Oui	-
`listen_port`	Integer	Non	`3868`
`host`	String	Oui	-
`realm`	String	Oui	-
`product_name`	String	Non	-
`request_timeout`	Integer	Non	`5000`

Paramètre	Type	Requis	Par défau
`peer_selection_algorithm`	Atome	Non	`:rand`
`allow_undefined_peers_to_connect`	Boolean	Non	`false`
`log_unauthorized_peer_connection_attempts`	Boolean	Non	`true`
`control_module`	Module	Oui	-
`processor_module`	Module	Oui	-
`auth_application_ids`	Liste	Non	`[]`

Paramètre	Type	Requis	Par défau
`acct_application_ids`	Liste	Non	`[]`
`vendor_id`	Integer	Oui	-
`supported_vendor_ids`	Liste	Non	`[]`
`applications`	Liste	Oui	-
`peers`	Liste	Non	`[]`

Paramètres d'application

Paramètre	Type	Requis	Descriptio
`application_name`	Atome	Oui	Nom interne de l'application (par ex `:s6a`, `:s13`, `:slg`)
`application_dictionary`	Atome	Oui	Module de dictionn Diameter Erlang (p exemple `:diameter_gen_3gp`
`vendor_specific_application_ids`	Liste	Oui	Déclarations d'ID d'application spécif au fournisseur. Cha entrée : `vendor_id` `auth_application_` `acct_application_`

Applications Diameter prises en charge :

Nom de l'application	Auth App ID	Interface	Référence
`:s6a`	`16777251`	S6a — Authentification MME ↔ HSS et abonnement	TS 29.272
`:s13`	`16777252`	S13 — Vérification d'identité de l'équipement MME ↔ EIR	TS 29.272
`:slg`	`16777255`	SLg — Services de localisation MME ↔ GMLC (PLR/LRR)	TS 29.172
`:t6a`	`16777346`	T6a — MME ↔ SCEF CIoT Livraison de données Non-IP (dictionnaire `:diameter_gen_3gpp_t6a`)	TS 29.128

Déclarez uniquement les applications que vous utilisez. `:slg` est requis pour la fonctionnalité Services de localisation ; `:s13` est requis lorsque la vérification d'équipement S13 est `enabled` ; `:t6a` est requis pour NIDD / CIoT de plan de contrôle.

Paramètres de pair Diameter

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Descripti
`host`	String	Oui	-	Identité Diameter du (Origin-Host) Doit correspondre l'identité configurée d pair pour la validation CE
`realm`	String	Oui	-	Domaine Diameter du pair.
`ip`	String	Oui	-	Adresse IP à laquelle se connecter / accepter.
`port`	Integer	Non	`3868`	Port Diamete pair.
`tls`	Boolean	Non	`false`	Activer TLS p cette connex de pair.
`transport`	Atome	Non	`:diameter_tcp`	`:diameter_t` ou `:diameter_s` SCTP est pré pour Diamet selon RFC 67 §2.1.

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Descripti
`initiate_connection`	Boolean	Non	`false`	Lorsque `true` OmniMME in la connexion ce pair ; lors `false`, il atte que le pair s connecte. Typiquement `true` pour le pairs DRA.

GTPv2-C (S11)

L'interface S11 connecte OmniMME à la passerelle de service pour la gestion du cycle de vie des sessions et des porteurs. Ce même service GTPv2-C transporte également l'interface inter-MME S10.

```
config :gtpc,
  service: %{
    name: :s11,
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 2123,
    control_module: Mme.Control.Gtpc,
    t3: 5000,
    n3: 3
  }
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`name`	Atome	Oui	-	Identifiant du nom de l'interface. Doit être `:s11`.
`listen_ip`	Chaîne	Oui	-	Adresse IP à lier pour GTPv2-C. Doit être une IP d'interface spécifique — pas `0.0.0.0`. Le SGW et les MME voisins envoient des réponses ici.
`listen_port`	Entier	Non	`2123`	Port UDP pour GTPv2-C. Le port standard est 2123 selon TS 29.274.
`control_module`	Module	Oui	-	Module qui gère les messages GTP-C décodés. Pour OmniMME, c'est `Mme.Control.Gtpc`.
`t3`	Entier	Non	`5000`	Minuteur T3-RESPONSE en millisecondes. Temps d'attente pour une réponse GTPv2 avant de retransmettre.
`n3`	Entier	Non	`3`	Nombre de retransmissions N3 avant qu'une transaction soit considérée comme échouée.

Diffusion Cellulaire (SBc)

L'interface SBc (SBc-AP sur SCTP) connecte OmniMME à un Centre de Diffusion Cellulaire (CBC) pour les messages du Système d'Alerte Public — ETWS et CMAS / Avertissement Écrire-Remplacer (TS 29.168). Lorsqu'elle est activée, le MME accepte les Avertissements Écrire-Remplacer / Arrêter Avertissement du CBC et les transmet aux eNB desservant la zone d'avertissement ciblée.

```
config :mme, :sbc,
  enabled: true,
  port: 29168,
  indication_timeout: 10_000
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`enabled`	Booléen	`false`	Lorsque `true`, OmniMME ouvre l'écouteur SCTP SBc-AP et traite les messages d'avertissement.
`port`	Entier	`29168`	Port SCTP pour l'écouteur SBc-AP.
`indication_timeout`	Entier	`10000`	Millisecondes à attendre pour les confirmations eNB avant d'envoyer l'Indication d'Avertissement Écrire-Remplacer au CBC.

L'écouteur SBc lie l'IP principale `s1ap.listen_ip` et tous les `secondary_bind_ips`.

Services de Localisation (E-SMLC / SLs)

L'interface SLs (LCS-AP sur SCTP) connecte OmniMME à un E-SMLC pour le positionnement du plan de contrôle (TS 29.171), utilisé avec l'application Diameter SLg pour répondre aux demandes de localisation GMLC. Lorsqu'elle est activée, le MME relaie le positionnement LPPa/LPP entre l'E-SMLC, les eNB et les UE, et expose la page du Panneau de Contrôle des Services de Localisation.

```
config :mme, :esmlc,
  enabled: true,
  sls_port: 9082
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`enabled`	Booléen	`false`	Lorsque `true`, OmniMME ouvre l'écouteur SLs (LCS-AP) SCTP et traite les demandes de positionnement. Nécessite que l'application Diameter `:slg` soit déclarée pour les demandes initiées par le GMLC.
`sls_port`	Entier	`9082`	Port SCTP pour l'écouteur SLs (LCS-AP).

L'écouteur SLs lie l'IP principale `s1ap.listen_ip` et tous les `secondary_bind_ips`.

NIDD / CIoT de Plan de Contrôle (T6a)

La Livraison de Données Non-IP (NIDD) permet aux dispositifs Cellular-IoT / NB-IoT d'échanger de petites données Non-IP via l'optimisation CIoT EPS du plan de contrôle, relayées à un SCEF via l'interface Diameter T6a (TS 29.128 / TS 23.682). La même optimisation transporte également des données **IP** NB-IoT avec le MME terminant le plan utilisateur sur S11-U. Consultez le guide NIDD & Interface T6a pour la description complète de la fonctionnalité. Désactivé par défaut — sans configuration `:nidd`, le MME ne fait pas de publicité pour le support CIoT de plan de contrôle et se comporte exactement comme un MME non-CIoT.

```
config :mme, :nidd,
  enabled: true,
  s11u_ip: "10.7.25.185"
```

Paramètre	Type	Par défaut	Description
`enabled`	Booléen	`false`	Lorsque `true`, OmniMME fait de la publicité pour le support CIoT de plan de contrôle dans le Support de Fonctionnalité Réseau EPS et sert des connexions PDN Non-IP (et NB-IoT IP-sur-S11-U) pour les dispositifs CIoT.
`s11u_ip`	Chaîne	IP `listen_ip` GTP-C S11	Adresse IP pour le point de terminaison GTP-U S11-U du MME (UDP 2152) utilisé pour les données IP NB-IoT. Par défaut, cela correspond à l'IP `listen_ip` de GTPv2-C (S11).

L'activation de NIDD nécessite également :

- L'application Diameter `:t6a` déclarée dans la liste `applications`, et le SCEF accessible en tant que pair (directement ou via le DRA). Voir Applications Diameter Supportées.
- Le APN Non-IP provisionné dans l'abonnement **HSS** : une configuration APN avec `PDN-Type = Non-IP (4)` et un `SCEF-ID`.

Panneau de Contrôle

Le Panneau de Contrôle est une interface web en temps réel pour les opérateurs afin d'inspecter et de gérer les UE, eNodeBs, pairs Diameter, services de localisation et transfert inter-MME.

```
config :control_panel,
  page_order: ["/ues", "/enodebs", "/diameter", "/application",
"/configuration"]

config :control_panel, ControlPanelWeb.Endpoint,
  url: [host: "0.0.0.0", path: "/"],
  https: [
    port: 10443,
    keyfile: "priv/cert/omnitouch.pem",
    certfile: "priv/cert/omnitouch.crt"
  ]
```

Paramètres Généraux :

Paramètre	Type	Requis	Description
`page_order`	Liste	Non	Liste ordonnée des entrées de navigation de la barre latérale. Détermine l'ordre de navigation à gauche dans le Panneau de Contrôle.

Paramètres de Point de Terminaison :

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`url.host`	Chaîne	Non	`"0.0.0.0"`	Adresse de liaison pour l'écouteur HTTPS.
`url.path`	Chaîne	Non	`"/"`	Préfixe de chemin URL pour le Panneau de Contrôle.
`https.port`	Entier	Oui	-	Port HTTPS pour le Panneau de Contrôle.
`https.keyfile`	Chaîne	Oui	-	Chemin vers le fichier de clé privée TLS (format PEM).
`https.certfile`	Chaîne	Oui	-	Chemin vers le fichier de certificat TLS (format PEM).

API REST

L'API REST fournit un accès programmatique aux UE, eNodeB, Diameter, pairs SGW et contexte S10, ainsi que des actions UE/eNB/GUTI/déchargement. La documentation OpenAPI interactive est disponible à `/api/swagger`. Consultez le Guide des Opérations pour le catalogue des points de terminaison.

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

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`port`	Entier	Oui	-	Port HTTPS pour l'API REST.
`listen_ip`	Chaîne	Non	`"0.0.0.0"`	Adresse IP à lier à l'écouteur API.
`product_name`	Chaîne	Non	-	Chaîne de nom de produit dans les métadonnées OpenAPI.
`title`	Chaîne	Non	-	Titre affiché dans l'OpenAPI / Swagger UI.
`hostname`	Chaîne	Oui	-	Nom d'hôte utilisé pour construire les URL de base de l'API dans la spécification OpenAPI.
`enable_tls`	Booléen	Non	`true`	Activer HTTPS pour l'API. Lorsque `false`, l'API sert du HTTP simple (non recommandé en production).
`tls_cert_path`	Chaîne	Lors de l'utilisation de TLS	-	Chemin vers le fichier de certificat TLS (format PEM).

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`tls_key_path`	Chaîne	Lors de l'utilisation de TLS	-	Chemin vers le fichier de clé privée TLS (format PEM).

Journalisation

OmniMME émet des journaux JSON structurés via `OmniLogger`. Configurez le formatteur par défaut (et, éventuellement, un gestionnaire de fichiers rotatifs) sous `:logger`.

```
config :logger, :default_formatter,
  format: {OmniLogger.JsonFormatter, :format},
  metadata: :all
```

Paramètre	Type	Description
`format`	Tuple	MFA du formatteur. Utilisez `{OmniLogger.JsonFormatter, :format}` pour des journaux JSON structurés (un objet par ligne).
`metadata`	Atome | Liste	Quelles clés de métadonnées inclure ; `:all` émet toutes les clés.

Un gestionnaire de fichiers rotatifs peut être ajouté avec `config :logger, :default_handler, ...` (`file`, `max_no_bytes`, `max_no_files`, `compress_on_rotate`). En production, la destination des journaux est gérée sous `/etc/omnimme/`.

Exemple Complet de Configuration

Ce qui suit est un `runtime.exs` complet et annoté, adapté comme point de départ. Remplacez toutes les valeurs de remplacement par les adresses et identifiants réels de votre réseau.

```
import Config

config :mme,
  # Identité du nœud
  mme_name: "omnimme",
  operator_name: "MyNet",
  country: "Australia",
  network_name_short: "MyNet",
  network_name_long: "My Network",
  timezone: "Australia/Sydney",
  default_apn: "internet",
  apn_oi_domain: :gprs,   # Suffixe APN-OI (:gprs / :epc / :none)

  # Capacité et identité
  mme_capacity: 128,
  home_plmn: %{mcc: "505", mnc: "01"},
  emergency_support_enabled: false,

  # Minuteurs NAS
  t3412: 3240,  # intervalle TAU périodique, secondes (54 min)
  t3485: 8,     # retransmission de contexte de porteur, secondes
  t3346: 600,   # retour en arrière de congestion EMM, secondes
  t3396: 600,   # retour en arrière de congestion ESM, secondes

  # Politique de sécurité NAS (la plus forte en premier). Le
chiffrement est désactivé (EEA0) par défaut ;
  # seuls EEA0 et EEA2 sont implémentés. Liste [:eea2, :eea0] pour
activer EEA2.
  nas_security: %{
    ciphering: [:eea0],
    integrity: [:eia2, :eia1, :eia3]
  },

  # DRX en mode veille prolongée étendue
  edrx_enabled: false,

  # Priorité de pagination pour les abonnés MPS (omettre pour
désactiver)
  # paging_priority_arp_threshold: 8,

  # Remplacements de cause de rejet (problème #26)
  emm_cause_mapping: %{},
  esm_cause_mapping: %{},
```

```
  # Vérification de l'identité de l'équipement
  s13: %{
    enabled: true,
    allowed_equipment_status: [:whitelist, :greylist]
  },

  # Écouteur S1AP (optionnellement multi-homé)
  s1ap: %{
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 36412
    # secondary_bind_ips: ["192.0.2.11"]
  },

  # GUMMEI — ajustez group_id et code pour correspondre à votre
plan de pool MME
  served_gummei: [
    %{
      plmn_list: [%{mcc: "505", mnc: "01"}],
      group_id: 1,
      code: 1
    }
  ],

  # Zones de suivi que ce MME dessert
  served_tai: [
    %{
      plmn: %{mcc: "505", mnc: "01"},
      tac_list: [1, 2, 3]
    }
  ],

  # Sélection de passerelle
  dns_ip_version: :ipv4,
  sgw: %{
    selection_method: :random_peer,
    peers: [
      %{ip: "192.0.2.20", host:
"sgw01.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org", port: 2123, type: :home}
    ]
  },
  pgw: %{
    selection_method: :random_peer,
    peers: [
```

```
      %{ip: "192.0.2.30", host:
"pgw01.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org", port: 2123, type:
:home_and_roaming}
    ]
  },

  # Découverte des MME voisins (S10) pour le transfert inter-MME /
TAU GUTI étranger
  mme_s10: %{
    selection_method: :dns_lookup,
    dns: [%{server: "192.0.2.53", domain: "3gppnetwork.org"}],
    peers: [
      %{ip: "192.0.2.50", host:
"mmec01.mmegi8001.mme.epc.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org", port:
2123}
    ]
  },

  # Supervision active du chemin GTP-C (opt-in)
  gtpc_path_supervision: %{enabled: false, interval_ms: 60_000,
failure_threshold: 3}

# Système d'Alerte Public (ETWS / CMAS) sur SBc
config :mme, :sbc,
  enabled: true,
  port: 29168

# Positionnement de plan de contrôle (LCS) sur SLs vers l'E-SMLC
config :mme, :esmlc,
  enabled: false,
  sls_port: 9082

config :diameter_ex,
  diameter: %{
    service_name: :omnitouch_mme,
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 3868,
    host: "mme01.epc.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org",
    product_name: "OmniMME",
    request_timeout: 5000,
    peer_selection_algorithm: :random,
    allow_undefined_peers_to_connect: true,
    log_unauthorized_peer_connection_attempts: true,
```

```
    control_module: Mme.Control.Diameter,
    processor_module: DiameterEx.Processor,
    auth_application_ids: [],
    acct_application_ids: [],
    vendor_id: 10415,
    supported_vendor_ids: [5535, 10415],
    applications: [
      %{
        application_name: :s6a,
        application_dictionary: :diameter_gen_3gpp_s6a,
        vendor_specific_application_ids: [
          %{vendor_id: 10415, auth_application_id: 16_777_251,
acct_application_id: nil}
        ]
      },
      %{
        application_name: :s13,
        application_dictionary: :diameter_gen_3gpp_s13,
        vendor_specific_application_ids: [
          %{vendor_id: 10415, auth_application_id: 16_777_252,
acct_application_id: nil}
        ]
      },
      %{
        application_name: :slg,
        application_dictionary: :diameter_gen_3gpp_slg,
        vendor_specific_application_ids: [
          %{vendor_id: 10415, auth_application_id: 16_777_255,
acct_application_id: nil}
        ]
      }
    ],
    peers: [
      %{
        host: "dra01.epc.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org",
        ip: "192.0.2.40",
        port: 3868,
        tls: false,
        transport: :diameter_sctp,
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }
```

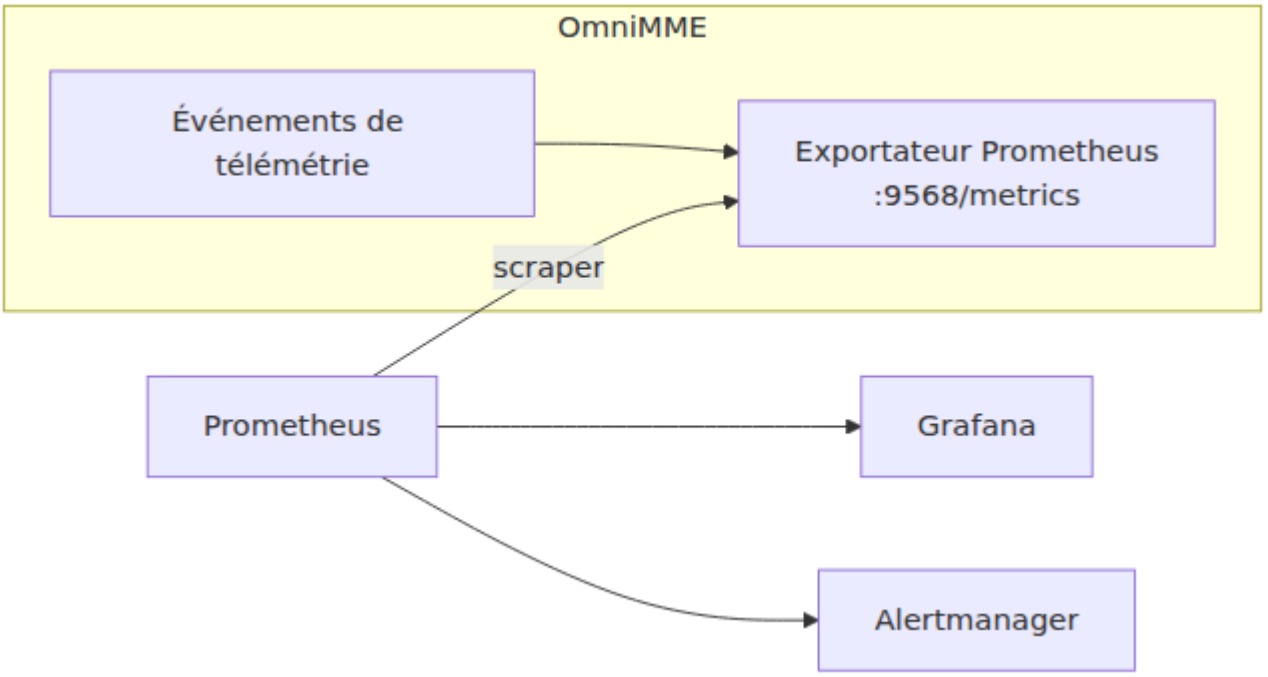
```
config :gtpc,
  service: %{
    name: :s11,
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 2123,
    control_module: Mme.Control.Gtpc,
    t3: 5000,
    n3: 3
  }

config :control_panel,
  page_order: ["/ues", "/enodebs", "/diameter", "/application",
"/configuration"]

config :control_panel, ControlPanelWeb.Endpoint,
  url: [host: "0.0.0.0", path: "/"],
  https: [
    port: 10443,
    keyfile: "/etc/omnimme/certs/server.pem",
    certfile: "/etc/omnimme/certs/server.crt"
  ]

config :api_ex,
  api: %{
    port: 8443,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    product_name: "OmniMME",
    title: "API - OmniMME",
    hostname: "mme01.example.com",
    enable_tls: true,
    tls_cert_path: "/etc/omnimme/certs/server.crt",
    tls_key_path: "/etc/omnimme/certs/server.pem"
  }

config :logger, :default_formatter,
  format: {OmniLogger.JsonFormatter, :format},
  metadata: :all
```

Référence des métriques OmniMME

OmniMME expose des métriques Prometheus pour l'activité du plan de contrôle MME et la santé de la VM BEAM.

Scraping

Propriété	Valeur
Point de terminaison	`http://<mme-host>:9568/metrics`
Exportateur	`TelemetryMetricsPrometheus` (démarré dans `Mme.Web.Supervisor`)
Format	Exposition de texte Prometheus



Nommer : les métriques sont définies en interne avec des noms séparés par des points (par exemple, `mme.attach.count`) ; l'exportateur Prometheus les

rend avec des underscores (par exemple, `mme_attach_count`). Ce document utilise les noms Prometheus (underscore) tout au long.

Valeurs par défaut des étiquettes : chaque étiquette de compteur/distribution par défaut est `none` à tout site d'émission qui ne la définit pas. Ainsi, une métrique comme `mme_attach_count` porte toujours son ensemble complet d'étiquettes ; une dimension qui n'était pas applicable à un événement particulier montre `none` plutôt que d'être absente.

Jauges MME

Valeurs à un instant donné, recalculées périodiquement à partir de l'état MME en direct.

Métrique	Étiquettes	Description
`mme_ue_count`	—	Total des contextes UE avec un IMSI valide (connecté + inactif + conservé).
`mme_ue_connected_count`	—	Contextes UE en ECM-CONNECTÉ.
`mme_ue_idle_count`	—	Contextes UE en ECM-INACTIF (accessible via paging).
`mme_bearer_count`	`bearer_type`	Porteurs EPS actifs, par `default` / `dedicated`.
`mme_session_count`	`apn`	Sessions PDN actives, par APN.
`mme_session_emergency_count`	—	Sessions PDN d'urgence actives.
`mme_session_unauthenticated_count`	—	Contextes UE à service limité (pas d'IMSI) qui

Métrique	Étiquettes	Description
		détiennent une session PDN.
`mme_esm_procedure_pending_count`	`procedure_type`	Procédures ESM en cours, par type (détecteur de fuite).
`mme_timer_active_count`	—	Minuteries MME programmées mais pas encore déclenchées (détecteur de fuite).
`mme_sgw_session_count`	`sgw`	Sessions actuellement domiciliées sur chaque S-GW (distribution de charge en direct).
`mme_pgw_session_count`	`pgw`	Sessions actuellement domiciliées sur chaque P-GW (distribution de charge en direct).

Métrique	Étiquettes	Description
`mme_enb_connected_count`	—	eNB avec une association S1 connectée.
`mme_sctp_association_count`	`state`	Associations SCTP regroupées par statut S1 eNB.
`mme_s1ap_enb_status`	`ip`, `enb_id`	Statut S1 par eNB : `1` connecté, `0` déconnecté.

Exemples de requêtes :

```
# Ratio connecté / total
mme_ue_connected_count / mme_ue_count

# Tout eNB déconnecté
mme_s1ap_enb_status == 0

# Possible fuite de procédure ESM : procédures en attente en
hausse
rate(mme_esm_procedure_pending_count[15m]) > 0
```

Compteurs de procédure EMM

Métrique	Étiquettes	Description
`mme_attach_count`	`result`, `via`, `cause`	Résultats d'attachement EPS. `result` = tentative/succès/reje ; `via` = type d'identité ; `cause` en cas de rejet.
`mme_tau_count`	`result`, `via`, `type`, `cause`	Résultats des mises à jour de zone de suivi, par résultat, type d'identité et `type` TAU (périodique/mobilité/combiné).
`mme_service_request_count`	`result`, `cause`	Résultats des demandes de service / demandes de service étendues.
`mme_detach_count`	`initiator`, `type`, `cause`	××vénements de détachemen par `initiator` (ue/mme/hss/sgw_pgw) et type
`mme_auth_count`	`result`, `cause`	Résultats d'authentification ; `cause` = mac_failure/synch_failure/timeo en cas d'échec.
`mme_security_mode_count`	`result`, `cause`	Résultats des commandes de mode de sécurité NAS (complet/rejet).
`mme_identity_count`	`result`	Résultats de la procédure d'identité.

```
# Taux de succès d'attachement sur 5m
sum(rate(mme_attach_count{result="success"}[5m]))
  / sum(rate(mme_attach_count{result="attempt"}[5m]))

# Échecs d'authentification par cause
sum by (cause) (rate(mme_auth_count{result="failure"}[5m]))
```

Compteurs de procédure ESM

Métrique	Étiquettes	Description
`mme_pdn_connectivity_count`	`result`, `apn`, `cause`	Résultats de connectivité PDN ; `cause` capture le rejet/surcharge de type PDN.
`mme_pdn_disconnect_count`	`initiator`, `apn`	Événements de déconnexion PDN, par initiateur et APN.
`mme_bearer_activation_count`	`bearer_type`, `initiator`, `result`, `cause`	Activations de porteurs EPS.
`mme_bearer_deactivation_count`	`bearer_type`, `initiator`, `result`, `cause`	Désactivations de porteurs EPS.
`mme_bearer_modification_count`	`result`, `cause`	Résultats de modification de porteur (Mise à jour de porteur / Modification du contexte de porteur EPS).
`mme_esm_procedure_timeout_count`	`procedure_type`	Délais d'attente ESM T3485, par type de procédure.

Compteurs de sélection de nœuds

Métrique	Étiquettes	Description
`mme_sgw_selection_count`	`sgw`, `result`	Sélections S-GW par session, par S-GW choisi et résultat.
`mme_pgw_selection_count`	`pgw`, `apn`, `result`	Sélections P-GW par session, par P-GW choisi, APN et résultat.
`mme_mme_peer_selection_count`	`result`	Résultats de découverte de MME cible (S10) (`x-3gpp-mme:x-s10`).
`mme_amf_selection_count`	`result`	Résultats de découverte de AMF cible (N26) (`x-3gpp-amf:x-n26`).

Métriques DNS

S-NAPTR / Résolution DNS utilisée pour la sélection SGW/PGW/MME/AMF (TS 29.303).

Métrique	Type	Étiquettes
`mme_dns_query_count`	Compteur	`query_type`, `result`, `purpose`
`mme_dns_query_duration_milliseconds`	Histogramme	`query_type`, `result`, `purpose`
`mme_dns_answer_records`	Histogramme	`query_type`, `purpose`
`mme_dns_resolution_count`	Compteur	`purpose`, `result`
`mme_dns_resolution_duration_milliseconds`	Histogramme	`purpose`

Métriques GTP-C (S11)

Métrique	Type	Étiquettes
`mme_gtpc_message_count`	Compteur	`direction`, `message_type`
`mme_gtpc_request_duration_milliseconds`	Histogramme	`message_type`
`mme_gtpc_timeout_count`	Compteur	`message_type`
`mme_gtpc_handler_crash_count`	Compteur	`message_type`
`mme_gtpc_echo_count`	Compteur	`direction`
`mme_gtpc_modify_bearer_response_count`	Compteur	`result`, `procedure`, `cause`

Métrique	Type	Étiquettes
`mme_gtpc_peer_restart_count`	Compteur	—
`mme_gtpc_path_failure_count`	Compteur	—

Métriques Diameter S6a

Métrique	Type	Étiquettes
`mme_s6a_request_count`	Compteur	`command`, `result_code`
`mme_s6a_request_duration_milliseconds`	Histogramme	`command`
`mme_s6a_server_initiated_count`	Compteur	`command`, `result`

```
# Latence S6a (HSS) p95 sur 5m
histogram_quantile(0.95,
  sum by (le, command)
(rate(mme_s6a_request_duration_milliseconds_bucket[5m])))
```

Métriques S1AP

Métrique	Étiquettes	Description
`mme_s1ap_message_count`	`direction`, `message_type`, `enb_id`	Messages S1AP par direction, type et eNB
`mme_s1ap_degraded_ie_count`	`message_type`, `ie`, `criticality`, `reason`, `enb_id`	IEs S1AP que le codec n'a pas pu façonner. `reason=unknown_ie` e un IE que ce MME ne connaît pas (TS 36.41 §10.3.2) ; `reason=shaping_fail` est une limitation du codec laissant une valeur ASN.1 brute.
`mme_s1ap_encode_failure_count`	`message_type`, `enb_id`	Échecs d'encodage S1AP.
`mme_s1ap_error_indication_count`	`cause`, `enb_id`	Indications d'erreur S1AP provenant des eNB.
`mme_s1ap_setup_count`	`result`, `enb_id`	Résultats de la configuration S1 (intégration de l'eNB)
`mme_s1ap_reset_count`	`direction`, `enb_id`	Réinitialisation S1AP / Accusé de réception d réinitialisation.

Métrique	Étiquettes	Description
`mme_erab_setup_count`	`result`, `cause`, `enb_id`	Résultats de la configuration E-RAB.
`mme_erab_release_count`	`result`, `cause`, `enb_id`	Résultats de la libération E-RAB.
`mme_initial_context_setup_count`	`result`, `enb_id`	Résultats de la configuration du contexte initial.

Métriques de mobilité et de paging

Métrique	Étiquettes	Description
`mme_paging_count`	`result`, `stage`	Événements de paging ; `result` = tentative/succès, `stage` = étape de la procédure de paging (S-TMSI / IMSI).
`mme_handover_count`	`kind`, `direction`, `result`	Transferts par `kind` (x2/s1/s10/n26/décharge), direction et résultat.

Les compteurs de découverte inter-MME / inter-système sont répertoriés sous Sélection de nœuds (`mme_mme_peer_selection_count`, `mme_amf_selection_count`).

Seaux d'histogramme

Tous les histogrammes `*_duration_milliseconds` partagent ces seaux de latence (ms) :

```
1, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000, 10000
```

`mme_dns_answer_records` utilise des seaux de comptage `0, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 50`.

Métriques de la VM BEAM

OmniMME exporte des métriques d'exécution BEAM pour la planification de capacité et le diagnostic des fuites de mémoire ou de processus. Toutes les métriques de mémoire sont en octets.

Métrique	Description
`beam_memory_total`	Mémoire totale allouée par la VM BEAM (toutes catégories).
`beam_memory_processes`	Mémoire allouée aux processus Erlang (tas, pile, boîtes aux lettres).
`beam_memory_processes_used`	Mémoire activement utilisée dans les tas de processus.
`beam_memory_system`	Mémoire utilisée par le système BEAM (code, ETS, atomes, etc.).
`beam_memory_atom`	Mémoire allouée pour la table des atomes (utilisée + réservée).
`beam_memory_atom_used`	Mémoire activement utilisée par les atomes.
`beam_memory_binary`	Mémoire binaire hors tas (comptée par référence). Une montée soutenue peut indiquer une fuite binaire.
`beam_memory_code`	Mémoire utilisée par le code du module BEAM chargé. Généralement stable après le démarrage.
`beam_memory_ets`	Mémoire utilisée par les tables ETS. OmniMME stocke les contextes UE/eNB dans ETS, donc cela augmente avec le nombre d'abonnés.
`beam_processes_count`	Nombre de processus Erlang en cours d'exécution. Une montée soutenue peut indiquer une fuite de processus.

Métrique	Description
`beam_ports_count`	Nombre de ports Erlang ouverts (sockets, descripteurs de fichiers). Suit approximativement les connexions SCTP/TCP actives.
`beam_atom_count`	Total des atomes dans la table des atomes. Les atomes ne sont jamais collectés — un nombre croissant indique une création dynamique d'atomes (une fuite).
`beam_vm_uptime`	Secondes depuis le démarrage de la VM BEAM.

```
# Mémoire ETS en pourcentage du total
beam_memory_ets / beam_memory_total * 100

# Redémarrage inattendu (temps de fonctionnement réinitialisé près de zéro)
beam_vm_uptime < 300
```

Alertes recommandées

Alerte	Expression	
eNB hors ligne	`mme_s1ap_enb_status == 0`	A
Zéro UEs connectés pendant les heures de travail	`mme_ue_connected_count == 0`	C
Taux de succès d'attachement dégradé	`sum(rate(mme_attach_count{result="success"}[5m])) / sum(rate(mme_attach_count{result="attempt"}[5m])) < 0.9`	A
Erreurs HSS (S6a) en hausse	`sum(rate(mme_s6a_request_count{result_code!~"2.*"}[5m])) > 0`	A
Échec de chemin GTP-C	`increase(mme_gtpc_path_failure_count[5m]) > 0`	A
Crashes de gestionnaires GTP-C	`increase(mme_gtpc_handler_crash_count[5m]) > 0`	A
Fuite de procédure ESM	`mme_esm_procedure_pending_count > 100`	A
Utilisation élevée de la mémoire	`beam_memory_total > 3221225472`	A

Alerte	Expression	
Pic du nombre de processus	`beam_processes_count > 50000`	A
Redémarrage de la BEAM détecté	`beam_vm_uptime < 120`	C
Croissance de la table des atomes	`deriv(beam_atom_count[10m]) > 100`	A

NIDD & l'interface T6a/T6b — Livraison de données Non-IP pour CIoT

La livraison de données Non-IP (NIDD) permet à un appareil Cellular-IoT (CIoT / NB-IoT) d'échanger de petites données **Non-IP** avec un serveur d'application **sans jamais se voir attribuer une adresse IP**. Les données circulent sur le plan de signalisation NAS (l'**optimisation CIoT EPS du plan de contrôle**) entre l'UE et le MME, et le MME les relaye à une **Fonction d'Exposition de Capacité de Service (SCEF)** via l'interface Diameter **T6a**.

L'interface est définie dans 3GPP TS 29.128 (application Diameter T6a/T6b, application-id **16777346**) et les procédures dans 3GPP TS 23.682 §5.13. Le transport de données NAS utilise le message ESM DATA TRANSPORT de 3GPP TS 24.301.

> **Optionnel et désactivé par défaut.** Sans configuration `:nidd`, le MME ne fait pas la publicité du support CIoT du plan de contrôle, et les connexions PDN Non-IP ne sont pas servies via T6a. Un MME non-CIoT se comporte exactement comme auparavant.

Table des matières

- Architecture
- Établissement de la connexion
- Données d'origine mobile
- Données terminées mobiles
- Configuration
- Portée et limitations prises en charge

Architecture

```
        NAS (ESM DATA TRANSPORT)          T6a / TS 29.128
(Diameter)
  UE  <----------------------------> MME <-----------------------
--> SCEF <----> SCS/AS
       Optimisation CIoT du plan de contrôle     CMR/CMA  ODR/ODA
TDR/TDA
```

Une connexion PDN Non-IP n'a **pas de PGW, pas de SGW, et pas de tunnel GTP-U**. Au lieu de cela, le MME maintient une session PDN Non-IP sans tunnel liée au SCEF par l'**ID SCEF** et l'**ID de session** Diameter que le MME a alloué pour la connexion T6a.

Le MME est un pair Diameter du SCEF (directement, ou via un DRA). Le même service Diameter qui transporte S6a/S13 transporte également T6a — l'application `:t6a` est enregistrée aux côtés de `:s6a`.

Établissement de la connexion

(TS 23.682 §5.13.1) Lorsqu'un UE s'attache avec **type PDN "Non-IP"** et que la configuration APN de l'abonnement pour cet APN porte un **PDN-Type = Non-IP (4)** plus un **SCEF-ID** (l'encodage de stade-3 de l'indicateur "Invoke SCEF Selection"), le MME — au lieu d'un GTP-C Create Session vers un PGW — envoie une **Connection-Management-Request (CMR)** au SCEF :

AVP	Valeur
`Connection-Action`	`CONNECTION_ESTABLISHMENT (0)`
`Service-Selection`	l'APN (par exemple `non-ip`)
`User-Identifier`	`{ User-Name = IMSI }`
`Bearer-Identifier`	l'identité de porteur EPS allouée
`Destination-Host` / `-Realm`	dérivé de l'ID SCEF de l'abonnement

Lors d'une **Connection-Management-Answer (CMA, Result-Code 2001** réussie, le MME enregistre la session PDN Non-IP et fait la publicité de l'**optimisation CIoT EPS du plan de contrôle** à l'UE dans le support des fonctionnalités du réseau EPS de l'Acceptation de l'attachement. La connexion est libérée avec un CMR portant `CONNECTION_RELEASE (1)` lorsque la connexion PDN est interrompue, et une libération CMR initiée par le SCEF est également honorée.

Données d'origine mobile

(TS 23.682 §5.13.4) L'UE envoie des données Non-IP dans un conteneur de données utilisateur NAS **ESM DATA TRANSPORT** (type de message `0xEB`). Le MME les transfère au SCEF sous la forme d'une **MO-Data-Request (ODR)** T6a dont l'AVP **`Non-IP-Data`** est la charge utile verbatim.

```
UE --ESM DATA TRANSPORT(données utilisateur)--> MME --ODR(Non-IP-
Data)--> SCEF
```

Données terminées mobiles

(TS 23.682 §5.13.3) Le SCEF envoie des données Non-IP descendantes dans une **MT-Data-Request (TDR)** T6a. Le MME mappe l'AVP **`Non-IP-Data`** dans un

NAS **ESM DATA TRANSPORT** descendant vers l'UE et répond au SCEF avec une **MT-Data-Answer (TDA)**.

```
SCEF --TDR(Non-IP-Data)--> MME --ESM DATA TRANSPORT(données
utilisateur)--> UE
              MME --TDA(Result-Code)--> SCEF
```

Un TDR est associé à l'UE par **User-Name (IMSI)** + **Bearer-Identifier (EBI)**. Si l'UE ou sa session SCEF ne peut pas être trouvée, le MME répond au SCEF avec `UNABLE_TO_COMPLY (5012)` afin que le SCEF puisse appliquer sa propre politique de mise en tampon / retransmission.

Configuration

Deux éléments sont nécessaires :

1. **Activer NIDD** afin que le MME fasse la publicité du support CIoT du plan de contrôle :

   ```
   config :mme, :nidd, enabled: true
   ```

2. **Enregistrer le SCEF comme pair Diameter** dans la liste `:peers` de `:diameter_ex` (ou y accéder via le DRA existant). L'application `:t6a` (dictionnaire `:diameter_gen_3gpp_t6a`, application-id `16_777_346`) est enregistrée automatiquement dans la liste `applications:`.

L'APN Non-IP lui-m►►me est provisionné dans l'abonnement **HSS** : une configuration APN avec `PDN-Type = Non-IP (4)` et un `SCEF-ID`.

Voir la Référence de Configuration pour le tableau complet des paramètres, y compris le point de terminaison `s11u_ip` pour les données IP NB-IoT.

Données IP NB-IoT sur le CIoT du plan de contrôle (S11-U)

Au-delà du NIDD Non-IP, la même optimisation CIoT du plan de contrôle transporte des données **IP** pour NB-IoT (TS 23.401 §5.3.4B). Ici, le PDN est un PDN IP normal vers un PGW, mais les données circulent sur NAS :

```
  UE  <--ESM DATA TRANSPORT (paquet IP)-->  MME  <--GTP-U sur S11-
U-->  SGW  <--->  PGW
        Optimisation CIoT du plan de contrôle            (le MME
termine le plan utilisateur)
```

Le MME termine le plan utilisateur sur l'interface **S11-U** au lieu de l'eNB sur S1-U :

- La demande de création de session transporte le **S11-U GTP-U F-TEID** (type d'interface 38) du MME dans le contexte de porteur ; le SGW retourne son **S11-U GTP-U F-TEID** (type 39). Aucun E-RAB S1-U n'est configuré.
- **Montée** : un paquet IP dans un ESM DATA TRANSPORT est encapsulé GTP-U (G-PDU, TEID = le TEID S11-U du SGW) et envoyé au SGW.
- **Descente** : un G-PDU arrivant sur le TEID S11-U du MME est décapsulé et livré à l'UE sous la forme d'un ESM DATA TRANSPORT descendant (réutilisant la mise en tampon/paging de l'UE au repos).

Ce chemin est sélectionné lorsque le CP-CIoT est activé (`config :mme, :nidd, enabled: true`), l'UE a signalé le support CIoT du plan de contrôle, et le type de PDN est IP. Le point de terminaison GTP-U S11-U du MME écoute sur UDP **2152** (`config :mme, :nidd, s11u_ip:` — par défaut à l'IP GTP-C S11). La **demande de service du plan de contrôle NB-IoT** (`0x4D`) rétablit la connexion pour un UE au repos.

Attachement sans un porteur de plan utilisateur

Une connexion PDN Non-IP / CP-CIoT ne transporte pas de plan utilisateur, donc l'Acceptation de l'attachement (avec la demande d'activation du contexte de porteur EPS par défaut, type PDN Non-IP) est livrée sur NAS dans un **Transport NAS descendant** — il n'y a pas de demande de configuration de contexte initial et pas de E-RAB S1-U. Les données circulent ensuite sur ESM DATA TRANSPORT sur la même connexion de signalisation S1. Cela est sélectionné automatiquement lorsque le type de PDN du porteur par défaut est Non-IP.

Livraison Mobile-Terminated pour UE au repos

Lorsque des données MT arrivent pour un UE **au repos**, le MME les met en tampon dans le contexte de l'UE et **pagine** l'UE (TS 23.682 §5.13.3 étapes 2–4). Le SCEF est informé de `DIAMETER_SUCCESS` — le MME a pris la responsabilité de la livraison. Le tampon est vidé dès que l'UE répond à la pagination avec un message NAS montant. (La mise en tampon est dans l'état de contexte volatile, donc elle ne survit pas à un redémarrage du MME.)

Portée et limitations prises en charge

- **Uniquement non-roaming.** Le NIDD est servi pour les abonnés locaux via T6a. Le NIDD en itinérance — T6b vers un IWK-SCEF dans le réseau visité — n'est pas pris en charge.
- **Taille maximale du message Non-IP.** Chaque message Non-IP, montant ou descendant, transporte jusqu'à **255 octets** de données utilisateur ; des charges utiles d'application plus grandes doivent être segmentées par l'application.
- **Les connexions sont identifiées par l'IMSI.** Chaque connexion SCEF est indexée sur l'IMSI de l'abonné (selon TS 23.682 §5.13.1.2) ; l'identification

basée sur le MSISDN n'est pas utilisée.

- **Non pris en charge :** l'indication de données d'exception d'origine mobile et le service de données fiables.

Guide des opérations OmniMME

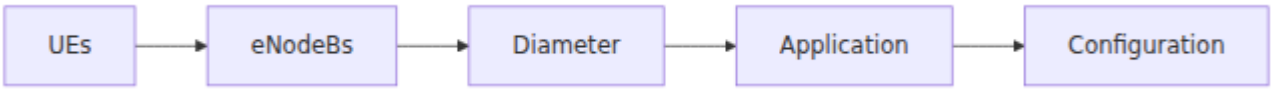
Ce guide couvre l'opération quotidienne d'OmniMME en utilisant l'interface web du panneau de contrôle et l'API REST.

Table des matières

- Aperçu du panneau de contrôle
- Gestion des équipements utilisateurs
- Gestion des eNodeBs
- État des pairs Diameter
- Services de localisation
- Transfert inter-MME S10
- API REST
- Référence des états UE
- Dépannage

Aperçu du panneau de contrôle

Le panneau de contrôle est accessible à `https://<mme-host>:10443`. Il fournit des vues en temps réel des contextes UE, des connexions eNodeB et de l'état des pairs Diameter, se rafraîchissant automatiquement chaque seconde.



L'ordre de navigation dans la barre latérale est configurable via `page_order` dans `runtime.exs`. Voir Référence de configuration. Les pages Localisation et S10 sont disponibles en plus des pages ci-dessus lorsque leurs interfaces sont activées ; ajoutez leurs chemins à `page_order` pour les faire apparaître dans la barre latérale.

Gestion des équipements utilisateurs

La page **UEs** montre tous les contextes UE actuellement détenus par le MME — connectés, inactifs et récemment détachés.

Résumé de l'état UE

En haut de la page UEs, un compte en direct montre :

État	Signification
Connecté	UE est EMM-Inscrit et ECM-Connecté (association S1AP active, plan de données actif)
Inactif	UE est EMM-Inscrit et ECM-Inactif (S1AP libéré, contexte conservé — accessible via pagination)
Déconnecté	UE est EMM-Désinscrit (détaché ; contexte conservé brièvement pour une ré-attachment basée sur le contexte)

Recherche et filtrage

La zone de recherche correspond à l'IMSI, MSISDN, IMEISV, ID S1AP UE MME, ID S1AP UE eNB, et nom de l'eNodeB. Les résultats se mettent à jour au fur et à mesure que vous tapez avec un délai de 300 ms.

Le bouton **Filtres** fournit un filtrage basé sur l'état :

- **Tous les états** — Afficher tous les contextes
- **Connecté** — Seulement ECM-Connecté
- **Inactif** — Seulement ECM-Inactif
- **Déconnecté** — Seulement EMM-Désinscrit

Les résultats sont paginés à 10 par page. Utilisez les contrôles de pagination pour naviguer dans de grandes populations d'abonnés.

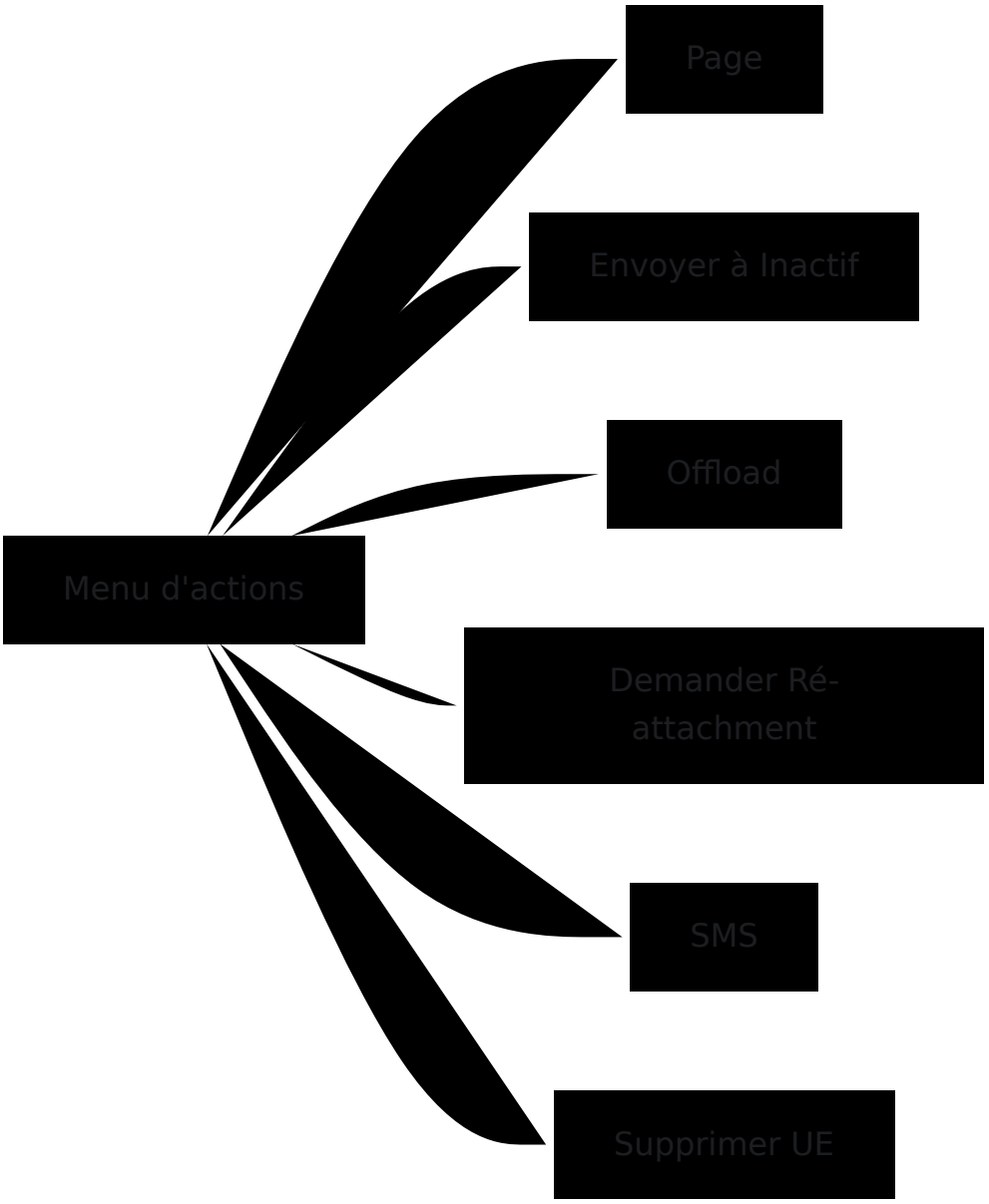
Vue détaillée de l'UE

Cliquez sur n'importe quelle ligne UE pour développer sa vue détaillée. Les sections affichées dépendent du contexte disponible :

Section	Contenus
Informations de base	IMSI, MSISDN, IMEISV, type de dispositif, GUTI, TAI actuel, ECGI actuel, AMBR UE, points de terminaison de tunnel S11, horodatages de contexte
Capacité radio	Bandes LTE prises en charge, capacité MIMO, niveau de version, catégorie UE
Capacité réseau UE	Algorithmes de chiffrement et d'intégrité EPS, support de codec
Contexte de sécurité	Algorithme de sécurité NAS et identifiant de jeu de clés
Sessions PDN	Connexions PDN actives avec APN, AMBR et détails de support
APNs autorisés	Profil de configuration APN de l'abonnement HSS
Procédures ESM récentes	Transactions de mise en place/teardown de support en cours ou récemment complétées

Actions sur l'UE

Chaque UE a un menu d'actions (bouton ⋮). Les actions sont désactivées pour les UEs EMM-Désinscrits où elles n'auraient aucun effet.



Page

Envoie un message de pagination pour récupérer l'UE de l'ECM-Inactif. Deux méthodes de pagination sont disponibles :

Méthode	Comportement	Quand utiliser
S-TMSI	Pagine en utilisant l'Identité Mobile Temporaire S- de l'UE. Mécanisme de pagination standard.	Par défaut — utilisez ceci en fonctionnement normal.
IMSI	Pagine en utilisant l'IMSI complet de l'UE.	Utilisez uniquement lorsque la pagination S-TMSI échoue. **Avertissement :** La pagination IMSI peut provoquer le détachement et le ré-attachment de l'UE.

L'action de pagination n'est disponible que pour les UEs enregistrés (Connectés ou Inactifs).

Envoyer à Inactif

Envoie une commande de libération de contexte UE à l'eNodeB, faisant passer l'UE de ECM-Connecté à ECM-Inactif. Le contexte de l'UE est conservé dans le MME et l'UE reste enregistrée. Utilisez ceci pour libérer des ressources radio pour un abonné inactif.

Offload

Déplace une UE vers un autre MME ou force une re-sélection en envoyant une commande de libération de contexte UE avec la cause `load-balancing-tau-required`. Si l'UE est actuellement inactif, il est d'abord paginé pour s'assurer que la libération est livrée.

Cela interrompt brièvement la connexion de données de l'UE. L'UE effectuera un TAU et se réattachera généralement à un MME moins chargé.

Demander Ré-attachment

Détache l'UE et déclenche un ré-attachment immédiat en envoyant une demande de détachement avec ré-attachment requis. Si l'UE est actuellement

inactif, il est d'abord paginé.

Utilisez ceci pour forcer une ré-authentification ou pour appliquer un changement d'abonnement qui nécessite un nouvel attachement.

SMS

Envoie un message SMS à l'UE via l'interface NAS (SMS-sur-NAS). Si l'UE est actuellement inactif, il est d'abord paginé avant que le message ne soit livré.

Remplissez :

- **MSISDN de l'expéditeur** — Le numéro qui apparaîtra comme l'expéditeur du message (chiffres uniquement)
- **Message** — Le corps du texte SMS

Supprimer UE

Supprime immédiatement tout le contexte stocké pour cette UE. L'UE devra effectuer une procédure d'attachement complète pour se reconnecter. Cela n'envoie aucun signal à l'UE ou à l'eNodeB — c'est uniquement une suppression d'état local.

Utilisez ceci pour effacer un contexte obsolète ou bloqué qui empêche un attachement normal.

Gestion des eNodeBs

La page **eNodeBs** montre tous les eNodeBs qui se sont précédemment connectés au MME, avec un état de connexion S1 en direct.

Résumé de l'état eNB

État	Signification
Connecté	Association SCTP active ; configuration S1 complétée
Déconnecté	Association SCTP perdue ou configuration S1 pas encore complétée

Vue détaillée de l'eNB

Cliquez sur n'importe quelle ligne eNB pour développer sa vue détaillée :

Section	Contenus
Informations de base	PLMN, DRX de pagination par défaut, DRX de pagination NB-IoT, capacité MME annoncée
Détails de connexion	ID d'association SCTP, adresse/port local et distant, comptes de flux, état et historique SCTP
Configuration TAI	TAIs annoncés par l'eNB et le sous-ensemble accepté par le MME
e-gNB connectés	Nœuds secondaires NR 5G (en-gNBs) connectés à cet eNB pour l'opération NR-NSA

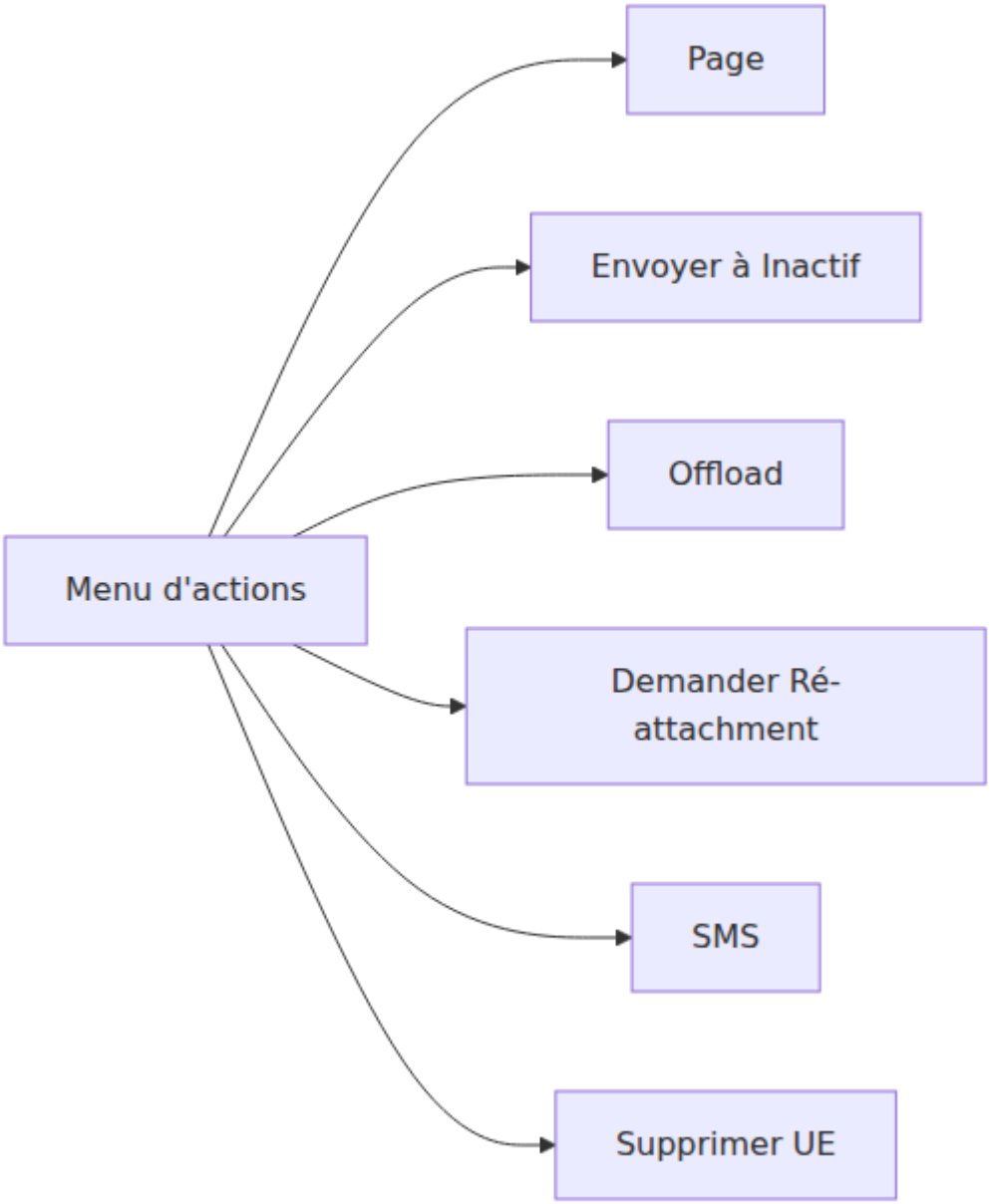
Mise à jour de la capacité MME annoncée

OmniMME peut instruire un eNodeB d'utiliser une valeur différente de **capacité MME relative** sans nécessiter un redémarrage. Cela est utile pour un équilibrage de charge gracieux ou des drains de maintenance.

1. Ouvrez le menu d'actions (⋮) à côté de l'eNB — disponible uniquement lorsque l'eNB est **Connecté**.
2. Sélectionnez **Mettre à jour la capacité**.

3. Entrez une valeur entre 0 et 255.
4. Cliquez sur **Envoyer à l'eNB**.

OmniMME envoie un message de mise à jour de configuration MME à l'eNB avec la nouvelle capacité relative. Le changement prend effet immédiatement du côté de l'eNB mais revient à la valeur dans `runtime.exs` lors du redémarrage du MME.



État des pairs Diameter

La page **Diameter** montre tous les pairs Diameter configurés et leur état de connexion actuel.

Pour chaque pair, les informations suivantes sont affichées :

Champ	Description
Hôte	Identité Diameter (Origin-Host) du pair
État	État de connexion actuel : Connecté, Déconnecté, ou Connexion en cours
IP / Port	Adresse réseau du pair
Transport	TCP ou SCTP
Initiation de connexion	Si OmniMME initie (`outbound`) ou accepte (`inbound`) la connexion
Royaume	Royaume Diameter rapporté par le pair dans CEA
Nom du produit	Chaîne de produit du fournisseur rapportée par le pair dans CEA
IDs d'application	IDs d'application Diameter négociés dans CEA

Développez une ligne de pair pour voir les détails complets de la connexion.

Un déploiement sain nécessite que tous les pairs S6a configurés soient affichés comme **Connectés**. La perte de tous les pairs S6a empêchera l'achèvement de l'authentification des nouvelles procédures d'attachement UE.

Services de localisation

La page **Localisation** fournit un positionnement de plan de contrôle (LCS) pour les UEs enregistrés. Elle est disponible uniquement lorsque l'interface SLs vers l'E-SMLC est activée (`esmlc.enabled`, voir Référence de configuration); les résultats de positionnement proviennent de l'E-SMLC via SLs (LCS-AP), avec des mesures recueillies à partir de l'eNB (LPPa) et/ou de l'UE (LPP).

En haut de la page, des comptes en direct montrent **Total**, **Connectés**, **Inactifs**, et **Localisés** UEs. La recherche correspond à l'IMSI, MSISDN, ou ID S1AP UE MME.

Méthodes de positionnement

Sélectionnez la méthode avant de demander un fix :

Méthode	Source	Précision typique	Remarques
ID de cellule	Cellule de service (ECGI) et zone de suivi (TAI)	Niveau cellule	Plus rapide ; aucune campagne de mesure UE/eNB requise.
E-CID (ID de cellule amélioré)	Mesures eNB via LPPa (TS 36.455)	Dizaines à centaines de m	Quantités sélectionnables : ID de cellule, Type de TA 1, Type de TA 2, Angle d'arrivée, RSRP, RSRQ.
GNSS (GPS)	GPS de l'UE via LPP (TS 36.355)	10–50 m	Le plus précis ; nécessite un support LPP de l'UE et une visibilité GPS.
OTDOA	PRS eNB + différences de temps de l'UE via LPP	Dizaines de m	Nécessite plusieurs cellules avec PRS activé.

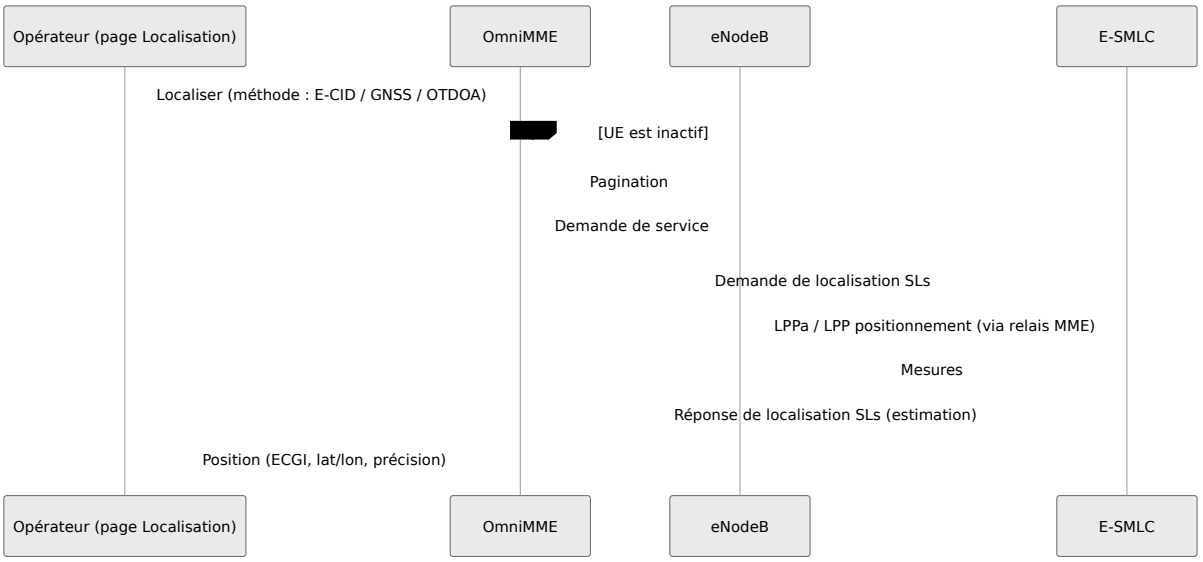
Pour E-CID, utilisez les bascules de quantité de mesure pour contrôler quelles quantités l'E-SMLC demande.

Demander une localisation

Action	Comportement
Localiser	Exécute une demande de positionnement en direct en utilisant la méthode sélectionnée. Si l'UE est inactif, il est d'abord paginé. Le résultat est récupéré de manière asynchrone et la ligne se met à jour lorsqu'il arrive.
Mémorisé	Retourne la dernière localisation connue de l'UE (ECGI de service + TAI) sans contacter l'E-SMLC ou paginer l'UE.

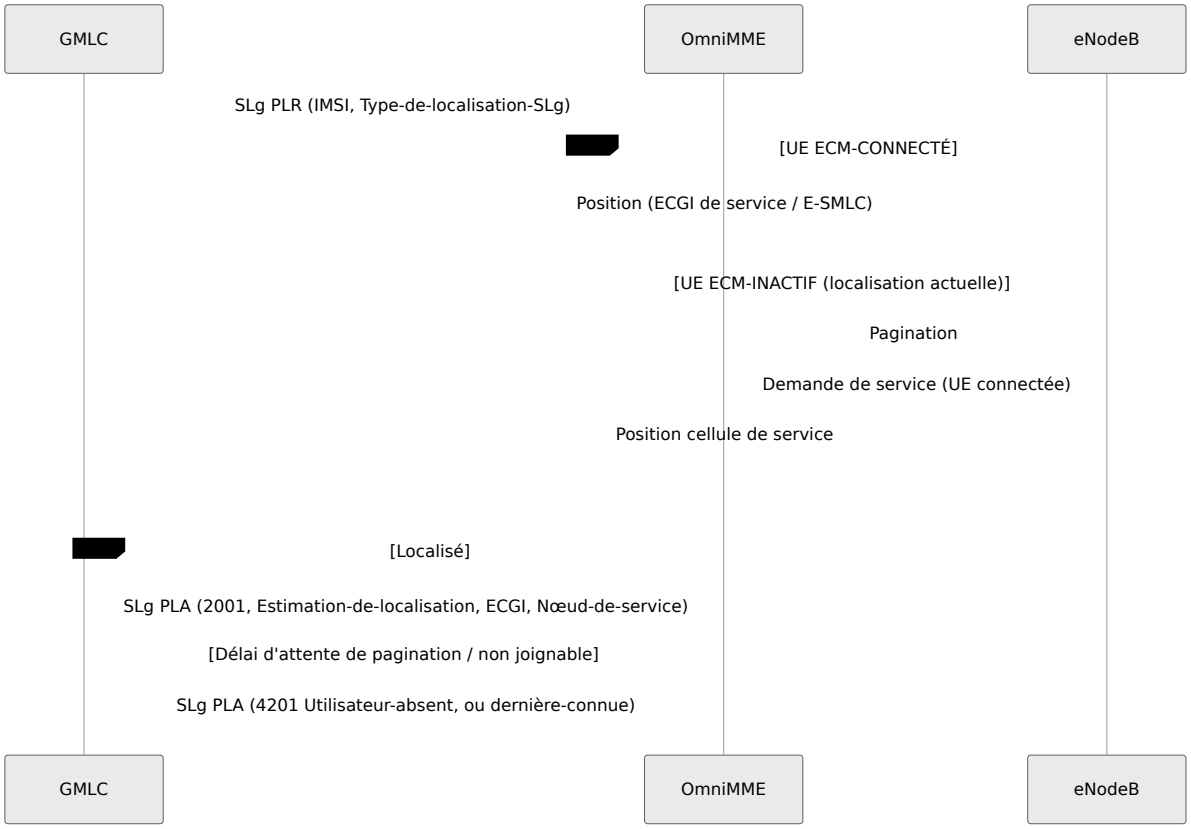
Le panneau de résultats montre ECGI, TAI, latitude/longitude/altitude, incertitude et confiance ; détails de mesure E-CID (cellule, TAC, types de TA, AoA, RSRP, RSRQ) ; et informations sur la cellule OTDOA (PCI, EARFCN, bande passante/configuration PRS). Lorsque des coordonnées GNSS sont présentes, une épingle de carte intégrée est affichée.

Une demande de **Localiser** suit le flux LCS de plan de contrôle : le MME pilote l'E-SMLC via SLs, qui à son tour recueille des mesures de l'eNB (LPPa) et/ou de l'UE (LPP).



Demande de localisation SLg (d'un GMLC)

Lorsqu'un GMLC envoie une **Demande de fourniture de localisation (PLR)** via SLg (TS 29.172), le MME résout la localisation de l'abonné et répond avec une **Réponse de fourniture de localisation (PLA)**. Pour une demande de *localisation actuelle* d'une UE inactif, le MME pagine d'abord l'UE (déclenché par le réseau), puis la positionne :



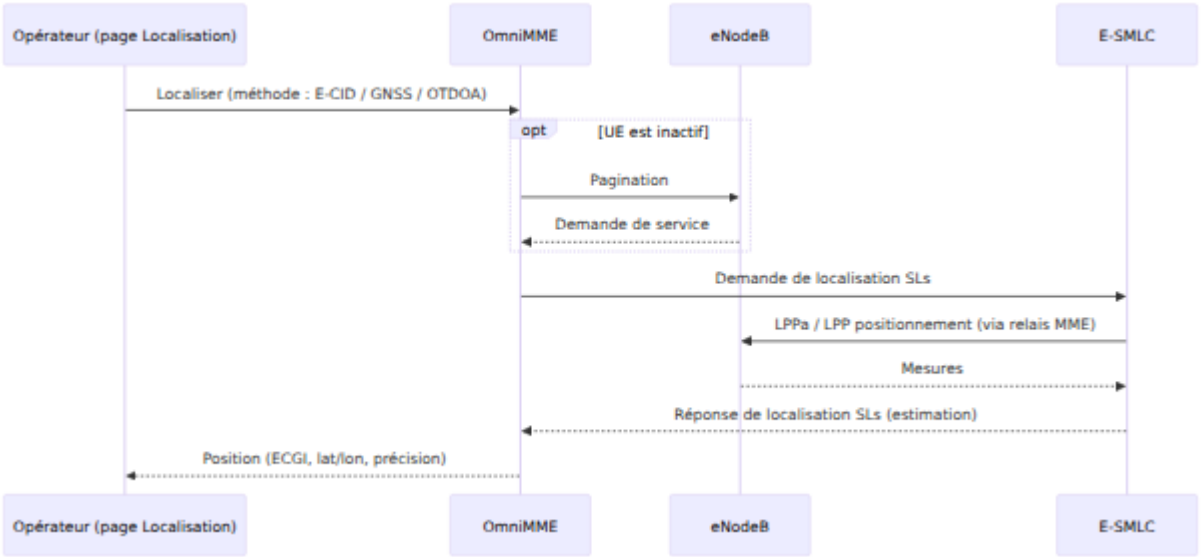
- Les types de localisation **Actuel / Initial / Vérification de notification** paginent une UE inactif (limité par T3413), puis retournent la cellule de service. En cas de délai d'attente de pagination, ils se rabattent sur la dernière connue pour *actuel-ou-dernière-connue*, ou `DIAMETER_ERROR_ABSENT_USER` (4201) pour strictement actuel.
- **Actuel-ou-dernière-connue** retourne l'ECGI/TAI de service mis en cache sans pagination lorsque aucun fix en direct n'est disponible.
- Codes de résultat : `2001` succès, `5001` utilisateur inconnu, `4201` absent/non joignable, `4260` échec de méthode de position.

> Lorsque `esmlc.enabled` est activé, la PLR est satisfaite via le chemin de positionnement SLs/E-SMLC ci-dessus ; sinon, le MME répond à partir de son propre état de cellule de service / dernière connue.

Transfert inter-MME S10

La page **S10** est un moniteur en lecture seule pour la mobilité inter-MME — transfert de contexte en mode inactif (TAU GUTI étranger) et relocalisation en mode connecté — via l'interface S10 GTP-C, plus l'interfonctionnement N26 vers 5GS. Voir MME voisin (S10) pour la configuration.

Lorsqu'une UE arrive sur un TAU présentant un GUTI appartenant à un autre MME (un GUTI *étranger*), OmniMME récupère le contexte de l'UE depuis le MME précédent via S10 plutôt que de le rejeter :



Découverte des voisins

Montre la `méthode_de_sélection` configurée (S-NAPTR basé sur DNS ou pairs statiques) et, pour la configuration statique, la liste des pairs MME voisins : **Hôte**, **IP**, et **Port**.

Transferts actifs

Liste les relocalisations S10/N26 en cours avec un compte en direct, chaque ligne montrant :

Champ	Description
IMSI	Abonné en cours de relocalisation.
ID S1AP UE MME	Identifiant S1AP local pour le contexte UE.
Phase	Étape de relocalisation — par exemple, acquisition-contexte, préparation-relocalisation, relocalisation-complète.

Il n'y a pas d'actions opérateur sur cette page ; le transfert forcé vers un MME pair est géré via l'API REST.

API REST

L'API REST (`https://<mme-host>:8443`) fournit un accès programmatique pour l'intégration OSS/BSS et l'automatisation. La documentation interactive est disponible à `/api/swagger`.

Points de terminaison UE

Lister les UEs

```
GET /api/ues
```

Paramètres de requête :

Paramètre	Type	Description
`search`	String	Filtrer par IMSI, MSISDN, IMEISV, ID S1AP UE MME, ID S1AP UE eNB, ou nom de l'eNB
`status`	String	Filtrer par état : `connected`, `idle`, ou `disconnected`
`page`	Integer	Numéro de page (par défaut : 1)
`per_page`	Integer	Résultats par page (par défaut : 50)

Réponse :

```
{
  "data": [ ... ],
  "page": 1,
  "per_page": 50,
  "total": 142,
  "total_pages": 3
}
```

Chaque objet UE dans `data` inclut : `context_id`, `imsi`, `imeisv`, `msisdn`, `mme_ue_s1ap_id`, `enb_ue_s1ap_id`, `global_enb_id`, `enb_name`, `emm_state`, `ecm_state`, `current_tai`, `current_ecgi`, `guti`, `s_tmsi`, `ue_ambr`, horodatages, `session_contexts`, `esm_procedures`, et `apn_configuration_profile`.

Obtenir UE par ID de contexte

```
GET /api/ues/:context_id
```

Retourne un seul objet de contexte UE. Retourne `404` avec `{"error": "not_found"}` si l'ID de contexte n'existe pas.

Actions sur l'UE

```
POST /api/ues/:ue_id/actions
```

Effectue une action opérateur sur une UE — l'équivalent API du menu d'actions de la page UEs.

Paramètres du corps :

Paramètre	Type	Description
`action`	String	Un des `page`, `send_to_idle`, `offload`, `delete`, `request_reattach`, `send_sms`.
`paging_type`	String	Pour `page` : `s_tmsi` (par défaut) ou `imsi`.
`sender_msisdn`	String	Pour `send_sms` : le numéro de l'expéditeur affiché à l'UE (chiffres uniquement).
`text`	String	Pour `send_sms` : le corps du message.

Les UEs inactifs sont d'abord paginés lorsque l'action nécessite un chemin NAS. Voir Actions sur l'UE pour le comportement de chaque action.

Points de terminaison eNodeB

Lister les eNodeBs

```
GET /api/enodebs
```

Paramètres de requête : `status` — `connected` ou `disconnected`.

Obtenir eNodeB

```
GET /api/enodebs/:id
```

Retourne un seul contexte eNodeB par ID eNB global.

Actions sur l'eNodeB

```
POST /api/enodebs/:enodeb_id/actions
```

Paramètres du corps :

Paramètre	Type	Description
`action`	String	Actuellement `update_mme_capacity`.
`relative_mme_capacity`	Integer	Nouvelle capacité MME relative (0–255). Envoie une mise à jour de configuration MME à l'eNB (voir Mise à jour de la capacité MME annoncée).

Points de terminaison Diameter

```
GET /api/diameter
GET /api/diameter/:id
```

Lister les pairs Diameter (filtrés optionnellement par `status`), ou en récupérer un par hôte. Miroite la page Diameter.

Points de terminaison des pairs SGW

```
GET /api/sgw_peers
GET /api/sgw_peers/:id
```

Lister les pairs S-GW qui ancrent actuellement des sessions S11, ou en récupérer un par IP. Utile pour confirmer la distribution des sessions et l'état de récupération des pairs.

S10 / Transfert inter-MME

```
GET  /api/s10
POST /api/s10/offload
```

`GET /api/s10` retourne l'état de découverte des voisins S10/N26 et la liste des relocalisations actives (miroite la page S10).

`POST /api/s10/offload` force le transfert d'un abonné vers un MME pair. Corps : `imsi` (requis). Pour une UE connectée, cela effectue une relocalisation en mode connecté et attend la complétion ; une UE inactif est signalée pour être libérée avec `load-balancing-TAU-required` lors de sa prochaine demande de service ou TAU (elle n'est **pas** paginée pour le transfert, selon TS 23.401 §4.3.7.3). Le transfert d'une UE avec un support dédié/GBR est refusé (cela ferait tomber l'appel) — utilisez plutôt un transfert S1 en mode connecté.

Réallocation GUTI

```
POST /api/guti/reallocate
```

Déclenche la procédure de réallocation GUTI (TS 24.301) pour une UE. Corps : `imsi` (requis). L'UE doit être **connectée** — il n'y a pas de chemin NAS vers une UE inactif, donc une demande pour une UE inactif/inconnue est rejetée.

Test DNS / Route

```
POST /api/dns-test/pgw
POST /api/dns-test/sgw
POST /api/dns-test/mme
```

Exécute le pipeline de sélection P-GW / S-GW / MME cible pour un abonné donné — construit le FQDN, le résout via DNS (S-NAPTR, sur TCP), et applique la méthode de sélection configurée — et retourne **ce qui serait sélectionné, sans attacher un abonné, envoyer des GTP-C, ou changer d'état**. Utilisez-le pour valider la configuration DNS et de routage (nouveaux pools de

passerelles, remplacement APN-OI, domicile vs itinérance, routes spécifiques au PLMN) comme un contrôle pré-changement sûr et répétable, au lieu d'attacher une UE en direct et de lire le choix dans les journaux.

L'exécution utilise le **même code de sélection que le chemin d'attachement en direct**, donc son résultat correspond à ce qu'un véritable abonné obtiendrait.

Corps de la demande (JSON) — fournissez le PLMN soit explicitement (`mcc`/`mnc`) soit comme un `imsi` pour le dériver :

Champ	PGW	SGW	MME	Description
`apn`	requis	–	–	Identifiant de réseau APN (par exemple, `ims`) ou un APN-FQDN complet
`tac`	–	requis	requis	Code de zone de suivi de la TAI cible
`imsi`	optionnel	optionnel	optionnel	Dérive `mcc`/`mnc` e la classification domicile/itinéran (comme le fait l'attachement)
`mcc`, `mnc`	optionnel	optionnel	optionnel	PLMN de service/cible, lorsqu'aucun `ims` n'est donné
`subscriber_type`	optionnel	optionnel	–	`home` ou `roaming` remplace la classification dérivée
`apn_oi_replacement`	optionnel	–	–	Exerce le chemin de remplacemen APN-OI de la passerelle domicile

```
curl -sk -X POST https://<mme>:8443/api/dns-test/pgw \
  -H 'content-type: application/json' \
  -d '{"apn":"ims","imsi":"001010000004157"}'
```

La réponse expose chaque étape afin qu'elle soit diagnostiquable, pas seulement l'IP finale :


```
{
  "node": "PGW",
  "subscriber_type": "home",
  "selection_method": "dns_lookup",
  "fqdn": "ims.apn.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  "attempts": [{"dns_server": "10.103.1.53", "fqdn": "...",
"candidate_count": 2}],
  "candidates": [{"host": "pgw01...", "ips": ["10.103.1.21"],
"port": 2123, "service": "x-3gpp-pgw:x-s5-gtp"}],
  "selected": {"host": "pgw01...", "ip": "10.103.1.21", "port":
2123},
  "notes": []
}
```


`candidates` est la liste résolue dans l'ordre de sélection ; `selected` est le pair qui serait choisi (pour les pools de poids/priorité, c'est un choix pondéré — la liste complète `candidates` est la vue déterministe). `notes` signale les retours comme l'absence de candidats résolus. Pour un pool `random_peer` (statique), `candidates` est le pool configuré et `fqdn` est `null`.

Système

```
GET /api/status
```

Vérification de l'état ; retourne `{"result": "ok"}` lorsque l'API est opérationnelle.

Référence des États UE

OmniMME suit deux machines d'état indépendantes par UE :

États EMM (Gestion de Mobilité EPS) :

État	Signification
`emm_registered`	L'UE s'est attachée avec succès. Authentification et récupération d'abonnement complètes.
`emm_deregistered`	L'UE s'est détachée ou a été détachée implicitement. Le contexte peut encore être conservé pendant une courte période.

États ECM (Gestion de Connexion EPS) :

État	Signification
`ecm_connected`	Association S1AP active entre MME et eNodeB pour cet UE. Plan de données actif.
`ecm_idle`	Association S1AP libérée. Contexte UE conservé dans le MME. UE accessible via paging.

L'état ECM n'a de sens que lorsque `emm_state` est `emm_registered`. Un UE `emm_deregistered` n'a pas d'état ECM significatif.

Dépannage

UEs Incapables de S'attacher

Symptômes : Les nouvelles demandes d'attachement échouent ; les UEs affichent des erreurs d'authentification ou de rejet.

Causes possibles :

- Pair Diameter S6a déconnecté — HSS inaccessible pour l'authentification
- PLMN domestique mal configuré — Le PLMN IMSI de l'UE ne correspond pas à `home_plmn` dans la configuration
- Vérification de l'équipement S13 bloquée — IMEISV du dispositif classé comme sur liste noire
- TAI servi n'incluant pas le TAC de l'eNB — TAI de l'eNB non accepté lors de la configuration S1

Résolution :

1. Vérifiez la page Diameter dans le Panneau de Contrôle — tous les pairs S6a devraient être affichés comme Connectés.
2. Vérifiez que `home_plmn` correspond au MCC/MNC encodé dans les SIM des abonnés.
3. Si `s13.enabled` est `true`, confirmez que `allowed_equipment_status` inclut la classification attendue.
4. Vérifiez la vue détaillée de l'eNB → section Configuration TAI pour confirmer que le TAC de l'UE qui s'attache apparaît dans la liste des TAI acceptés.

---

eNodeB Se Déconnectant Fréquemment

Symptômes : L'état de l'eNB oscille entre Connecté et Déconnecté ; les UEs subissent des sessions interrompues.

Causes possibles :

- Instabilité du chemin réseau entre MME et eNB

- Mismatch de MTU causant des problèmes de fragmentation SCTP
- MME surchargé — Retards des battements de cœur SCTP

Résolution :

1. Vérifiez la qualité du chemin réseau entre `s1ap.listen_ip` et l'IP de l'eNB affichée dans les Détails de Connexion.
2. Vérifiez que le trafic SCTP (protocole IP 132) n'est pas bloqué ou NATé sur le chemin.
3. Examinez les métriques BEAM (`beam_processes_count`, `beam_memory_total`) pour des signes d'épuisement des ressources.

Échec de Livraison de SMS

Symptômes : L'action SMS retourne "UE pagé, mais pas de réponse."

Causes possibles :

- L'UE est réellement inaccessible (éteint, hors couverture)
- L'UE ne prend pas en charge les SMS sur NAS
- Zone de pagination mal configurée — La liste TAI ne couvre pas le dernier TAI connu de l'UE

Résolution :

1. Vérifiez le dernier TAI connu de l'UE et confirmez que le TAC est dans `served_tai`.
2. Vérifiez que l'eNB servant ce TAC est actuellement Connecté.
3. Confirmez que l'abonnement de l'UE prend en charge les SMS sur NAS.

Accumulation de Contextes UE Obsolètes

Symptômes : `mme_ue_count` augmente avec le temps mais les comptes connectés/inactifs restent stables ; de nombreux contextes dans un état Déconnecté.

Causes possibles :

- Les UEs inactifs ne sont pas détachés implicitement — par exemple, les minuteries Mobile Reachable / Implicit Detach sont réglées beaucoup plus longtemps que l'intervalle TAU périodique, ou les UEs quittent la couverture sans se détacher.

Résolution :

1. Le cycle de vie du contexte UE est régi par les minuteries Mobile Reachable et Implicit Detach (voir Référence de Configuration). Un UE qui manque son TAU périodique (`t3412`) est détaché implicitement et son contexte est supprimé une fois que ces minuteries expirent.
2. Pour les réseaux à fort renouvellement, examinez `t3412` et les minuteries dérivées `mobile_reachable_timer` / `implicit_detach_timer` afin que les contextes obsolètes soient évincés sur une échelle temporelle qui correspond à votre base d'abonnés.
3. Les contextes obsolètes individuels peuvent être supprimés immédiatement via l'action **Delete UE** dans le Panneau de Contrôle, ou `POST /api/ues/:ue_id/actions` avec `action: "delete"`.

> Les paramètres hérités `persistent_emm_deregistered_cleanup_interval` / `persistent_ecm_idle_cleanup_interval` n'ont plus aucun effet — voir la note sous Paramètres de Base MME.

Roaming

Ce guide couvre comment OmniMME gère les abonnés en **itinérance entrante** — UEs dont l'IMSI appartient à un autre PLMN — et comment il maintient le trafic d'itinérance sur des passerelles dédiées orientées vers le bord.

Pour chaque Attachement et Mise à jour de zone de suivi, le MME prend une décision qui influence tout le reste sur cette page : cet abonné est-il **à domicile** ou **en itinérance** ? Cette classe sélectionne ensuite quelle Passerelle de Service (SGW) et quelle Passerelle de Réseau de Données (PGW) ancre la session, quel pool DNS est interrogé, et quelle frontière inter-opérateur le trafic traverse.

Table des Matières

- Classification Domicile et Itinérance
- Fallback Hors Réseau PLMN Inconnu
- Sélection SGW et PGW
- Résolution DNS EPC
- SGWs d'Itinérance Dédiés
- Fichier de Surcharge PLMN de l'Opérateur
- API de Recherche d'Opérateur IMSI
- Dépannage

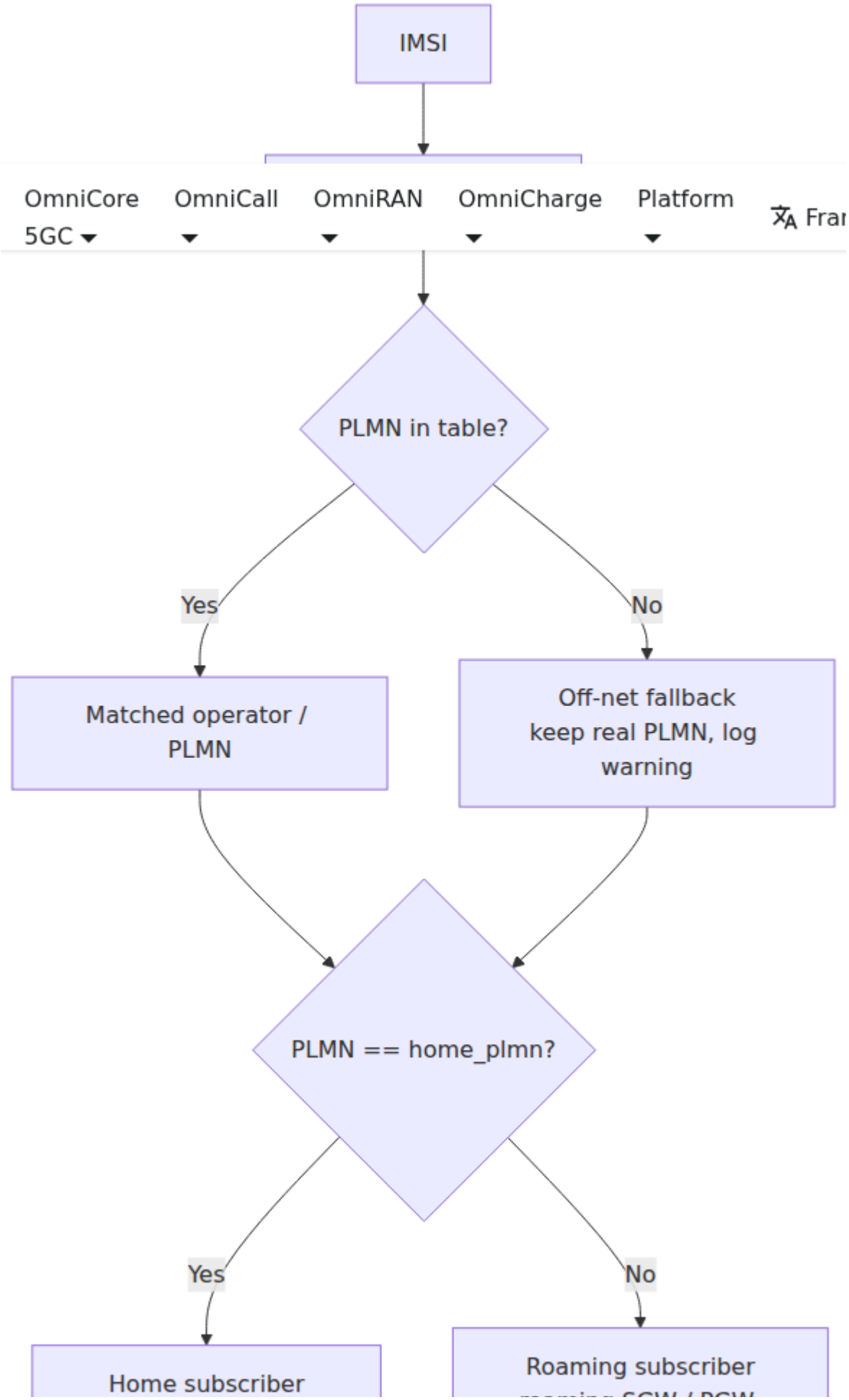
Classification Domicile et Itinérance

Les chiffres principaux de l'IMSI sont le PLMN de l'abonné : un code de pays mobile à trois chiffres (MCC) suivi d'un code de réseau mobile à deux ou trois chiffres (MNC), selon TS 23.003 §2.2. OmniMME le résout par rapport à sa table de référence PLMN — la base de données mondiale des opérateurs livrée plus

toute surcharge d'opérateur — pour récupérer le nom de l'opérateur, le pays et la longueur du MNC :

1. Les **six** premiers chiffres sont recherchés comme un PLMN à MNC trois chiffres.
2. Si cela échoue, les **cinq** premiers chiffres sont recherchés comme un PLMN à MNC deux chiffres.
3. Si les deux échouent, le fallback hors réseau s'applique.

Le PLMN correspondant est comparé au `home_plmn` configuré. Si le MCC **et** le MNC correspondent, l'abonné est **à domicile** ; sinon, il est **en itinérance**. Cette unique classification alimente la sélection SGW, la sélection PGW, le DNS / pool de pairs choisi par le `type` de l'abonné, et le suffixe APN-OI.


IMSI
OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
Fran
PLMN in table?
Yes
No
Matched operator / PLMN
Off-net fallback keep real PLMN, log warning
PLMN == home_plmn?
Yes
No
Home subscriber
Roaming subscriber

> Les exemples sur cette page supposent que `home_plmn` est défini sur MCC `001` / MNC `01` (`Exemple de Réseau Domicile`), avec `Exemple de Partenaire d'Itinérance` (MCC `999` / MNC `970`) comme un itinérant entrant.

Fallback Hors Réseau PLMN Inconnu

Lorsque le PLMN d'un abonné n'est **pas** présent dans la table — un partenaire d'itinérance ou un réseau privé qui n'a pas été ajouté — OmniMME **ne** suppose **pas** que l'abonné est à domicile. Il conserve le vrai MCC/MNC de l'abonné directement pris de l'IMSI, de sorte que l'abonné soit correctement classé comme **en itinérance** et soit dirigé vers le pool de passerelles d'itinérance plutôt que vers une passerelle locale à domicile.

Parce qu'un IMSI seul ne déclare pas si son MNC est à deux ou trois chiffres, la longueur du MNC est déduite d'autres lignes partageant le même MCC (la longueur du MNC est cohérente au sein d'une région MCC selon TS 23.003), par défaut à trois chiffres lorsque le MCC est entièrement inconnu.

Chaque fallback hors réseau est enregistré au niveau `warning` afin que les opérateurs puissent voir exactement quel PLMN est manquant et doit être ajouté au fichier de surcharge :

```
level=warning msg="IMSI PLMN not in PLMN table; classifying
subscriber as off-net (roaming)"
  protocol=s1ap imsi=999970000000001 mcc=999 mnc=970 mnc_length=3
inferred=true
```

Un opérateur d'itinérance qui **est** dans la table (correspondant, mais pas le PLMN à domicile) ne produit pas cet avertissement — il est attendu en itinérance. L'avertissement signale spécifiquement les PLMNs dont le MME n'a pas de dossier, ce qui est la cause la plus courante d'un itinérant étant mal dirigé.

Sélection SGW et PGW

Une fois classée, la session est ancrée sur des passerelles choisies pour ce type d'abonné :

Classe	Pool SGW	Interface PGW	Service DNS PGW
Domicile	SGWs Domiciles	S5	`x-3gpp-pgw:x-s5-gtp`
Itinérance	SGWs d'Itinérance	S8	`x-3gpp-pgw:x-s8-gtp`

La connectivité PDN d'itinérance est **dirigée vers le domicile** (TS 23.401 §4.3) : le SGW du réseau visité se connecte via **S8** au PGW **domicile** de l'itinérant, de sorte que le trafic de l'itinérant se décharge dans son réseau d'origine. Les abonnés à domicile utilisent **S5** vers un PGW local.

Chaque passerelle est sélectionnée par l'une de deux méthodes, configurables globalement ou **par type d'abonné** (`%{home: ..., roaming: ...}`) :

Méthode	Comportement
`:random_peer`	Choisir au hasard parmi les pairs configurés statiquement dont le `type` correspond à la classe de l'abonné (`:home`, `:roaming`, ou `:home_and_roaming`).
`:dns_lookup`	Résoudre une requête DNS de topologie contre les serveurs DNS dont le `type` correspond à la classe de l'abonné. Voir Résolution DNS EPC.

Un déploiement courant utilise des pairs statiques pour les abonnés à domicile et DNS pour les itinérants entrants, de sorte que les partenaires d'itinérance peuvent publier leur propre topologie via DNS. Les paramètres `selection_method`, `peers`, et `dns` sont documentés dans les sections Passerelle de Service et PGW du Référentiel de Configuration.

Résolution DNS EPC

La sélection basée sur DNS suit la procédure Straightforward-NAPTR (S-NAPTR) de TS 29.303, résolvant un nom de service en une adresse de nœud concrète à travers une chaîne NAPTR → SRV → A/AAAA.

SGW (S11). Le MME construit un **TAI-FQDN** à partir de la zone de suivi de l'UE et du PLMN :

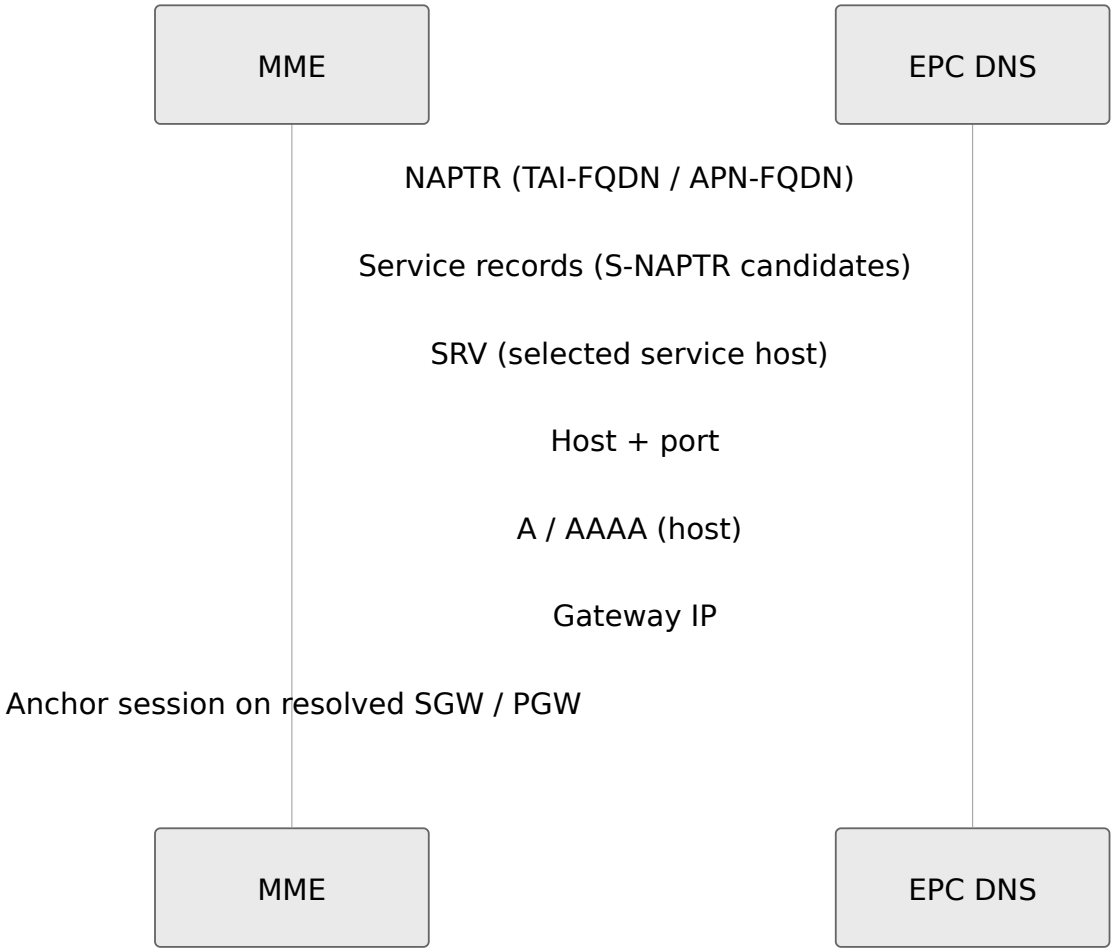
```
tac-lb<low-byte>.tac-hb<high-
byte>.tac.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org
```

et exécute S-NAPTR pour le service `x-3gpp-sgw:x-s11`. Si le SGW publie uniquement ses enregistrements S5/S8 à ce nom, le MME prend le nom de nœud canonique du SGW (en supprimant les étiquettes de topologie `topon`/`topoff` selon TS 29.303 §4.3.2) et exécute un second S-NAPTR pour `x-s11` contre celui-ci.

PGW (S5/S8). Le MME construit un **APN-FQDN** à partir de l'APN demandé et du PLMN :

```
<apn>.apn.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org
```

et exécute S-NAPTR pour `x-3gpp-pgw:x-s5-gtp` (domicile) ou `x-3gpp-pgw:x-s8-gtp` (itinérance).



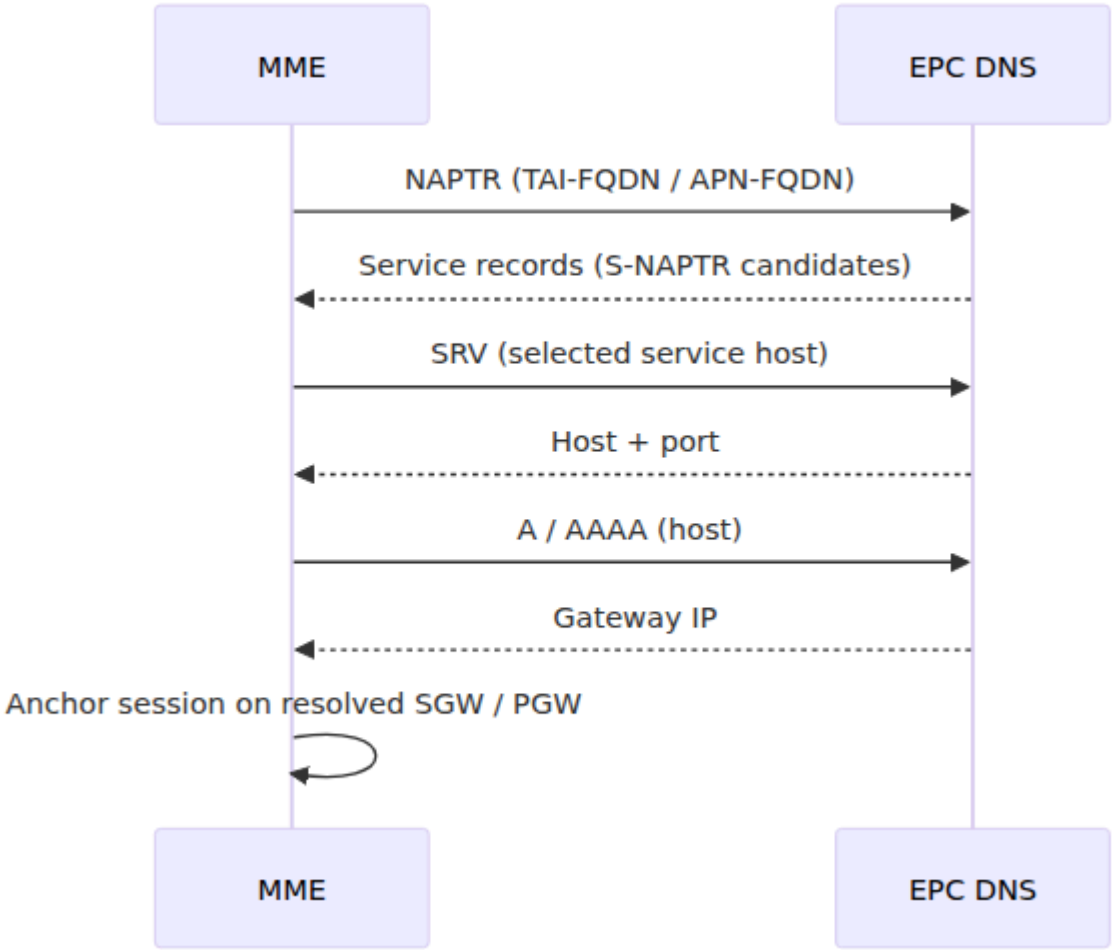
Les étiquettes PLMN (`mnc<MNC>.mcc<MCC>`) portent toujours le PLMN **réel** de l'abonné, de sorte qu'une requête d'itinérant se résout contre leur topologie d'origine ou de partenaire — jamais celle du réseau visité. Lorsqu'un nœud S-NAPTR retourne à la fois des adresses IPv4 et IPv6, la préférence `dns_ip_version` décide quelle famille est utilisée, l'autre étant conservée comme fallback. Les pools de serveurs DNS sont eux-mêmes étiquetés `:home` / `:roaming` / `:home_and_roaming`, de sorte que les recherches à domicile et en itinérance puissent être envoyées à des résolveurs entièrement séparés. Voir Paramètres DNS pour la configuration.

SGWs d'Itinérance Dédiés

Les SGWs d'itinérance sont délibérément maintenus **séparés** des SGWs à domicile et sont les seules passerelles exposées au bord du réseau pour les partenaires d'itinérance.

Dans l'itinérance dirigée vers le domicile, le SGW visité doit atteindre le PGW **domicile** de l'itinérant à travers la frontière inter-opérateur (le réseau IPX/GRX, selon GSMA IR.88). C'est une connexion externe, orientée vers le partenaire. En dédiant un pool de SGWs à l'itinérance et en dirigeant uniquement les itinérants vers eux, l'opérateur :

- **Limite l'exposition** — seuls les SGWs d'itinérance sont accessibles depuis la frontière inter-PLMN ; les SGWs à domicile (et le reste du cœur) restent internes et inaccessibles depuis les réseaux partenaires.
- **Cache la topologie** — les partenaires et l'IPX voient un petit ensemble fixe de nœuds de bord, et non la disposition interne des passerelles de l'opérateur.
- **Simplifie la frontière** — le pare-feu inter-PLMN, IPsec, et la limitation de débit sont appliqués à un pool de bord connu et contenu plutôt qu'à l'ensemble du domaine SGW.
- **Contient le rayon d'explosion** — une connexion d'itinérance compromise ou abusée est confinée aux SGWs de bord.



La classification domicile/itinérance du MME est le point de contrôle qui rend cela possible : c'est ce qui dirige un itinérant entrant vers le pool SGW d'itinérance exposé au bord et maintient les abonnés à domicile sur le pool interne à domicile. Un itinérant mal classé (par exemple, celui pris pour un abonné à domicile parce que son PLMN est manquant dans la table) serait ancré sur un SGW interne à domicile — contrecarrant la séparation — ce qui est exactement pourquoi le fallback hors réseau classe les PLMNs inconnus comme itinérants et avertit.

Fichier de Surcharge PLMN de l'Opérateur

OmniMME livre une base de données PLMN globale couvrant les opérateurs connus. Les opérateurs ajoutent leurs **propres** entrées — corrections de PLMN domicile, partenaires d'itinérance, réseaux privés — via un fichier de surcharge optionnel, sans reconstruire ou redéployer la version.

```
config :mme,
  plmn_override_path: "/etc/omnimme/plmn.exs"
```

Paramètre	Type	Requis	Par Défaut	Descri
`plmn_override_path`	String	Non	`/etc/omnimme/plmn.exs`	Chemi système fichiers un fich surcha PLMN mainte par l'opéra Si le fic est abs les val par déf livrées utilisée sans change

Le fichier de surcharge est une carte indexée par la chaîne PLMN `"<MCC><MNC>"`, dans la même forme que la table livrée :

```
%{
  # Ajouter un partenaire d'itinérance que la base de données
globale ne contient pas
  "999970" => %{
    country: :example_country,
    operator: "Exemple de Partenaire d'Itinérance",
    mcc: "999",
    mnc: "970",
    mnc_length: 3
  },
  # Corriger une entrée existante en réutilisant sa clé PLMN
  "00101" => %{
    country: :example_country,
    operator: "Exemple de Réseau Domicile",
    mcc: "001",
    mnc: "01",
    mnc_length: 2
  }
}
```

Champ	Type	Description
`mcc`	String	Code de Pays Mobile — trois chiffres. Doit être égal aux trois premiers chiffres de la clé PLMN.
`mnc`	String	Code de Réseau Mobile — deux ou trois chiffres. Doit être égal aux chiffres restants de la clé PLMN.
`mnc_length`	Integer	Nombre de chiffres MNC (2 ou 3). Détermine si le préfixe IMSI est apparié comme cinq ou six chiffres.
`operator`	String	Nom de l'opérateur, utilisé pour l'affichage et dans l'API de recherche.
`country`	Atom | String	Étiquette de pays pour l'opérateur.

Sémantique de surcharge :

- **Fusion, pas remplacement.** La surcharge est fusionnée *au-dessus* des valeurs par défaut livrées. Une clé PLMN présente dans la surcharge remplace cette ligne livrée unique ; chaque autre ligne livrée reste intacte. Les opérateurs ne maintiennent que leurs propres deltas — il n'est pas nécessaire de copier la base de données globale.
- **Validée.** Chaque ligne de surcharge est vérifiée à la charge : le MCC doit être exactement de trois chiffres et le MNC de deux ou trois chiffres (TS 23.003 §2.x).
- **Sûre.** Si le fichier de surcharge ne peut pas être lu, a une erreur de syntaxe, ou contient une ligne invalide, il est complètement ignoré et le MME continue avec les valeurs par défaut livrées, en enregistrant un `warning`. Une surcharge mal formée ne peut jamais interrompre la résolution PLMN ou empêcher le démarrage.

```
level=warning msg="invalid PLMN override file; using shipped
defaults only"
  path=/etc/omnimme/plmn.exs error=<reason>
```

La surcharge est lue au démarrage et relue lors du rechargement de la configuration, donc ajouter un partenaire d'itinérance ne nécessite pas de redémarrage du processus.

API de Recherche d'Opérateur IMSI

Un point de terminaison en lecture seule résout tout IMSI à son opérateur/PLMN et la classification domicile vs itinérance que le MME appliquerait — utile pour confirmer qu'une surcharge a pris effet ou diagnostiquer pourquoi un abonné a été dirigé vers un pool de passerelles particulier.

```
GET https://<mme-host>:8443/imsi/{imsi}
```

Champ	Type	Description
`imsi`	String	L'IMSI qui a été interrogé.
`mcc`	String	Code de Pays Mobile correspondant (ou dérivé de l'IMSI).
`mnc`	String	Code de Réseau Mobile correspondant (ou dérivé de l'IMSI).
`operator`	String | null	Nom de l'opérateur, ou `null` lorsque le PLMN n'est pas dans la table.
`country`	String | null	Pays de l'opérateur, ou `null` lorsque le PLMN n'est pas dans la table.
`mnc_length`	Integer	Nombre de chiffres MNC (2 ou 3).
`matched`	Boolean	`true` si le PLMN a été trouvé dans la table ; `false` s'il a été déduit de l'IMSI via le fallback hors réseau.
`classification`	String	`home` ou `roaming` — la classe de sélection de passerelle que le MME applique à cet abonné.

Exemple — un abonné à domicile :

```
{
  "imsi": "001010000000001",
  "mcc": "001",
  "mnc": "01",
  "operator": "Exemple de Réseau Domicile",
  "country": "example_country",
  "mnc_length": 2,
  "matched": true,
  "classification": "home"
}
```

Exemple — un PLMN absent de la table (hors réseau) :

```
{
  "imsi": "999970000000001",
  "mcc": "999",
  "mnc": "970",
  "operator": null,
  "country": null,
  "mnc_length": 3,
  "matched": false,
  "classification": "roaming"
}
```

Un résultat `matched: false` classé comme `roaming` confirme le fallback en action : l'abonné conserve son vrai PLMN et est dirigé comme un itinérant. Ajouter ce PLMN au fichier de surcharge change `matched` à `true` et remplit `operator`/`country`. Un IMSI qui n'est pas de 5 à 15 chiffres retourne `400 Bad Request`.

Dépannage

Un itinérant est ancré sur un SGW / PGW local

Symptômes : La session d'un abonné itinérant entrant est configurée sur un SGW ou PGW interne à domicile au lieu du pool d'itinérance.

Causes possibles :

- Le PLMN de l'itinérant est manquant dans la table PLMN, donc il a été correctement classé comme hors réseau — mais aucun pair d'itinérance/DNS de `type: :roaming` n'est configuré, donc la sélection est tombée sur le pool existant.
- Le PLMN de l'itinérant a été ajouté par erreur à la surcharge avec le MCC/MNC **domicile**.

Résolution :

1. Recherchez dans les journaux `IMSI PLMN not in PLMN table` pour confirmer le PLMN et qu'il a été classé comme hors réseau.
2. Interrogez `GET /imsi/{imsi}` et confirmez que `classification` est `roaming`.
3. Assurez-vous que les pairs SGW/PGW d'itinérance (ou serveurs DNS) avec `type: :roaming` sont configurés. Voir Paramètres de Pair SGW/PGW.

L'API de recherche montre `operator: null` / `matched: false`

Symptômes : Un partenaire d'itinérance connu se résout avec un opérateur nul et `matched: false`.

Résolution : Le PLMN du partenaire n'est pas dans la table. Ajoutez-le au fichier de surcharge et rechargez. Re-interrogez l'API pour confirmer que `matched` est maintenant `true`.

La sélection DNS ne retourne aucune passerelle

Symptômes : La configuration de session échoue sans SGW/PGW résolu lorsque `selection_method` est `:dns_lookup`.

Causes possibles :

- Aucun serveur DNS du `type` correspondant (`:home` / `:roaming`) n'est configuré pour cette classe d'abonné.

- Le partenaire n'a pas publié les enregistrements S-NAPTR `x-s11` / `x-s8-gtp` attendus.

Résolution :

1. Confirmez qu'un serveur DNS avec le `type` correct est configuré (voir Paramètres DNS).
2. Vérifiez que le partenaire publie les enregistrements de service attendus pour le TAI-FQDN / APN-FQDN.

Interface SGs — Rappel CS & SMS sur SGs

L'**interface SGs** connecte le MME à un **Centre de Commutation Mobile / Registre de Localisation Visiteur (MSC/VLR)** 2G/3G afin que les abonnés LTE puissent utiliser des services commutés par circuit (CS) que le cœur de paquet EPS ne fournit pas nativement :

- **Voix Rappel CS (CSFB)** — lorsque un abonné LTE passe ou reçoit un appel vocal, le MME redirige l'UE vers 2G/3G pour l'appel.
- **SMS sur SGs** — des messages courts sont relayés entre l'UE et le MSC via l'interface SGs, sans chemin SMS commuté par paquet requis.

L'interface est définie dans 3GPP TS 29.118 (protocole SGsAP) et les procédures dans 3GPP TS 23.272 (Rappel CS).

> **Optionnel et désactivé par défaut.** L'interface SGs est inactive à moins d'être explicitement configurée. Sans configuration `:sgs`, le MME ne se connecte jamais à un MSC, ne fait jamais de publicité pour la disponibilité CS aux UEs, et se comporte exactement comme un MME uniquement paquet. Le Rappel CS *voix* a son propre interrupteur séparé (`csfb_enabled`) qui est également désactivé par défaut, donc SMS sur SGs peut être exécuté sans activer le rappel vocal.

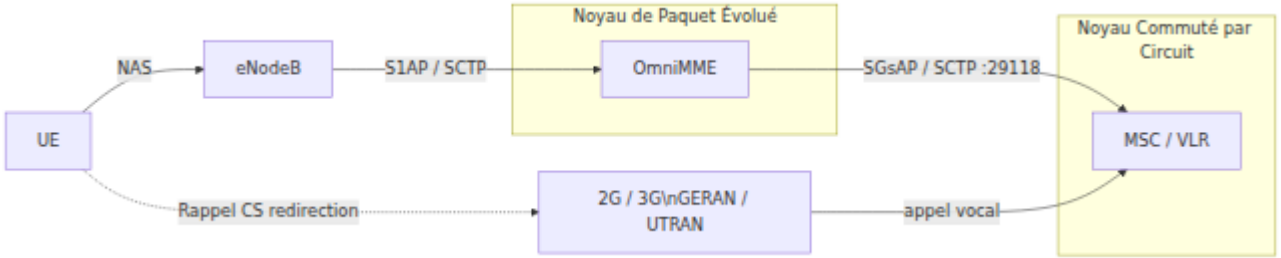
Table des Matières

- Architecture
- Gestion des Associations
- Attachement et TAU Combinés
- SMS sur SGs
- Appel CS Terminé Mobile (Paging)
- Redirection Voix Rappel CS
- Configuration

- Métriques
- Dépannage

Architecture

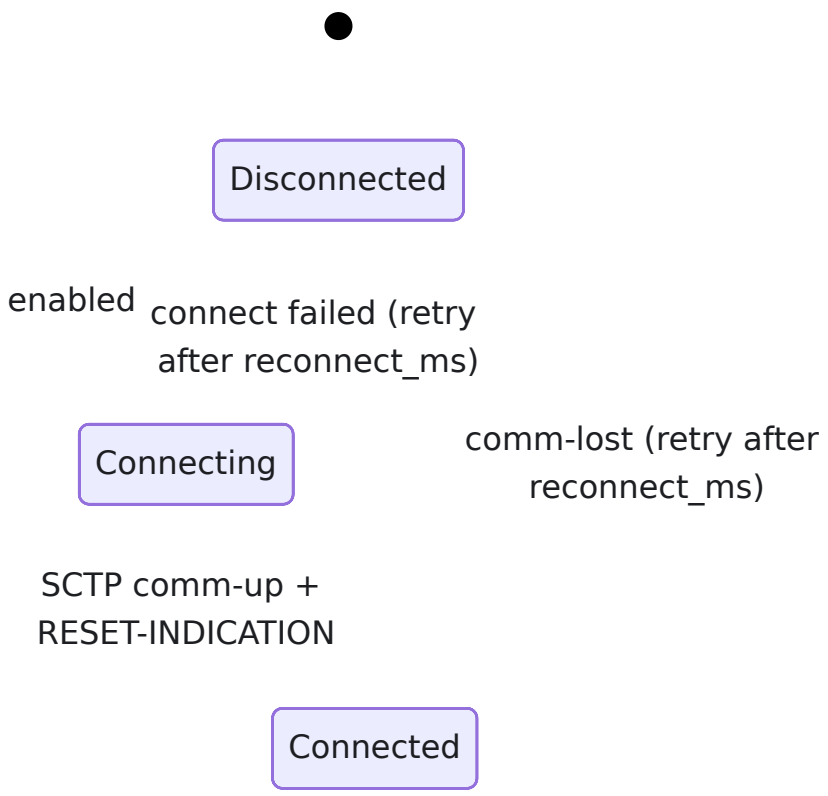
Le MME est le **client SCTP** sur l'interface SGs : il se connecte *vers* le MSC/VLR (port par défaut **29118**) et maintient une seule association SCTP, se reconnectant automatiquement si l'association est interrompue.



Élément	Rôle
MME	Client SCTP ; envoie des mises à jour de localisation, des réponses de paging, des SMS et des indications CSFB au MSC ; relaye les SMS à l'UE
MSC / VLR	Serveur SCTP ; conserve l'enregistrement CS de l'UE ; effectue des pages pour les appels MT ; envoie des SMS MT
eNodeB	Transporte NAS entre l'UE et le MME ; effectue la redirection radio vers 2G/3G sur une demande de Rappel CS

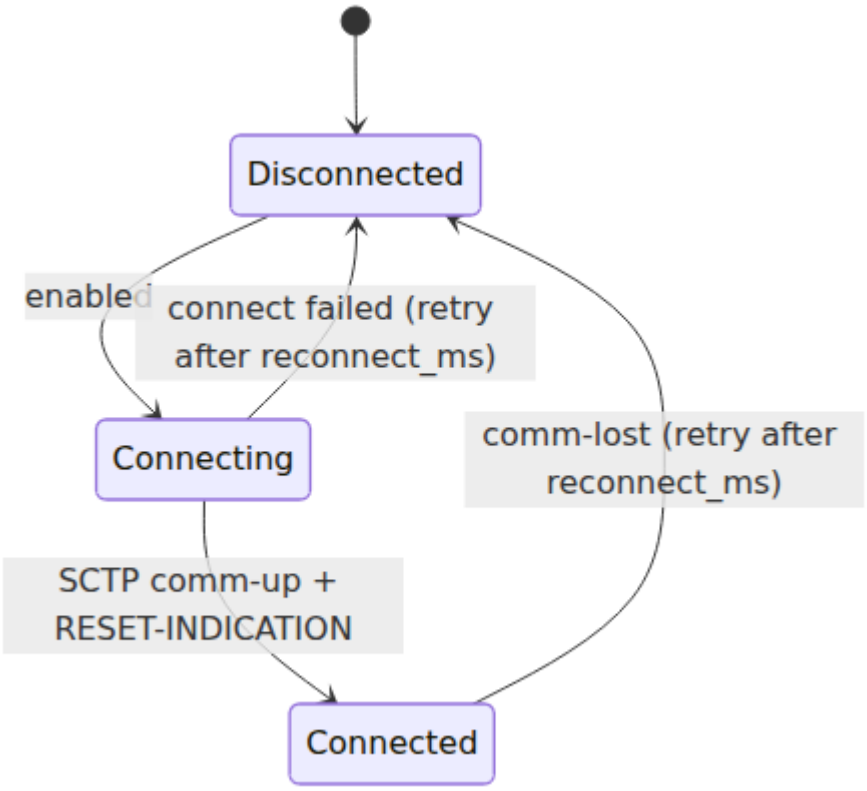
Gestion des Associations

Au démarrage (lorsqu'il est activé), le MME se connecte au MSC configuré et, une fois l'association SCTP établie, envoie un **RESET-INDICATION** SGsAP afin que le MSC efface tout état obsolète d'une incarnation précédente du MME (TS 29.118 §8.20). Si l'association est interrompue, le MME réessaie à l'intervalle `reconnect_ms`.



Attachement et TAU Combinés

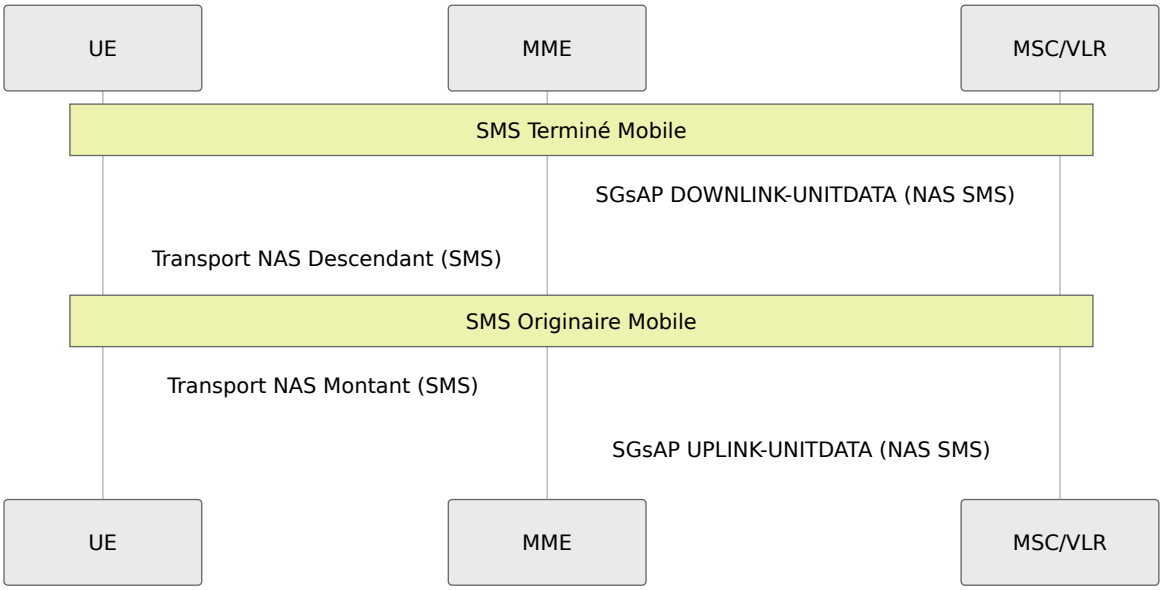
Lorsqu'un UE effectue un **attachement combiné EPS/IMSI** (ou TAU combiné), il demande à la fois l'enregistrement par paquet (EPS) et par circuit. Avec SGs activé, le MME enregistre l'abonné avec le MSC via une **LOCATION-UPDATE-REQUEST** et ne donne le résultat combiné qu'une fois que le MSC accepte :



Si le MSC **rejette** la mise à jour de localisation, ou ne répond pas dans `lu_timeout_ms`, le MME revient à une Acceptation d'Attachement **uniquement EPS** — l'attachement par paquet n'est jamais retardé ou bloqué par un MSC lent ou indisponible. Le résultat combiné est honnête : l'UE est informée que CS est disponible uniquement lorsqu'il l'est réellement.

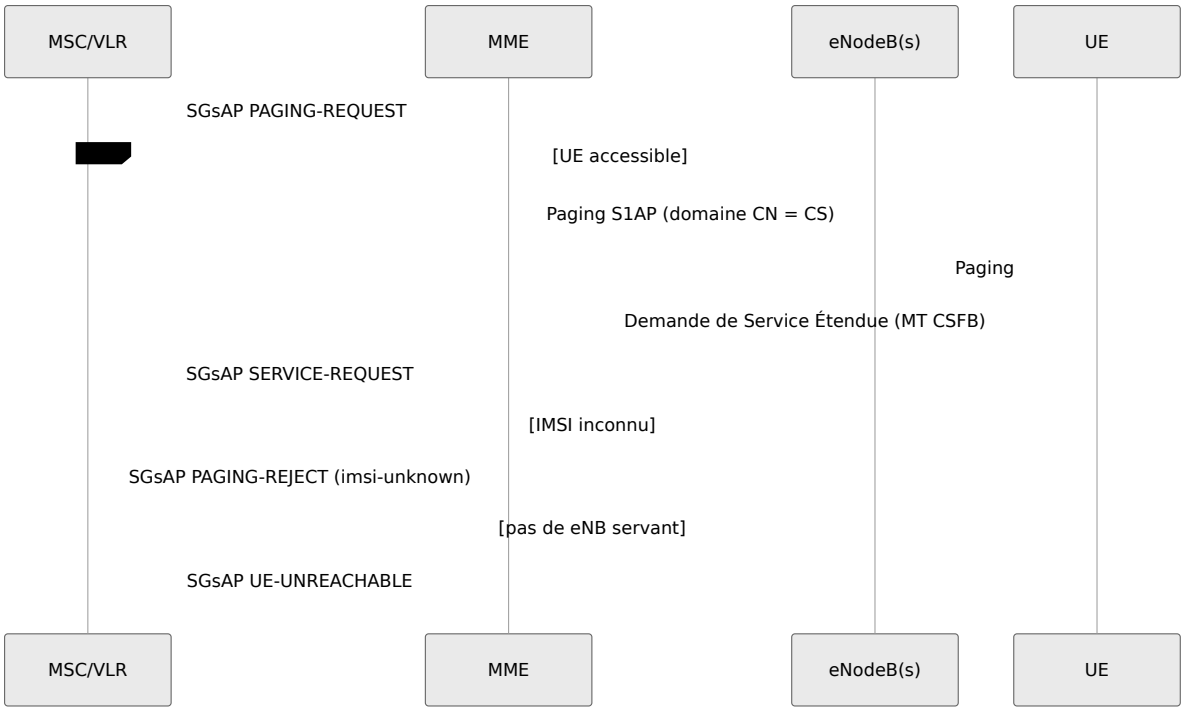
SMS sur SGs

Les messages courts sont transportés de manière transparente entre l'UE et le MSC à l'intérieur des messages unitdata SGsAP ; le MME relaye la charge utile NAS dans chaque direction.



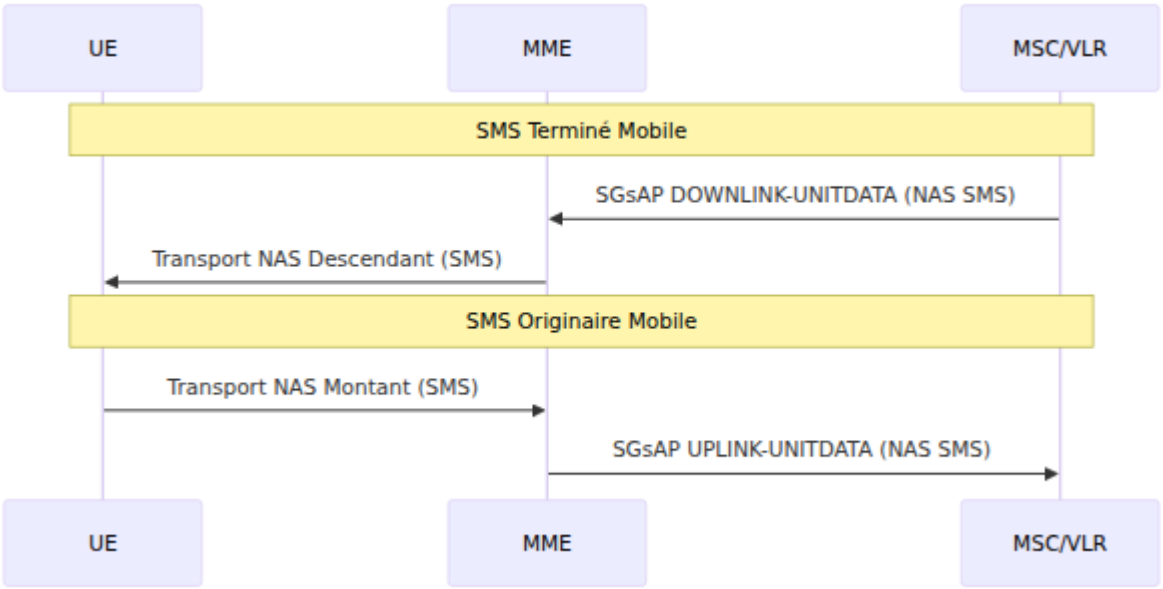
Appel CS Terminé Mobile (Paging)

Lorsque le MSC doit livrer un appel CS (ou SMS) à un UE inactif, il effectue un paging sur SGs. Le MME page l'UE pour le **domaine CS** à travers les eNodeBs servant la liste de Zones de Suivi enregistrées de l'UE. Si l'UE ne peut pas être atteint, le MME informe le MSC.



Redirection Voix Rappel CS

La voix Rappel CS est contrôlée par l'interrupteur **séparé** `csfb_enabled` (désactivé par défaut). Lorsqu'il est activé, une **Demande de Service Étendue** d'un UE enregistré amène le MME à notifier le MSC via SGs et à instruire l'eNodeB — via une **Modification de Contexte UE** S1AP portant l'**Indicateur de Rappel CS** — de rediriger l'UE vers 2G/3G pour l'appel.



Lorsque `csfb_enabled` est désactivé, ou que l'UE n'est pas associé SGs, le MME répond à la Demande de Service Étendue par un **Rejet de Service** — le même comportement qu'un MME uniquement paquet.

Configuration

L'interface SGs est configurée sous la clé `:sgs` dans `runtime.exs`. L'ensemble du bloc est optionnel ; omettez-le pour désactiver l'interface.

```
config :mme, :sgs,
  # Interrupteur principal pour l'interface SGs
  enabled: true,

  # Voix Rappel CS — interrupteur séparé, désactivé par défaut
  csfb_enabled: false,

  # Connexion MSC / VLR (le MME se connecte à cela)
  vlr_ip: "10.0.0.10",
  vlr_port: 29118,

  # Identité MME annoncée au MSC
  mme_name: "mmec01.mmegi8001.mme.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",

  # Minuteurs
  reconnect_ms: 5_000,
  lu_timeout_ms: 4_000
```

Paramètres

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
`enabled`	Booléen	Non	`false`	Interrupteur principal pour l'interface SGs. Lorsque `false` (ou le bloc `:sgs` est absent), le MME ne se connecte jamais à un MSC et se comporte comme un MME uniquement paquet.
`csfb_enabled`	Booléen	Non	`false`	Active la redirection **voix** Rappel CS sur une Demande de Service Étendue. Indépendant de SMS sur SGs : laissez `false` pour exécuter SMS sur SGs sans rappel vocal CS. N'a aucun effet à moins que `enabled` soit `true`.
`vlr_ip`	Chaîne	Oui (lorsqu'il est activé)	-	Adresse IPv4 du MSC/VLR auquel le MME se connecte.
`vlr_port`	Entier	Non	`29118`	Port SCTP du MSC/VLR. Le port standard SGsAP est

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				29118 selon TS 29.118 §5.2.
`mme_name`	Chaîne	Non	dérivé du FQDN du nœud	Le FQDN du nœud MME annoncé dans l'IE **MME Name** SGsAP (TS 29.118 §9.4.13). Doit être ≤ 55 octets. Lorsqu'il est omis, il est dérivé du nom MME configuré / GUMMEI.
`local_ip`	Chaîne	Non	l'adresse IP d'écoute S1AP	Adresse IPv4 locale à laquelle le MME se lie pour l'association SGs sortante. Par défaut, c'est l'adresse IP d'écoute S1AP.
`reconnect_ms`	Entier	Non	`5000`	Intervalle, en millisecondes, entre les tentatives de reconnexion SCTP après une association échouée ou interrompue.
`lu_timeout_ms`	Entier	Non	`4000`	Temps maximum, en millisecondes, qu'un attachement combiné attend pour le LOCATION-UPDATE-ACCEPT du MSC avant de revenir à une

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				Acceptation d'Attachement uniquement EPS. Empêche un MSC lent ou absent de bloquer l'attachement EPS.

Exemples

Exemple 1 : SMS sur SGs uniquement (pas de voix CS)

```
config :mme, :sgs,
  enabled: true,
  csfb_enabled: false,
  vlr_ip: "10.0.0.10",
  mme_name: "mmec01.mmegi8001.mme.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"
```

Comment cela fonctionne : Le MME enregistre les UEs d'attachement combiné avec le MSC et relaye les SMS dans les deux sens, mais répond à toute demande de Rappel CS par un Rejet de Service.

Cas d'utilisation : Réseaux qui souhaitent des SMS pour les abonnés LTE via un MSC hérité mais fournissent la voix via VoLTE (ou pas du tout).

Exemple 2 : Rappel CS complet (voix + SMS)

```
config :mme, :sgs,
  enabled: true,
  csfb_enabled: true,
  vlr_ip: "10.0.0.10",
  vlr_port: 29118,
  mme_name: "mmec01.mmegi8001.mme.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  reconnect_ms: 5_000,
  lu_timeout_ms: 4_000
```

Comment cela fonctionne : En plus des SMS, une Demande de Service Étendue déclenche une redirection de l'UE vers 2G/3G pour l'appel commuté par circuit, avec le MSC notifié via SGs.

Cas d'utilisation : Réseaux LTE sans VoLTE qui dépendent de 2G/3G pour la voix.

Métriques

Toutes les métriques SGs sont exportées sur le point de terminaison de récupération standard de Prometheus.

Métrique : `mme_sgs_message_count` **Type** : Compteur **Description** : Messages SGsAP échangés avec le MSC/VLR. **Étiquettes** :

- `direction` — `inbound` (du MSC) ou `outbound` (vers le MSC)
- `message_type` — le message SGsAP, par exemple `location_update_accept`, `paging_request`, `downlink_unitdata`

Métrique : `mme_sgs_procedure_count` **Type** : Compteur **Description** : Résultats des procédures SGs côté MME. **Étiquettes** :

- `procedure` — par exemple `location_update_accept`, `paging_request`, `downlink_unitdata`, `reset_indication`
- `result` — par exemple `associated`, `rejected`, `paged`, `ue_unreachable`, `relayed`, `acked`

Métrique : `mme_sgs_association_event_count` **Type** : Compteur **Description** : Événements du cycle de vie de l'association SCTP SGs. **Étiquettes** :

- `event` — `connect_attempt`, `comm_up`, `comm_lost`, `connect_failed`

Métrique : `mme_sgs_association_up` **Type** : Jauge **Description** : Indique si l'association SGs au MSC/VLR est actuellement active (`1`) ou inactive (`0`).

Exemples de requêtes

```
# L'association SGs est-elle active ?
mme_sgs_association_up

# Taux de messages SGsAP entrants vs sortants par type
sum by (direction, message_type) (rate(mme_sgs_message_count[5m]))

# Taux de succès vs rejet d'enregistrement d'attachement combiné
sum by (result)
(rate(mme_sgs_procedure_count{procedure="location_update_accept"}
[5m]))

# Pages CS qui n'ont trouvé aucun UE accessible
rate(mme_sgs_procedure_count{result="ue_unreachable"}[15m])

# Flaps d'association au cours de la dernière heure
increase(mme_sgs_association_event_count{event="comm_lost"}[1h])
```

Dépannage

L'association SGs ne se met jamais en place

Symptômes : `mme_sgs_association_up` reste `0` ; événements `connect_failed` répétés.

Causes possibles :

- `vlr_ip` / `vlr_port` incorrects ou le MSC n'écoute pas sur le port SGsAP
- Un pare-feu bloque SCTP entre le MME et le MSC
- L'adresse de liaison locale n'est pas accessible depuis le MSC

Résolution :

1. Confirmer que le MSC écoute pour SGsAP (port par défaut 29118) et est accessible depuis le MME.
2. Vérifier que les règles du pare-feu permettent SCTP entre le MME et le MSC.
3. Vérifier `vlr_ip`, `vlr_port`, et l'adresse de liaison locale.

L'attachement combiné est accordé comme uniquement EPS

Symptômes : Les UEs demandant un attachement combiné sont acceptés mais informés que CS n'est pas disponible.

Causes possibles :

- L'association SGs est inactive, donc le MME ne peut pas enregistrer l'UE avec le MSC
- Le MSC rejette la LOCATION-UPDATE-REQUEST (par exemple, abonné non provisionné dans le VLR)
- Le MSC répond plus lentement que `lu_timeout_ms`

Résolution :

1. Confirmer que `mme_sgs_association_up` est `1`.
2. Inspecter `mme_sgs_procedure_count{procedure="location_update_accept"}` pour des résultats `rejected` et vérifier le provisionnement CS de l'abonné sur le MSC.
3. Si le MSC est sain mais lent, augmenter `lu_timeout_ms`.

Les appels vocaux sont rejetés avec "Service CS temporairement non disponible"

Symptômes : Les Demandes de Service Étendues pour la voix sont répondues par un Rejet de Service.

Causes possibles :

- `csfb_enabled` est `false` (la valeur par défaut)
- L'UE n'est pas associé SGs (son attachement combiné a été accordé uniquement EPS)

Résolution :

1. Définir `csfb_enabled: true` pour activer la voix Rappel CS.

2. Confirmer que l'UE a terminé un attachement combiné (voir la section précédente).