

Fonctionnalités Avancées de Contrôle des Appels

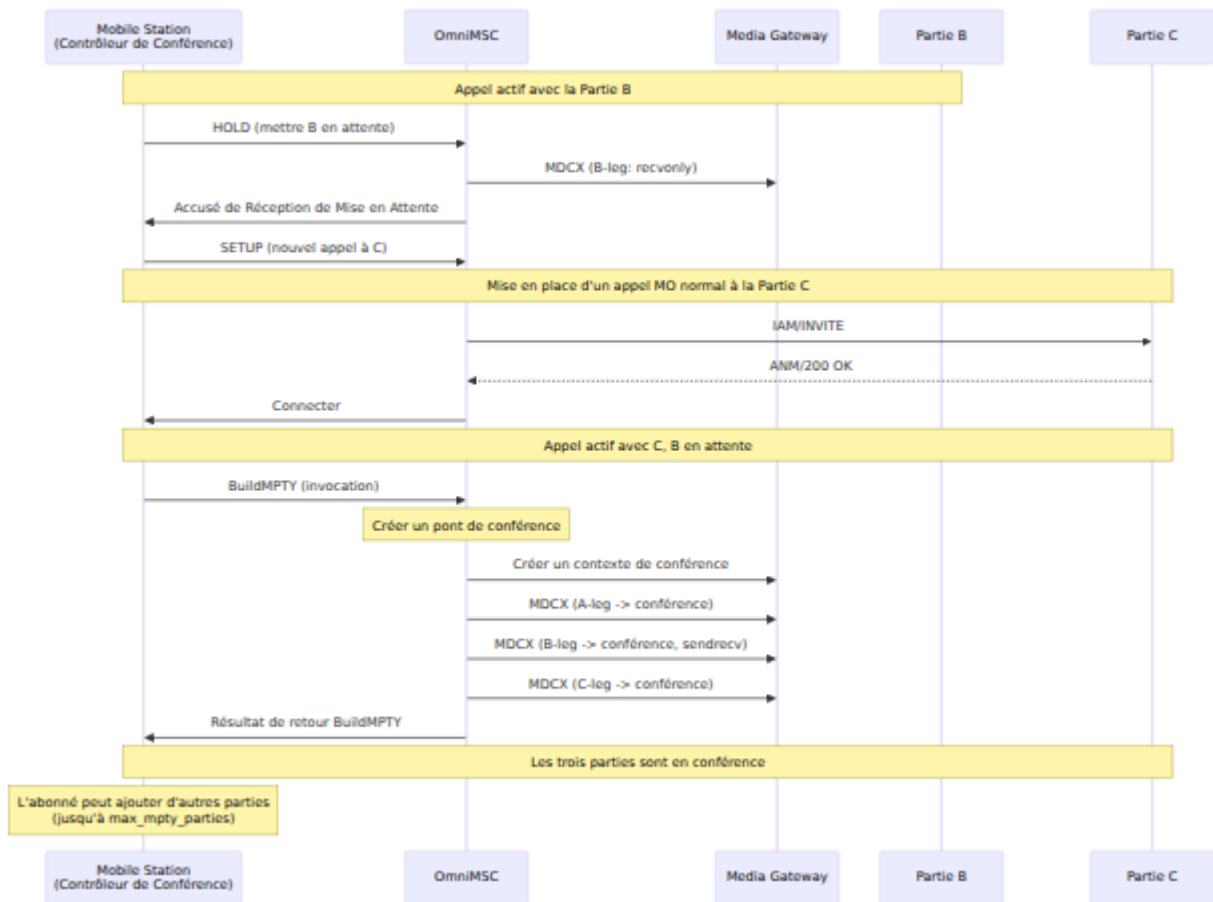
Ce document décrit les fonctionnalités avancées de contrôle des appels commutés par circuit mises en œuvre dans OmniMSC, y compris les appels multi-parties, le transfert d'appel, la complétion d'appel, la déviation d'appel, le multical, les services prioritaires et la facturation.

Pour les services supplémentaires de base (renvoi d'appel, barrages, CLIP/CLIR, USSD), voir [Services Supplémentaires](#). Pour les diagrammes de flux d'appel, voir [Diagrammes de Flux d'Appel](#). Pour les paramètres de configuration, voir [Référence de Configuration](#). Pour les opérations générales, voir [Guide des Opérations](#).

MPTY (Appels Multi-Parties / Conférence)

MPTY permet à un abonné d'établir un appel de conférence avec plusieurs parties distantes selon la norme 3GPP TS 24.084. L'abonné agit en tant que contrôleur de conférence, reliant les appels en attente et actifs en une seule conversation multi-parties.

Séquence MPTY



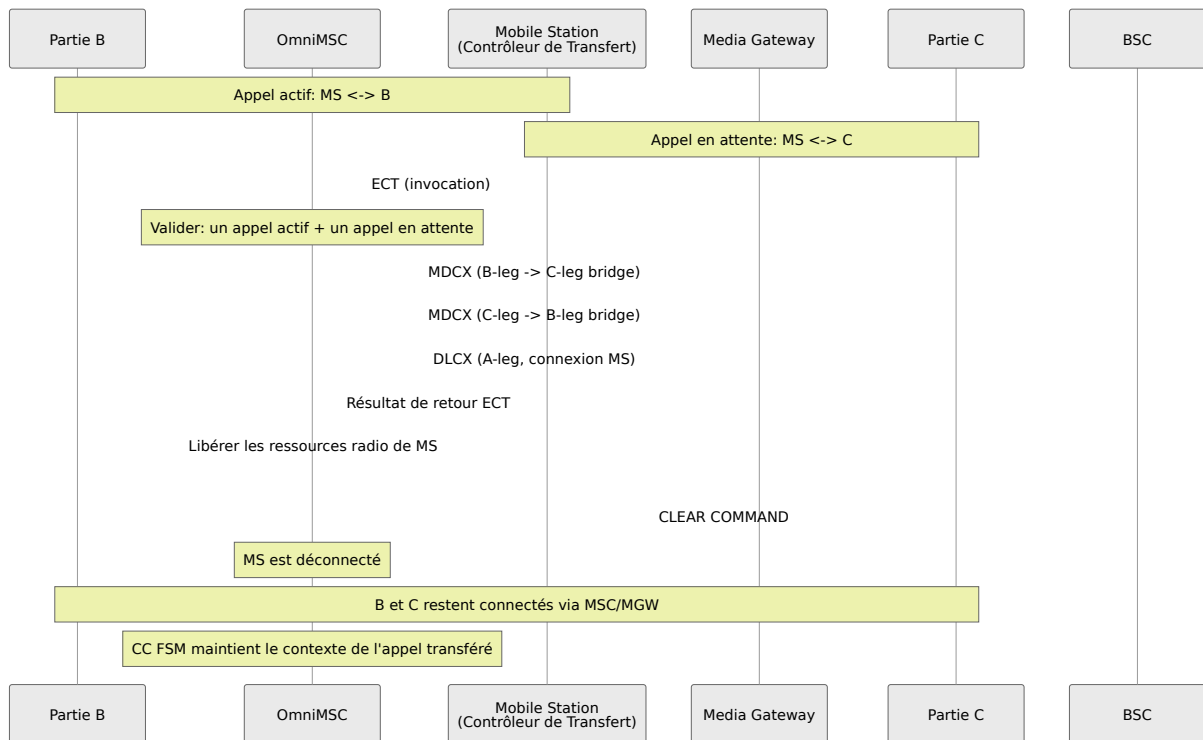
Configuration MPTY

Paramètre	Type	Par défaut	Description
<code>max_mpty_parties</code>	<code>integer</code>	<code>6</code>	Nombre maximum de parties dans une seule conférence (y compris le contrôleur). Selon la norme 3GPP TS 24.084, le minimum requis est de 3.
<code>mpty_tone_on_join</code>	<code>boolean</code>	<code>true</code>	Jouer un ton de notification lorsqu'une partie rejoint la conférence.
<code>mpty_tone_on_leave</code>	<code>boolean</code>	<code>true</code>	Jouer un ton de notification lorsqu'une partie quitte la conférence.

ECT (Transfert d'Appel Explicite)

ECT permet à un abonné de connecter deux appels ensemble puis de se retirer de la connexion selon la norme 3GPP TS 24.091. L'abonné doit avoir un appel actif et un appel en attente. Après ECT, les deux parties distantes sont connectées directement via le MSC.

Séquence ECT



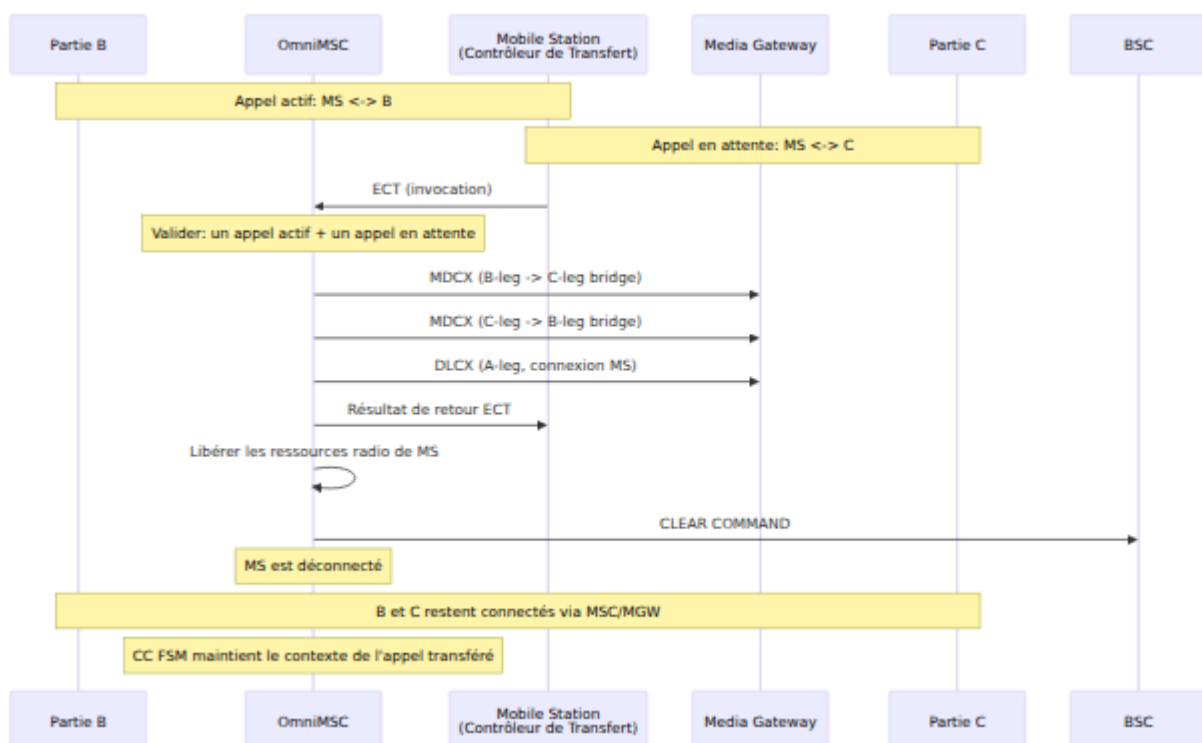
Configuration ECT

Paramètre	Type	Par défaut	Description
<code>ect_alerting_allowed</code>	boolean	<code>true</code>	Indique si ECT est autorisé lorsque le deuxième appel est en état d'alerte (pas encore répondu). Lorsque <code>false</code> , les deux appels doivent être répondus avant ECT.

CCBS (Complétion d'Appel vers Abonné Occupé)

CCBS permet à un appelant de demander un rappel automatique lorsque l'abonné appelé occupé devient libre, selon les normes 3GPP TS 24.093 et 3GPP TS 23.135. Le MSC surveille l'état de l'abonné appelé et initie un rappel lorsqu'il devient inactif.

Flux CCBS



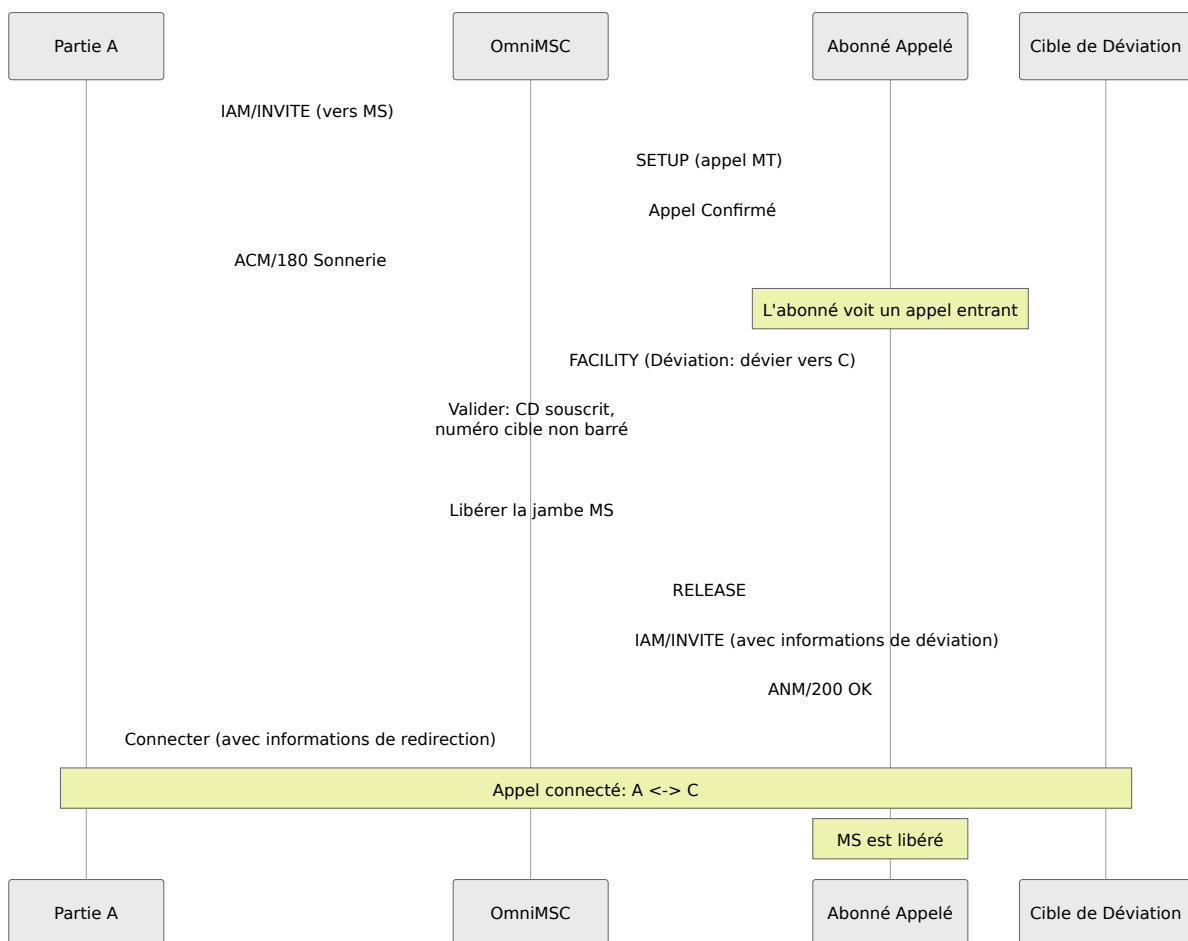
Configuration CCBS

Paramètre	Type	Par défaut	Description
<code>ccbs_queue_size</code>	<code>integer</code>	5	Nombre maximum de demandes CCBS en attente par abonné. Les demandes supplémentaires sont rejetées. Selon la norme 3GPP TS 23.135 Sec 4.2.
<code>ccbs_supervision_timer</code>	<code>integer</code>	180	Timer de supervision en secondes. Si l'abonné appelé ne devient pas libre dans ce délai, la demande CCBS expire.
<code>ccbs_recall_timer</code>	<code>integer</code>	20	Temps en secondes à attendre pour que l'abonné d'origine réponde au rappel CCBS.
<code>ccbs_retain_timer</code>	<code>integer</code>	30	Temps en secondes pour conserver la demande CCBS après que l'abonné appelé soit devenu libre, au cas où l'abonné redeviendrait occupé avant que le rappel ne soit terminé.

Déviation d'Appel

La Déviation d'Appel (CD) permet à un abonné appelé de rediriger un appel entrant vers un autre numéro avant de répondre, selon la norme 3GPP TS 24.072. Contrairement au renvoi d'appel, la CD est une action à la demande initiée par l'abonné pendant la phase d'alerte.

Séquence de Déviation d'Appel



Configuration de Déviation d'Appel

Paramètre	Type	Par défaut	Description
<code>cd_max_redirections</code>	integer	5	Nombre maximum de déviations d'appel successives pour éviter les boucles.

Configuration Multicall

Le multicall permet à un abonné de maintenir plusieurs appels CS simultanés selon la norme 3GPP TS 23.135. Cela est distinct de MPTY (conférence) : dans le multicall, chaque appel a un audio indépendant. L'abonné passe d'un appel à l'autre en utilisant le mécanisme HOLD/RETRIEVE.

Paramètre	Type	Par défaut	Description
<code>max_calls_per_subscriber</code>	integer	2	Nombre maximum d'appels CS simultanés par abonné. Un appel est actif, les autres sont en attente.
<code>max_bearers_per_subscriber</code>	integer	2	Nombre maximum de porteuses radio simultanées. Correspond généralement à <code>max_calls_per_subscriber</code> .

eMLPP (Précédence et Prémption Multi-Niveaux Améliorés)

eMLPP fournit un traitement prioritaire des appels selon la norme 3GPP TS 24.067. Les appels se voient attribuer un niveau de priorité, et les appels de priorité supérieure peuvent préempter les appels de priorité inférieure lorsque les ressources sont rares.

Niveaux de Priorité

Niveau de Priorité	Nom	Description
0	A	Priorité la plus élevée (Flash Override). Réserve aux autorités d'urgence nationales.
1	B	Flash. Réserve aux hauts fonctionnaires gouvernementaux/militaires.
2	0	Immédiat. Gouvernement/militaire de haute priorité.
3	1	Prioritaire. Trafic de priorité générale.
4	2	Routinière. Appels d'abonnés standard (par défaut).

Configuration eMLPP

Paramètre	Type	Par défaut	Description
<code>emlpp_enabled</code>	<code>boolean</code>	<code>false</code>	Activer le traitement prioritaire des appels eMLPP.
<code>emlpp_default_priority</code>	<code>integer</code>	4	Niveau de priorité par défaut pour les appels sans priorité explicite (Routinière).
<code>emlpp_preemption_enabled</code>	<code>boolean</code>	<code>true</code>	Indique si les appels de priorité supérieure peuvent préempter les appels actifs de priorité inférieure lorsque les ressources sont épuisées.
<code>emlpp_preemption_tone</code>	<code>boolean</code>	<code>true</code>	Jouer un ton d'avertissement de préemption avant de déconnecter l'appel préempté.

AoCC (Conseil de Charge - Facturation)

AoCC fournit des informations de charge en temps réel à l'abonné pendant un appel selon la norme 3GPP TS 24.086. Le MSC envoie des informations sur le taux de charge et des indications de charge accumulée à la station mobile.

Configuration AoCC

Paramètre	Type	Par défaut	Description
<code>aocc_enabled</code>	<code>boolean</code>	<code>false</code>	Activer le Conseil de Charge - Facturation.
<code>aocc_currency</code>	<code>string</code>	<code>"EUR"</code>	Code de devise (ISO 4217) pour l'affichage de la charge.
<code>aocc_rate_source</code>	<code>atom</code>	<code>:camel</code>	Source des taux de charge : <code>:camel</code> (de SCP via CAP), <code>:local</code> (de la table des taux locaux), <code>:cdr</code> (des paramètres CDR).
<code>aocc_update_interval</code>	<code>integer</code>	<code>10</code>	Intervalle en secondes entre les notifications de mise à jour de charge à l'abonné.

Références de Spécification 3GPP

Spécification	Titre	Fonctionnalité
TS 24.084	Service Supplémentaire Multi-Parties (MPTY)	MPTY / Appels de conférence
TS 24.091	Service Supplémentaire de Transfert d'Appel Explicite (ECT)	ECT
TS 24.093	Complétion d'Appel vers Abonné Occupé (CCBS)	CCBS
TS 23.135	Multicall	Multicall, procédures réseau CCBS
TS 24.072	Service Supplémentaire de Déviation d'Appel	Déviation d'Appel
TS 24.067	Précédence et Prémption Multi-Niveaux Améliorés (eMLPP)	Niveaux de priorité eMLPP
TS 24.086	Services Supplémentaires de Conseil de Charge (AoC)	Facturation AoCC
TS 24.083	Appel en Attente et Mise en Attente d'Appel	Hold/Retrieve pour multicall

API REST

Ce document décrit l'API REST d'OmniMSC, qui fournit un accès programmatique aux données des abonnés, aux appels actifs, à la configuration de routage, aux pairs SIP, aux passerelles multimédias, aux connexions RAN et à l'état du système. L'API écoute sur le port 8444 et sert une spécification OpenAPI 3 (OAS3) générée automatiquement.

Pour le panneau de contrôle basé sur le web, voir [Panneau de Contrôle](#). Pour les concepts de routage référencés par les points de terminaison de routage, voir [Configuration de Routage](#).

Documentation OpenAPI

OmniMSC génère automatiquement une spécification OpenAPI 3 à partir du routeur API. L'interface Swagger UI interactive est disponible à `http://<host>:8444/schema` et fournit une interface navigable et testable pour tous les points de terminaison.

Points de Terminaison

Tous les points de terminaison sont servis sous le préfixe de chemin `/api`. Les corps de requête et de réponse utilisent l'encodage JSON.

Abonnés

Méthode	Chemin	Description
GET	/api/subscribers	Lister les abonnés VLR. Prend en charge des paramètres de requête optionnels pour le filtrage par IMSI ou MSISDN (correspondance partielle).
GET	/api/subscribers/{id}	Récupérer les détails complets d'un seul abonné, y compris l'identité, la localisation, l'état d'authentification, le profil de service et les services supplémentaires.
DELETE	/api/subscribers/{id}	Purger un enregistrement d'abonné du VLR. Déclenche MAP PurgeMS vers le HLR.
POST	/api/subscribers/{id}/actions	Exécuter une action sur un abonné, comme initier une séparation, forcer une ré-authentification ou déclencher une mise à jour de localisation.
POST	/api/subscribers/{id}/ss	Gérer les services supplémentaires pour un abonné, y compris l'activation, la désactivation et l'interrogation du barring d'appels, du renvoi d'appels et d'autres services.

Appels

Méthode	Chemin	Description
GET	/api/calls	Lister toutes les transactions d'appels actifs CC FSM, y compris la référence d'appel, la direction, les parties, l'état et la durée.
GET	/api/calls/{id}	Récupérer les détails complets d'un seul appel, y compris le timing, le codec, le BSC/RNC de service et l'historique d'état CC FSM.
DELETE	/api/calls/{id}	Libérer un appel actif. Initie la déconnexion côté réseau et la commande BSSMAP CLEAR.

SMS

Méthode	Chemin	Description
GET	/api/sms	Lister les transactions SMS actives avec l'ID de transaction, la direction, l'abonné, l'état et l'adresse du Centre SMS.

Routes

Méthode	Chemin	Description
GET	/api/routes	Lister toutes les entrées dans la table de routage, y compris le préfixe, le type de destination, la priorité et les paramètres spécifiques à la destination.
POST	/api/routes	Ajouter une nouvelle route à la table de routage. La route prend effet immédiatement sans redémarrage.
DELETE	/api/routes	Supprimer une route de la table de routage par préfixe et type de destination.
GET	/api/routes/lookup	Rechercher la route qui serait sélectionnée pour un numéro de partie appelée donné. Utile pour vérifier le comportement de routage sans passer d'appel.

Pairs SIP

Méthode	Chemin	Description
GET	/api/sip/peers	Lister tous les pairs SIP configurés avec adresse, transport, état, appels actifs et capacité.
GET	/api/sip/peers/{name}	Récupérer les détails complets d'un seul pair SIP, y compris la liste des codecs, l'état de maintien des OPTIONS et les statistiques d'appel.
PUT	/api/sip/peers/{name}	Mettre à jour la configuration d'un pair SIP (adresse, port, transport, codecs, canaux max, intervalle OPTIONS).

Passerelles Multimédias

Méthode	Chemin	Description
GET	/api/mgw	Lister les passerelles multimédias configurées avec nom, adresse, protocole (MGCP ou Megaco) et état de connectivité.

RAN et STP

Méthode	Chemin	Description
GET	/api/ran/connections	Lister les connexions RAN actives (sessions orientées connexion SCCP) avec ID de connexion, IMSI de l'abonné, BSC/RNC et état.
GET	/api/ran/bscs	Lister les BSC connus avec code de point, titre global, nombre de cellules et dernier horodatage de réinitialisation BSSMAP.
GET	/api/stp	Obtenir l'état des liens STP, y compris l'état ASP M3UA, les détails d'association SCTP et les compteurs de trafic.

Paging

Méthode	Chemin	Description
POST	/api/paging	Initier une demande de paging pour un abonné par IMSI ou MSISDN. Envoie BSSMAP PAGING aux BSC appropriés.
GET	/api/paging	Lister les demandes de paging en attente avec l'identité de l'abonné, le LAC cible, la cause du paging et le temps écoulé.

Avis de Charge

Méthode	Chemin	Description
POST	/api/aoc	Envoyer un message d'Avis de Charge à un abonné pendant un appel actif. Prend en charge AoCI (information) et AoCE (facturation) selon 3GPP TS 24.086.

Appel Silencieux et SMS

Méthode	Chemin	Description
POST	/api/silent	Initier un appel silencieux ou un SMS silencieux vers un abonné. Utilisé à des fins d'interception légale et de tests réseau.

Cellules de Transfert

Méthode	Chemin	Description
GET	/api/handover/cells	Lister les cellules configurées comme cibles de transfert, y compris l'identité de la cellule, le LAC, le BSC et la priorité de transfert.
POST	/api/handover/cells	Ajouter une cellule à la liste des cibles de transfert avec l'identité de la cellule, le LAC et les paramètres de priorité.

Systeme

Méthode	Chemin	Description
GET	/api/health	Point de terminaison de vérification de santé. Retourne un simple indicateur d'état adapté aux sondes de l'équilibreur de charge.
GET	/api/status	État du système incluant les statistiques de la VM BEAM, l'allocation de mémoire, la santé du superviseur, le nombre d'alarmes actives et un résumé de la configuration MSC.
GET	/metrics	Point de terminaison de récupération des métriques Prometheus. Retourne tous les compteurs et jauges de télémétrie OmniMSC au format d'exposition Prometheus. Voir Métriques et Surveillance .

Format de Réponse

Tous les points de terminaison retournent des réponses JSON. Les requêtes réussies retournent les données demandées dans un objet ou un tableau de niveau supérieur. Les réponses d'erreur incluent un objet JSON avec un champ `error` contenant un message lisible par l'homme et, le cas échéant, un champ `code` avec un identifiant d'erreur lisible par machine.

Les points de terminaison de liste prennent en charge la pagination via les paramètres de requête `page` et `page_size`. La réponse inclut un objet `meta` avec les champs `total`, `page` et `page_size`.

Les réponses de détails d'abonné et d'appel incluent des objets imbriqués pour les données connexes (identité, localisation, authentification, timing) correspondant à la structure décrite dans les sections [détails de l'abonné du Panneau de Contrôle](#) et [détails de l'appel](#).

Diagrammes de Flux d'Appels

Ce document contient des diagrammes de séquence pour tous les scénarios d'appel majeurs gérés par OmniMSC. Chaque diagramme montre le flux de signalisation entre les éléments du réseau.

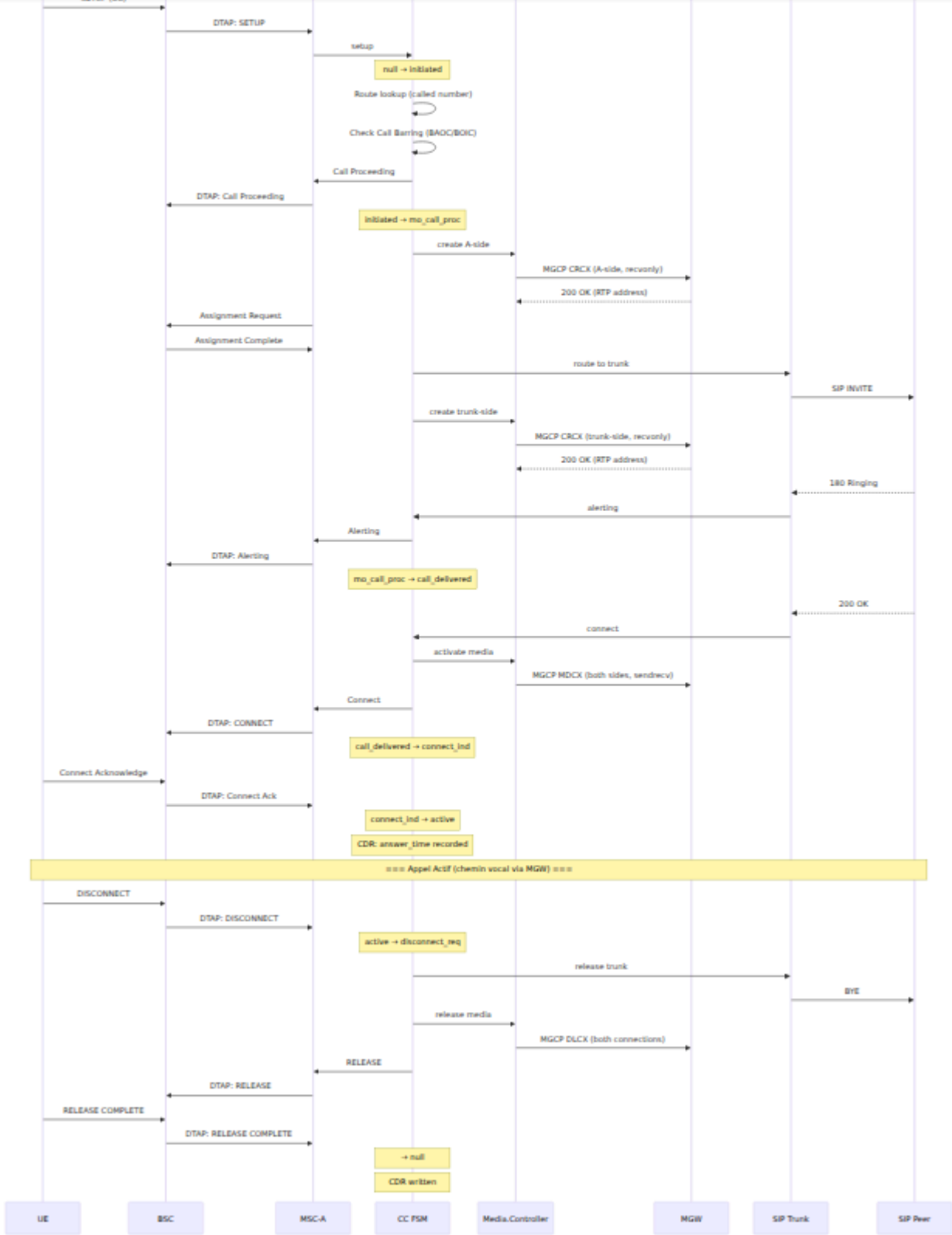
Pour les définitions d'état de la FSM CC, voir [Guide du Panneau de Contrôle](#). Pour la configuration de routage, voir [Configuration de Routage](#). Pour les détails de signalisation de la liaison SIP, voir [Liaison SIP](#). Pour la signalisation de la liaison ISUP, voir [Liaison ISUP](#). Pour le contrôle de la passerelle multimédia lors de la configuration de l'appel, voir [Contrôle Multimédia](#). Pour les flux de services supplémentaires (mise en attente, MPTY, ECT), voir [Services Supplémentaires](#).

Appel Mobile Émis (MO)

Un abonné initie un appel sortant. Le MSC gère la configuration de l'appel, l'authentification (si nécessaire), le mode de chiffrement, l'attribution et l'allocation de la liaison.

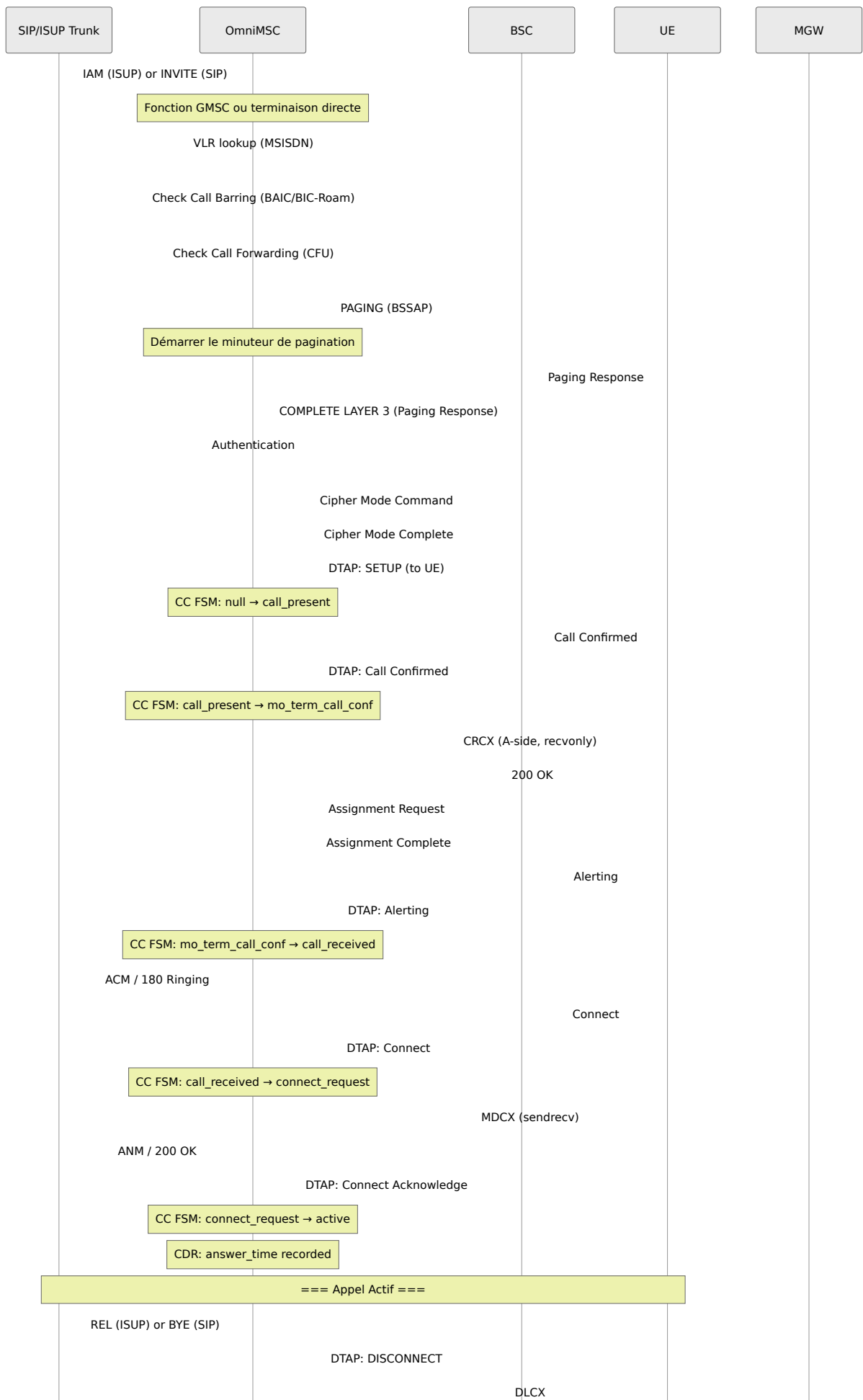


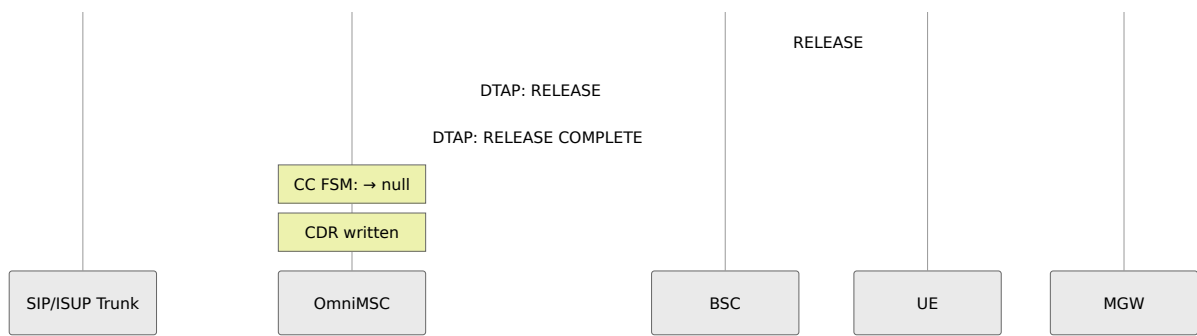
OmniCore 5GC OmniCall OmniRAN OmniCharge Platform Français



Appel Mobile Reçu (MT)

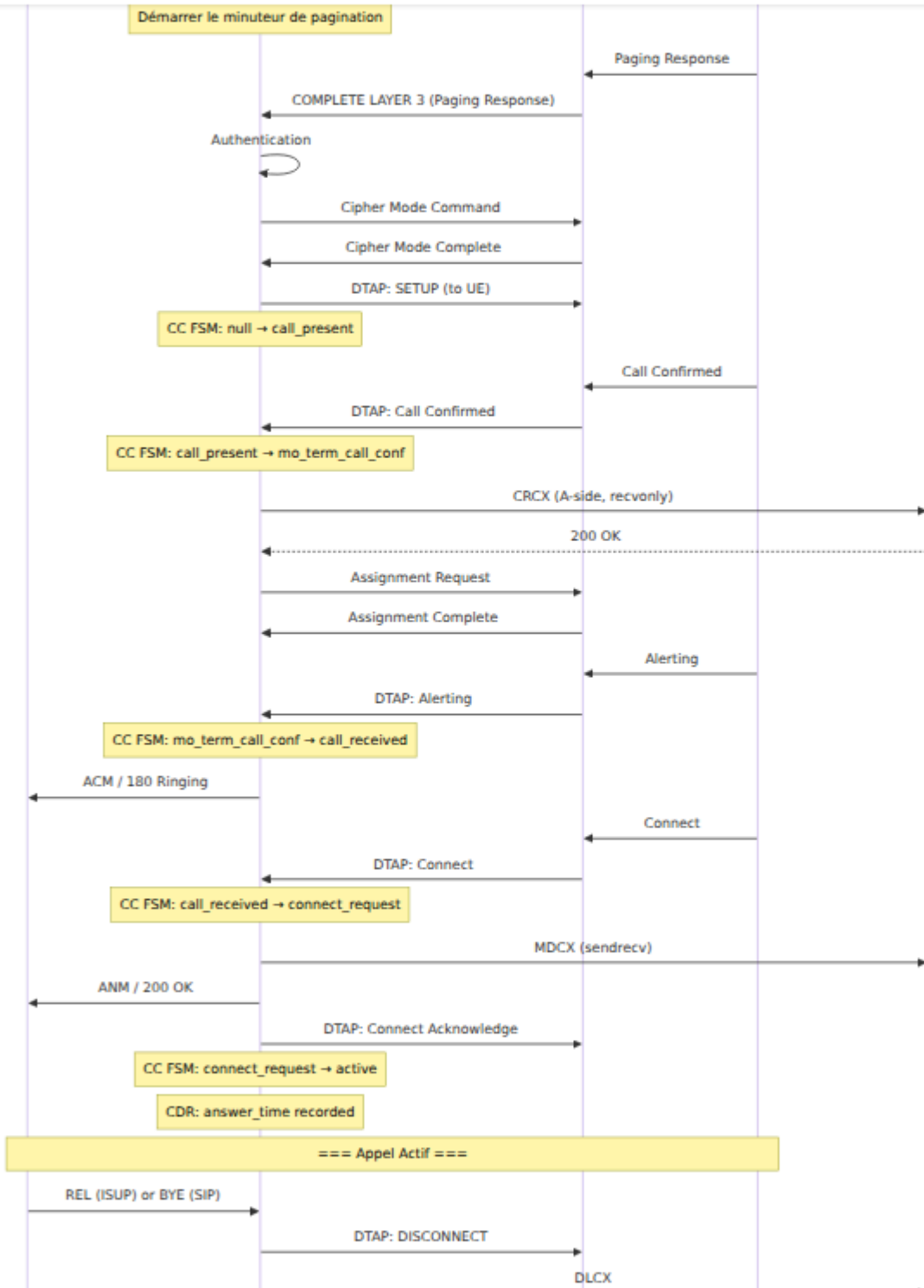
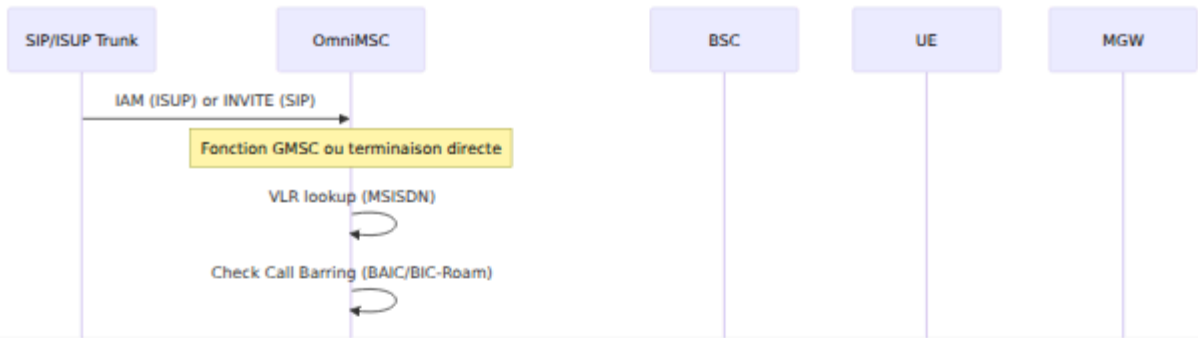
Un appel entrant arrive du PSTN ou d'un pair SIP. Le MSC envoie une page à l'abonné, configure le chemin radio et connecte l'appel. La signalisation côté liaison peut être SIP ou ISUP selon la route.

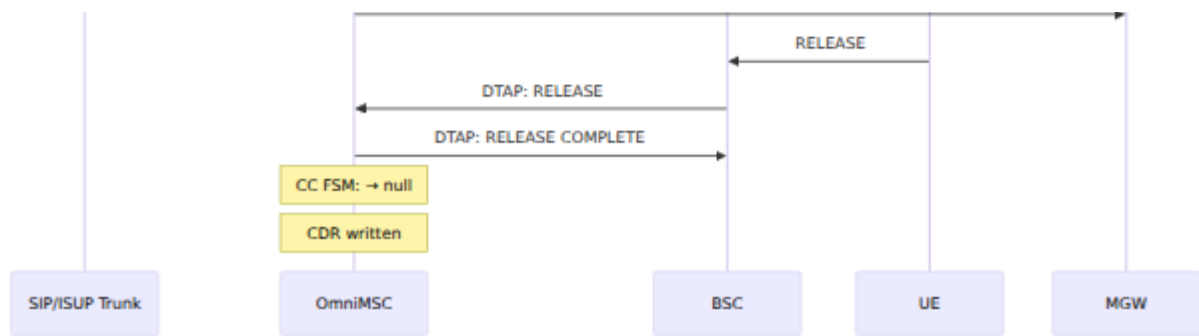




Mise en Attente et Récupération d'Appel

La mise en attente et la récupération d'appel permettent à un abonné de suspendre et de reprendre un appel actif selon la norme 3GPP TS 24.083. Pendant qu'un appel est en attente, la passerelle multimédia place le segment en attente en mode réception seule, réduisant le chemin audio au silence. L'abonné peut établir un second appel pendant que le premier est en attente.





Le message HOLD de l'UE ne contient aucun paramètre. Le MSC répond avec HOLD ACK en cas de succès ou HOLD REJECT si l'opération n'est pas autorisée (par exemple, si l'abonné n'a pas la mise en attente d'appel provisionnée). RETRIEVE suit le même modèle avec RETRIEVE ACK ou RETRIEVE REJECT.

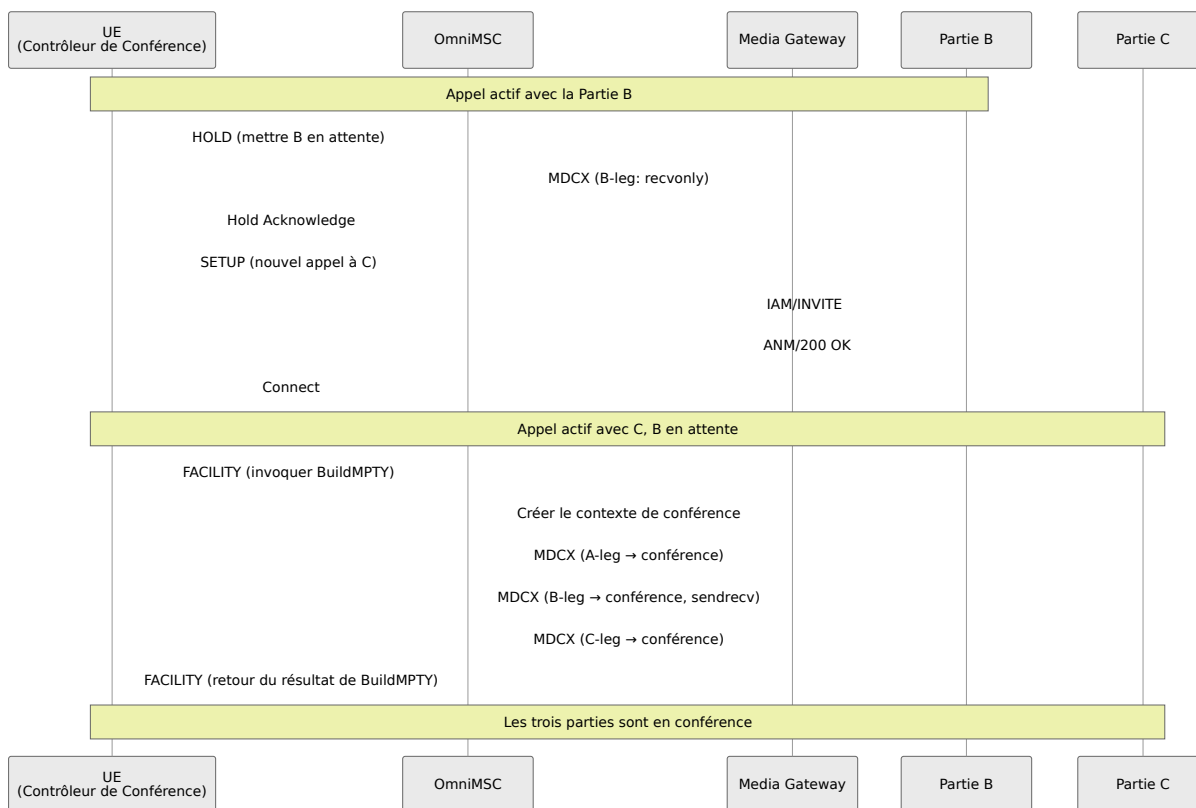
Conférence Multi-Parties (MPTY)

MPTY permet à un abonné de relier plusieurs appels dans une conférence selon la norme 3GPP TS 24.084. L'abonné agit en tant que contrôleur de la conférence. Tous les audio de la conférence sont mélangés à travers un pont de conférence sur la passerelle multimédia.

Pour la configuration, voir [Fonctionnalités Avancées d'Appel](#).

BuildMPTY

L'abonné établit deux appels (un actif, un en attente), puis invoque BuildMPTY via un message CC FACILITY pour les fusionner en une conférence.



HoldMPTY, RetrieveMPTY, SplitMPTY

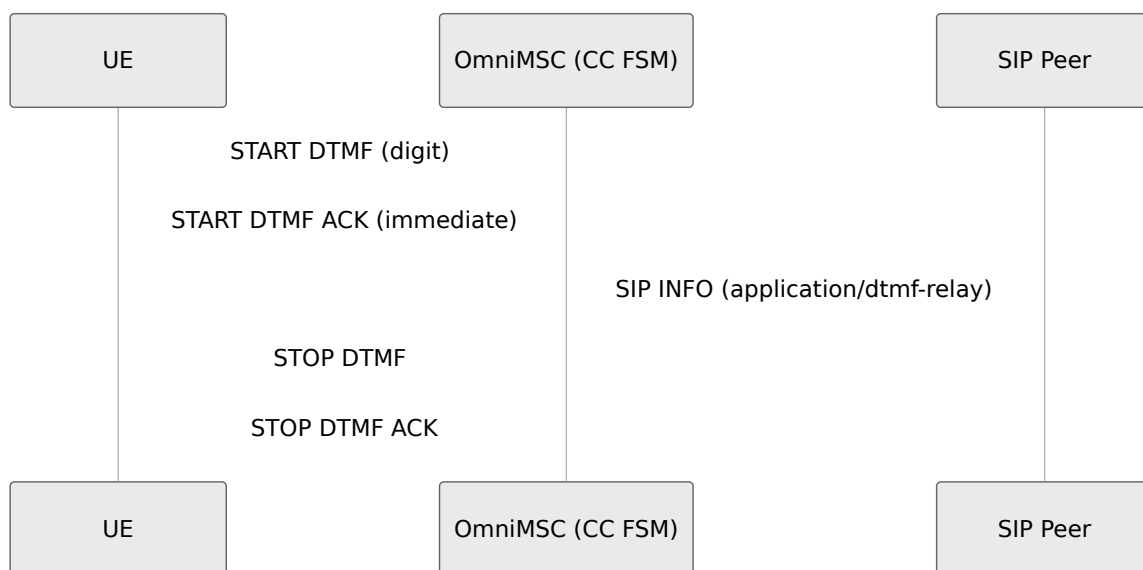
Une fois qu'une conférence est établie, le contrôleur dispose de trois opérations supplémentaires :

Opération	Effet
HoldMPTY	Met l'ensemble de la conférence en attente. Toutes les parties distantes entendent le silence. Le contrôleur peut établir un appel privé en dehors de la conférence.
RetrieveMPTY	Reprend une conférence mise en attente. Toutes les parties sont reconnectées au pont de conférence.
SplitMPTY	Extrait une partie de la conférence dans un appel séparé en attente. Les parties restantes continuent en conférence. Si seulement deux parties restent après la séparation, le contexte de conférence est libéré et l'appel revient à une connexion normale point à point.

Chaque opération est invoquée par l'UE via un message CC FACILITY et reconnue par le MSC avec un résultat de retour correspondant ou une erreur.

Relais DTMF

OmniMSC relaie les tonalités DTMF de l'interface radio vers le côté de la liaison. L'UE envoie un message START DTMF (3GPP TS 24.008) contenant le chiffre. La FSM CC reconnaît l'UE et transmet le chiffre au pair SIP.



Le corps SIP INFO utilise le type de contenu `application/dtmf-relay` avec les champs Signal et Duration. Le MSC envoie START DTMF ACK immédiatement à l'UE sans attendre la réponse du pair SIP, évitant ainsi le clipping audio sur le chemin radio. Le relais DTMF est géré dans tout état d'appel où une connexion côté liaison existe.

Appels d'Urgence

Les appels d'urgence reçoivent un traitement prioritaire. Le MSC détecte les appels d'urgence par le type de message CC Emergency Setup (3GPP TS 24.008 §9.3.8, type de message 0x0E) et le type de demande de service CM (`:emergency`).

L'authentification est tentée normalement. Si elle réussit, le mode de chiffrement est établi et le MSISDN de l'abonné est utilisé comme partie appelante. Si l'authentification échoue, l'appel se poursuit de toute façon — le mode de chiffrement est ignoré et l'IMEI est utilisé comme partie appelante à la place. Les appels des UE sans SIM sont acceptés.

Contrairement à la configuration CC normale, le message de configuration d'urgence ne transporte pas d'IE de numéro BCD de partie appelée — le terminal envoie uniquement une capacité de support optionnelle et une catégorie de service d'urgence. Le MSC utilise l'adresse `psap_address` configurée comme numéro appelé pour la recherche dans la table de routage et l'URI de demande SIP INVITE sortante. Voir [Référence de Configuration](#) pour les paramètres d'urgence.

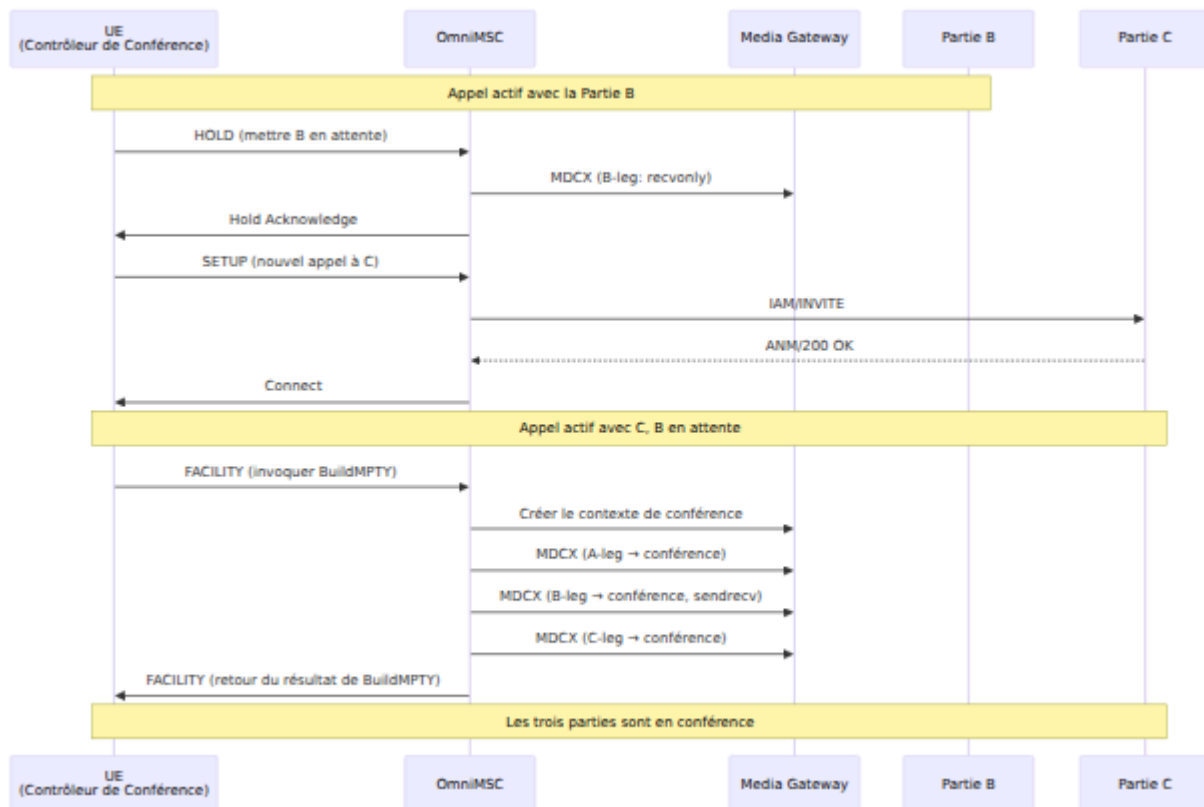


Diagramme d'État de la FSM CC

La FSM CC (Machine à États Finis de Contrôle d'Appel) gère le cycle de vie d'un seul appel commuté par circuit selon la norme 3GPP TS 24.008. Les chemins MO et MT partagent des états communs mais entrent par des transitions

différentes. L'état d'appel en direct, la durée, le codec et le BSC/RNC de service sont visibles dans la page des Appels Actifs du panneau de contrôle — voir [Guide du Panneau de Contrôle](#).

États d'Appel MO



null

MS SETUP received

initiated



Call Proceeding sent

mo_call_proc

Alerting (remote ringing)

call_delivered

Connect sent to MS

RELEASE COMPLETE

connect_ind

Connect Ack from MS

active

MS DISCONNECT

Network release

disconnect_req

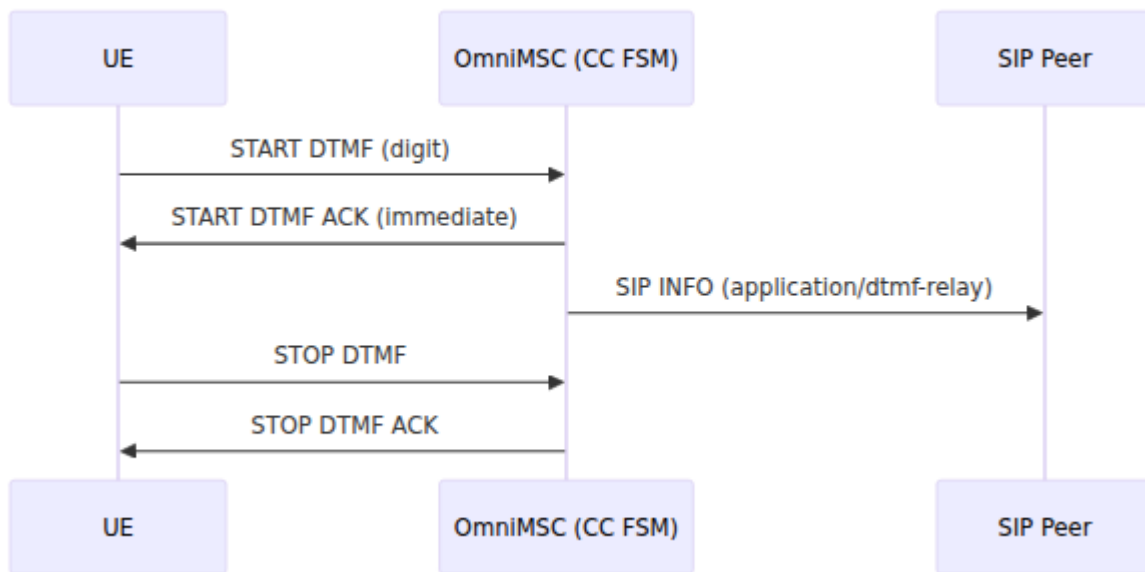
disconnect_ind

RELEASE sent

RELEASE sent

release_req

États d'Appel MT



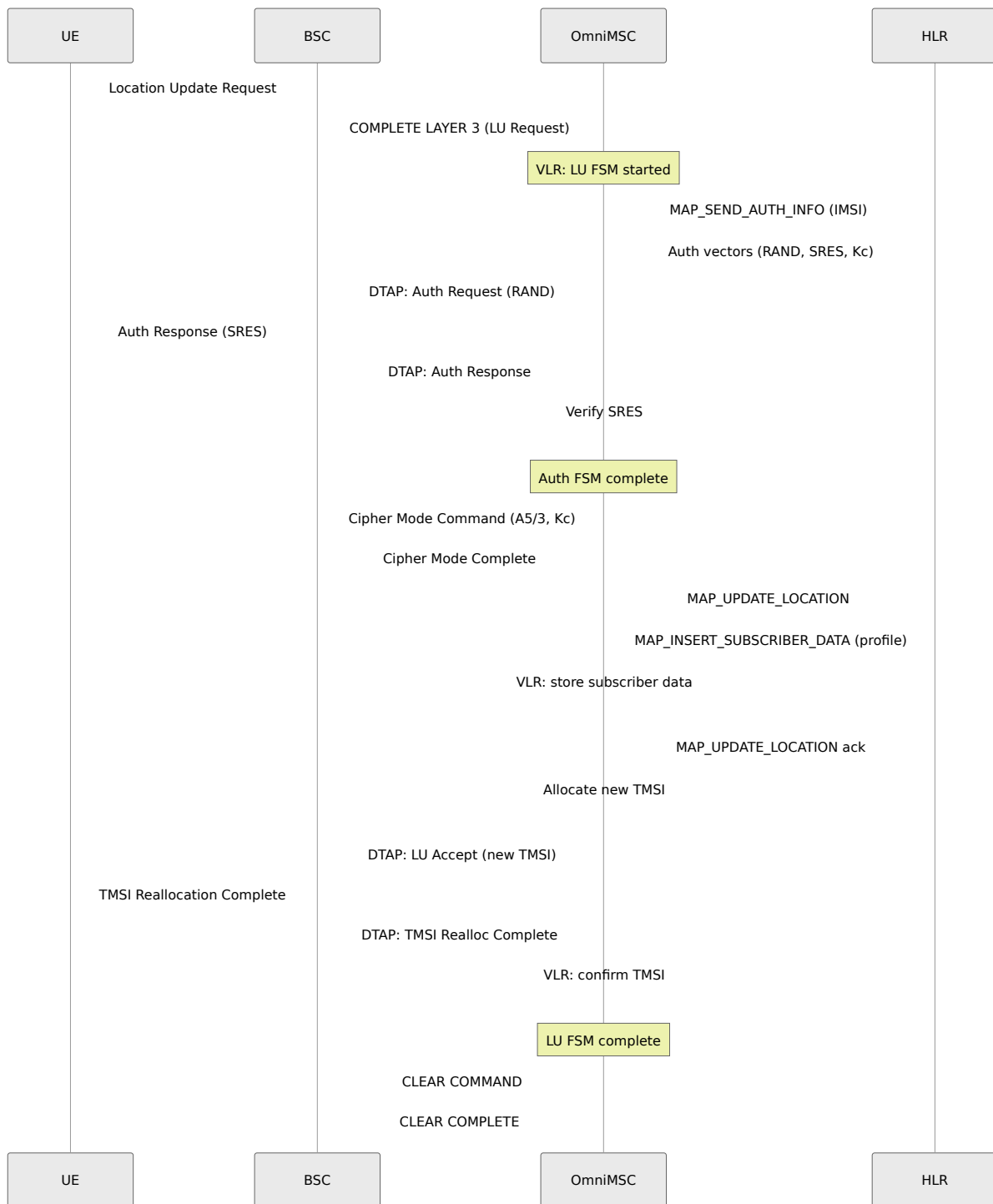
Libération de Connexion

Lorsque la connexion A-interface est perdue (échec de la liaison radio, effacement BSC ou échec de transport), MSC-A envoie un événement `connection_lost` à toutes les FSM CC associées à cet abonné. Chaque FSM CC recevant cet événement libère ses ressources côté liaison (SIP BYE ou ISUP REL) et les connexions de la passerelle multimédia (MGCP DLCX), puis passe à l'état null et écrit le CDR.

Cela garantit qu'aucune ressource de liaison ou multimédia n'est perdue lorsque le chemin radio est perdu de manière inattendue. La FSM CC gère `connection_lost` dans tout état sauf null.

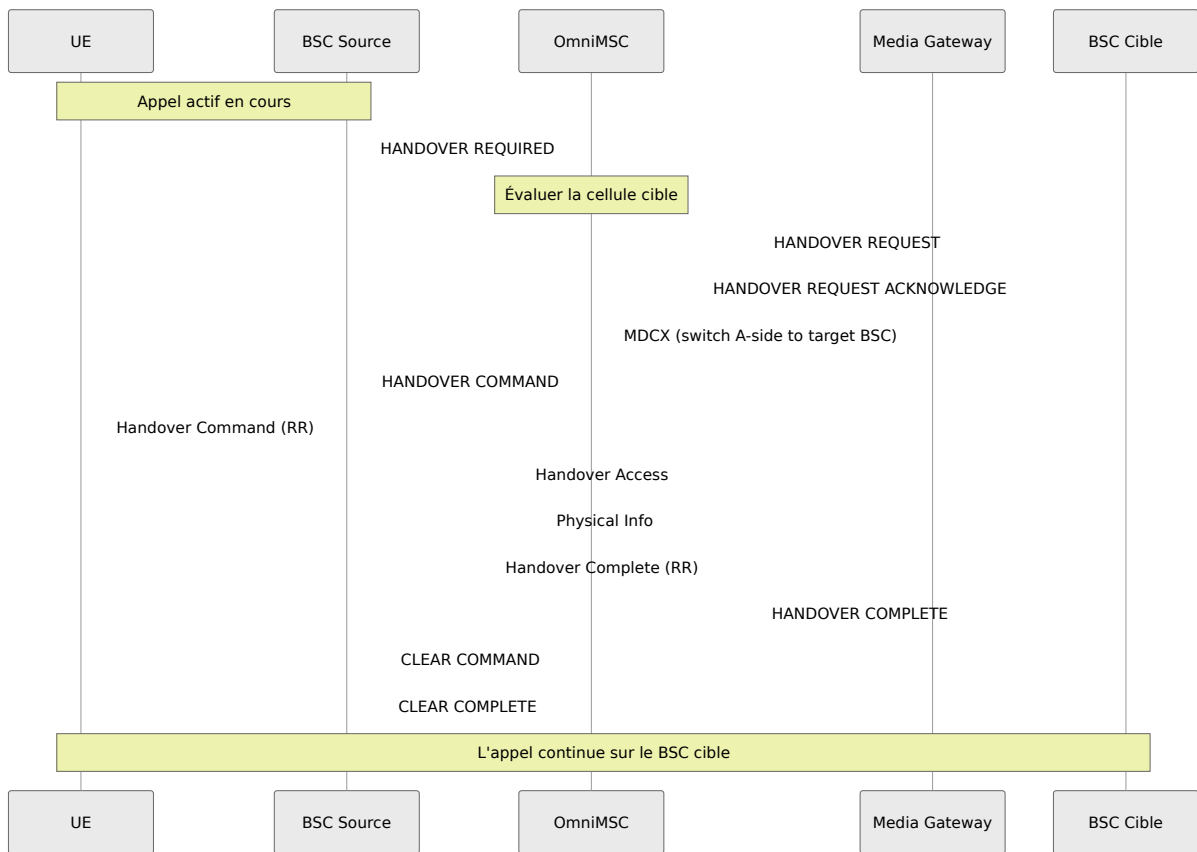
Mise à Jour de Localisation

L'abonné s'enregistre auprès du MSC. Le MSC authentifie l'abonné et met à jour le HLR.



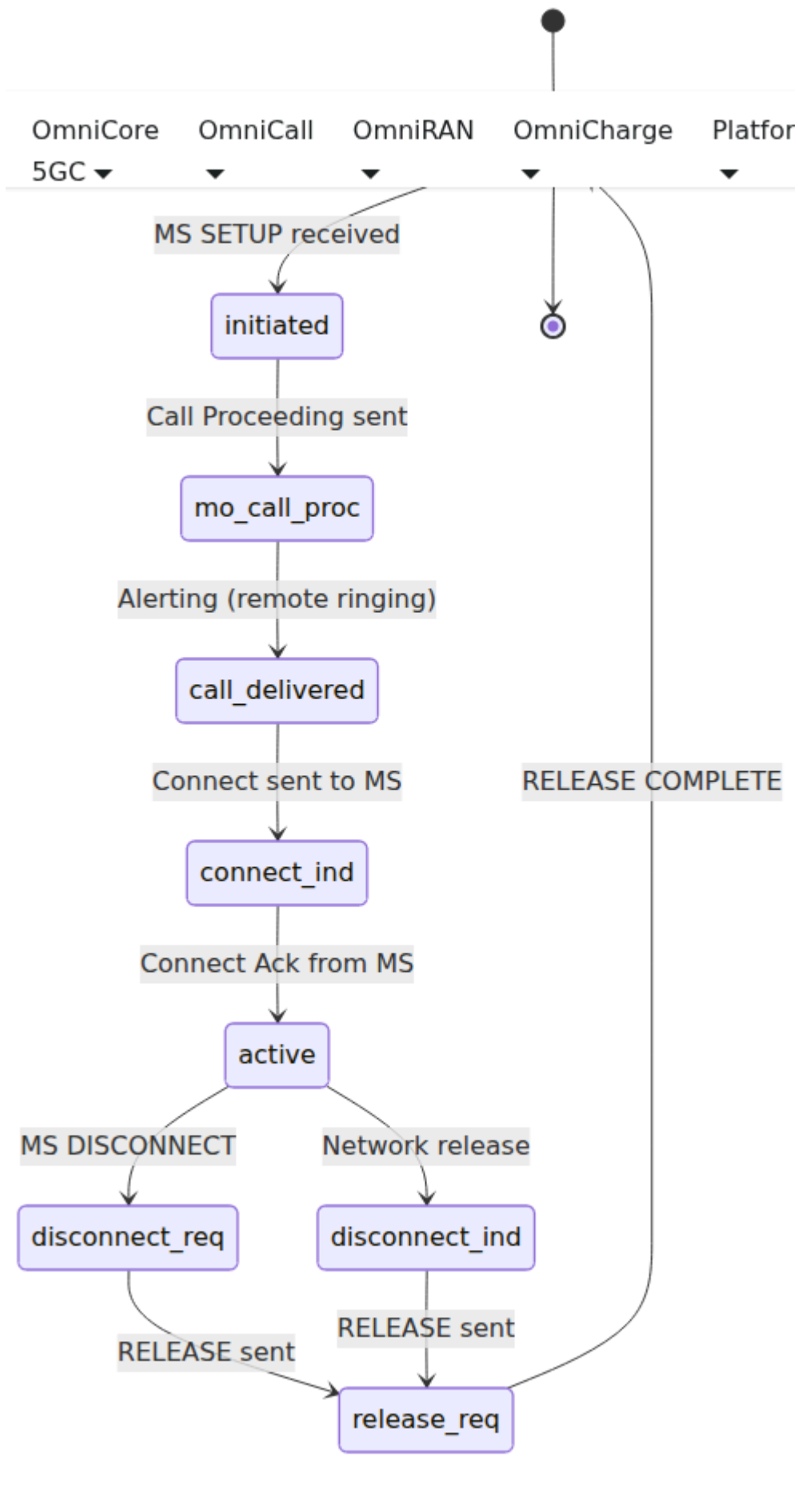
Transfert entre BSCs (Handover Intra-MSC)

Transfert d'un appel actif entre deux BSCs desservis par le même MSC.



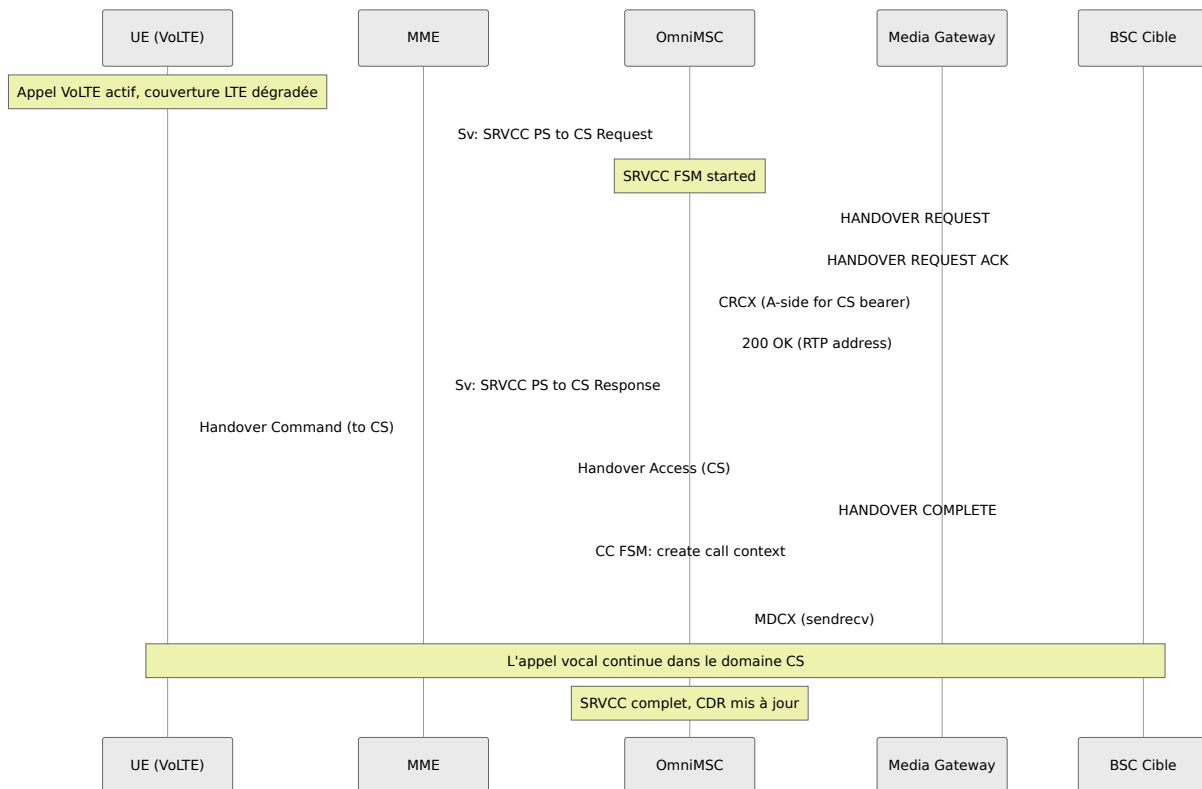
Transfert entre MSCs (Handover Inter-MSC)

Transfert d'un appel actif d'OmniMSC (MSC-A) à un MSC cible (MSC-B).



SRVCC (Continuité d'Appel Voix sur Radio Unique)

Transfert d'un appel VoLTE du domaine IMS/LTE vers le domaine CS selon la norme 3GPP TS 23.216.



Appel Déclenché par CAMEL (Interaction SCP)

Appel avec interaction CAMEL Originating BCSM (O-BCSM) selon la norme 3GPP TS 23.078.

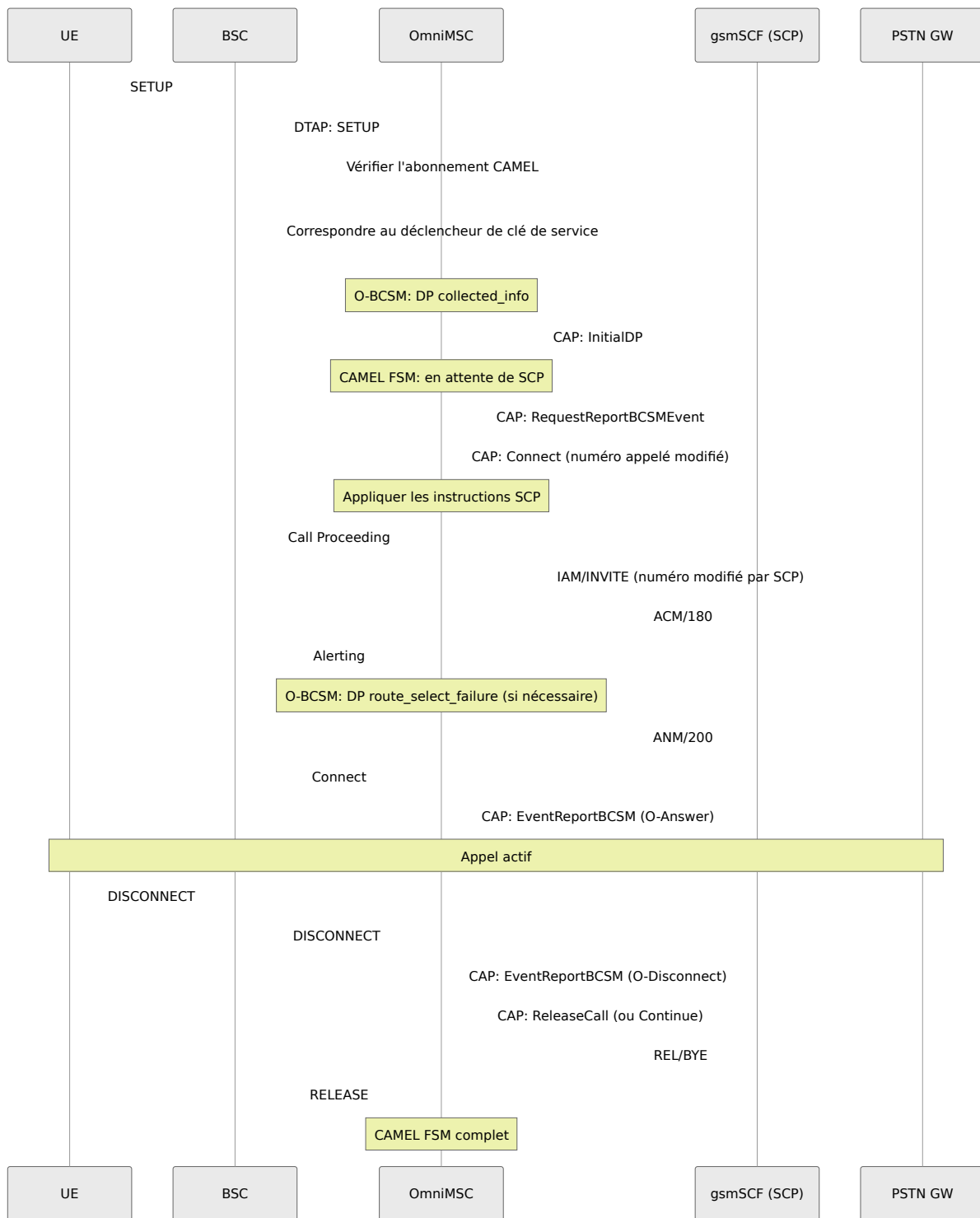


Diagramme de Séquence MPTY (BuildMPTY)

Configuration d'appel de conférence multi-parties. L'abonné établit deux appels, puis les relie en une conférence selon la norme 3GPP TS 24.084. Pour la

configuration, voir [Fonctionnalités Avancées d'Appel](#).

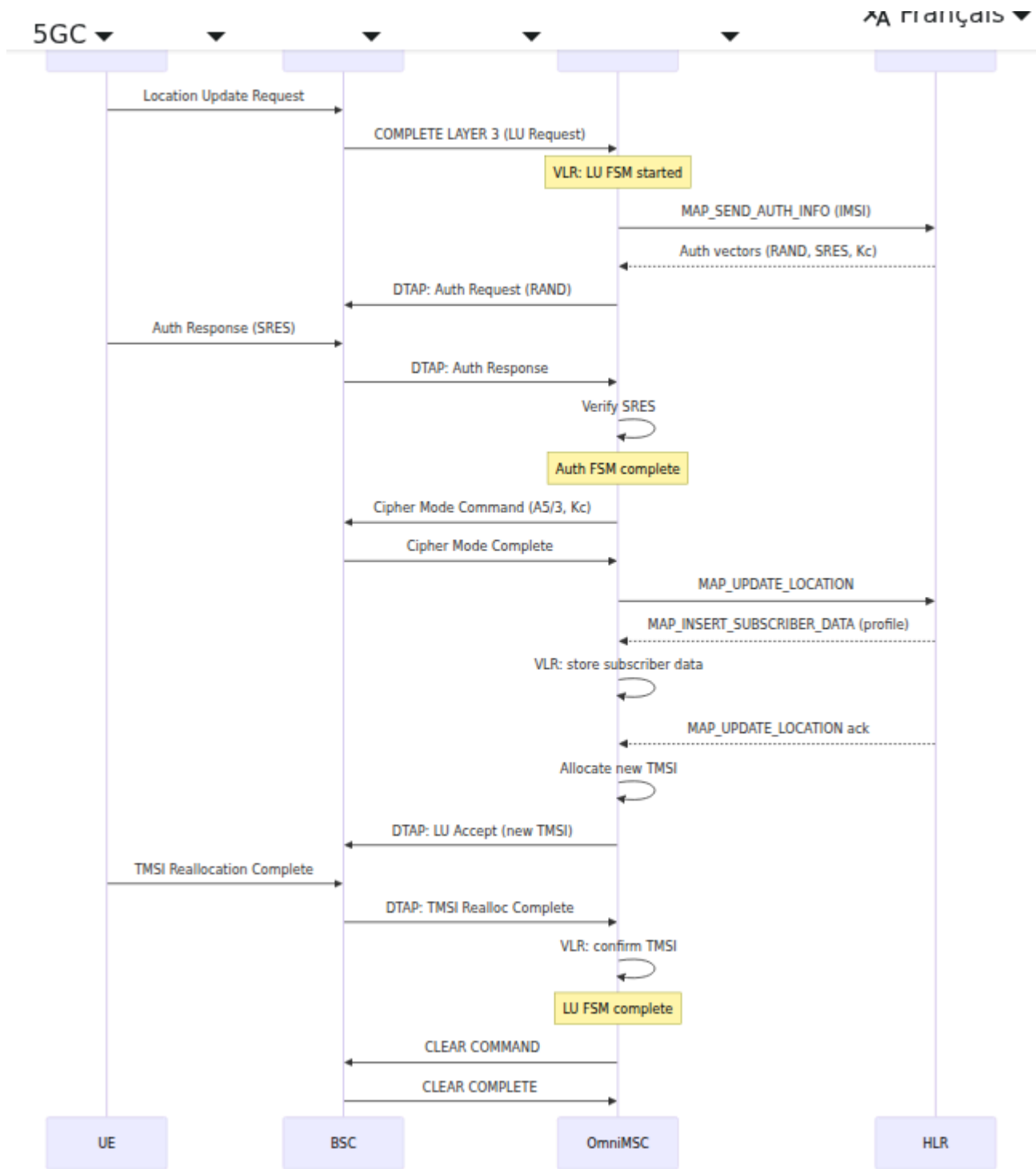


Diagramme de Séquence ECT (Transfert d'Appel Explicite)

Le Transfert d'Appel Explicite connecte deux parties distantes et libère l'abonné transférant selon la norme 3GPP TS 24.091. Pour la configuration, voir [Fonctionnalités Avancées d'Appel](#).

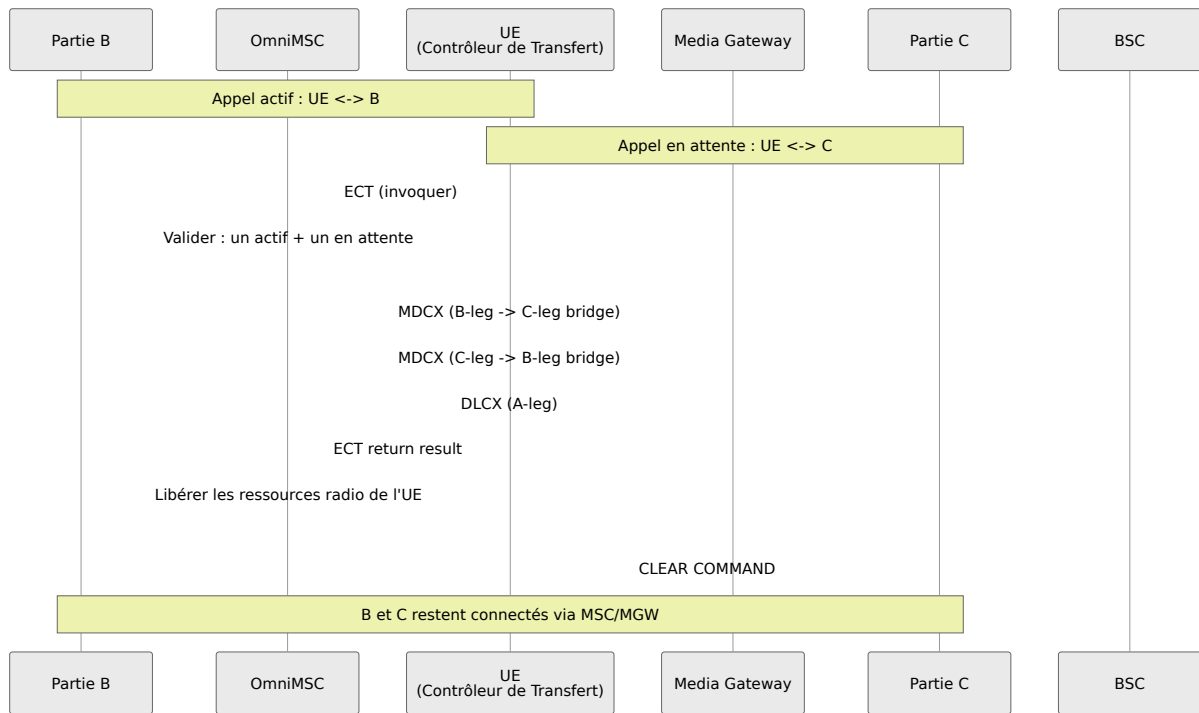


Diagramme de Séquence d'Appel MT CSFB

Appel mobile entrant vers un abonné attaché LTE via Circuit-Switched Fallback selon la norme 3GPP TS 23.272. Le MSC envoie une page via l'interface SGs, l'UE revient à 2G/3G, et l'appel se poursuit sur l'A-interface. Pour les détails SGs, voir [Interface SGs & CSFB](#).

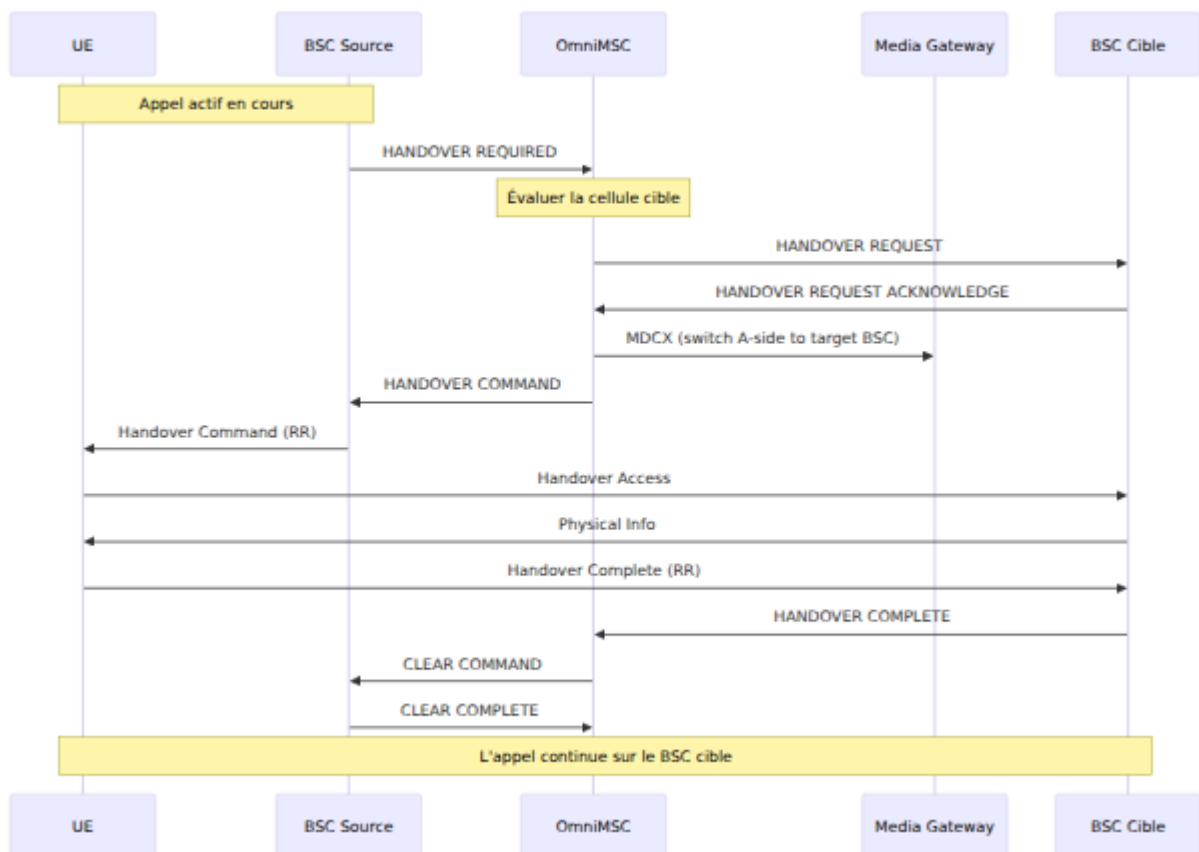
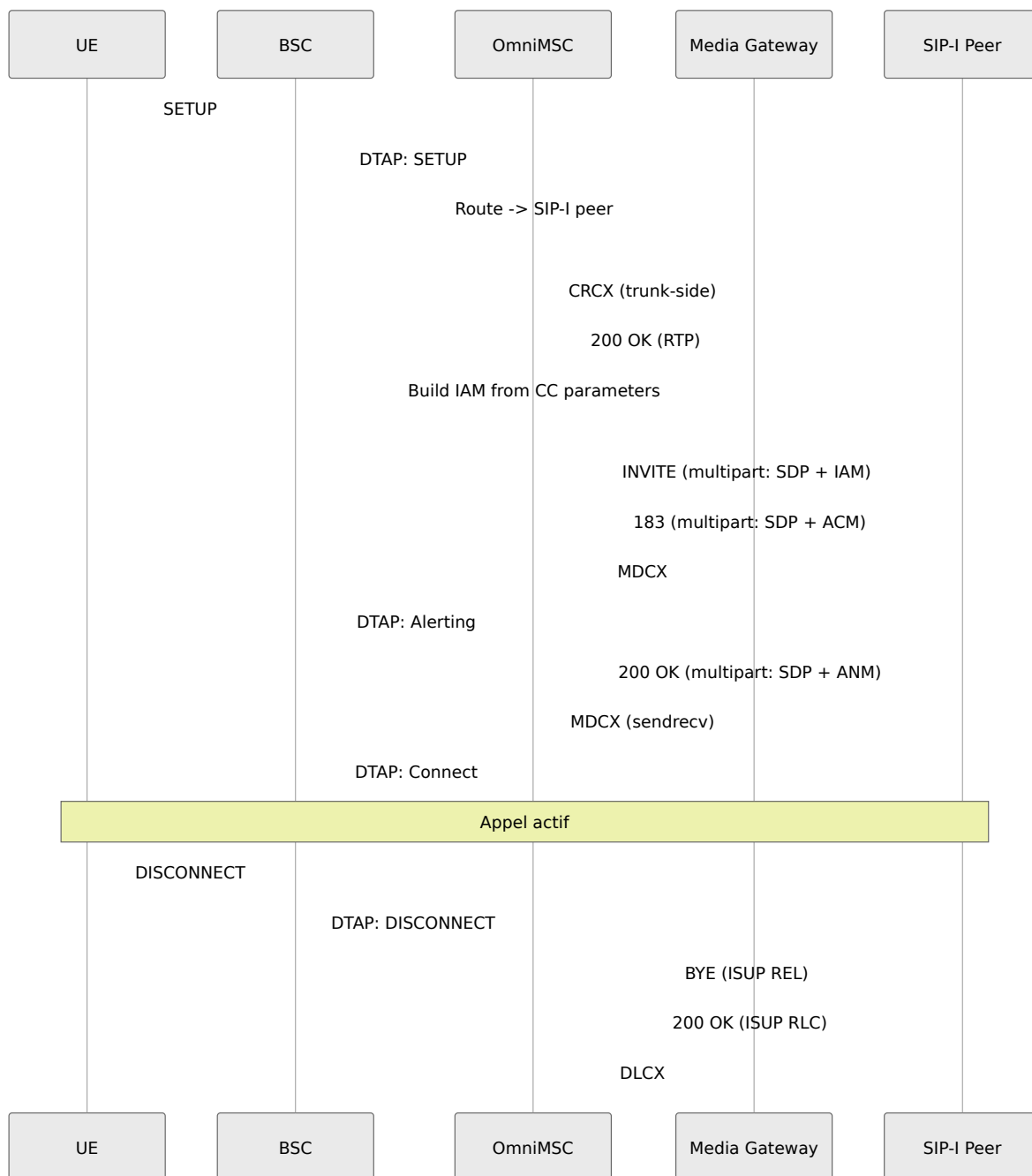


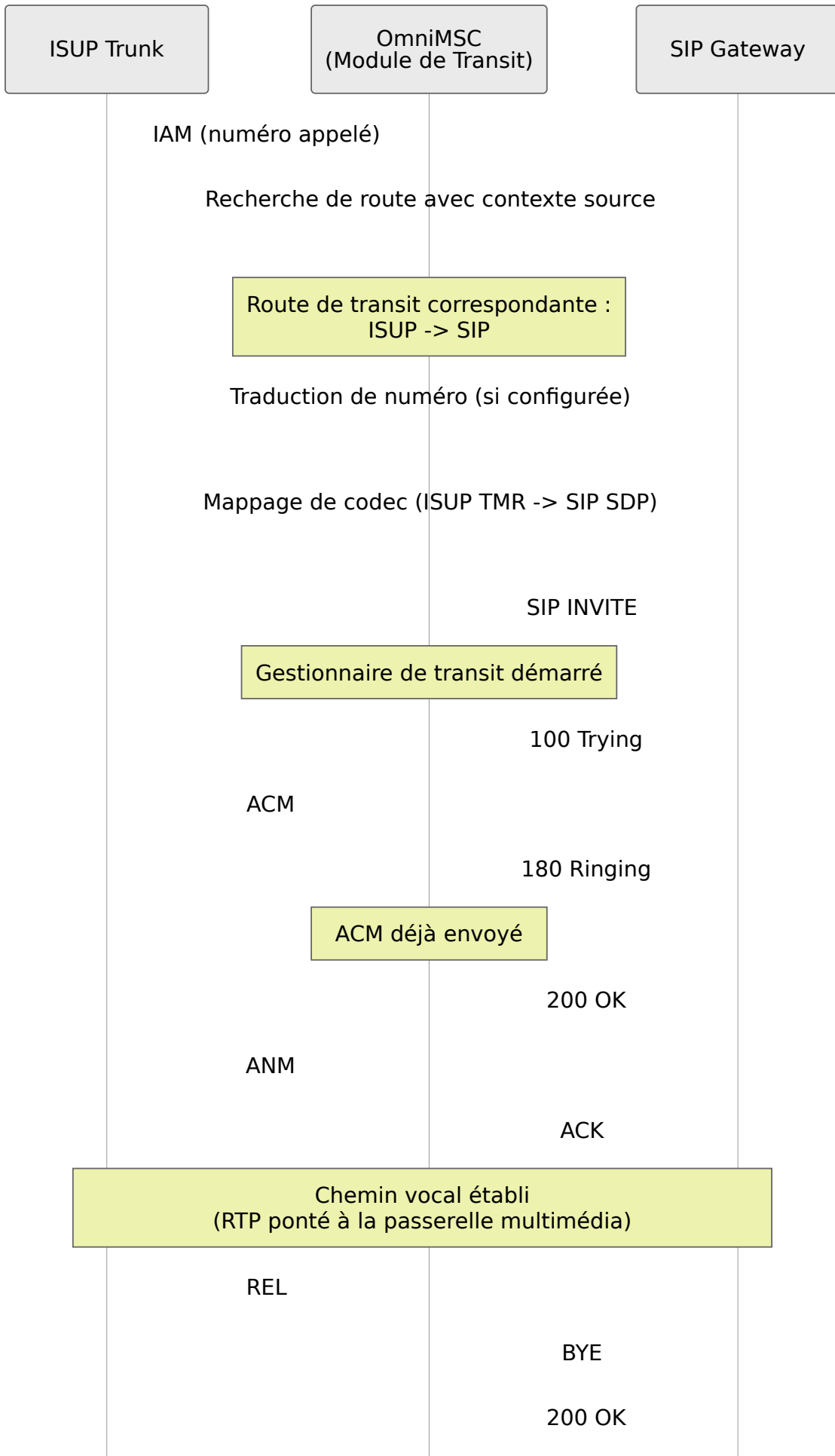
Diagramme de Séquence d'Appel SIP-I

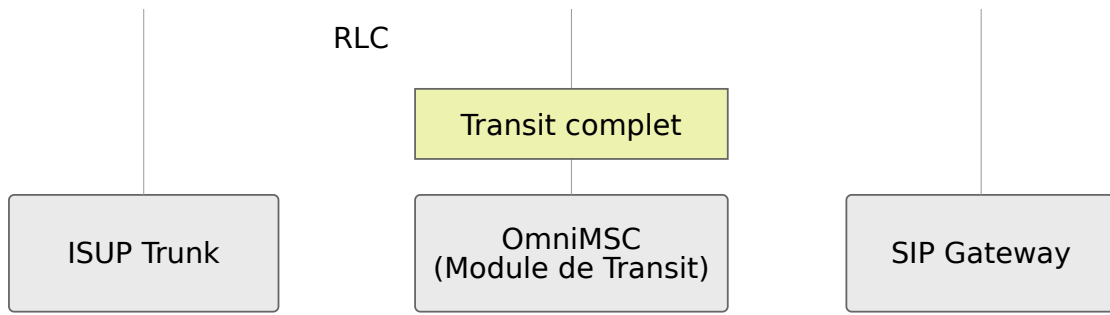
Appel sortant via une liaison SIP-I avec ISUP encapsulé selon l'ITU-T Q.1912.5. L'INVITE contient un corps multipart contenant SDP et l'ISUP IAM. Pour les détails SIP-I, voir [Liaison SIP-I](#).



Appel de Transit ISUP vers SIP

Appel de transit interopérant entre une liaison ISUP et un pair SIP, contournant la FSM CC.





CAMEL / CAP

Ce document décrit l'implémentation de CAMEL (Applications Personnalisées pour la Logique Améliorée Mobile) dans OmniMSC, y compris la configuration des clés de service, la gestion des dialogues CAP, les points de détection BCSM, les opérations CAP prises en charge et le transport TCAP.

Pour le diagramme de séquence d'appel déclenché par CAMEL (InitialDP, Connect, EventReportBCSM), voir [Diagrammes de Flux d'Appel](#). Pour savoir comment les déclencheurs CAMEL s'intègrent dans le pipeline de routage (flux d'analyse de numéro), voir [Configuration de Routage](#). Pour les champs CDR liés à CAMEL (FurnishChargingInformation, cause_for_term), voir [Enregistrements de Détails d'Appel](#). Pour la configuration des clés de service CAMEL, voir [Référence de Configuration](#).

Vue d'ensemble

CAMEL fournit un cadre pour que les opérateurs mobiles déploient des services de Réseau Intelligent (IN) sur le réseau central GSM/UMTS. OmniMSC agit en tant que gsmSSF (Fonction de Commutation de Service GSM), interagissant avec un gsmSCF externe (Fonction de Contrôle de Service GSM, également connue sous le nom de SCP) pour fournir des services de contrôle d'appel en temps réel tels que la facturation prépayée, la traduction de numéros, le filtrage d'appels et les réseaux privés virtuels.

Le gsmSCF contrôle le traitement des appels en envoyant des instructions à OmniMSC à des points de détection définis au sein du Modèle d'État de Base d'Appel (BCSM). OmniMSC rapporte les événements d'appel au gsmSCF et exécute les instructions reçues (continuer, se connecter à un autre numéro, libérer l'appel, appliquer la facturation).

Configuration des Clés de Service

Chaque abonné peut avoir une ou plusieurs souscriptions CAMEL provisionnées via MAP INSERT SUBSCRIBER DATA depuis le HLR. Une souscription CAMEL comprend une clé de service, qui identifie le service IN à invoquer, et l'adresse du gsmSCF (Titre Global) à contacter.

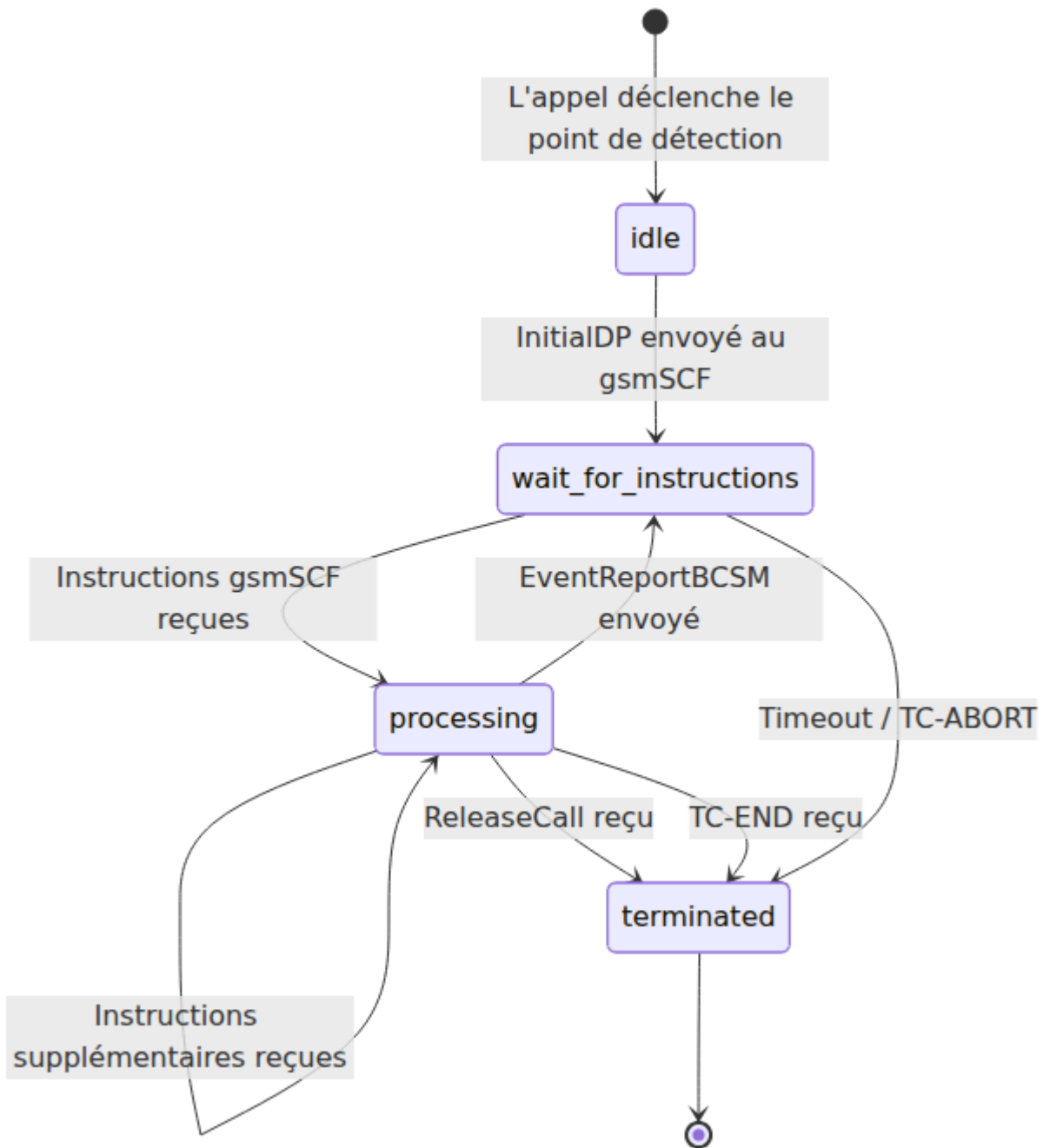
Lorsqu'un appel déclenche un point de détection CAMEL (tel que `collected_info` pour les appels MO ou `terminating_attempt_authorized` pour les appels MT), OmniMSC vérifie les données de souscription CAMEL de l'abonné. Si une clé de service correspondante est trouvée, OmniMSC ouvre un dialogue CAP avec le gsmSCF et envoie une opération InitialDP.

Paramètre de Souscription	Description
Clé de service	Entier identifiant le service IN (par exemple, 1 pour prépayé, 2 pour VPN)
Adresse gsmSCF	Titre Global du SCP à contacter
Gestion d'appel par défaut	Action si le SCP est injoignable : <code>:continue_call</code> ou <code>:release_call</code>
Liste TDP	Liste des points de détection de déclenchement armés pour cette souscription
Phase CAMEL	Phase CAMEL prise en charge (Phase 1, 2, 3 ou 4)

Si le gsmSCF est injoignable ou si le dialogue TCAP échoue, OmniMSC applique l'action de gestion d'appel par défaut des données de souscription CAMEL de l'abonné.

États du Dialogue CAP

Chaque interaction CAMEL fonctionne comme un dialogue CAP indépendant au sein d'une transaction TCAP. Le dialogue suit l'état de l'interaction SSF-SCF de l'InitialDP jusqu'à la terminaison.



État	Description
idle	Point de détection déclenché, préparation de l'InitialDP
wait_for_instructions	InitialDP envoyé, en attente de la réponse du gsmSCF
processing	Exécution des instructions gsmSCF (Continuer, Connecter, Appliquer la Facturation)
terminated	Dialogue terminé, transaction TCAP fermée

Opérations CAP

OmniMSC prend en charge les opérations CAP suivantes pour l'interaction de service CAMEL Phase 2 et Phase 3.

SSF à SCF (OmniMSC à gsmSCF)

Opération	Description
InitialDP	Signale un point de détection déclenché avec les paramètres d'appel (clé de service, numéro appelé/appelant, type d'événement, informations de localisation)
EventReportBCSM	Signale un événement d'appel à un point de détection armé (réponse, déconnexion, abandon, échec de sélection de route)
ApplyChargingReport	Signale le résultat d'une opération de facturation (durée de l'appel, unités de facturation consommées)
CallInformationReport	Signale les informations d'appel demandées par le gsmSCF (durée de l'appel, cause de libération)

SCF à SSF (gsmSCF à OmniMSC)

Opération	Description
Continue	Reprendre le traitement de l'appel à l'état BCSM actuel
Connect	Acheminer l'appel vers un numéro de destination différent (traduction de numéro, routage VPN)
ReleaseCall	Libérer l'appel avec un code de cause spécifié
RequestReportBCSMEvent	Armer les points de détection pour un reporting d'événements futurs (réponse, déconnexion, abandon)
ApplyCharging	Appliquer les paramètres de facturation (durée maximale de l'appel, conseils de facturation)
FurnishChargingInformation	Fournir des données de facturation en format libre à inclure dans le CDR
ResetTimer	Réinitialiser le minuteur d'inactivité SSF pour éviter un timeout pendant un long traitement SCP
SendChargingInformation	Envoyer des informations de conseil de facturation à la station mobile
CallInformationRequest	Demander des informations d'appel à signaler lors de la libération de l'appel

Points de Détection O-BCSM

Le Modèle d'État de Base d'Appel d'Origine définit les points de détection disponibles pour les appels MO selon la norme 3GPP TS 23.078.



o_null

Appel MO initié

collect_info

Chiffres collectés

analyse_info

Analyse de numéro
terminée

routing

Partie distante en alerte

o_alerting

Partie distante répond

Échec de sélection de
route

o_active

Partie appelée occupée
/ pas de réponse

Une des parties se
déconnecte

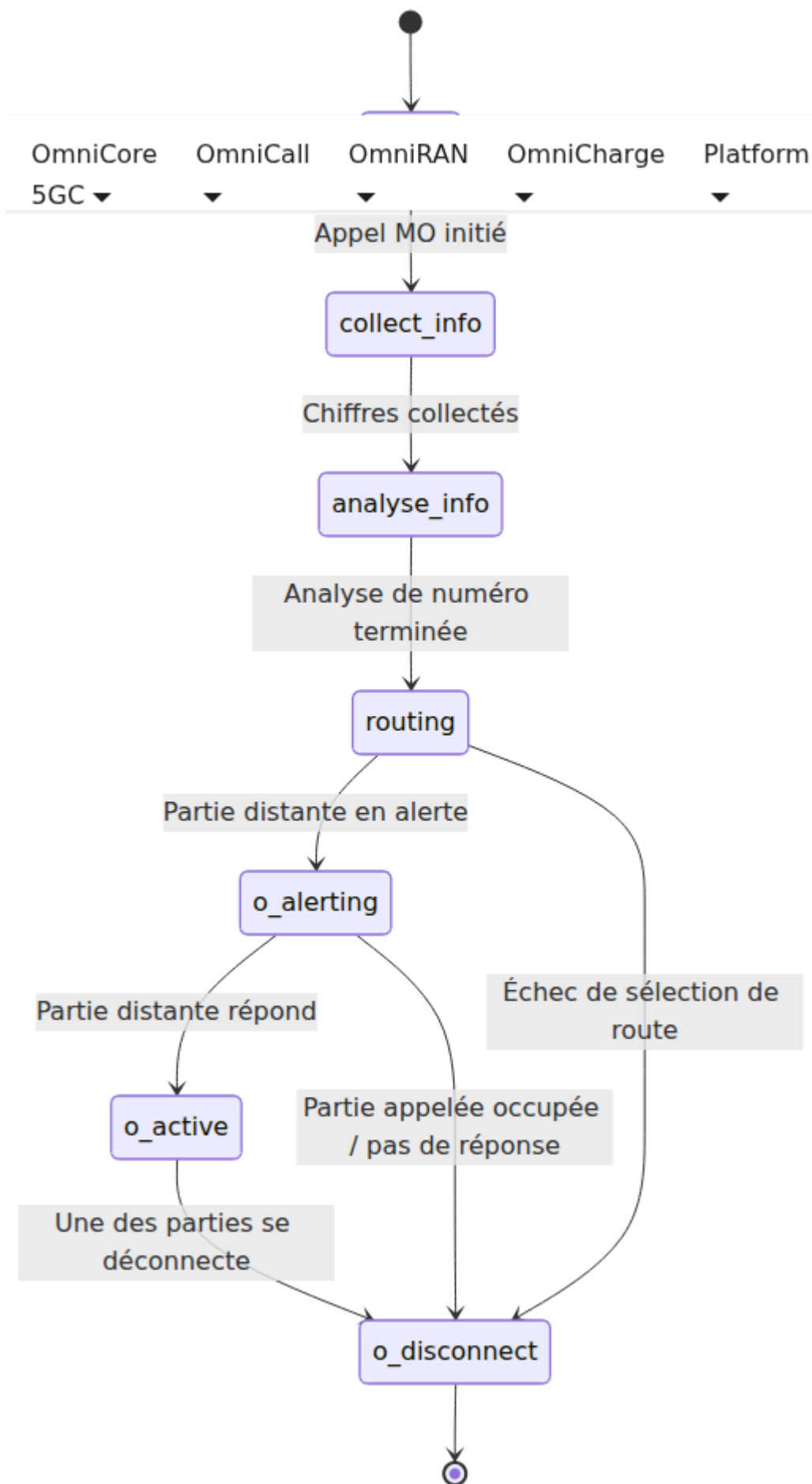
o_disconnect



Point de Détection	État BCSM	Déclencheur
collected_info (DP 2)	collect_info	Chiffres composés disponibles, avant l'analyse de numéro
analysed_info (DP 3)	analyse_info	Analyse de numéro terminée, avant le routage
route_select_failure (DP 4)	routing	Le routage échoue (pas de route, trunk occupé, pair hors service)
o_called_party_busy (DP 5)	o_alerting	Partie appelée occupée
o_no_answer (DP 6)	o_alerting	Partie appelée ne répond pas dans le délai
o_answer (DP 7)	o_active	Partie appelée répond
o_disconnect (DP 9)	o_disconnect	Une des parties initie la déconnexion

Points de Détection T-BCSM

Le Modèle d'État de Base d'Appel de Terminaison définit les points de détection disponibles pour les appels MT.



Point de Détection	État BCSM	Déclen
terminating_attempt_authorized (DP 12)	terminating_attempt_authorized	Appel M reçu, av paginat
t_busy (DP 13)	t_alerting	Abonné appelé occupé
t_no_answer (DP 14)	t_alerting	Abonné appelé r répond dans le
t_answer (DP 15)	t_active	Abonné appelé répond
t_disconnect (DP 17)	t_disconnect	Une des parties la déconn

Transport TCAP/CAP

Les opérations CAP sont transportées via des dialogues TCAP (Transaction Capabilities Application Part), qui utilisent à leur tour la pile de transport SCCP/M3UA/SCTP. OmniMSC utilise un décodeur BER générique via le module TcapDecoder pour analyser les PDU TCAP et CAP entrants.

Paramètre de Transport	Valeur
SSN (local, SSF)	146
SSN (remote, SCF)	148
Type de dialogue TCAP	Structuré (TC-BEGIN, TC-CONTINUE, TC-END)
Encodage	ASN.1 BER (Basic Encoding Rules)
Contexte d'application	CAP v2: 0.4.0.0.1.0.50.0, CAP v3: 0.4.0.0.1.0.50.1

L'adresse gsmSCF est un Titre Global, acheminé via la Traduction de Titre Global SCCP vers le nœud SCP. OmniMSC maintient une transaction TCAP pendant toute la durée de chaque dialogue CAP, utilisant TC-CONTINUE pour échanger des opérations au sein du dialogue et TC-END pour le fermer.

Références

Référence	Titre	Pertinence
3GPP TS 23.078	CAMEL Phase 3 -- Stage 2	Architecture CAMEL, modèle BCSM, points de détection
3GPP TS 29.078	CAMEL Application Part (CAP) -- Stage 3	Encodage du protocole CAP, définitions ASN.1
ITU-T Q.771- Q.775	Capacités de Transaction	Gestion des dialogues et transactions TCAP
ITU-T Q.711- Q.716	SCCP	Connexion de signalisation pour le transport TCAP
3GPP TS 22.078	CAMEL -- Description du Service	Exigences de service CAMEL

Enregistrements de Détails d'Appel

Ce document décrit le sous-système d'Enregistrement de Détails d'Appel (CDR) dans OmniMSC par Omnitouch. Les CDR sont générés conformément à 3GPP TS 32.298 et fournissent la facturation et la trace d'audit pour tous les services commutés par circuit gérés par le MSC.

Pour les paramètres de configuration liés aux CDR, voir [Référence de Configuration](#). Pour la page des Statistiques CDR dans l'interface web, voir [Guide du Panneau de Contrôle](#). Pour les métriques Prometheus et les événements d'alarme liés aux CDR, voir [Métriques et Surveillance](#).

Aperçu

OmniMSC génère des CDR pour les appels vocaux, les transactions SMS, les mises à jour de localisation et les événements d'itinérance. Chaque CDR capture l'identité de l'abonné, les détails du service, les horodatages, la localisation et la cause de terminaison pour une seule transaction. Les CDR sont collectés en mémoire, mis en tampon et périodiquement vidés dans des fichiers au format ASN.1 BER suivant les structures d'enregistrement définies dans 3GPP TS 32.298.

Le sous-système CDR se compose de deux composants :

- **Collecteur CDR** -- reçoit des événements de la FSM de Contrôle d'Appel, des procédures de mise à jour de localisation VLR et des gestionnaires SMS. Il corrèle les événements pour les appels actifs (établissement, alerte, réponse, libération) en enregistrements CDR complets et gère les numéros de séquence par type d'enregistrement.
 - **Écrivain CDR** -- écrit les enregistrements CDR encodés dans des fichiers sur disque, gérant la rotation des fichiers en fonction de la taille, du nombre d'enregistrements et de l'intervalle de temps.
-

Types d'Enregistrements

OmniMSC prend en charge les types d'enregistrements CDR suivants, chacun identifié par un tag ASN.1 unique par TS 32.298.

Tag ASN.1	Type d'Enregistrement	Description
0	MOCallRecord	Appel vocal d'origine mobile. Généré lorsqu'un abonné initie un appel vocal.
1	MTCallRecord	Appel vocal terminé mobile. Généré lorsqu'un abonné reçoit un appel vocal.
5	MOSMSRecord	SMS d'origine mobile. Généré lorsqu'un abonné envoie un message court.
6	MTSMSRecord	SMS terminé mobile. Généré lorsqu'un abonné reçoit un message court.
13	LocUpdateHLRRecord	Mise à jour de localisation (HLR). Généré pour les procédures de mise à jour de localisation au niveau HLR, suivant les changements MSC/VLR.
14	LocUpdateVLRRecord	Mise à jour de localisation (VLR). Généré pour les procédures de mise à jour de localisation au niveau VLR, suivant les changements de zone de localisation, les résultats d'authentification et l'attribution de TMSI.
17	RoamingRecord	Événement d'itinérance. Généré pour les événements d'itinérance inter-MSC.

Champs CDR

Enregistrements d'Appels Vocaux

(MOCallRecord et MTCallRecord)

Champ	Description
served_imsi	IMSI de l'abonné qui a initié ou reçu l'appel
served_msisdn	MSISDN (numéro de téléphone) de l'abonné servi
served_imei	IMEI de l'équipement mobile utilisé
calling_number	Numéro de la partie appelante (numéro A)
called_number	Numéro de la partie appelée (numéro B), présent dans les enregistrements MO
connected_number	Numéro de la partie effectivement connectée (peut différer du numéro appelé en raison du renvoi)
recording_entity	Adresse du MSC qui a généré le CDR
msc_address	Adresse E.164 du MSC
msc_incoming_tkgp	Nom du groupe de troncs entrants
msc_outgoing_tkgp	Nom du groupe de troncs sortants
location	Localisation de l'abonné au moment de l'appel, y compris le Code de Zone de Localisation (LAC) et l'Identité de Cellule (CI)
basic_service	Code de service de transport ou de téléservice identifiant le type de service
seizure_time	Horodatage UTC lorsque l'appel a été initié (message d'établissement reçu)

Champ	Description
answer_time	Horodatage UTC lorsque l'appel a été répondu (peut être nul pour les appels non répondus)
release_time	Horodatage UTC lorsque l'appel a été libéré
call_duration	Durée de l'appel en secondes, mesurée de la réponse à la libération. Zéro pour les appels non répondus.
radio_chan_used	Type de canal radio utilisé (débit complet ou demi-débit)
cause_for_term	Raison de la terminaison de l'appel (voir Cause de Terminaison ci-dessous)
diagnostics	Informations de diagnostic : code de cause GSM 04.08, code d'erreur MAP, ou cause spécifique au réseau
call_reference	Numéro de référence d'appel unique
sequence_number	Numéro de séquence par type d'enregistrement pour la détection de lacunes par les systèmes de facturation en aval
ms_classmark	Informations de classmark de station mobile
system_type	Type de réseau d'accès : GERAN, UTRAN, ou inconnu
partial_record_type	Pour les CDR partiels : indique s'il s'agit d'un enregistrement partiel intermédiaire ou final

Enregistrements SMS (MOSMSRecord et MTSMSRecord)

Champ	Description
served_imsi	IMSI de l'abonné
served_msisdn	MSISDN de l'abonné
served_imei	IMEI de l'équipement mobile
service_centre	Adresse du Centre de Service SMS
recording_entity	Adresse du MSC d'enregistrement
location	Localisation de l'abonné (LAC/CI)
message_reference	Numéro de référence du message SMS (MO uniquement)
destination_number	Numéro de destination SMS (MO uniquement)
originating_number	Numéro de l'expéditeur SMS (MT uniquement)
origination_time	Horodatage de l'origine du SMS (MO) ou de la livraison (MT)
sms_result	Résultat de la livraison du SMS : succès, échec de livraison, ou transféré

Enregistrements de Mise à Jour de Localisation

Champ	Description
served_imsi	IMSI de l'abonné
served_msisdn	MSISDN de l'abonné (enregistrements VLR uniquement)
recording_entity	Adresse de l'entité d'enregistrement
update_time	Horodatage UTC de la mise à jour de localisation
update_type	Type de mise à jour : mise à jour de localisation normale, mise à jour de localisation périodique, attachement IMSI, ou détachement IMSI
old_location / new_location	Informations sur l'ancienne et la nouvelle localisation (enregistrements VLR : LAC/CI)
old_msc / new_msc	Adresses MSC anciennes et nouvelles (enregistrements HLR)
old_vlr / new_vlr	Adresses VLR anciennes et nouvelles (enregistrements HLR)
vlr_result / hlr_result	Résultat de la procédure de mise à jour de localisation
authentication_result	Résultat de l'authentification : succès, échec (pas de vecteurs), échec (mismatch d'auth), ou non effectué (enregistrements VLR uniquement)
tmsi_allocated	Nouvelle valeur TMSI si une a été attribuée pendant la procédure (enregistrements VLR uniquement)

Cause de Terminaison

Le champ `cause_for_term` enregistre pourquoi un appel a été terminé. Les valeurs suivantes sont définies par TS 32.298.

Cause	Valeur Entière	Description
normal_release	0	Libération normale de l'appel par l'une ou l'autre des parties
partial_record	1	CDR partiel généré pour un appel de longue durée (enregistrement intermédiaire)
partial_record_call_reestablishment	2	Enregistrement partiel dû à la rétablissement de l'appel
unsuccessful_call_attempt	3	Échec de l'établissement de l'appel avant réponse (occupé, pas de réponse, échec de routage)
abnormal_release	4	Libération anormale due à une défaillance de lien radio, une erreur de protocole, ou une erreur système
CAMEL_init_call_release	5	Appel libéré par le service CAMEL (libération initiée par SCP)
management_intervention	52	Appel libéré par intervention de l'opérateur

Collecteur CDR

Le Collecteur est un GenServer qui agit comme le point de collecte central pour les événements CDR. Il reçoit des notifications d'événements de la FSM de Contrôle d'Appel, du VLR et des gestionnaires SMS, et les corrèle en enregistrements CDR complets.

Flux d'Événements

Pour les appels vocaux, le Collecteur reçoit une séquence d'événements pendant la durée de l'appel :

1. Établissement de l'appel -- enregistre l'identité de l'abonné, les numéros appelés/appelants, la direction (MO ou MT), l'heure de saisie et le type de service.
2. Alerte d'appel -- enregistré pour diagnostics mais ne génère pas de champ CDR.
3. Réponse à l'appel -- enregistre l'horodatage de réponse et démarre le minuteur CDR partiel pour les longs appels.
4. Libération de l'appel -- calcule la durée de l'appel, sélectionne la cause de terminaison, génère l'enregistrement CDR final et le met en tampon pour écriture.

Pour les SMS et les mises à jour de localisation, le Collecteur génère un enregistrement CDR immédiatement à partir d'une seule notification d'événement.

Tamponnage et Vidage

Les enregistrements CDR sont accumulés dans un tampon en mémoire. Le tampon est vidé vers l'Écrivain sous deux conditions :

- Un minuteur de vidage périodique se déclenche (intervalle par défaut : 5000 ms).
- Le tampon atteint sa taille maximale (par défaut : 1000 enregistrements), déclenchant un vidage immédiat.

Génération de CDR Partiels

Pour les appels de longue durée, le Collecteur génère des enregistrements CDR partiels intermédiaires à un intervalle configurable (par défaut : 3600 secondes / 1 heure). Chaque CDR partiel capture l'état de l'appel jusqu'à ce point.

L'enregistrement CDR final lors de la libération de l'appel est marqué comme le dernier partiel si des intermédiaires ont été générés. Cela garantit que les systèmes de facturation en aval peuvent reconstruire la durée complète de l'appel même si le MSC échoue avant la fin de l'appel.

Numéros de Séquence

Le Collecteur maintient des compteurs de numéros de séquence indépendants pour chaque type d'enregistrement (appel MO, appel MT, SMS MO, SMS MT, itinérance, mise à jour de localisation HLR, mise à jour de localisation VLR). Les numéros de séquence s'incrémentent de manière monotone et se réinitialisent à 10000. Les systèmes de facturation en aval utilisent les numéros de séquence pour détecter les lacunes indiquant des enregistrements CDR perdus.

Nommage des Fichiers CDR

Les fichiers CDR suivent une convention de nommage qui inclut l'identité du MSC, l'horodatage et le numéro de séquence :

`<NodeID> <Date><Time>_<SeqNum>.dat`

Où :

- NodeID est le nom du MSC (à partir de la configuration `recording_entity`).
- Date est au format AAAAMMJJ.
- Time est au format HHMMSS.
- SeqNum est un numéro de séquence à 4 chiffres avec des zéros en tête (se réinitialise à 10000).

Par exemple : `MSC01_20260329_143022_0001.dat`

Les fichiers sont écrits au format ASN.1 BER contenant une séquence d'enregistrements CDR comme défini dans TS 32.298.

Rotation des Fichiers

Les fichiers CDR sont tournés (fermés et un nouveau fichier ouvert) lorsque l'une des conditions suivantes est remplie :

- Le fichier dépasse la taille maximale configurée (par défaut : 10 Mo).
 - Le fichier contient le nombre maximal d'enregistrements configuré (par défaut : 100 000).
 - L'intervalle de temps configuré s'est écoulé depuis l'ouverture du fichier (par défaut : 3600 secondes).
 - Une rotation explicite est déclenchée via l'API.
-

Configuration

Le sous-système CDR est configuré via les paramètres de démarrage du Collecteur et de l'Écrivain.

Paramètres du Collecteur

Paramètre	Par Défaut	Description
recording_entity	(obligatoire)	Adresse ou nom du MSC d'enregistrement, écrit dans chaque enregistrement CDR
msc_address	Identique à recording_entity	Adresse E.164 du MSC incluse dans les enregistrements d'appel
flush_interval	5000 ms	Intervalle entre les vidages périodiques du tampon vers l'Écrivain
buffer_size	1000	Nombre maximal d'enregistrements CDR conservés dans le tampon avant un vidage forcé
partial_cdr_interval	3600 secondes	Intervalle pour générer des CDR partiels intermédiaires lors d'appels de longue durée

Paramètres de l'Écrivain

Paramètre	Par Défaut	Description
output_dir	(obligatoire)	Répertoire où les fichiers CDR sont écrits. Créé automatiquement s'il n'existe pas.
node_id	(obligatoire)	Identifiant de l'élément de réseau utilisé dans les noms de fichiers CDR
extension	.dat	Extension de fichier pour les fichiers CDR
max_file_size	10 000 000 octets (10 Mo)	Taille maximale du fichier avant rotation
max_records	100 000	Nombre maximal d'enregistrements par fichier avant rotation
rotation_interval	3600 secondes	Temps maximal qu'un fichier reste ouvert avant rotation. Défini à nil pour désactiver la rotation basée sur le temps.

Interface Web CDR

La page des Statistiques CDR dans le Panneau de Contrôle affiche des informations en temps réel sur le sous-système CDR.

Page des Statistiques CDR montrant l'état de l'écrivain, la profondeur du tampon, les appels suivis actifs et les numéros de séquence par type.

Champ	Description
Enregistrements dans le Fichier	Nombre d'enregistrements CDR écrits dans le fichier de sortie actuel
En Attente dans le Tampon	Nombre d'enregistrements CDR mis en tampon en mémoire en attente du prochain vidage
Appels Actifs Suivis	Nombre d'appels avec état CDR ouvert (entre établissement et libération)
Fichier Actuel	Chemin du fichier de sortie CDR actuel, ou "Aucun fichier ouvert" si inactif
Numéros de Séquence	Compteurs de séquence par type d'enregistrement montrant le prochain numéro de séquence pour chaque type de CDR

La page se rafraîchit automatiquement toutes les 5 secondes via WebSocket.

Références de Spécification 3GPP

Spécification	Titre	Pertinence
TS 32.298	Règles d'Encodage des Enregistrements de Données de Facturation	Types d'enregistrements CDR, structure ASN.1, définitions de champs
TS 32.205	Description des Données de Facturation pour le Domaine CS	Principes de facturation du domaine CS et exigences de contenu des CDR
TS 32.015	Facturation et Tarification	Contexte général de l'architecture de facturation

Référence de Configuration

Ce document couvre tous les paramètres de configuration pour OmniMSC. La configuration est spécifiée dans les fichiers de configuration Elixir (`config.exs`, `dev.exs`, `runtime.exs`) et peut être remplacée à l'exécution via des variables d'environnement.

Pour un exemple de démarrage rapide, voir le [Guide des Opérations](#).

Identité MSC

```
config :omnimsc, :msc
```

Définit l'identité réseau SS7 de l'MSC, utilisée pour l'adressage SCCP, les opérations MAP, l'identification de la zone de localisation et la génération de CDR. Les paramètres d'identité MSC actifs sont visibles dans la page Système du panneau de contrôle — pour plus d'informations, voir le [Guide du Panneau de Contrôle](#).

```
config :omnimsc, :msc,  
  point_code: 500,  
  global_title: "14155550100",  
  name: "OMNIMSC01",  
  msc_number: "14155550100",  
  vlr_number: "14155550100",  
  mcc: 313,  
  mnc: 380,  
  lac: 0x1092,  
  allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
point_code	integer ou [integer, integer, integer]	Oui	0	Code de point SS7. Peut être spécifié comme un entier plat ou au format ITU 14 bits [a, b, c] (codé comme $a*2048 + b*8 + c$).
global_title	string	Oui	"000000000000"	Titre global SCCF (numéro E.164) pour le routage MAP vers HLR, SMSc et nœuds pairs.
name	string	Oui	"OMNIMSC01"	Nom logique de l'MSC. Utilisé dans le champ recording_entire des CDR, descriptions d'alarme et messages de journal.
msc_number	string	Oui	--	Adresse E.164 de l'MSC, envoyée à HLR dans la mise à jour de localisation MAP utilisée pour le routage des appels MT.

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>vlr_number</code>	<code>string</code>	Oui	--	Adresse E.164 du VLR co-localisé, envoyée au HLR dans la mise à jour de localisation MAP. Typiquement la même que <code>msc_number</code> .
<code>mcc</code>	<code>integer</code>	Oui	--	Code de pays mobile (3 chiffres). Combiné avec <code>mnc</code> et <code>lac</code> pour former l'identité de la zone de localisation (LAI) diffusée dans les informations système.
<code>mnc</code>	<code>integer</code>	Oui	--	Code de réseau mobile (2 ou 3 chiffres).
<code>lac</code>	<code>integer</code>	Oui	--	Code de zone de localisation (16 bits). Identifie la zone de localisation desservie par ce MSC/VLR.
<code>allowed_a5</code>	<code>list(atom)</code>	Non	<code>[:a5_1, :a5_3]</code>	Algorithmes de chiffrement A5

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				<p>autorisés pour le chiffrement de l'interface air.</p> <p>Valeurs valides : :a5_0, :a5_1, :a5_2, :a5_3. La négociation d'algorithmes privilégie A5/3 > A5/1 > A5/0 (3G TS 48.008).</p>

HLR

```
config :omnimsc, :hlr
```

Configure l'adresse HLR distante pour les opérations MAP (Envoyer des informations d'authentification, Mettre à jour la localisation, Insérer des données d'abonné, Purger MS).

```
config :omnimsc, :hlr,
  address: "14155550200",
  point_code: [3, 14, 2]
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>address</code>	<code>string</code>	Oui	--	Titre global HLR (numéro E.164) pour le routage MAP.
<code>point_code</code>	<code>integer</code> ou <code>[integer, integer, integer]</code>	Non	--	Code de point SS7 HLR pour le routage MTP3 direct lorsque la traduction de titre global n'est pas utilisée. Peut être un entier plat ou au format ITU 14 bits <code>[a, b, c]</code> .

VLR

`config :omnimsc, :vlr`

Contrôle le comportement du Registre de Localisation des Visiteurs, y compris la politique d'authentification, la gestion des TMSI et les modes laboratoire/invité.

```
config :omnimsc, :vlr,
  hlr_adapter: Omnimsc.VLR.HLR.Live,
  auth_required: true,
  tmsi_realloc: true,
  num_auth_vectors: 1
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
hlr_adapter	module	Non	Omnisc.VLR.HLR.Live	Module HLR. Omnisc envoi d'opérations SS7. Omnisc fournit l'interface HLR interne tests et
auth_required	boolean	Non	true	Indique l'authentification A3/A8 au service de localisation pour poursuivre d'information d'authentification
tmsi_realloc	boolean	Non	true	Indique réalloue TMSI après mise à jour localisation. Améliore la confidentialité de l'identité
num_auth_vectors	integer	Non	1	Nombre d'authentification demandant l'envoi d'authentification

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				par 3GPP Des valeurs élevées signalent un prix de
lab_mode	boolean	Non	false	Lorsque toute ré d'authe SRES/XI aux tes laborat cartes S ne corre HLR.
guest_mode	boolean	Non	false	Lorsque aux abc du HLR connect MSISDN aléatoire pour les démons

M3UA / STP

```
config :omnimsc, :m3ua_asp
```

Configure la connexion M3UA ASP (Application Server Process) à un Point de Transfert de Signalisation. Tout le signalement SS7 (interface A, MAP vers HLR/SMSc, ISUP) est routé via ce lien.

```
config :omnimsc, :m3ua_asp,  
  enabled: true,  
  local_ip: {10, 5, 198, 200},  
  local_port: 0,  
  remote_ip: {10, 179, 4, 10},  
  remote_port: 2905,  
  routing_context: 10,  
  point_code: 500,  
  network_indicator: :international,  
  receive_watchdog: false
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>enabled</code>	<code>boolean</code>	Non	<code>false</code>	Indique s'il faut démarrer le client M3UA / SCTP. Lorsque <code>false</code> , aucune connexion SCTP n'est établie.
<code>local_ip</code>	<code>tuple</code>	Non	<code>{0, 0, 0, 0}</code>	Adresse IP locale de liaison SCTP sous forme de tuple Erlang.
<code>local_port</code>	<code>integer</code>	Non	<code>0</code>	Port de liaison SCTP local. Utilisez <code>0</code> pour laisser le système d'exploitation attribuer un port éphémère.
<code>remote_ip</code>	<code>tuple</code>	Oui	--	Adresse IP SCTP sous forme de tuple Erlang.
<code>remote_port</code>	<code>integer</code>	Non	<code>2905</code>	Port SCTP STI. Le port 2905 est le port M3UA attribué par l'IANA.
<code>routing_context</code>	<code>integer</code>	Non	--	Valeur de contexte de routage M3UA.

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				Doit correspondre la configuration AS du STP pour cet ASP.
<code>point_code</code>	<code>integer</code>	Non	--	Code de point SS7 local annoncé au S pendant l'activation de l'ASP. Doit correspondre <code>point_code</code> <code>:msc</code> .
<code>network_indicator</code>	<code>atom</code>	Non	<code>:international</code>	Indicateur de réseau MTP3 <code>:international</code> , <code>:national</code> , <code>:reserved</code> , ou <code>:spare</code> .
<code>receive_watchdog</code>	<code>boolean</code>	Non	<code>true</code>	Indique s'il faut activer le watchdog de cœur M3UA. Lorsque <code>true</code> l'ASP surveille les accusés de réception BEA manquants et déclenche la récupération lien.

Les écouteurs SCTP directs (pour les connexions BSC sans STP) sont configurés sous `config :omnimsc, :sctp` :

```
config :omnimsc, :sctp,  
  listeners: [  
    [name: :a_interface, ip: {0, 0, 0, 0}, port: 2905, ppid: 3]  
  ]
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>name</code>	<code>atom</code>	Oui	--	Nom logique de l'écouteur pour les recherches d'association SCTP et l'affichage dans le panneau de contrôle.
<code>ip</code>	<code>tuple</code>	Non	<code>{0, 0, 0, 0}</code>	Adresse IP de liaison. Utilisez <code>{0, 0, 0, 0}</code> pour toutes les interfaces.
<code>port</code>	<code>integer</code>	Non	<code>2905</code>	Port de liaison SCTP.
<code>ppid</code>	<code>integer</code>	Non	<code>3</code>	Identifiant de protocole de charge SCTP. La valeur <code>3</code> indique M3UA (RFC 4666).

Remplacement à l'exécution : Définissez les variables d'environnement `SCTP_LISTEN_IP` et `SCTP_LISTEN_PORT`.

SIP

```
config :omnimsc, :sip
```

Configure l'écouteur SIP et les passerelles SIP pour l'interconnexion VoIP.

```
config :omnimsc, :sip,  
  signaling_address: "10.5.198.200",  
  listen_ip: {0, 0, 0, 0},  
  listen_port: 5060,  
  transport: :udp,  
  peers: [  
    [name: "Default-GW", address: "10.1.1.50", port: 5060,  
      transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma],  
      max_channels: 100, options_interval: 60],  
    [name: "International-GW", address: "10.1.1.51", port: 5062,  
      transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma, :amr, :amr_wb]]  
  ]
```

Paramètres de l'Écouteur SIP

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>signaling_address</code>	<code>string</code>	Non	--	Adresse IP utilisée dans les en-têtes SIP Contact et les lignes SDP <code>c=</code> . Doit être accessible par les pairs SIP. Se rabat sur l'adresse de l'écouteur SCTP si non définie.
<code>listen_ip</code>	<code>tuple</code>	Non	<code>{0, 0, 0, 0}</code>	Adresse de liaison de l'écouteur SIP.
<code>listen_port</code>	<code>integer</code>	Non	<code>5060</code>	Port de l'écouteur SIP.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	Non	<code>:udp</code>	Protocole de transport par défaut. Un des <code>:udp</code> , <code>:tcp</code> , <code>:tls</code> .

Paramètres des Pairs SIP

Chaque pair dans la liste `peers` accepte les éléments suivants :

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>name</code>	<code>string</code>	Oui	--	Nom logique du pair Référéncé dans les entrées de la table routage avec le type <code>:sip</code> .
<code>address</code>	<code>string</code>	Oui	--	Adresse IP ou nom d'hôte du pair.
<code>port</code>	<code>integer</code>	Non	<code>5060</code>	Port SIP du pair.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	Non	<code>:udp</code>	Transport pour ce pair <code>:udp</code> , <code>:tcp</code> , ou <code>:tls</code>
<code>codecs</code>	<code>list(atom)</code>	Non	<code>[:pcmu, :pcma]</code>	Codecs audio pris en charge. Valeurs valides : <code>:pcmu</code> , <code>:pcma</code> , <code>:amr_wb</code> .
<code>max_channels</code>	<code>integer</code>	Non	<code>100</code>	Nombre maximum d'appels simultanés vers ce pair. Les nouveaux appels sont rejetés avec <code>max_channels_reached</code> lorsque la limite est atteinte.
<code>options_interval</code>	<code>integer</code> ou <code>nil</code>	Non	<code>nil</code>	Intervalle en secondes pour les sondes de maintien SIP OPTIONS. L'état du pair passe <code>:down</code> si les réponses OPTIONS cessent.

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				Définir sur <code>nil</code> pour désactiver.

Pour la configuration de routage qui fait référence à ces pairs, voir [Configuration de Routage](#). Pour le comportement de maintien SIP OPTIONS et les états de santé des pairs, voir [SIP Trunking](#).

MGCP / Média

`config :omnimsc, :mgcp` et `config :omnimsc, :media`

MGCP (Media Gateway Control Protocol, RFC 3435) est utilisé pour contrôler les passerelles multimédias pour la configuration du chemin de transport. L'MSC agit en tant qu'Agent d'Appel MGCP, émettant des commandes CRCX, MDCX et DLCX aux passerelles. La clé `:media` sélectionne quel protocole de contrôle multimédia utiliser.

```
config :omnimsc, :mgcp,
  listen_port: 2727,
  gateways: [
    %{name: "MGW-01", address: "10.1.1.50", port: 2427, domain:
"mgw"}
  ]

config :omnimsc, :media,
  gateway: "MGW-01",
  mode: :mgcp
```

Paramètres MGCP

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>listen_port</code>	<code>integer</code>	Non	<code>2727</code>	Port UDP local pour l'Agent d'Appel MGCP (RFC 3435 Sec 2.2). Définir sur <code>0</code> pour désactiver le transport MGCP (par exemple, en test).
<code>gateways</code>	<code>list(map)</code>	Non	<code>[]</code>	Liste des passerelles multimédias gérées.

Paramètres de Passerelle

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>name</code>	<code>string</code>	Oui	--	Identifiant logique de la passerelle utilisé pour les recherches et l'affichage dans le panneau de contrôle.
<code>address</code>	<code>string</code>	Oui	--	Adresse IP de la passerelle multimédia.
<code>port</code>	<code>integer</code>	Non	<code>2427</code>	Port MGCP sur la passerelle.
<code>domain</code>	<code>string</code>	Non	--	Nom de domaine de la passerelle utilisé dans la nomination des points de terminaison (par exemple, <code>aaln/1@mgw</code>).

Mode Média

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>gateway</code>	<code>string</code>	Non	--	Nom de la passerelle par défaut (doit correspondre à un <code>name</code> de passerelle dans la configuration MGCP ou Megaco).
<code>mode</code>	<code>atom</code>	Non	<code>:mgcp</code>	Protocole de contrôle multimédia : <code>:mgcp</code> pour RFC 3435 ou <code>:megaco</code> pour ITU-T H.248.

SMSc

```
config :omnimsc, :smsc
```

Configure l'adresse du Centre de Service de Messages Courts pour les opérations MAP MT-ForwardSM et MO-ForwardSM.

```
config :omnimsc, :smsc,  
address: "14155550300"
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>address</code>	<code>string</code>	Oui	--	Titre global SMSc (numéro E.164) pour le routage MAP.

CDR

```
config :omnimsc, :cdr
```

Les enregistrements CDR sont générés par le Collecteur CDR selon 3GPP TS 32.250 et écrits dans des fichiers au format ASN.1 BER (3GPP TS 32.298) par le Rédacteur CDR. La nomenclature des fichiers suit le modèle

```
<NodeID>_&lt;YYYYMMDD>_&lt;HHMMSS>_<SeqNum>.dat.
```

```
config :omnimsc, :cdr,  
  output_dir: "/var/cdr/omnimsc",  
  max_file_size: 10_000_000,  
  max_records: 100_000,  
  rotation_interval: 3600
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>output_dir</code>	<code>string</code>	Oui	<code>"/tmp/omnimsc/cdr"</code>	Répertoire des fichiers de sortie CDR. Le répertoire doit être accessible en écriture par le processus. Créé automatiquement s'il n'existe pas.
<code>max_file_size</code>	<code>integer</code>	Non	<code>10,000,000</code>	Taille maximale d'un fichier CDR en octets (en Mo). Un nouveau fichier est créé lorsque la taille actuelle est dépassée.
<code>max_records</code>	<code>integer</code>	Non	<code>100,000</code>	Nombre maximum d'enregistrements CDR par fichier.
<code>rotation_interval</code>	<code>integer</code>	Non	<code>3600</code>	Intervalle de rotation basé sur le temps en secondes. Un nouveau fichier CDR est créé après cette période, que soit le nombre d'enregistrements ait atteint ou non.

Routes

```
config :omnimsc, :routes
```

Définit des règles de routage basées sur des préfixes qui mappent les préfixes de numéros composés aux destinations. La table de routage utilise la correspondance de préfixe la plus longue avec la priorité comme critère de départage.

```
config :omnimsc, :routes, [  
  %{prefix: "000", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 100},  
  %{prefix: "04", type: :local, priority: 50},  
  %{prefix: "02", type: :local, priority: 50},  
  %{prefix: "001", type: :sip, peer: "International-GW", priority:  
10},  
  %{prefix: "", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 1}  
]
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>prefix</code>	<code>string</code>	Oui	--	Préfixe de numéro à faire correspondre. La chaîne vide "" agit comme une route par défaut qui attrape tout.
<code>type</code>	<code>atom</code>	Oui	--	Type de destination : <code>:local</code> , <code>:sip</code> , <code>:isup</code> , <code>:transit</code> , <code>:gmsc</code> , <code>:sip_i</code> , ou <code>:sip_with_failover</code> .
<code>priority</code>	<code>integer</code>	Non	<code>10</code>	Priorité de la route. Des valeurs plus élevées prennent le pas lorsque plusieurs routes correspondent au même préfixe.
<code>peer</code>	<code>string</code>	Conditionnel	--	Nom du pair SIP (requis lorsque <code>type</code> est <code>:sip</code> , <code>:sip_i</code> , ou <code>:sip_with_failover</code>). Doit correspondre à un <code>name</code> de pair dans la configuration SIP.
<code>trunk_group</code>	<code>string</code>	Conditionnel	--	Nom du groupe de troncs ISUP (requis lorsque <code>type</code> est <code>:isup</code>).

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>point_code</code>	<code>[integer, integer, integer]</code>	Conditionnel	<code>[0, 0, 0]</code>	Code de point de destination pour le routage ISUP.
<code>cic_range</code>	<code>{integer, integer}</code>	Non	<code>{1, 31}</code>	Plage inclusive de codes d'identification de circuit pour les troncs ISUP.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	Non	<code>:udp</code>	Remplacement du transport SIP pour cette route.

Les routes peuvent également être gérées à l'exécution via l'API REST (`POST /routes`, `DELETE /routes`) et l'interface Web. Pour des exemples de routage détaillés, voir [Configuration de Routage](#).

Informations MM

```
config :omnimsc, :mm_info
```

Contrôle le message d'INFORMATION MM envoyé à la station mobile après l'Acceptation de Mise à Jour de Localisation (3GPP TS 24.008 section 9.2.15a). Contient le nom du réseau, l'heure et le fuseau horaire.

```
config :omnimsc, :mm_info,
  network_name: "Omnitouch",
  short_name: "OT",
  timezone_offset: 0
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>network_name</code>	<code>string</code>	Non	<code>"Omnitouch"</code>	Nom complet du réseau affiché sur le téléphone. Codé dans l'alphabet par défaut GSM 7 bits (3GPP TS 24.008 10.5.3.5a).
<code>short_name</code>	<code>string</code> ou <code>nil</code>	Non	<code>nil</code>	Nom court du réseau. Omis du message d'INFORMATION MM lorsque <code>nil</code> .
<code>timezone_offset</code>	<code>integer</code>	Non	<code>0</code>	Décalage UTC en quarts d'heure. Par exemple, UTC+5:30 (Inde) est <code>22</code> , UTC-5 (US Eastern) est <code>-20</code> . Codé en BCD selon 3GPP TS 24.008 10.5.3.8.

Pool MSC

```
config :omnimsc, :pool
```

Configure l'opération MSC-in-Pool selon 3GPP TS 23.236. Le mode pool permet à plusieurs instances d'MSC de partager des BSC via A-Flex, offrant une

distribution de charge et une résilience.

```
config :omnimsc, :pool,  
  enabled: true,  
  pool_id: "POOL-01",  
  nri_bitlength: 10,  
  nri_values: [1, 2],  
  members: [  
    %{name: "MSC-02", nri_values: [3, 4], address: "10.1.1.2",  
port: 2905},  
    %{name: "MSC-03", nri_values: [5, 6], address: "10.1.1.3",  
port: 2905}  
  ]
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>enabled</code>	<code>boolean</code>	Non	<code>false</code>	Indique s'il faut activer l'opération de pool MSC. Lorsque <code>false</code> , l'MSC fonctionne en mode autonome.
<code>pool_id</code>	<code>string</code>	Conditionnel	<code>nil</code>	Identifiant de la zone de pool. Requis lorsque <code>enabled</code> est <code>true</code> .
<code>nri_bitlength</code>	<code>integer</code>	Non	<code>10</code>	Nombre de bits pour le champ d'identifiant de ressource réseau extrait du TMSI. Doit être identique pour tous les membres du pool.
<code>nri_values</code>	<code>list(integer)</code>	Conditionnel	<code>[]</code>	Valeurs NRI possédées par cette instance d'MSC. Ne doit pas chevaucher d'autres membres du pool. Requis

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				lorsque <code>enable</code> est <code>true</code> .
<code>null_nri</code>	<code>integer</code>	Non	<code>0</code>	Valeur NRI indiquant un TMSI non attribué. Déclenche le réacheminement basé sur NRI vers le membre de pool correct
<code>members</code>	<code>list(map)</code>	Non	<code>[]</code>	Autres instance d'MSC dans le pool. Chaque membre a <code>name</code> , <code>nri_values</code> , <code>address</code> , et <code>port</code> .

Pour des détails sur l'architecture du pool et la disposition des bits NRI, voir [Pool MSC & NRI](#).

Surcharge

```
config :omnimsc, Omnimsc.Overload
```

Seuils de protection contre la surcharge. Lorsque l'un des seuils est dépassé, les nouvelles demandes de service (appels, pagination, mises à jour de localisation) sont rejetées avec la cause GSM 42 (congestion de l'équipement de commutation). La fonction `admit?/0` fournit des lectures sans verrou via `persistent_term` pour un minimum de surcharge dans le chemin chaud.

```
config :omnimsc, Omnimsc.Overload,  
  max_calls: 10_000,  
  max_subscribers: 50_000,  
  max_process_count: 500_000,  
  max_paging_rate: 1_000,  
  check_interval: 5_000
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>max_calls</code>	<code>integer</code>	Non	<code>10,000</code>	Nombre maximum d'appels actifs simultanés avant d'entrer dans un état de surcharge.
<code>max_subscribers</code>	<code>integer</code>	Non	<code>50,000</code>	Nombre maximum d'abonnés enregistrés dans le VLR avant surcharge.
<code>max_process_count</code>	<code>integer</code>	Non	<code>500,000</code>	Nombre maximum de processus VM BEAM avant surcharge. Surveille la pression totale des processus VM.
<code>max_paging_rate</code>	<code>integer</code>	Non	<code>1,000</code>	Nombre maximum de demandes de pagination par seconde avant surcharge.
<code>check_interval</code>	<code>integer</code>	Non	<code>5,000</code>	Intervalle en millisecondes entre les vérifications de seuil de surcharge.

Les transitions d'état de surcharge émettent des événements de télémétrie `[:omnimsc, :overload, :state_change]` pour la surveillance externe. Voir

SGs / CSFB

```
config :omnimsc, :sgs
```

Configure l'interface SGs-AP pour le Circuit-Switched Fallback (CSFB) et les SMS sur SGs avec des MME LTE selon 3GPP TS 29.118.

```
config :omnimsc, :sgs,  
  listen_port: 29118,  
  vlr_name: "vlr.omnimsc.local"
```


Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>listen_port</code>	<code>integer</code>	Non	<code>29118</code>	Port d'écoute SCTP pour les connexions SGs-AP des MME. Le port 29118 est le par défaut attribué par 3GPP. Définir sur <code>0</code> pour désactiver SGs.
<code>vlr_name</code>	<code>string</code>	Non	<code>"vlr.omnisc.local"</code>	Nom du VLR (FQDN) envoyé aux MME dans l'Acceptation de Mise à Jour de Localisation SGs-AP. Le MME utilise cela pour identifier et router vers cette instance de VLR.

Pour des détails sur le protocole SGs, les états d'association et les flux d'appels CSFB, voir [SGs / CSFB](#).

USSD

```
config :omnimsc, :ussd
```

Configure les passerelles USSD externes pour le routage des demandes de données de service non structurées. Chaque passerelle gère des codes de service USSD spécifiques (par exemple, `*100#` pour le solde). Une passerelle avec `codes: :all` agit comme le fallback par défaut pour les codes non appariés.

```
config :omnimsc, :ussd,  
  gateways: [  
    %{name: "Balance", address: "14155550300", ssn: 147, codes:  
      ["*100"]},  
    %{name: "Recharge", address: "14155550301", ssn: 147, codes:  
      ["*123"]},  
    %{name: "Default", address: "14155550302", ssn: 147, codes:  
      :all}  
  ]
```

Paramètres de Passerelle USSD

Chaque passerelle dans la liste `gateways` accepte les éléments suivants :

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>name</code>	<code>string</code>	Non	<code>"unnamed"</code>	Nom logique de la passerelle pour la journalisation et l'affichage dans le panneau de contrôle.
<code>address</code>	<code>string</code>	Oui	--	Titre global de la passerelle (numéro E.164) pour le routage USSD MAP.
<code>ssn</code>	<code>integer</code>	Non	<code>147</code>	Numéro de sous-système SCCP pour la passerelle. Le SSN 147 est le SSN standard pour USSD.
<code>codes</code>	<code>list(string)</code> ou <code>:all</code>	Non	<code>:all</code>	Codes de service USSD gérés par cette passerelle (par exemple, <code>["*100", "*101"]</code>). Définir sur <code>:all</code> pour une passerelle par défaut qui attrape tout.

Pour des détails sur le protocole USSD et le comportement de relais, voir [USSD](#).

Urgence

```
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency
```

Configure la détection des numéros d'urgence, la classification des catégories de service et le routage PSAP selon 3GPP TS 22.101.

Les messages de configuration d'urgence (3GPP TS 24.008 §9.3.8) ne portent pas d'IE Numéro BCD de Partie Appelée — contrairement à un CC SETUP régulier, le téléphone n'inclut pas les chiffres composés. OmniMSC utilise l'adresse `psap_address` configurée comme numéro appelé pour la recherche dans la table de routage et l'URI de demande SIP sortante. Cette valeur doit correspondre à un préfixe dans la table de routage afin que l'appel puisse être routé vers le pair SIP ou le tronc approprié.

```
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency,  
  numbers: ["112", "911", "999", "000", "110", "119"],  
  psap_address: "000",  
  allow_without_sim: true
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>numbers</code>	<code>list(string)</code>	Non	<code>["112", "911", "999", "000", "110", "119"]</code>	Numéros d'urgence reconnus. Les appels à ces numéros contournent l'authentification, le chiffrement et l'interdiction d'appels.
<code>psap_address</code>	<code>string</code>	Non	<code>"112"</code>	Numéro appelé utilisé pour le routage des appels d'urgence. Étant donné que les messages de configuration d'urgence ne portent pas de numéro appelé, cette valeur est utilisée comme partie appelée pour la recherche dans la table de routage et le tronc sortant (URI de demande SIP INVITE ou numéro de partie appelée ISUP).

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				IAM). Définir cel sur un numéro qui correspond à un préfixe de route d'urgence dans la table de routage.
<code>allow_without_sim</code>	<code>boolean</code>	Non	<code>true</code>	Indique s'il faut autoriser les appels d'urgence des stations mobiles sans carte SIM inséré (IMSI absent). Selon 3GPP TS 22.101, les réseaux devraient permettre cela.

Interface Web

`config :omnimsc, OmnimscWeb.Endpoint`

Le panneau de contrôle web est servi par un point de terminaison Phoenix avec LiveView. Il fournit des tableaux de bord en temps réel pour les abonnés, les appels, les connexions, le routage et les alarmes.

```
config :omnimsc, OmnimscWeb.Endpoint,  
  http: [ip: {0, 0, 0, 0}, port: 4000],  
  url: [host: "localhost"],  
  secret_key_base: "generate-with-mix-phx-gen-secret",  
  server: true,  
  pubsub_server: Omnimsc.PubSub,  
  live_view: [signing_salt: "oMnImScLv"]
```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>http.ip</code>	<code>tuple</code>	Non	<code>{0, 0, 0, 0}</code>	Adresse HTTP. U {127, 0, 0, 1} pour res localhost
<code>http.port</code>	<code>integer</code>	Non	<code>4000</code>	Port d'é pour le de cont
<code>url.host</code>	<code>string</code>	Non	<code>"localhost"</code>	Nom d'h la géné d'URL. I le nom public e product
<code>secret_key_base</code>	<code>string</code>	Oui	--	Clé de s de sess Phoenix avec <code>mi phx.gen Requis product partir d variable d'enviro <code>SECRET_</code></code>
<code>server</code>	<code>boolean</code>	Non	<code>true</code>	Indique démarr serveur Définir pour dé

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
				panneau de contrôle
<code>check_origin</code>	<code>boolean</code>	Non	<code>true</code> (prod)	Indique si on vérifie les têtes de requête de WebSockets sur <code>false</code> en développement
<code>pubsub_server</code>	<code>atom</code>	Non	<code>Omnimisc.PubSub</code>	Nom du serveur de diffusion PubSub LiveView
<code>live_view.signing_salt</code>	<code>string</code>	Non	<code>"oMnImScLv"</code>	Sel de signature de session LiveView

Remplacement à l'exécution : Définissez les variables d'environnement `SECRET_KEY_BASE`, `PHX_HOST`, et `PORT`. En production, HTTPS avec le port 443 est configuré automatiquement.

API REST

`config :api_ex`

L'API REST est servie par `api_ex` sur un port séparé, fournissant un accès programmatique aux abonnés, appels, routes, pairs SIP, connexions et santé du système.

```

config :api_ex,
  api: %{
    port: 8444,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    product_name: "Omnitouch MSC",
    title: "API - Omnitouch MSC",
    hostname: "localhost",
    enable_tls: false
  }

```

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
port	integer	Non	8444	Port d'écoute HTTP pour l'API REST.
listen_ip	string	Non	"0.0.0.0"	Adresse IP de liaison pour l'écouteur API.
product_name	string	Non	"Omnitouch MSC"	Nom du produit affiché dans l'interface Swagger.
title	string	Non	"API - Omnitouch MSC"	Titre de la page pour l'interface Swagger.
hostname	string	Non	"localhost"	Nom d'hôte pour la génération d'URL API.
enable_tls	boolean	Non	false	Indique s'il faut activer TLS pour le point de terminaison API.

Points de terminaison API Disponibles

Chemin	Méthodes	Description
GET /subscribers	GET, DELETE	Lister ou supprimer les abonnés VLR.
POST /subscribers/:id/actions	POST	Déclencher des actions d'abonné (pagination, détachement).
GET /calls	GET, DELETE	Lister ou libérer les appels actifs.
GET /sms	GET	Lister les transactions SMS.
GET /routes	GET, POST, DELETE	Gérer la table de routage.
GET /routes/lookup	GET	Rechercher une route par numéro composé.
GET /sip/peers	GET, PATCH	Lister ou mettre à jour la configuration des pairs SIP.
GET /mgw	GET	Lister l'état des passerelles multimédias.
GET /ran/connections	GET	Lister les connexions RAN (interface A) actives.
GET /ran/bscs	GET	Lister les BSC connectés.
GET /stp	GET	Afficher l'état de la connexion STP.

Chemin	Méthodes	Description
GET /health	GET	Vérification de la santé du système.
GET /status	GET	Résumé de l'état du système.
POST /paging	POST	Déclencher une demande de pagination.
POST /silent	POST	Initier un appel silencieux ou un SMS silencieux.

Exemple Complet de Configuration

de Production

```
# config/runtime.exs
import Config

config :omnimsc, :msc,
  point_code: 500,
  global_title: "14155550100",
  name: "OMNIMSC01",
  msc_number: "14155550100",
  vlr_number: "14155550100",
  mcc: 313,
  mnc: 380,
  lac: 0x1092,
  allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]

config :omnimsc, :hlr,
  address: "14155550200",
  point_code: [3, 14, 2]

config :omnimsc, :vlr,
  hlr_adapter: Omnimsc.VLR.HLR.Live,
  auth_required: true,
  tmsi_realloc: true,
  num_auth_vectors: 1

config :omnimsc, :m3ua_asp,
  enabled: true,
  local_ip: {10, 5, 198, 200},
  local_port: 0,
  remote_ip: {10, 179, 4, 10},
  remote_port: 2905,
  routing_context: 10,
  point_code: 500,
  network_indicator: :international,
  receive_watchdog: true

config :omnimsc, :sip,
  signaling_address: "10.5.198.200",
  listen_ip: {0, 0, 0, 0},
  listen_port: 5060,
  transport: :udp,
```

```
peers: [
  [name: "Default-GW", address: "10.1.1.50", port: 5060,
    transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma],
    max_channels: 100, options_interval: 60],
  [name: "International-GW", address: "10.1.1.51", port: 5062,
    transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma, :amr, :amr_wb],
    max_channels: 500]
]

config :omnimsc, :mgcp,
  listen_port: 2727,
  gateways: [
    %{name: "MGW-01", address: "10.1.1.50", port: 2427, domain:
"mgw"}
  ]

config :omnimsc, :media,
  gateway: "MGW-01",
  mode: :mgcp

config :omnimsc, :smsc,
  address: "14155550300"

config :omnimsc, :cdr,
  output_dir: "/var/cdr/omnimsc",
  max_file_size: 10_000_000,
  max_records: 100_000,
  rotation_interval: 3600

config :omnimsc, :routes, [
  %{prefix: "000", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 100},
  %{prefix: "04", type: :local, priority: 50},
  %{prefix: "02", type: :local, priority: 50},
  %{prefix: "001", type: :sip, peer: "International-GW", priority:
10},
  %{prefix: "", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 1}
]

config :omnimsc, :mm_info,
  network_name: "Omnitouch",
  short_name: "OT",
  timezone_offset: 0

config :omnimsc, Omnimsc.Overload,
```

```
max_calls: 10_000,  
max_subscribers: 50_000,  
max_process_count: 500_000,  
max_paging_rate: 1_000,  
check_interval: 5_000
```

```
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency,  
  numbers: ["112", "911", "999", "000", "110", "119"],  
  psap_address: "000",  
  allow_without_sim: true
```

```
config :omnimsc, :sgs,  
  listen_port: 29118,  
  vlr_name: "vlr.omnimsc.local"
```

```
config :omnimsc, :usd,  
gateways: []
```

```
config :omnimsc, :pool,  
enabled: false
```


Panneau de Contrôle

Ce document décrit le panneau de contrôle basé sur le web d'OmniMSC, une interface de surveillance et de gestion en temps réel construite avec Phoenix LiveView. Le panneau de contrôle est accessible à `http://<host>:4000` et fournit une visibilité en direct sur les abonnés, les appels, les connexions, le routage, les CDR et la santé du système.

Toutes les pages se rafraîchissent automatiquement toutes les 5 secondes via une poussée WebSocket. Aucun rechargement manuel de la page n'est requis. Le commutateur de rafraîchissement automatique sur chaque page permet de mettre en pause les mises à jour lors de l'inspection d'un enregistrement particulier.

Pour la configuration des points de terminaison (adresse de liaison, port), voir [Référence de Configuration](#). Pour l'API REST, voir [Référence API](#).

Tableau de Bord

Le tableau de bord est la page d'accueil principale, fournissant un résumé d'ensemble de l'ensemble du MSC.

Cartes de Résumé

La première ligne affiche six compteurs en temps réel :

Carte	Description
Abonnés	Nombre d'abonnés actuellement enregistrés dans le VLR
Appels Actifs	Nombre de transactions d'appels CC FSM actives
SMS Actifs	Nombre de transactions SMS en cours
Connexions RAN	Nombre de BSC et RNC avec des associations SCTP ÉTABLIES
État du Lien STP	État M3UA ASP vers le STP (ACTIF, INACTIF, DÉSACTIVÉ)
Temps de Fonctionnement du Système	Temps écoulé depuis le démarrage de l'application

Tableau des Liens SS7

Affiche l'état de tous les liens de signalisation SS7 configurés, y compris l'état M3UA ASP et le mode de trafic.

Tableau des BSC Connus

Liste chaque BSC par nom, code de point, nombre de cellules et état d'association SCTP.

Tableau des Pairs SIP

Colonne	Description
Nom	Nom logique du pair
Adresse	Adresse IP du pair et port SIP
Appels	Nombre d'appels actifs actuellement sur ce pair
État	Badge d'état de santé (Actif, Inactif, Inconnu)

Tableau des Passerelles Médias

Liste les passerelles médias configurées avec nom, adresse, protocole (MGCP ou Megaco) et état de connectivité.

Flux des Événements Récents

Un flux défilant des événements de télémétrie les plus récents, chacun étiqueté avec un badge de type d'événement (APPEL, LU, PAI, SMS, INFO) et un horodatage UTC. Les événements sont poussés en temps réel au fur et à mesure qu'ils se produisent.

Abonnés

La page Abonnés fournit une liste consultable de tous les enregistrements d'abonnés VLR. Entrez un IMSI ou un MSISDN (correspondance partielle prise en charge) dans la boîte de recherche pour filtrer la liste en temps réel.

Colonnes de la Liste des Abonnés

Colonne	Description
IMSI	Identité Internationale de l'Abonné Mobile
MSISDN	Numéro ISDN de la Station Mobile
TMSI	Identité Mobile Abonné Temporaire allouée par le VLR
LAC	Code de Zone de Localisation de la cellule actuelle de l'abonné
État	État d'enregistrement VLR
Auth	État d'authentification
LU	État de complétion de la Mise à Jour de Localisation

Détails des Abonnés Dépliables

Cliquer sur une ligne d'abonné développe une vue détaillée organisée en sections suivantes.

Identité

Champ	Description
IMSI	Identité Internationale de l'Abonné Mobile
MSISDN	Numéro ISDN de la Station Mobile
TMSI	Identité Mobile Abonné Temporaire
IMEI	Identité Internationale de l'Équipement Mobile (si disponible)
Numéro HLR	Adresse du HLR d'origine de l'abonné

Localisation et État

Champ	Description
LAC	Code de Zone de Localisation
CI	Identité de la Cellule
BSC Servant	Nom de la BSC servant actuellement cet abonné
Type RAN	Type d'accès radio (GERAN-A, UTRAN-lu, ou SGs)
Compte d'Utilisation	Nombre de jetons de compte d'utilisation actifs détenus par le MSC-A de cet abonné
Expire	Horodatage d'expiration de l'enregistrement VLR
État	État actuel de l'abonné dans le VLR
Roaming	Si l'abonné est marqué comme en itinérance
SGs	État d'association SGs (si enregistré via MME pour CSFB)

Authentification

Champ	Description
Algorithme	Algorithme d'authentification en cours d'utilisation (COMP128v1, COMP128v3, Milenage)
Tuples	Nombre de triplets d'authentification restants
Quintuplet UMTS	Si les quintuplets d'authentification UMTS sont disponibles

Profil de Service

Affiche les services commutés reçus du HLR via MAP Insert Subscriber Data, y compris les abonnements aux services de support et aux services de téléphonie.

Services Supplémentaires

Liste tous les services supplémentaires provisionnés avec des badges d'état :

Service	Description
BAOC	Interdiction de tous les appels sortants
BOIC	Interdiction des appels internationaux sortants
BOIC-exHC	Interdiction des appels internationaux sortants sauf vers le pays d'origine
BAIC	Interdiction de tous les appels entrants
BIC-Roam	Interdiction des appels entrants lors de l'itinérance
CFU	Renvoi d'Appel Inconditionnel
CFB	Renvoi d'Appel en Cas d'Occupation
CFNRy	Renvoi d'Appel en Cas de Non-Réponse
CFNRc	Renvoi d'Appel en Cas de Non-Atteignable
CW	Attente d'Appel
HOLD	Mise en Attente d'Appel
MPTY	Multi-Parti
CLIP	Présentation de l'Identification de la Ligne Appelante
CLIR	Restriction de l'Identification de la Ligne Appelante

Chaque service affiche un badge d'état actif/inactif et, le cas échéant, le numéro de renvoi et les paramètres de condition.

Connexion MSC-A

Affiche l'état actuel de la FSM MSC-A pour toute connexion active associée à cet abonné, y compris le nom de l'état, le nombre de jetons de compte

d'utilisation actifs et le temps écoulé dans l'état.

Connexions

La page Connexions fournit une visibilité sur tous les liens de signalisation, les connexions RAN et les pairs SIP.

Lien STP (M3UA ASP)

Champ	Description
IP Locale	Adresse de liaison SCTP locale
Distant	Adresse et port STP distant
ID d'Association	Identifiant d'association SCTP
État	Badge d'état M3UA ASP (ACTIF, INACTIF, DÉACTIVÉ)

Tout le transport de signalisation utilise SCTP (Stream Control Transmission Protocol) pour une livraison fiable et multi-homée selon la RFC 4960.

BSC Connus

Colonne	Description
Code de Point	Code de point SS7 BSC
Titre Global	Adresse de titre global BSC (si configuré)
Dernière Réinitialisation	Horodatage de l'échange RESET BSSMAP le plus récent avec ce BSC

Pairs SIP

Colonne	Description
Nom	Nom logique du pair
Adresse	Adresse IP du pair et port SIP
Transport	Protocole en cours d'utilisation (UDP, TCP ou TLS)
Appels Actifs	Nombre actuel d'appels actifs vers ce pair
Capacité	Nombre maximal de canaux concurrents configurés pour ce pair
Derniers OPTIONS	Horodatage de la dernière réponse OPTIONS keepalive réussie
État	Badge d'état de santé (Actif, Inactif, Inconnu)

Appels Actifs

La page Appels Actifs affiche un tableau en direct de toutes les transactions d'appels CC FSM actuellement en cours.

Colonnes du Tableau des Appels

Colonne	Description
Réf d'Appel	Numéro de référence d'appel unique
Direction	Badge MO (Mobile Origine) ou MT (Mobile Terminant)
IMSI	IMSI de l'abonné
Appelant	Numéro de la partie appelante (A-number)
Appelé	Numéro de la partie appelée (B-number)
État	État CC FSM avec badge codé par couleur
Durée	Temps écoulé depuis la saisie de l'appel
Codec	Codec de parole négocié
BSC/RNC	Nom de la BSC ou RNC servant

Détails des Appels Dépliables

Cliquer sur une ligne d'appel développe une vue détaillée avec deux panneaux.

Détails de l'Appel

Champ	Description
Réf d'Appel	Référence d'appel unique
Direction	MO ou MT
État CC FSM	État actuel de la machine à états finis de contrôle d'appel
IMSI	IMSI de l'abonné
MSISDN	Numéro de téléphone de l'abonné
IMEI	Identité de l'équipement mobile
Partie Appelante	A-number tel que présenté sur l'interface de signalisation
Partie Appelée	B-number tel que présenté sur l'interface de signalisation

Temps et Ressources

Champ	Description
Durée	Durée d'appel écoulée
Temps de Saisie	Horodatage UTC du début de la configuration de l'appel
Temps de Réponse	Horodatage UTC de la réponse à l'appel (vide si pas encore répondu)
Service de Base	Service de support ou service de téléphonie associé à l'appel
Minuteur CC Actif	Minuteur de protocole CC actuellement en cours (le cas échéant)
BSC/RNC	Nom de la BSC ou RNC servant gérant le côté radio

Routes et Trunks

La page Routes et Trunks fournit trois vues par onglets pour gérer la configuration de routage des appels en temps réel.

Onglet Tableau des Routes

Affiche toutes les règles de routage basées sur les préfixes avec filtrage de recherche par préfixe ou type de destination.

Colonne	Description
Préfixe	Préfixe numérique (chaîne vide indique la route par défaut qui attrape tout)
Type de Destination	Badge indiquant le type de route : EMRG, SIP, LOCAL, ISUP, TRANSIT, GMSC
Détails	Informations spécifiques à la destination telles que le nom du pair ou le groupe de trunks
Priorité	Valeur de priorité numérique (des valeurs plus élevées ont la priorité)
Actions	Boutons Modifier et Supprimer pour chaque route

Le bouton **Ajouter une Route** ouvre un formulaire modal prenant en charge tous les types de destination. Les modifications de route prennent effet immédiatement sans nécessiter un redémarrage.

Pour des concepts de routage détaillés et la configuration, voir [Configuration de Routage](#).

Onglet des Trunks ISUP

Affiche les groupes de trunks ISUP configurés avec disponibilité des circuits et comptes d'appels.

Onglet des Pairs SIP

Affiche l'état des pairs SIP avec adresse, transport, prise en charge des codecs, capacité de canal et comptes d'appels actifs.

SMS

La page SMS liste tous les FSM de transactions SMS actifs, montrant l'ID de transaction, l'IMSI de l'abonné, la direction (MO ou MT), l'état de la transaction et l'adresse du Centre SMS. Les transactions terminées sont automatiquement supprimées de la liste.

CDRs

La page des Statistiques CDR fournit une visibilité sur le sous-système de l'Enregistrement de Données de Facturation.

Compteurs de Résumé

Compteur	Description
Enregistrements dans le Fichier	Nombre d'enregistrements CDR écrits dans le fichier de sortie actuel
En Attente dans le Tampon	Nombre d'enregistrements CDR mis en mémoire tampon en attente du prochain cycle d'écriture
Appels Actifs Suivis	Nombre d'appels avec des enregistrements CDR ouverts (pas encore finalisés)

État de l'Écrivain

Champ	Description
Chemin du Fichier Actuel	Chemin du système de fichiers du fichier de sortie CDR actif
Enregistrements Écrits	Total des enregistrements écrits dans le fichier actuel
Tampon en Attente	Enregistrements en file d'attente dans le tampon d'écriture

Numéros de Séquence

Les compteurs de séquence par type d'enregistrement suivent le numéro de séquence croissant de manière monotone pour chaque catégorie de CDR :

Type d'Enregistrement	Description
LU HLR	Mise à Jour de Localisation vers HLR
LU VLR	Mise à Jour de Localisation dans VLR
Appel MO	Appel vocal Mobile Origine
Appel MT	Appel vocal Mobile Terminant
SMS MO	Message court Mobile Origine
SMS MT	Message court Mobile Terminant
Itinérance	Enregistrements d'événements d'itinérance

Pool

La page Pool est accessible lorsque le mode pool MSC est activé. Elle affiche l'état de tous les membres du pool MSC, y compris le nom du membre, le code de point, la plage NRI, l'état de santé (Actif, Inactif ou En Drainage) et l'horodatage de la dernière sonde de santé réussie. Un graphique de distribution des abonnés montre l'allocation NRI entre les membres du pool.

Pour la configuration du pool et le routage basé sur NRI, voir [Pool MSC et NRI](#).

Système

La page Système fournit des informations détaillées sur le BEAM VM, l'allocation de mémoire, l'identité MSC, les liens de transport et la santé de l'arbre de supervision.

BEAM VM

Champ	Description
Version OTP	Version majeure d'Erlang/OTP
Processus	Nombre actuel de processus et limite configurée
Ports	Nombre de ports ouverts
Atomes	Taille de la table des atomes
Planificateurs	Nombre de planificateurs en ligne
Temps de Fonctionnement	Temps de fonctionnement du BEAM VM depuis le démarrage

Mémoire

Champ	Description
Total	Mémoire totale allouée par le BEAM VM
Processus	Mémoire consommée par les processus Erlang/Elixir
ETS	Mémoire consommée par les tables ETS
Binaire	Mémoire consommée par les données référencées par des binaires
Atome	Mémoire consommée par la table des atomes
Système	Mémoire consommée par le système d'exécution (non-processus)

Configuration MSC

Affiche les paramètres d'identité MSC actifs :

Champ	Description
Nom	Nom logique du MSC
Code de Point	Code de point SS7 local
Titre Global	Adresse de titre global MSC
A5 Autorisé	Algorithmes de chiffrement A5 autorisés pour GERAN

Transport SCTP

Champ	Description
Lien	Nom du lien de transport
IP Locale	Adresse de liaison SCTP locale
Distant	Adresse et port STP distant
État	Badge d'état d'association SCTP

Santé de l'Arbre de Supervision

Liste tous les enfants du superviseur OmniMSC de niveau supérieur (44 enfants), chacun affiché avec :

Champ	Description
PID	Identifiant de processus Erlang
Type	Type de processus (travailleur ou superviseur)
État	Badge de santé (En cours, Redémarrage ou Arrêté)

Cette vue est utile pour vérifier que tous les sous-systèmes sont opérationnels après le démarrage ou suite à un événement de récupération de panne.

Trunking ISUP

Ce document décrit l'interface de trunk ISUP (ISDN User Part) mise en œuvre par OmniMSC, y compris la gestion des groupes de trunks, l'allocation de circuits, le codage des messages, les temporisateurs, le support de vérification de continuité et l'intégration avec la table de routage et SIP-I.

Pour le mappage des codes de cause ISUP-SIP, voir [Trunking SIP](#). Pour SIP-I (SIP avec ISUP encapsulé), voir [Trunking SIP-I](#). Pour la configuration de routage et le type de route `:isup`, voir [Configuration de Routage](#). Pour des diagrammes de flux d'appels montrant la signalisation ISUP dans le contexte (IAM/ACM/ANM, transit ISUP vers SIP), voir [Diagrammes de Flux d'Appels](#).

Groupes de Trunks ISUP

OmniMSC organise les circuits ISUP en groupes de trunks. Chaque groupe de trunks représente un ensemble de circuits vocaux vers un échange SS7 distant, identifié par un code de point de destination et une plage de Codes d'Identification de Circuits (CIC).

Allocation de CIC

Lorsqu'un appel est acheminé vers un groupe de trunks ISUP, le gestionnaire de circuits alloue un CIC libre à partir de la plage configurée en utilisant un algorithme de recherche séquentielle. Le CIC alloué est inclus dans l'IAM sortant et réservé jusqu'à ce que l'appel soit libéré.

Paramètre	Type	Description
trunk_group	string	Identifiant unique du groupe de trunks, référencé dans les entrées de la table de routage
point_code	list	Code de point de destination sous la forme [a, b, c], codé comme $a*2048 + b*8 + c$
cic_range	{start, end}	Plage inclusive de CICs disponibles pour ce groupe de trunks

Gestion de l'État des Circuits

Chaque circuit au sein d'un groupe de trunks suit un état indépendant. Le gestionnaire de circuits gère les opérations de blocage, de déblocage et de réinitialisation de groupe.

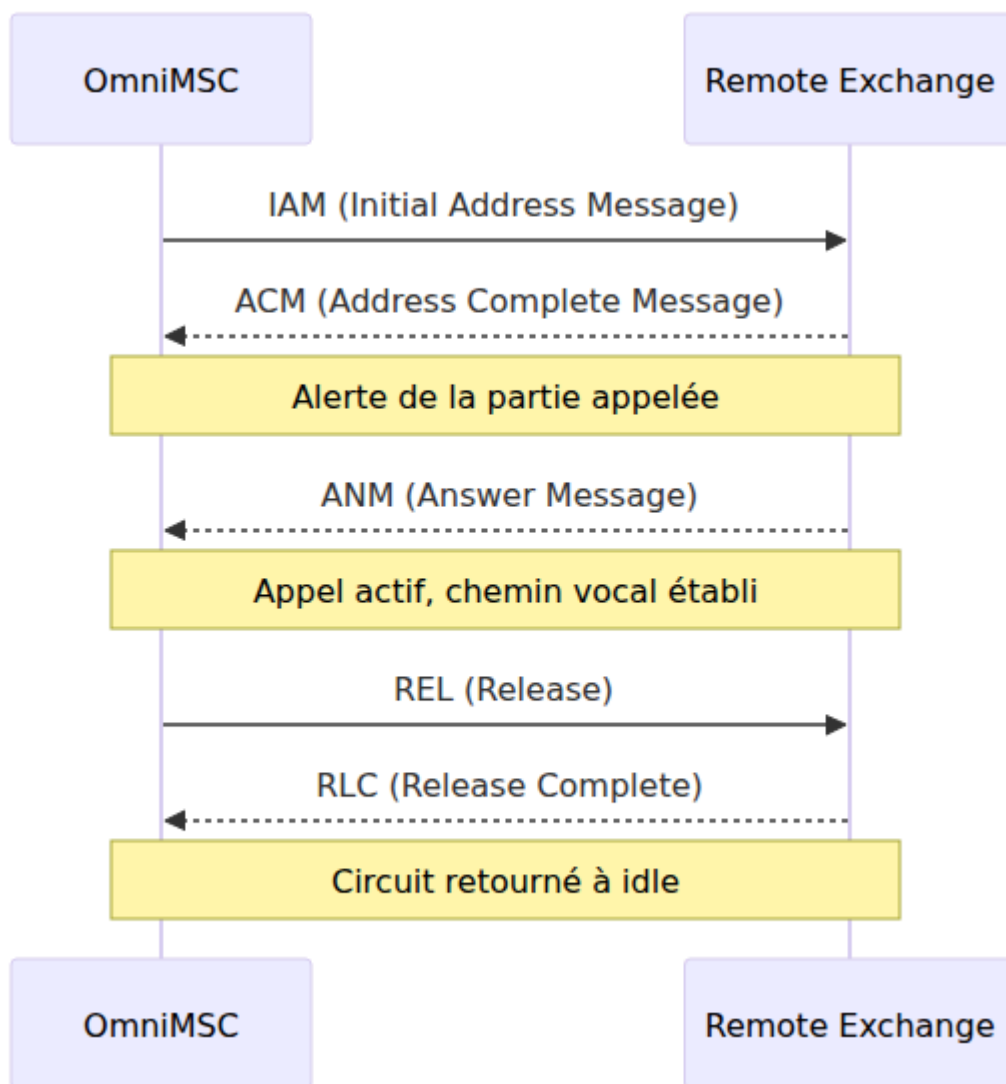
État du Circuit	Description
Idle	Disponible pour saisie
Seized	Alloué pour un appel sortant (IAM envoyé)
Incoming	Réservé pour un appel entrant (IAM reçu)
Active	Appel en cours (ANM échangé)
Blocked (local)	Bloqué localement via BLO, indisponible pour saisie
Blocked (remote)	Bloqué à distance via BLO de l'extrémité éloignée
Unequipped	CIC existe dans la plage mais n'est pas provisionné

Le blocage de circuit (BLO) et le déblocage (UBL) peuvent être effectués par circuit ou en groupes (CGB/CGU). La réinitialisation de groupe (GRS/GRA)

réinitialise tous les circuits dans une plage à l'état idle et efface tout état de blocage.

Flux de Messages ISUP

La séquence de signalisation ISUP standard pour un appel réussi suit le modèle IAM-ACM-ANM-REL-RLC.

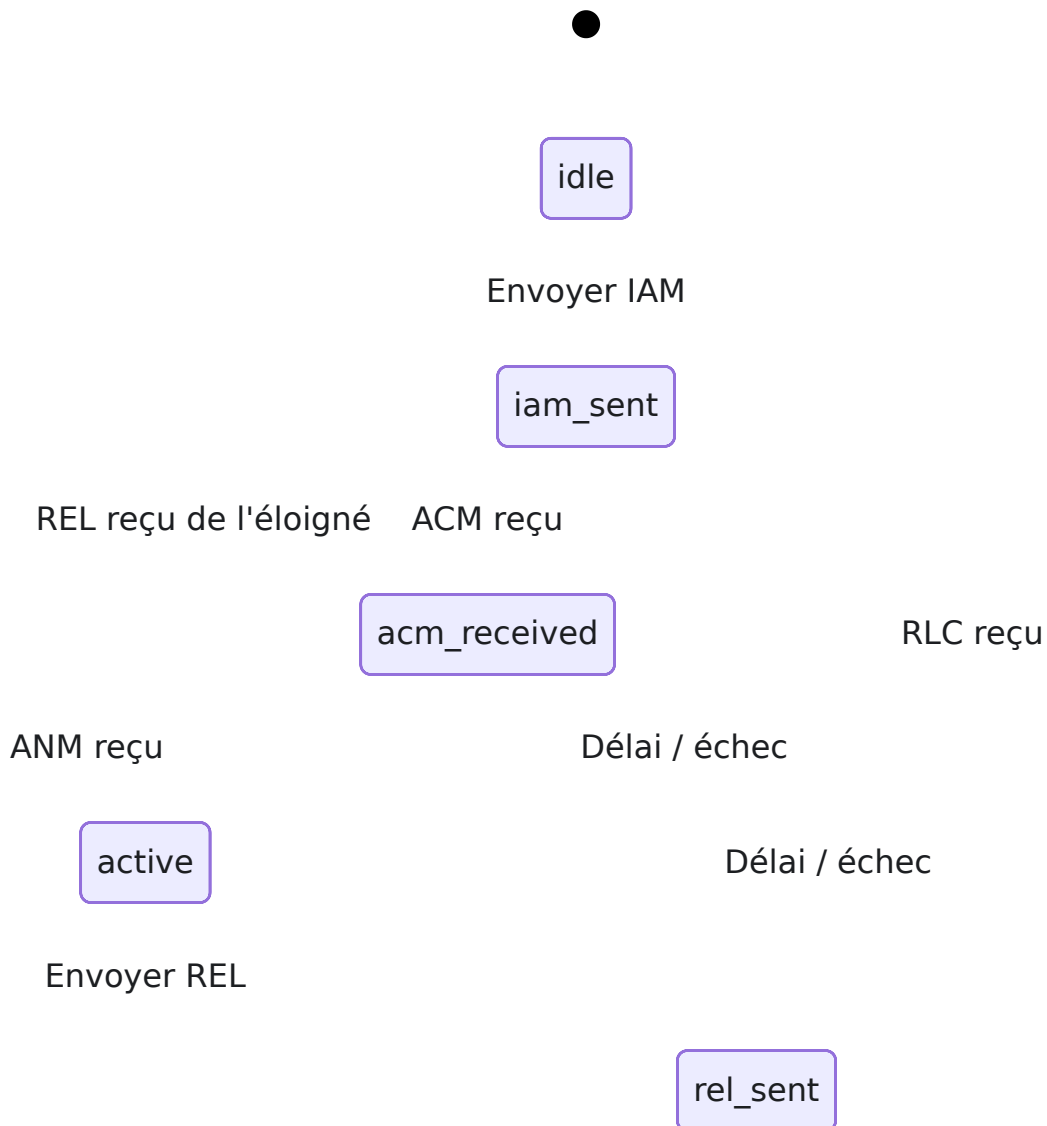


Pour les appels entrants, les directions sont inversées : IAM arrive de l'échange distant, et OmniMSC envoie ACM et ANM au fur et à mesure que l'appel progresse à travers l'alerte et la réponse.

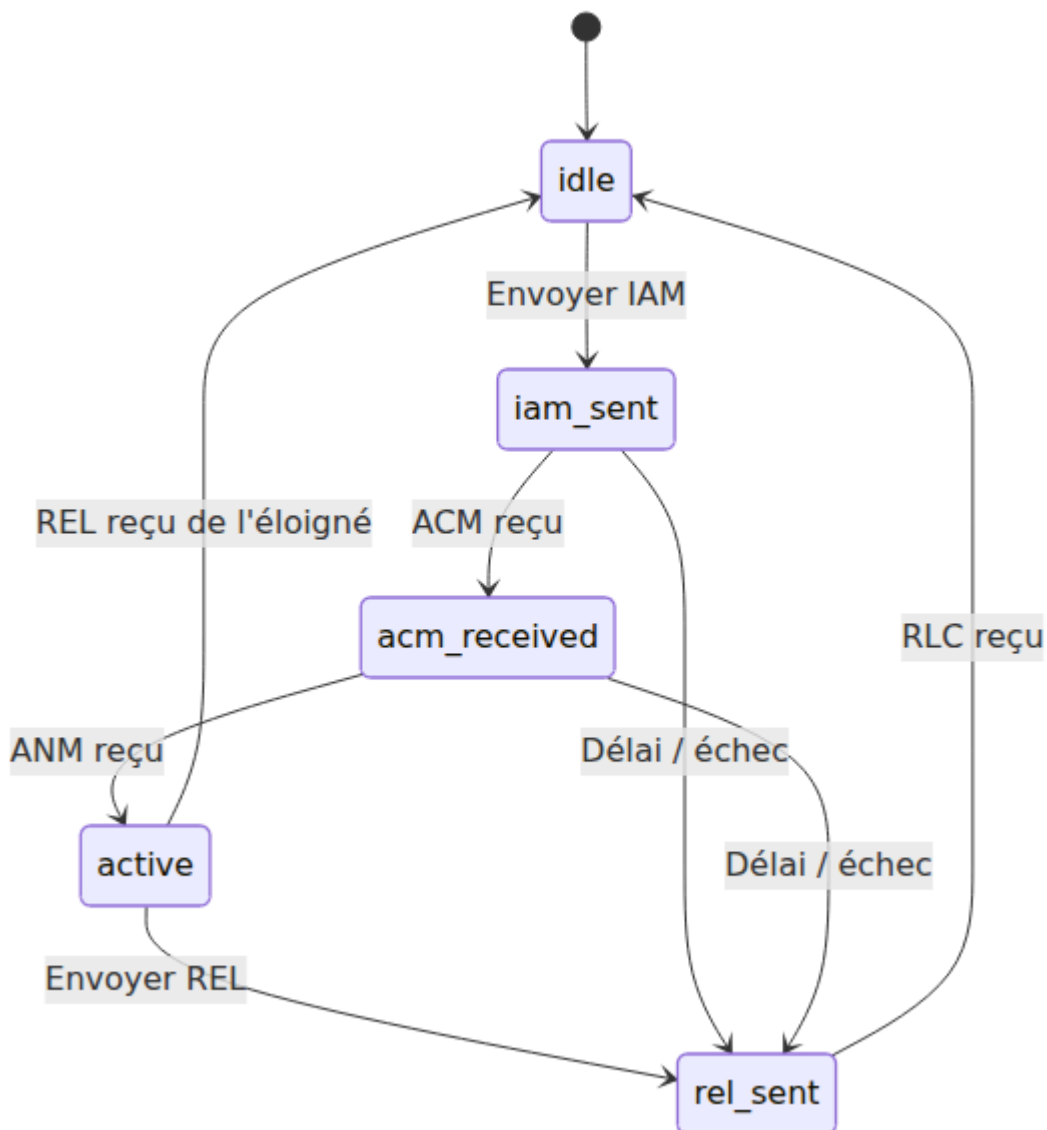
États du Gestionnaire ISUP

Le gestionnaire ISUP maintient un état par appel qui suit la progression de la signalisation pour chaque circuit.

États des Appels Sortants



États des Appels Entrants



Temporisateurs ISUP

OmniMSC met en œuvre les temporisateurs ISUP standard définis dans l'ITU-T Q.764. Ces temporisateurs protègent contre les échecs de signalisation et garantissent que les circuits ne restent pas dans des états indéterminés.

Temporisateur	Durée	Démarré Après	Expire Quand	Action à l'Expiration
T1	20s	REL envoyé	RLC non reçu	Retransmettre REL
T5	300s	Première expiration de T1	RLC toujours non reçu	Envoyer une alerte de maintenance, réinitialiser le circuit
T7	25s	IAM envoyé	ACM non reçu	Libérer l'appel, envoyer REL
T9	180s	ACM reçu	ANM non reçu	Libérer l'appel, envoyer REL

Lorsque T7 expire sans recevoir un ACM, OmniMSC envoie un REL avec la cause 102 (récupération à l'expiration du temporisateur) et retourne le circuit à idle. Lorsque T9 expire sans un ANM, OmniMSC envoie un REL avec la cause 19 (pas de réponse de l'utilisateur).

Codage des Messages ISUP

OmniMSC met en œuvre un codec pour le codage et le décodage des cinq types de messages ISUP principaux utilisés dans l'établissement et la libération d'appels. Tous les messages suivent le format ITU-T Q.763 avec des sections de paramètres fixes obligatoires, variables obligatoires et optionnelles.

Message	Code Type	Direction	Paramètres Clés
IAM	0x01	Origine	Nature de la connexion, indicateurs d'appel transféré, catégorie de la partie appelante, exigence de support de transmission, numéro de la partie appelée, numéro de la partie appelante
ACM	0x06	Terminaison	Indicateurs d'appel rétrogrades, indicateurs d'appel rétrogrades optionnels, indicateurs de cause
ANM	0x09	Terminaison	Indicateurs d'appel rétrogrades
REL	0x0C	Soit	Indicateurs de cause
RLC	0x10	Soit	(aucun -- accusé de réception uniquement)

Messages supplémentaires pris en charge pour la maintenance des circuits :

Message	Code Type	But
BLO	0x13	Bloquer un circuit (maintenance locale)
UBL	0x14	Débloquer un circuit
GRS	0x17	Réinitialisation de groupe d'une plage de circuits
GRA	0x29	Accusé de réception de réinitialisation de groupe
COT	0x05	Résultat de vérification de continuité

Vérification de Continuité

OmniMSC prend en charge la procédure de vérification de continuité ISUP pour vérifier le chemin de transport avant de connecter un appel. Lorsque les indicateurs d'appel transféré dans un IAM sortant demandent une vérification de continuité, la séquence suivante se produit :

1. OmniMSC saisit le circuit et envoie IAM avec l'indicateur de vérification de continuité activé.
2. Un retour à l'expéditeur est appliqué à l'extrémité éloignée du circuit.
3. OmniMSC envoie un ton de test et vérifie le retour.
4. En cas de succès, OmniMSC envoie COT (vérification de continuité réussie) et l'appel se poursuit.
5. En cas d'échec, OmniMSC envoie COT (vérification échouée) et peut réessayer sur un circuit alternatif.

Pour les appels entrants, lorsque OmniMSC reçoit un IAM avec l'indicateur de vérification de continuité, il applique un retour à l'expéditeur sur le circuit spécifié et attend le message COT avant de procéder à l'établissement de l'appel.

Intégration de la Table de Routage

Les routes de type `:isup` dans la table de routage dirigent les appels vers un groupe de trunks ISUP. L'entrée de la route spécifie le nom du groupe de trunks, le code de point de destination et la plage de CIC.

Paramètre de Route	Description
<code>type</code>	<code>:isup</code>
<code>trunk_group</code>	Nom du groupe de trunks correspondant à un groupe de trunks configuré
<code>point_code</code>	Code de point de destination sous la forme <code>[a, b, c]</code>
<code>cic_range</code>	Plage de CIC sous la forme <code>{start, end}</code>

Lorsque le routage sélectionne une destination ISUP, le routeur de trunks demande un circuit libre au gestionnaire de circuits. Si aucun circuit n'est disponible dans le groupe de trunks principal, le système tente des groupes de trunks de débordement vers le même code de point de destination.

Pour des exemples de configuration de routes, voir [Configuration de Routage](#).

Support SIP-I

SIP-I (SIP avec ISUP encapsulé) fournit un transport basé sur IP pour les messages ISUP. Les routes de type `:sip_i` transportent le message ISUP complet (IAM, ACM, ANM, REL) en tant que corps MIME `application/ISUP` dans la signalisation SIP conformément à l'ITU-T Q.1912.5 et au RFC 3204.

Les pairs SIP-I sont configurés séparément des pairs SIP purs.

L'encodeur/décodeur ISUP utilisé pour les trunks ISUP natifs est partagé avec SIP-I pour le codage et le décodage des corps ISUP encapsulés.

Pour la configuration SIP-I, les flux d'appels et le mappage des en-têtes, voir [Trunking SIP-I](#).

SIP avec Échec de Basculement ISUP

Les routes de type `:sip_with_failover` tentent d'abord l'appel via un pair SIP. Si la route SIP échoue (pair inaccessible, réponse 5xx ou délai d'attente), le routeur de trunks réessaie automatiquement via le groupe de trunks ISUP configuré.

Déclencheur de Basculement	Description
Statut du pair <code>:down</code>	Pair SIP inaccessible (OPTIONS keepalive échoué)
Réponse SIP 5xx	Erreur serveur du pair SIP
Délai d'attente SIP	Pas de réponse dans le délai de transaction SIP
<code>max_channels</code> dépassé	Pair SIP n'a pas de capacité disponible

En cas de basculement, le routeur de trunks alloue un CIC du groupe de trunks ISUP et envoie un IAM. L'état de la FSM CC reste le même tout au long du basculement -- la nouvelle tentative est transparente pour la signalisation côté radio.

Pour la configuration de route de basculement, voir [Configuration de Routage](#).

Références

Référence	Titre	Pertinence
ITU-T Q.761	Description Fonctionnelle de l'ISUP	Vue d'ensemble et architecture de l'ISUP
ITU-T Q.762	Fonction Générale des Messages et Signaux de l'ISUP	Définitions des messages
ITU-T Q.763	Formats et Codes de l'ISUP	Codage des messages et formats de paramètres
ITU-T Q.764	Procédures de Signalisation de l'ISUP	Procédures d'établissement/libération d'appels, définitions des temporisateurs
ITU-T Q.850	Utilisation de la Cause et de la Localisation dans l'ISDN	Définitions des codes de cause utilisés dans REL
RFC 3204	Type de Média MIME pour les Objets ISUP et QSIG	Encapsulation ISUP dans SIP-I
ITU-T Q.1912.5	Interopérabilité entre SIP et BICC ou ISUP	Définition du protocole SIP-I

Opérations MAP

Ce document décrit les opérations MAP (Mobile Application Part) mises en œuvre par OmniMSC, y compris la gestion des dialogues, les procédures de localisation des abonnés, l'authentification, le transfert de SMS, l'USSD et la gestion des erreurs. Pour la configuration, voir [Référence de Configuration](#). Pour la vue de la couche SMS de MO-ForwardSM et MT-ForwardSM, y compris les détails du protocole CP/RP, voir [SMS](#). Pour la gestion des vecteurs d'authentification et l'Auth FSM, voir [Sécurité](#). Pour savoir comment InsertSubscriberData remplit le profil de l'abonné visible dans le panneau de contrôle, voir [Guide du Panneau de Contrôle](#).

Client MAP

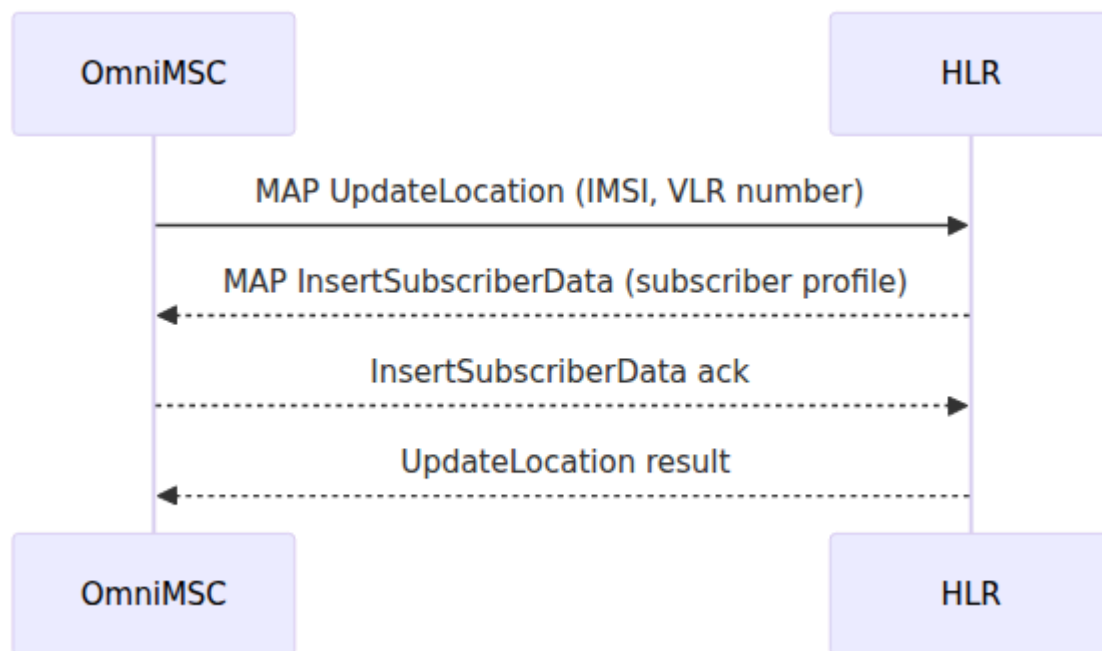
OmniMSC opère un client MAP qui gère les dialogues avec des pairs MAP distants (HLR, SMSc, passerelle USSD). Le client MAP gère le cycle de vie des dialogues, la corrélation des transactions TCAP et la supervision des délais d'attente des dialogues.

Lorsqu'un sous-système (VLR, gestionnaire de SMS, gestionnaire SS) doit invoquer une opération MAP, il demande un nouveau dialogue au client MAP. Le client alloue un ID de transaction local (otid), ouvre un TCAP BEGIN vers le pair et surveille le dialogue pendant une période de délai configurable. Si le pair ne répond pas dans le délai, le client abandonne le dialogue et notifie le sous-système demandeur de l'échec.

Pour les dialogues MAP entrants initiés par des pairs distants (comme InsertSubscriberData du HLR ou MT-ForwardSM du SMSc), le client MAP accepte le TCAP BEGIN, le corrèle avec l'ID de transaction distant (dtid), crée un processus de gestion et supervise le dialogue jusqu'à son achèvement.

UpdateLocation

Le MSC envoie un MAP UpdateLocation au HLR lorsqu'un abonné effectue une mise à jour de localisation. Le message contient l'IMSI de l'abonné et le numéro VLR (l'adresse E.164 de ce MSC/VLR). Le HLR utilise le numéro VLR pour router les futures transactions MT (appels, SMS, USSD) vers le MSC correct.



À la réception du résultat de UpdateLocation, le VLR marque la mise à jour de localisation comme complète et l'état de la FSM LU passe à l'allocation de TMSI. Si le HLR renvoie une erreur (abonné inconnu, itinérance non autorisée), le MSC rejette la mise à jour de localisation vers la station mobile avec la cause appropriée.

InsertSubscriberData

Le HLR envoie un MAP InsertSubscriberData au MSC pendant la procédure UpdateLocation, et également de manière proactive lorsque le profil de l'abonné change (par exemple, activation de service supplémentaire via l'interface de provisionnement HLR). Le message contient le profil de l'abonné, y compris :

- MSISDN (le numéro de répertoire de l'abonné)

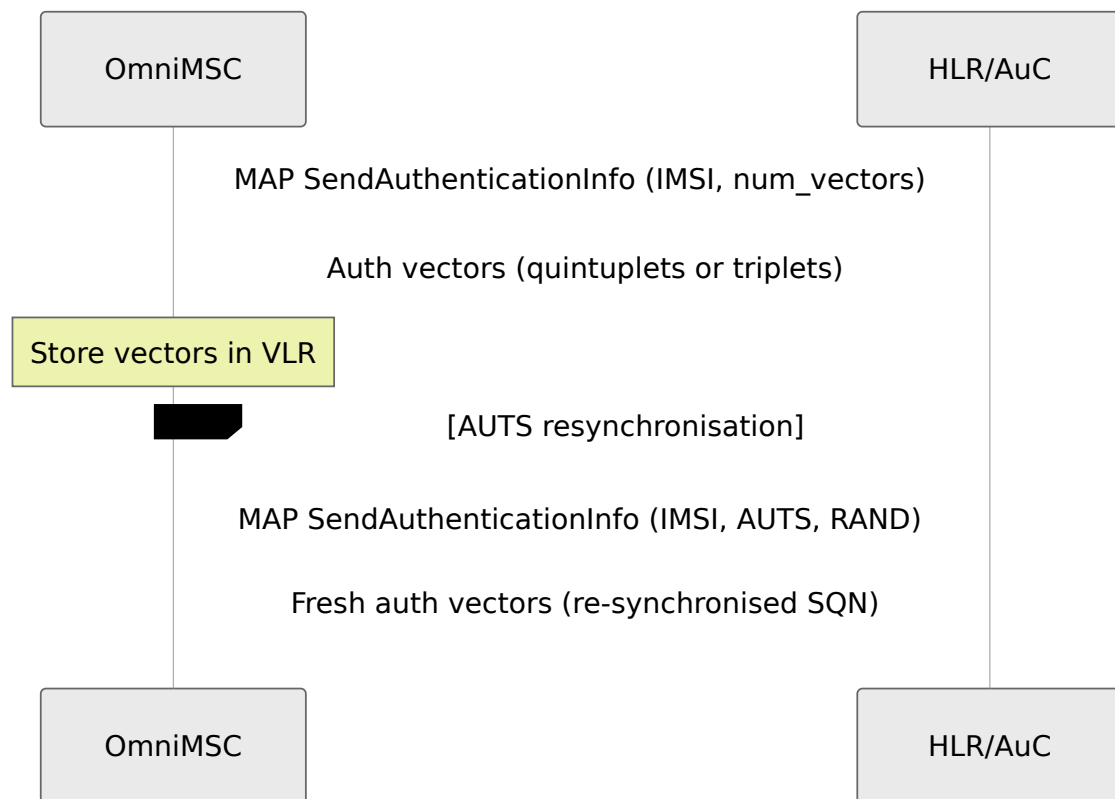
- Services de support CS et téléservices
- Catégories de barrages déterminés par l'opérateur (ODB)
- Données de service supplémentaire (numéros de renvoi d'appel, statut de barrage, mode CLIR, statut CW)
- Informations d'abonnement CAMEL (clés de service, adresses gsmSCF)

Le VLR stocke ces données dans l'enregistrement de l'abonné. Les configurations d'appels ultérieurs, la livraison de SMS et les opérations SS font référence à ce profil mis en cache localement pour éviter des allers-retours vers le HLR.

SendAuthenticationInfo

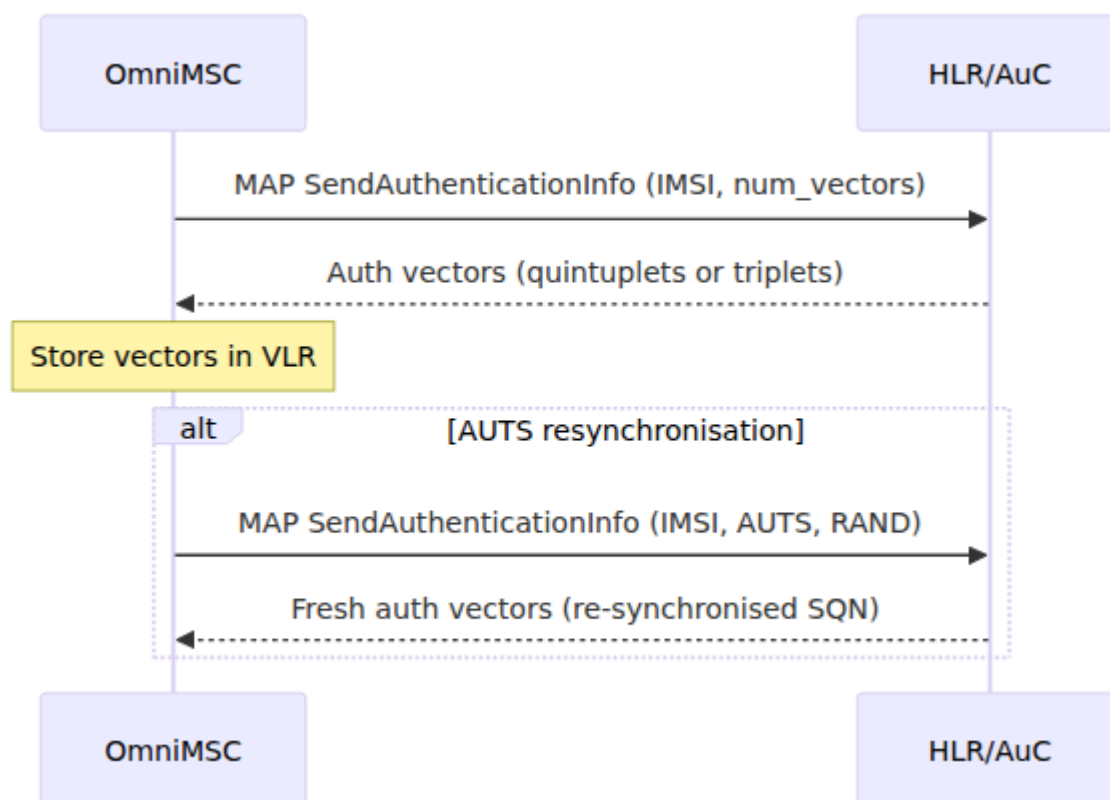
Le MSC envoie un MAP SendAuthenticationInfo au HLR pour récupérer des vecteurs d'authentification pour un abonné. La demande contient l'IMSI, le nombre de vecteurs demandés, et éventuellement des données de re-synchronisation (AUTS) si l'UE a signalé un échec de numéro de séquence.

Le HLR renvoie des vecteurs d'authentification de l'AuC : quintuplets (RAND, XRES, CK, IK, AUTN) pour les abonnés compatibles UMTS ou triplets (RAND, SRES, Kc) pour les abonnés uniquement GSM. Le MSC stocke les vecteurs dans le VLR et les utilise pour des tentatives d'authentification ultérieures sans contacter à nouveau le HLR jusqu'à ce que l'approvisionnement en vecteurs soit épuisé.



PurgeMS

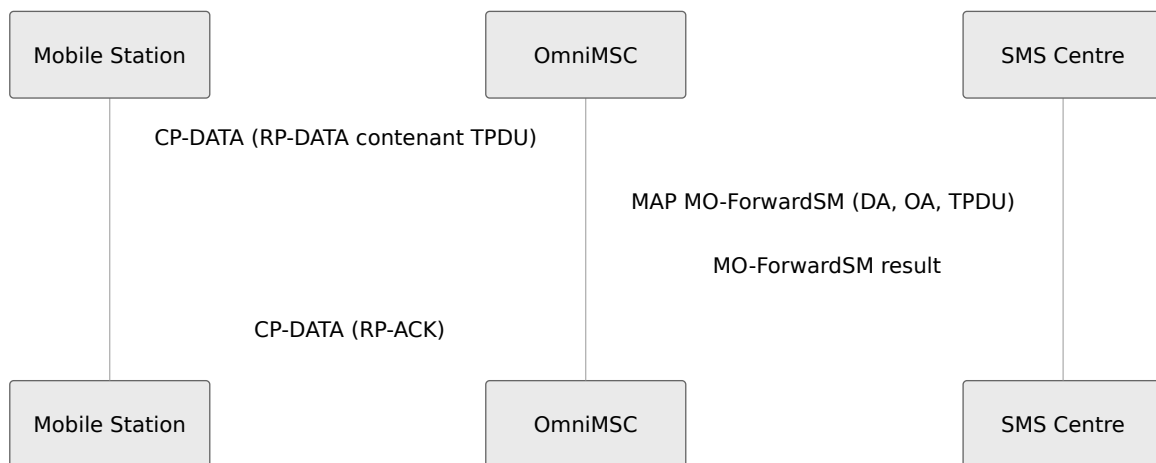
Le MSC envoie un MAP PurgeMS au HLR lorsqu'un abonné effectue un détachement IMSI. Le message contient l'IMSI et le numéro VLR. À la réception de PurgeMS, le HLR efface l'adresse VLR de l'enregistrement de l'abonné. Cela garantit un routage correct T-ADS (Terminating Access Domain Selection) : sans une adresse VLR valide, le HLR sait que l'abonné n'est pas joignable via le domaine CS et peut router les services MT en conséquence (par exemple, déclencher le drapeau MNRf pour les SMS, renvoyer abonné absent pour les appels MT).



MO-ForwardSM

Le MSC envoie un MAP MO-ForwardSM au Centre SMS pour les messages courts d'origine mobile. Le message contient le SM-RP-DA (destination, typiquement l'adresse SMS), SM-RP-OA (expéditeur, le MSISDN de l'abonné) et le SM-RP-UI (le TPDU contenant la charge utile SMS).

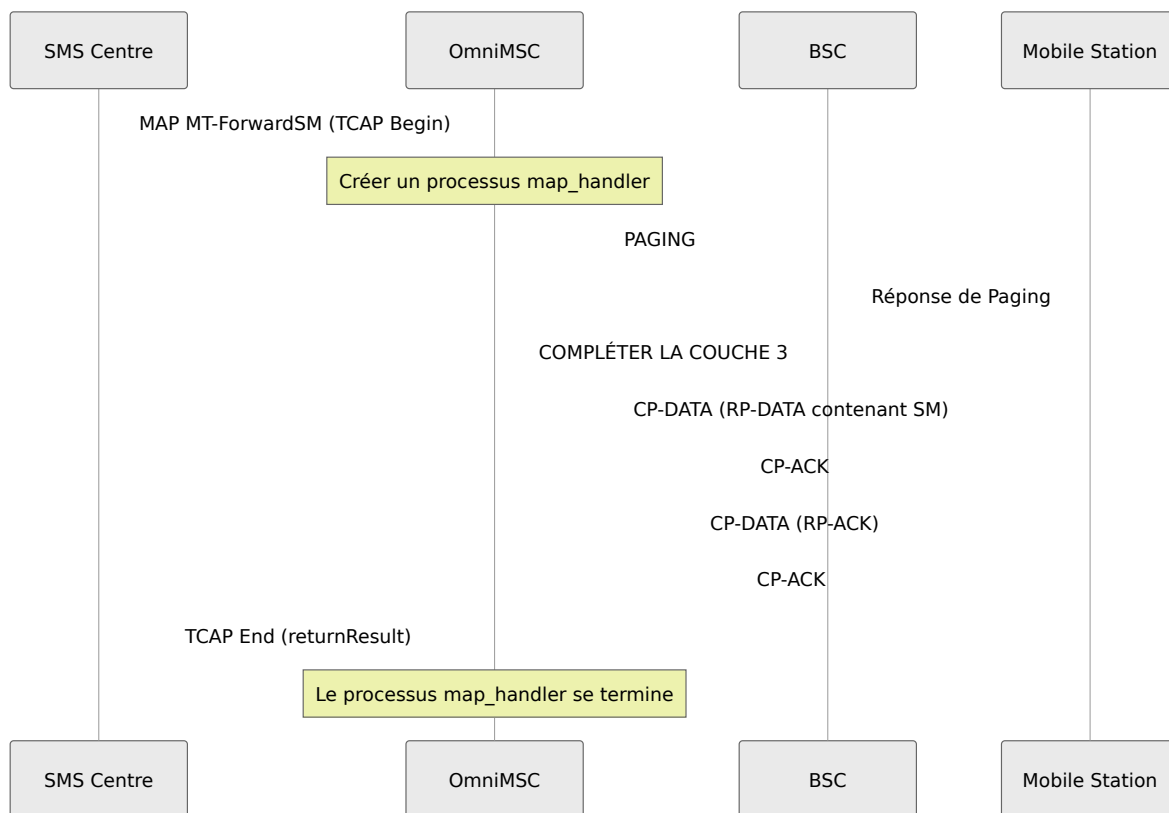
Le SMS accuse réception avec un résultat de retour en cas d'acceptation réussie, ou une erreur de retour si le message ne peut pas être traité (par exemple, congestion SMS, destination invalide).



MT-ForwardSM

Le Centre SMS envoie un MAP MT-ForwardSM au MSC pour la livraison de messages courts terminés mobiles. À la réception de cette opération, OmniMSC crée un processus `map_handler` dédié qui gère la tentative de livraison et maintient le dialogue MAP ouvert jusqu'à ce que le résultat soit connu.

Le gestionnaire recherche l'abonné dans le VLR, envoie une page si nécessaire, et livre le SM via DTAP. Une fois que la station mobile accuse réception de la livraison (RP-ACK) ou signale un échec (RP-ERROR), le gestionnaire envoie un TCAP End contenant soit un `returnResult` (livraison réussie) soit un `returnError` (échec de la livraison avec cause) au SMS Centre.



Si la livraison échoue (abonné absent, mémoire dépassée, erreur de protocole), le gestionnaire renvoie l'erreur MAP appropriée :

Erreur	Cause
Abonné Absent	Abonné non joignable (non enregistré ou pas de réponse de paging)
Échec de Livraison de SM	MS a renvoyé RP-ERROR (mémoire pleine, erreur non spécifiée)
Échec Système	Erreur de traitement interne

ProcessUnstructuredSS-Request

OmniMSC relaie les demandes USSD au HLR via MAP ProcessUnstructuredSS-Request lorsque la chaîne USSD cible un service nécessitant un traitement HLR (par exemple, gestion de service supplémentaire, requêtes de solde). Le MSC

transmet la chaîne USSD et le DCS (schéma de codage des données) au HLR, qui traite la demande et renvoie une chaîne de réponse à afficher sur la station mobile.

Pour les codes USSD définis par l'opérateur qui sont gérés par une passerelle USSD externe plutôt que par le HLR, le MSC route le dialogue MAP à l'adresse de passerelle configurée à la place.

Gestion des Transactions TCAP

Les dialogues MAP sont transportés dans des transactions TCAP. OmniMSC maintient une table de transactions qui corrèle les identifiants de transaction locaux et distants tout au long du cycle de vie du dialogue.

Message TCAP	Phase de Dialogue MAP	Description
TC-BEGIN	Ouverture	L'initiateur envoie le premier invoke ; contient l'ID de transaction d'origine (otid)
TC-CONTINUE	Actif	Les deux parties échangent des composants ; la réponse contient l'ID de transaction de destination (dtid) correspondant à l'otid du pair
TC-END	Fermeture	Message final ; contient des composants de résultat ou d'erreur ; dialogue terminé
TC-ABORT	Abandon	Terminaison anormale ; erreur de protocole ou délai d'attente

Le client MAP suit chaque dialogue actif par sa paire otid/dtid. Lorsqu'un TCAP CONTINUE ou END arrive, le client associe le dtid à un otid local pour localiser le processus de gestion correspondant. Cette corrélation est essentielle pour le

multiplexage de nombreux dialogues MAP concurrents sur une seule connexion SCCP.

Délai d'Attente du Dialogue

Chaque dialogue MAP a un délai d'attente configurable. Si le pair distant ne répond pas dans la période de délai, le client MAP envoie un TC-ABORT (initié localement) et notifie le sous-système demandeur. Cela empêche les fuites de ressources dues à des pairs non réactifs.

Gestion des Erreurs MAP

OmniMSC gère les erreurs MAP à la fois au niveau des composants (retour d'erreur dans un dialogue) et au niveau du dialogue (abandon, erreur de fournisseur).

Erreurs MAP Courantes

Erreur	Opération Typique	Gestion MSC
Abonné Absent	MT-ForwardSM, SendRoutingInfo	Signaler l'échec de livraison au SMSc ; définir MNRF dans le VLR
Échec de Livraison de SM	MT-ForwardSM	Transmettre la cause de l'échec TP au SMSc
Abonné Inconnu	UpdateLocation	Rejeter la mise à jour de localisation
Itinérance Non Autorisée	UpdateLocation	Rejeter la mise à jour de localisation avec la cause appropriée
Échec Système	Tout	Réessayer ou signaler l'échec au sous-système demandeur
Données Manquantes	SendAuthenticationInfo	L'authentification ne peut pas se poursuivre ; rejeter le service
Valeur de Donnée Inattendue	InsertSubscriberData	Journaliser et rejeter le paramètre incriminé

Échecs au Niveau du Dialogue

Lorsqu'un TCAP ABORT est reçu ou qu'un dialogue expire, le client MAP détermine quel sous-système a initié le dialogue et délivre une notification d'échec. Le sous-système applique ensuite sa propre logique de récupération (par exemple, la FSM LU rejette la mise à jour de localisation, le gestionnaire de SMS renvoie un échec de livraison au SMSc).

Routage par Code Point

Lorsque OmniMSC reçoit un dialogue MAP entrant (par exemple, MT-ForwardSM du SMSc, InsertSubscriberData du HLR), la couche M3UA enregistre le code point d'origine à partir des informations de routage du message entrant. Lorsque le MSC envoie la réponse (TCAP Continue ou End), il utilise ce code point enregistré comme code point de destination (DPC) pour le message M3UA sortant.

Ce mécanisme garantit que les réponses sont routées vers le nœud d'origine correct, même lorsque plusieurs HLR ou SMSc avec différents codes points sont accessibles via le même STP. Les `routing_info` de l'association M3UA entrante sont stockées par dialogue et utilisées pour tous les messages suivants dans ce dialogue.

Références de Spécification 3GPP

Spécification	Titre	Pertinence
TS 29.002	Spécification Mobile Application Part (MAP)	Toutes les opérations MAP, codes d'erreur, procédures de dialogue
ITU-T Q.771-Q.775	Transaction Capabilities Application Part (TCAP)	Gestion des transactions TCAP, gestion des composants
ITU-T Q.711-Q.716	Signalling Connection Control Part (SCCP)	Adressage et routage SCCP pour les dialogues MAP
RFC 4666	MTP3 User Adaptation Layer (M3UA)	Transport M3UA, routage par code point

Contrôle des Médias

Ce document décrit le contrôle des passerelles multimédias dans OmniMSC, couvrant les protocoles de passerelle MGCP et Megaco/H.248, la machine d'état du contrôleur multimédia, la négociation de codecs, le pontage de conférences et la génération SDP.

Pour des diagrammes de flux d'appel montrant la configuration multimédia dans le contexte, voir [Diagrammes de Flux d'Appel](#). Pour la configuration des codecs de trunk SIP, voir [Trunk SIP](#). Pour les paramètres de configuration de la passerelle multimédia, voir [Référence de Configuration](#). Pour le pontage de conférences MPTY du point de vue des services supplémentaires, voir [Services Supplémentaires](#).

Contrôle de la Passerelle MGCP

OmniMSC contrôle les passerelles multimédias en utilisant le protocole de contrôle de passerelle multimédia (MGCP) selon la RFC 3435. L'agent d'appel MGCP émet trois commandes principales pour gérer les connexions RTP sur la passerelle.

Commandes

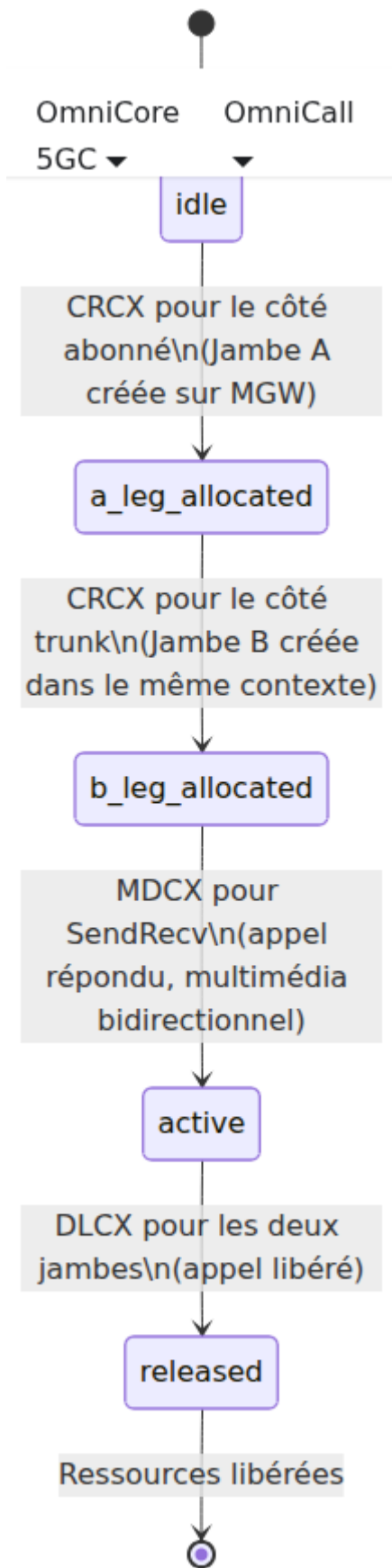
Commande	Objectif	Description
CRCX	Créer une Connexion	Alloue un nouveau point de terminaison RTP sur la passerelle multimédia et retourne l'adresse IP locale, le port et le SDP pour ce point de terminaison.
MDCX	Modifier la Connexion	Met à jour les paramètres d'une connexion existante, comme le changement du mode multimédia de réception seule à envoi et réception lorsque l'appel est répondu.
DLCX	Supprimer la Connexion	Détruit une connexion RTP et libère les ressources de point de terminaison associées sur la passerelle.

Nommage des Points de Terminaison

Les points de terminaison de la passerelle multimédia suivent la convention de nommage `rtpbridge/N@mgw`, où `N` est un numéro de point de terminaison attribué séquentiellement et `mgw` est le nom de domaine de la passerelle. Chaque jambe d'appel occupe un point de terminaison dans un contexte de connexion sur la passerelle.

États du Contrôleur Multimédia

Le contrôleur multimédia gère le cycle de vie des ressources multimédias pour chaque appel. Il progresse à travers les états suivants à mesure que l'appel est établi et libéré.



Jambe A (Côté Abonné)

La jambe A représente le chemin multimédia entre la passerelle multimédia et le porteur d'accès radio de l'abonné via le BSC ou le RNC.

Lorsqu'un appel est initié, le contrôleur multimédia envoie une commande CRCX à la passerelle multimédia pour allouer le point de terminaison de la jambe A. Le mode de connexion initial est défini sur **RecvOnly**, ce qui signifie que la passerelle accepte les médias entrants du côté abonné mais ne transmet pas. Cela empêche le clipping et l'écho pendant la phase d'alerte.

Lorsque l'appel est répondu, le contrôleur multimédia envoie une commande MDCX pour changer le mode de la jambe A en **SendRecv**, permettant un flux multimédia bidirectionnel.

Jambe B (Côté Trunk)

La jambe B représente le chemin multimédia entre la passerelle multimédia et le trunk distant (pair SIP ou circuit ISUP).

La jambe B est allouée via une seconde commande CRCX dans le même contexte de connexion MGW que la jambe A. En plaçant les deux jambes dans le même contexte, la passerelle multimédia relie en interne les deux flux RTP, permettant la continuité du chemin vocal sans faire passer les médias par la MSC.

Négociation de Codecs

OmniMSC négocie les codecs vocaux en fonction des capacités rapportées par le BSC dans la réponse de la demande d'attribution BSSMAP (liste des versions de la voix) et des préférences de codec du trunk sortant.

Codecs Supportés

Codec	Charge Utile RTP	Description
AMR-FR	dynamique	Adaptive Multi-Rate Full Rate, mode aligné sur les octets (octet-align=1)
GSM-EFR	dynamique	GSM Enhanced Full Rate (6.60 kbit/s)
GSM-FR	3	GSM Full Rate (13.0 kbit/s)
AMR-HR	dynamique	Adaptive Multi-Rate Half Rate
GSM-HR	dynamique	GSM Half Rate (5.60 kbit/s)

La liste d'offre de codecs est construite à partir de l'intersection des capacités de version de voix rapportées par le BSC et des préférences de codec configurées dans le MSC. Le SDP résultant est inclus dans l'invitation SIP sortante au pair de trunk, permettant au côté distant de sélectionner le codec préféré parmi l'ensemble proposé.

Pont de Conférence (Multi-Party)

OmniMSC prend en charge les appels de conférence multi-parties (MPTY) selon la 3GPP TS 24.083 en tirant parti de la capacité de pontage de conférence de la passerelle multimédia.

Lorsqu'un abonné invoque le service supplémentaire MPTY, le contrôleur multimédia alloue un contexte de conférence sur la passerelle multimédia. Les jambes d'appel individuelles sont ensuite ajoutées ou retirées de la conférence à mesure que les participants rejoignent ou quittent.

Opérations de Conférence

Opération	Description
Créer une Conférence	Alloue un nouveau contexte de conférence sur la passerelle multimédia avec un point de terminaison de mixage dédié.
Ajouter à la Conférence	Déplace une jambe d'appel existante dans le contexte de conférence via MDCX, connectant le participant au mélangeur de conférence.
Retirer de la Conférence	Déplace une jambe d'appel hors du contexte de conférence vers une connexion point à point.

Le mélangeur de conférence sur la passerelle multimédia gère le mixage multimédia pour tous les participants. Le MSC contrôle l'adhésion à la conférence uniquement par signalisation et ne traite pas directement les médias.

Génération SDP

OmniMSC génère le SDP (Session Description Protocol) pour les messages SIP sortants en utilisant les conventions suivantes :

Champ SDP	Valeur
Origine (o=)	OmniMSC comme nom d'utilisateur de l'initiateur de session
Connexion (c=)	Adresse IP retournée par la passerelle multimédia dans la réponse CRCX
Médias (m=)	Port RTP retourné par la passerelle multimédia, avec les types de charge utile de codec de l'offre négociée
Attributs (a=)	Paramètres spécifiques au codec tels que <code>fmtp</code> pour le mode aligné sur les octets AMR

L'adresse de connexion et le port dans le SDP reflètent toujours le point de terminaison alloué par la passerelle multimédia, garantissant que les RTP circulent directement entre la passerelle multimédia et le pair distant sans traverser le chemin de signalisation MSC.

Support Megaco/H.248

En alternative au MGCP, OmniMSC prend en charge le contrôle de la passerelle multimédia via le protocole Megaco/H.248 selon la Recommandation ITU-T H.248. Le choix entre MGCP et Megaco est configurable par passerelle multimédia via le paramètre de mode multimédia.

Megaco utilise un modèle de commande basé sur les transactions avec des commandes Ajouter, Modifier, Soustraire et Déplacer qui se mappent conceptuellement aux opérations CRCX, MDCX et DLCX de MGCP. Le contrôleur Megaco gère les transactions H.248, l'allocation de contexte et le cycle de vie de terminaison sur la passerelle.

Les transports MGCP et Megaco utilisent par défaut UDP. Le contrôleur multimédia abstrait les différences de protocole afin que le FSM CC et d'autres composants de gestion des appels interagissent avec une interface de contrôle multimédia unifiée, indépendamment du protocole de passerelle sous-jacent.

Configuration de la Passerelle

Chaque passerelle multimédia est définie avec les paramètres d'identité suivants :

Paramètre	Description
Nom	Nom logique de la passerelle utilisé pour l'identification dans les journaux et le panneau de contrôle
Adresse	Adresse IP de la passerelle multimédia
Port	Port d'écoute MGCP ou Megaco sur la passerelle
Domaine	Nom de domaine de la passerelle utilisé dans l'adressage des points de terminaison MGCP (la partie @mgw des noms de points de terminaison)

Pour l'ensemble complet des paramètres de configuration multimédia, voir [Référence de Configuration](#).

Références

- **RFC 3435** -- Protocole de Contrôle de Passerelle Multimédia (MGCP) Version 1.0
- **ITU-T H.248** -- Protocole de Contrôle de Passerelle (Megaco)
- **3GPP TS 24.083** -- Services supplémentaires d'attente d'appel et de mise en attente (MPTY)
- **RFC 4566** -- Protocole de Description de Session (SDP)

Métriques et Surveillance

Ce document décrit la télémétrie, les métriques, les alarmes et les points de terminaison de santé fournis par OmniMSC. Pour la configuration du seuil de surcharge, voir [Référence de Configuration](#). Pour le dépannage des conditions d'alerte, voir [Guide de Dépannage](#). Pour la vue du tableau de bord en temps réel des appels actifs et du nombre d'abonnés, voir [Guide du Panneau de Contrôle](#).

Aperçu de la Télémétrie

OmniMSC émet des événements de télémétrie Erlang/Elixir pour toutes les activités opérationnelles significatives. Ces événements sont exportés en tant que métriques Prometheus, disponibles à l'endpoint `/metrics` sur le port HTTP de Phoenix. Tous les noms de métriques sont sous-nommés sous `omnimsc_` pour éviter les collisions avec d'autres applications. La page Système dans le panneau de contrôle fournit une vue en temps réel des statistiques de la VM BEAM, y compris le nombre de processus, la mémoire et la charge du planificateur — voir [Guide du Panneau de Contrôle](#).

Les définitions de métriques sont déclarées dans `Omnimsc.Telemetry.Metrics.Prometheus.metrics/0`. Tout scraper compatible avec Prometheus (Prometheus, Grafana Agent, Datadog, Victoria Metrics) peut collecter ces métriques à l'intervalle de collecte standard.

Référence des Métriques

Métrique	Type	Étiquettes	
<code>omnimsc_active_calls_count</code>	Gauge	--	App act
<code>omnimsc_vlr_subscribers_count</code>	Gauge	--	Ab en
<code>omnimsc_sccp_connections_count</code>	Gauge	--	Con act
<code>omnimsc_sms_sent_count</code>	Counter	--	Tot en
<code>omnimsc_location_update_complete_count</code>	Counter	<code>type</code>	Mis loc (in pér
<code>omnimsc_auth_failure_count</code>	Counter	<code>reason</code>	Éch d'a (m syr
<code>omnimsc_auth_skipped_count</code>	Counter	--	Aut (co exi
<code>omnimsc_handover_attempt_count</code>	Counter	<code>type</code>	Ter (int int

Métrique	Type	Étiquettes	
<code>omnimsc_paging_attempt_count</code>	Counter	<code>result</code>	Ter (di tir
<code>omnimsc_peer_status</code>	Gauge	<code>peer</code>	Éta SIP
<code>omnimsc_ss_operation_count</code>	Counter	<code>operation</code> , <code>ss_service</code>	Op sup
<code>omnimsc_ss_error_count</code>	Counter	<code>reason</code>	Err
<code>omnimsc_ussd_request_count</code>	Counter	<code>routing</code>	Rec (loc
<code>omnimsc_map_dialogue_duration</code>	Histogram	<code>operation</code>	Ter dia
<code>omnimsc_call_release_count</code>	Counter	<code>type</code>	Lib (m

Valeurs des Étiquettes

omnimsc_location_update_complete_count -- l'étiquette `type` distingue les types de mise à jour de localisation selon 3GPP TS 24.008 :

Valeur	Description
imsi_attach	Attachement IMSI (abonné s'allumant)
normal	Mise à jour de localisation normale (abonné déplacé vers une nouvelle zone de localisation)
periodic	Mise à jour de localisation périodique (expiration du minuteur T3212)

omnimsc_auth_failure_count -- l'étiquette `reason` identifie la cause de l'échec :

Valeur	Description
mac_failure	Mismatch SRES/RES -- la réponse MS ne correspond pas à la valeur attendue
sync_failure	SQN hors de portée, resynchronisation nécessaire
timeout	Le minuteur d'authentification (T3260) a expiré sans réponse

omnimsc_paging_attempt_count -- l'étiquette `result` suit les résultats de pagination :

Valeur	Description
dispatched	Pagination envoyée aux BSC(s)
success	L'abonné a répondu à la pagination
timeout	Nombre maximum de tentatives épuisé sans réponse

omnimsc_peer_status -- l'étiquette `peer` identifie le pair distant par son nom configuré (par exemple, Default-GW, International-GW, MSC-02).

omnimsc_ss_operation_count -- l'étiquette `operation` identifie l'opération SS (enregistrer, effacer, activer, désactiver, interroger) et l'étiquette `ss_service` identifie le service cible (cfu, cfb, cfnry, cfnc, cw, clip, clir, baoc, baoic).

omnimsc_ussd_request_count -- l'étiquette `routing` distingue entre les requêtes SS traitées localement et celles relayées au HLR :

Valeur	Description
<code>local_ss</code>	Requête traitée localement par le MSC
<code>hlr_relay</code>	Requête relayée au HLR via MAP

omnimsc_call_release_count -- l'étiquette `type` distingue la direction de l'appel :

Valeur	Description
<code>mo</code>	Appel d'origine mobile libéré
<code>mt</code>	Appel terminé mobile libéré

Exemples de Requêtes PromQL

Les requêtes suivantes sont des points de départ utiles pour les tableaux de bord et les règles d'alerte.

Surveillance des appels actifs -- charge d'appel actuelle sur le MSC :

```
omnimsc_active_calls_count
```

Taux d'appels -- appels libérés par seconde, moyennés sur cinq minutes :

```
rate(omnimsc_call_release_count[5m])
```

Ratio d'échecs d'authentification -- échecs d'authentification par seconde par raison :

```
rate(omnimsc_auth_failure_count[5m])
```

Disponibilité des pairs -- identifier les pairs qui sont actuellement hors service :

```
omnimsc_peer_status
```

Débit SMS -- messages SMS par seconde :

```
rate(omnimsc_sms_sent_count[5m])
```

Taux de mise à jour de localisation par type -- répartition de l'activité LU :

```
sum by (type) (rate(omnimsc_location_update_complete_count[5m]))
```

Taux d'opération SS par service -- activité de service supplémentaire :

```
sum by (ss_service) (rate(omnimsc_ss_operation_count[5m]))
```

Répartition du routage USSD -- requêtes USSD locales vs relayées au HLR :

```
sum by (routing) (rate(omnimsc_ussd_request_count[5m]))
```

Systeme d'Alarme

OmniMSC déclenche et efface des alarmes pour des conditions nécessitant l'attention de l'opérateur. Chaque alarme a un niveau de gravité et un identifiant unique.

Types d'Alarme

Alarme	Gravité	Description
<code>sctp_link_down</code>	Critique	Association SCTP perdue avec STP
<code>hlr_unreachable</code>	Critique	HLR ne répond pas aux opérations MAP
<code>cdr_write_failure</code>	Majeur	Erreur d'écriture de fichier CDR
<code>overload</code>	Majeur	Seuil de surcharge du système dépassé

Événements de Télémétrie d'Alarme

Le sous-système d'alarme émet des événements de télémétrie qui peuvent être consommés par des systèmes de surveillance externes ou attachés aux métriques Prometheus :

Événement	Description
<code>[:omnimsc, :alarm, :raised]</code>	Émis lorsqu'une condition d'alarme est détectée. Les métadonnées incluent <code>alarm_id</code> , gravité, source et texte descriptif.
<code>[:omnimsc, :alarm, :cleared]</code>	Émis lorsqu'une condition d'alarme est résolue. Les métadonnées incluent <code>alarm_id</code> , gravité et source.

Les alarmes restent actives jusqu'à ce que la condition sous-jacente soit résolue, moment auquel l'événement d'effacement est émis. Plusieurs déclenchements du même `alarm_id` sans effacement intermédiaire sont dédupliqués.

Point de Terminaison de Santé

OmniMSC expose un point de terminaison de vérification de santé à utiliser par les équilibreur de charge et les systèmes d'orchestration.

GET /api/health renvoie l'état de santé global du système. La réponse indique si le MSC est opérationnel et accepte le trafic. Une réponse saine confirme que les sous-systèmes centraux (VLR, CC, client MAP, pile SIP) fonctionnent. Une réponse non saine indique qu'un ou plusieurs sous-systèmes critiques ont échoué.

Ce point de terminaison est adapté aux sondes de vivacité et de préparation de Kubernetes, ou pour les vérifications de santé des équilibreurs de charge dans des déploiements traditionnels.

Point de Terminaison de Statut

GET /api/status renvoie des informations détaillées sur le système, y compris le nombre d'appels actifs, le nombre d'abonnés enregistrés, les états des liens de pair, le résumé des alarmes, le nombre de processus BEAM et le temps de disponibilité. Ce point de terminaison fournit un instantané complet pour les tableaux de bord opérationnels et les fins de diagnostic.

La réponse de statut inclut toutes les informations nécessaires pour évaluer la capacité du système et identifier les composants dégradés sans nécessiter d'accès à Prometheus.

Protection contre la Surcharge

OmniMSC comprend un mécanisme de protection contre la surcharge configurable qui empêche le système de dépasser les limites de fonctionnement sûres. Le module de surcharge surveille en continu quatre métriques et les compare à des seuils configurables.

Seuils de Surcharge

Métrique	Seuil par Défaut	Description
Appels actifs	10 000	Nombre maximum d'appels CS simultanés
Abonnés enregistrés	50 000	Nombre maximum d'abonnés dans le VLR
Nombre de processus BEAM	500 000	Nombre maximum de processus Erlang
Taux de pagination	1 000/sec	Nombre maximum de requêtes de pagination par seconde

Lorsque l'un des seuils est dépassé, le module de surcharge rejette les nouvelles demandes de service avec la cause GSM 42 (congestion de l'équipement de commutation). Les appels déjà en cours ne sont pas affectés. L'état de surcharge est reflété dans l'événement de télémétrie `[:omnimsc, :overflow, :state_change]` et l'alarme `overflow`.

La protection contre la surcharge s'applique aux mises à jour de localisation, aux demandes d'établissement d'appels et aux transactions SMS. Les appels d'urgence contournent la protection contre la surcharge, quelle que soit la charge du système, conformément à 3GPP TS 22.101.

Pour la configuration des seuils, voir [Référence de Configuration](#).

Pool MSC et NRI

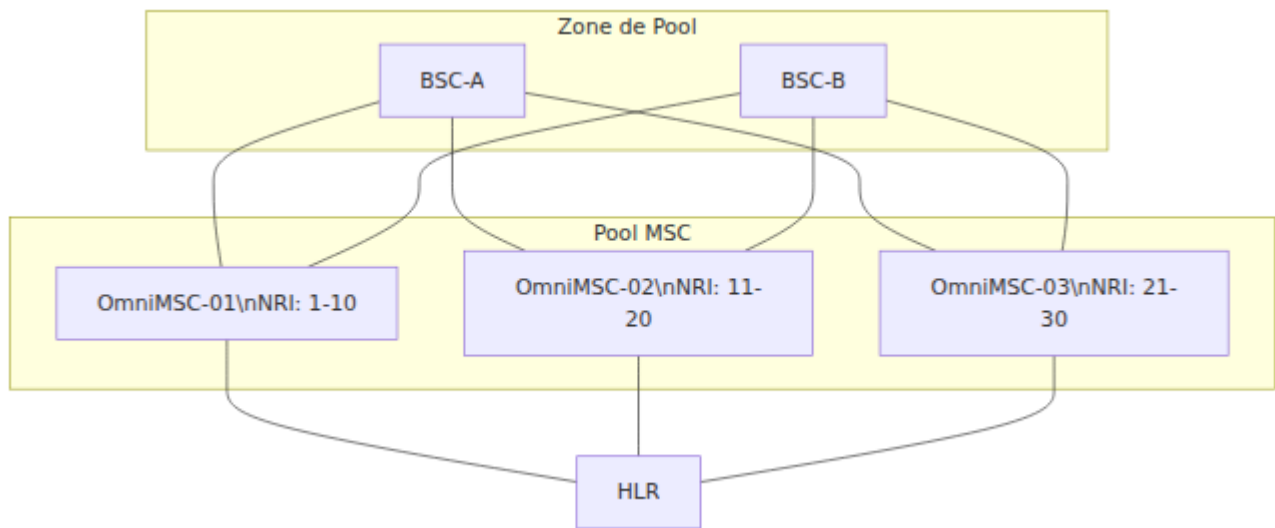
Ce document décrit l'architecture MSC-in-Pool mise en œuvre par OmniMSC par Omnitouch selon la norme 3GPP TS 23.236. Le pooling permet à plusieurs serveurs MSC de partager une zone de pool commune, offrant une distribution de charge entre les MSC et une résilience contre les pannes individuelles de MSC.

Pour un comportement de routage conscient du pool, voir [Routage](#). Pour la page Pool dans l'interface web, voir [Guide du Panneau de Contrôle](#). Pour les paramètres de configuration, voir [Référence de Configuration](#). Pour des détails sur l'allocation TMSI, y compris le design sans rollback et l'intégration NRI, voir [Sécurité](#).

Concept MSC-in-Pool

Dans une architecture traditionnelle, chaque BSC se connecte à un seul MSC. Si ce MSC échoue, tous les abonnés desservis par ses BSC perdent le service. Le pooling MSC répond à cette limitation en permettant aux BSC de se connecter à plusieurs MSC simultanément via l'interface A-Flex. Tout MSC dans le pool peut servir tout abonné arrivant de n'importe quel BSC dans la zone de pool.

Le mécanisme clé permettant le fonctionnement du pool est l'Identifiant de Ressource Réseau (NRI), un champ de bits intégré dans le TMSI qui identifie quel MSC a alloué ce TMSI. Lorsqu'un abonné présente un TMSI à un BSC, le BSC extrait le NRI et achemine le signal vers le MSC correct. Si ce MSC n'est pas disponible, le BSC sélectionne un MSC alternatif dans le pool, et le MSC récepteur gère l'abonné localement.



Chaque BSC maintient des associations SCTP avec chaque MSC dans le pool. Pour les abonnés revenants, le BSC utilise le NRI dans le TMSI pour sélectionner le MSC qui a initialement enregistré l'abonné. Pour les nouveaux abonnés (sans TMSI ou NRI nul), le BSC utilise une sélection par round-robin ou basée sur la charge.

Identifiant de Ressource Réseau (NRI)

Le NRI est codé dans le TMSI de 32 bits alloué par le MSC. Selon la norme 3GPP TS 23.236, le champ NRI est placé immédiatement après les deux bits réservés les plus significatifs du TMSI. La longueur du champ NRI est configurable et doit être identique entre tous les membres du pool.

Disposition des Bits TMSI

Bits 31-30 2 bits Réservé	Bits 29-20 10 bits NRI	Bits 19-0 20 bits Aléatoire
---------------------------------	------------------------------	-----------------------------------

La longueur de bit NRI par défaut est de 10, supportant jusqu'à 1024 valeurs NRI distinctes. Des déploiements plus petits peuvent utiliser moins de bits.

Longueur de Bit NRI	Valeurs NRI Maximales	Bits Restants TMSI
5	32	25
8	256	22
10	1024	20

La valeur NRI 0 est réservée comme le "NRI nul" et indique que le TMSI n'a pas été attribué par un membre du pool. Un abonné présentant un NRI nul est traité comme un nouvel abonné et accepté localement avec une nouvelle allocation de TMSI.

Allocation TMSI

Lorsque le mode pool est actif, OmniMSC intègre l'une de ses valeurs NRI assignées dans chaque TMSI qu'il alloue. Le processus d'allocation génère un TMSI de base aléatoire de 32 bits, puis écrase le champ de bits NRI avec la valeur NRI désignée du MSC. Cela garantit que tout BSC dans la zone de pool peut déterminer quel MSC possède un abonné donné en inspectant le TMSI. Pour le comportement général d'allocation et de confirmation de TMSI (y compris le choix de design sans rollback), voir [Sécurité](#).

Le MSC utilise sa première valeur NRI configurée comme valeur par défaut pour les nouvelles allocations. Toutes les valeurs NRI attribuées au MSC sont reconnues comme "locales" lors de l'évaluation des TMSI entrants.

Configuration

L'appartenance au pool est configurée sous la clé pool dans la configuration du MSC (voir [Référence de Configuration](#)). Les paramètres essentiels sont :

Paramètre	Par défaut	Description
pool_id	nil (pooling désactivé)	Identifiant du pool. Tous les MSC dans le même pool doivent partager le même pool_id. Défini sur nil pour fonctionner en mode autonome (non poolé).
nri_bitlength	10	Nombre de bits utilisés pour le champ NRI dans le TMSI. Doit être identique entre tous les membres du pool. Plage valide : 1 à 15 selon la section 5 de la TS 23.236.
nri_values	(liste vide)	Liste des valeurs NRI possédées par cette instance de MSC. Les TMSI alloués par ce MSC contiendront l'une de ces valeurs. Les plages NRI ne doivent pas se chevaucher entre les membres du pool.
members	(liste vide)	Liste des autres instances de MSC dans le pool. Chaque entrée de membre comprend un nom logique, un code de point SS7 et des valeurs NRI assignées. Utilisé pour le relais d'abonnés basé sur NRI et le suivi de santé.

Chaque entrée de membre dans la liste des membres nécessite :

Paramètre	Description
name	Nom logique du membre distant du pool
point_code	Code de point SS7 du MSC distant, utilisé pour le signalement MAP/E-interface
nri_values	Valeurs NRI assignées au membre distant, utilisées pour identifier quel MSC possède un TMSI donné

Gestion des NRI Étrangers

Lorsqu'un abonné présente un TMSI contenant un NRI appartenant à un autre membre du pool, le MSC récepteur doit décider comment gérer l'abonné. Cette situation se produit lorsque la fonction de sélection basée sur NRI du BSC (NNSF) achemine vers le mauvais MSC, ou lorsque le MSC propriétaire n'est pas disponible.

Bits 31-30 2 bits Réservé	Bits 29-20 10 bits NRI	Bits 19-0 20 bits Aléatoire
---------------------------------	------------------------------	-----------------------------------

Le Gestionnaire de Pool accepte toujours l'abonné localement et réalloue le TMSI avec une valeur NRI locale. La décision sur la façon de résoudre l'identité de l'abonné dépend de l'état de santé du MSC propriétaire :

État du MSC Propriétaire	Comportement
Accessible	Envoyer MAP SendIdentification au MSC propriétaire pour récupérer l'IMSI et les vecteurs d'authentification, puis continuer la mise à jour de localisation avec l'identité reçue
Inaccessible	Demander l'IMSI directement à l'UE via une Demande d'Identité, puis récupérer les vecteurs d'authentification depuis le HLR
Inconnu	Même comportement que inaccessible ; demander l'IMSI à l'UE

Dans tous les cas, l'abonné est réenregistré au MSC récepteur avec un nouveau TMSI contenant une valeur NRI locale.

Suivi de la Santé des Membres du Pool

Chaque MSC dans le pool surveille la santé des autres membres du pool. L'état de santé est suivi par membre et affecte directement le comportement de gestion des NRI étrangers.

État du Membre	Description	Effet sur la Gestion des NRI Étrangers
Actif	Le membre répond aux sondes de santé	Les abonnés NRI étrangers sont identifiés via MAP SendIdentification au MSC propriétaire
Inactif	Le membre n'a pas répondu dans le délai imparti	Les abonnés NRI étrangers sont identifiés en demandant l'IMSI à l'UE
Inconnu	État initial avant que les sondes de santé ne soient terminées	Traité de la même manière que Inactif
En Drainage	Le membre a annoncé un drainage pour maintenance	Aucun nouvel abonné n'est relayé ; les sessions existantes sont maintenues jusqu'à leur achèvement

Lorsqu'un membre du pool redémarre, il diffuse un MAP Reset à tous les membres du pool. Les MSC récepteurs marquent tous les enregistrements d'abonnés appartenant à l'origine au MSC réinitialisé pour réenregistrement lors du prochain contact. Les changements d'état de santé sont diffusés au Panneau de Contrôle via PubSub pour une visibilité en temps réel.

Procédure de Mise à Niveau Continue

L'architecture du pool permet des mises à niveau sans temps d'arrêt en drainant et en mettant à niveau un MSC à la fois.

1. Définir l'état du MSC cible sur drainage via le Panneau de Contrôle ou l'API. Les BSC cessent d'envoyer de nouveaux abonnés à ce MSC ; les sessions existantes continuent.
2. Attendre que les appels actifs se terminent naturellement. Surveiller le nombre d'appels actifs sur le tableau de bord.
3. Émettre une commande de nettoyage à toutes les connexions BSC restantes.
4. Arrêter le processus MSC. Les abonnés restants se réenregistreront sur d'autres membres du pool lors du prochain contact.
5. Appliquer la mise à jour logicielle ou le changement de configuration.
6. Démarrer le MSC mis à niveau. Il établit des associations SCTP avec les BSC et s'annonce via MAP Reset.
7. Le MSC commence à accepter de nouveaux abonnés. Les BSC l'incluent dans leur algorithme de sélection.
8. Vérifier la santé sur la page Pool : état du membre est Actif, allocation NRI est correcte, les abonnés s'enregistrent.

Répéter pour chaque MSC dans le pool.

Page LiveView du Pool

La page Pool dans le Panneau de Contrôle affiche :

- Identité du pool : ID de pool, valeurs NRI locales, longueur de bit NRI.
- Tableau d'état des membres : nom, code de point, plage NRI, état de santé (Actif, Inactif ou En Drainage), horodatage de la dernière sonde, et nombre d'abonnés par membre.

- Graphique de distribution NRI : distribution visuelle des abonnés à travers les plages NRI.
- Événements NRI étrangers : rencontres récentes de NRI étrangers montrant le TMSI présenté, MSC propriétaire, et résultat (relayé via MAP SendIdentification, résolu via demande IMSI, ou échoué).
- Statistiques du pool : total des abonnés du pool, ratio NRI local par rapport à étranger, taux de réussite du relais.

Références de Spécification 3GPP

Spécification	Titre	Pertinence
TS 23.236	Connexion intra-domaine des nœuds RAN à plusieurs nœuds CN	Architecture de Pool MSC, format NRI, sélection BSC
TS 23.012	Procédures de Gestion de Localisation	Interaction VLR avec l'opération de pool
TS 29.002	Spécification MAP	MAP SendIdentification, MAP Reset pour la coordination du pool
TS 48.008	Interface BSC-MSC (A-Flex)	Extensions A-Flex pour le signalement BSSAP conscient du pool

Routage

Ce document décrit comment OmniMSC par Omnitouch analyse les numéros appelés, sélectionne les routes et livre les appels à leurs destinations. Il couvre le pipeline d'analyse des numéros, la table de routage, les types de destinations pris en charge, la fonction GMSC et les interfaces de gestion des routes.

Pour des diagrammes de flux d'appel montrant comment le routage s'intègre à la configuration des appels, voir [Diagrammes de Flux d'Appel](#). Pour les paramètres de configuration de la table de routage, voir [Référence de Configuration](#). Pour la surveillance de la santé des pairs SIP, voir [SIP Trunking](#). Pour des détails sur les groupes de troncs ISUP, voir [ISUP Trunking](#). Pour la gestion des routes via le panneau de contrôle, voir [Guide du Panneau de Contrôle](#).

Analyse des Numéros

Lorsqu'un appel est initié, OmniMSC classe le numéro appelé pour déterminer son type et le normaliser au format E.164. La classification suit un ordre de priorité et utilise la configuration de routage pour le déploiement (code pays, préfixe national, préfixe international, numéros d'urgence et codes courts).

Ordre de Classification

Le moteur d'analyse des numéros évalue le numéro appelé par rapport aux catégories suivantes dans l'ordre. La première correspondance l'emporte.

Priorité	Type de Numéro	Règle de Détection	Normalisation
1	Urgence	Correspondance exacte avec la liste de numéros d'urgence configurée (par exemple, 112, 911, 000)	Inchangé; l'indice de route est défini sur :emergency
2	Code court	Correspondance exacte avec la table de codes courts configurée, où chaque code correspond à un type de service (assistance opérateur, demande d'annuaire, etc.)	Inchangé; l'indice de route est défini sur l'atome de type de service
3	International	Le numéro commence par "+" ou par le préfixe international configuré (par défaut "00")	Supprimé du préfixe international et préfixé avec "+" pour produire E.164
4	National	Le numéro commence par le préfixe national configuré (par défaut "0")	Le préfixe national est supprimé, puis le code pays est préfixé avec "+" pour produire E.164
5	Local	Tout numéro restant qui ne correspond pas aux précédents	Le code pays et le code régional sont préfixés avec "+" pour produire E.164

Après classification, le numéro E.164 normalisé est passé à la table de routage pour une correspondance de préfixe la plus longue.

Table de Routage

La table de routage est une structure de données soutenue par ETS qui associe les préfixes de numéros aux destinations. C'est le point de décision central pour tout le routage des appels sortants dans OmniMSC.

Correspondance de Préfixe le Plus Long

Lorsqu'un numéro est présenté pour le routage, la table de routage itère de la longueur complète du numéro jusqu'à un seul chiffre, vérifiant un préfixe correspondant à chaque étape. La première correspondance (la plus longue) trouvée est utilisée. Si aucune correspondance spécifique au préfixe n'est trouvée, la table revient à la route par défaut (le préfixe est la chaîne vide). Si aucune route par défaut n'existe, l'appel échoue avec une erreur de no-route-to-destination.

Ordre de Priorité

Chaque entrée de route porte une valeur de priorité numérique. Les valeurs plus élevées ont la priorité. La priorité est utilisée lorsque la table de routage est affichée et lors de la gestion des entrées qui se chevauchent. Les routes d'urgence doivent être configurées avec la priorité la plus élevée (par exemple, 100) pour s'assurer qu'elles ne sont jamais masquées par des entrées moins spécifiques.

Exemple de Table de Routage

Le tableau suivant illustre comment la table de routage résout différents numéros appelés.

Préfixe	Type	Destination	Priorité	But
000	:sip	Pair SIP "Default-GW"	100	Numéro d'urgence — la route doit correspondre à <code>psap_address</code>
04	:local	Abonné VLR	50	Numéros de mobile australien
0412	:sip	Pair SIP "Mobile-GW"	50	Préfixe mobile spécifique routé vers une passerelle SIP
001	:sip	Pair SIP "International-GW"	10	Préfixe de composition internationale
07	:isup	Groupe de troncs "Mobile-Interconnect"	10	Interconnexion mobile via SS7
08	:sip_with_failover	Principal : Pair SIP "Primary-SIP-GW", Secours : Tronc ISUP "Backup-ISUP"	10	SIP avec secours ISUP automatique
09	:sip_i	Pair SIP-I "MSC-02-SIP-I"	10	SIP avec ISUP encapsulé vers un MSC pair

Préfixe	Type	Destination	Priorité	But
(vide)	:sip	Pair SIP "Default-GW"	1	Route par défaut catch-all

Avec cette table en place :

Numéro Composé	Préfixe Correspondant	Destination	Raison
000	000	SIP: Default-GW	Correspondance exacte sur le préfixe d'urgence
0412345678	0412	SIP: Mobile-GW	Correspondance la plus longue (4 chiffres bat l'entrée de 2 chiffres "04")
0498765432	04	Abonné VLR local	Correspond à "04" mais pas à "0412"
0011234567	001	SIP: International-GW	Correspondance la plus longue (3 chiffres)
0312345678	(vide)	SIP: Default-GW	Pas de correspondance de préfixe; tombe sur le défaut

Types de Routes

OmniMSC prend en charge les types de destinations suivants dans la table de routage.

Appels d'Urgence

Les appels d'urgence ne sont pas un type de route séparé. Le MSC détecte les appels d'urgence à partir du type de message CC Emergency Setup (3GPP TS 24.008 §9.3.8, type de message 0x0E) et du type de demande de service CM (:emergency). Une authentification est tentée mais l'appel se poursuit indépendamment du résultat. Le chiffrement est établi si l'authentification réussit ; sinon, l'appel se poursuit sans.

Les messages de configuration d'urgence ne transportent pas de numéro BCD de partie appelée — le terminal envoie uniquement un IE de Capacité de Support optionnel et un IE de Catégorie de Service d'Urgence. Le MSC utilise le psap_address de la configuration d'urgence comme numéro appelé pour la recherche dans la table de routage. Ce numéro est ensuite routé à travers la table de routage normale comme tout autre appel. L'entrée de route à laquelle il correspond peut être de tout type (:sip, :isup, :sip_i, etc.).

Exemple : Pour router les appels d'urgence vers un pair SIP nommé "Default-GW" :

```
# Table de routage – psap_address "000" correspondra à cette
entrée
%{prefix: "000", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 100}

# Configuration d'urgence – psap_address est utilisé comme numéro
appelé
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency,
  psap_address: "000"
```

Si l'authentification échoue, l'IMEI de l'appelant est utilisé comme numéro de partie appelante au lieu du MSISDN. Les numéros d'urgence sont également détectés lors de l'analyse des numéros et peuvent déclencher un traitement d'urgence même avant que la table de routage ne soit consultée.

:local

Routage de l'appel vers un abonné enregistré dans le VLR local. Le MSC recherche le MSISDN appelé dans le VLR, page l'abonné via le BSC ou RNC approprié, et établit l'appel via l'interface A ou l'interface lu-CS.

:sip

Routage de l'appel vers un pair SIP configuré en envoyant une invitation SIP. L'entrée de route spécifie le pair par nom ; l'adresse IP, le port, le transport et la configuration du codec du pair sont résolus à partir de la table des pairs SIP. Le Trunk Router vérifie que le pair est joignable (le statut n'est pas "down") et que le pair a des canaux disponibles avant de router.

:isup

Routage de l'appel via un groupe de troncs ISUP SS7. L'entrée de route spécifie le nom du groupe de troncs, le code de point de destination et la plage CIC (Circuit Identification Code). Le Trunk Router alloue un circuit inactif du groupe de troncs, construit un Message d'Adresse Initiale (IAM) et l'envoie via le transport M3UA/SCTP à l'échange distant.

:sip_i

Routage de l'appel vers un pair SIP-I, où le message ISUP complet est encapsulé dans le corps SIP. SIP-I préserve tous les éléments d'information ISUP pendant l'interconnexion, évitant la perte d'information qui peut se produire avec la conversion standard SIP-ISUP. Pour les détails du protocole, voir [SIP-I Trunking](#).

:sip_with_failover

Tente l'appel via un pair SIP principal en premier. Si le pair SIP est injoignable, retourne une erreur 5xx, ou expire, le Trunk Router réessaie automatiquement l'appel via un groupe de troncs ISUP de secours configuré. Ce type de destination nécessite à la fois un nom de pair SIP (principal) et un groupe de troncs ISUP avec code de point (secours).

:gmsc

Invoke la fonction Gateway MSC. Le MSC envoie une demande MAP SendRoutingInfo au HLR pour obtenir le MSRN (Mobile Station Roaming Number) pour l'abonné appelé, puis route l'appel vers le MSC de service en utilisant le MSRN retourné. Voir la section Fonction GMSC ci-dessous pour plus de détails.

:transit

Routage de l'appel en tant qu'appel de transit entre les types de troncs sans instancier un FSM de Contrôle d'Appel complet. Les routes de transit sont utilisées pour l'opération passerelle ISUP vers SIP, l'interconnexion SIP vers ISUP, le commutateur tandem ISUP vers ISUP, et le transit proxy SIP vers SIP. Les routes de transit incluent le contexte source (le type et le nom de tronc entrants) pour faire correspondre les appels entrants provenant de troncs spécifiques.

Gestion de la Table de Routage

Interface Web

La page Routes et Troncs dans le Panneau de Contrôle OmniMSC fournit une interface à onglets pour gérer les routes, les groupes de troncs ISUP et les pairs SIP. Depuis l'onglet Table de Routage, les opérateurs peuvent ajouter, modifier et supprimer des routes via des formulaires modaux. Les modifications de route prennent effet immédiatement sans nécessiter de redémarrage. Les routes chargées depuis la configuration au démarrage peuvent être remplacées à l'exécution. Pour des détails sur l'interface web, voir [Guide du Panneau de Contrôle](#).

API REST

Les routes peuvent également être gérées de manière programmatique via l'API REST.

Méthode	Point de terminaison	Description
GET	/api/routes	Liste toutes les routes dans la table
POST	/api/routes	Ajoute une route. Le corps de la requête inclut le préfixe, le type, le pair (pour les types SIP) et la priorité.
DELETE	/api/routes/:prefix	Supprime une route par son préfixe

Test de Recherche de Route

Le point de terminaison de recherche de route permet aux opérateurs et aux systèmes d'intégration de tester les décisions de routage sans passer un appel.

Méthode	Point de terminaison	Description
GET	/api/routes/lookup/:number	Retourne la destination qui serait sélectionnée pour le numéro appelé donné, ou une indication de no-route si aucune correspondance n'existe

Fonction GMSC

Lorsque OmniMSC reçoit un appel pour un abonné mobile qui n'est pas enregistré dans le VLR local, il peut agir en tant que Gateway MSC (GMSC) conformément à la 3GPP TS 23.018. La fonction GMSC comble le fossé entre le réseau appelant et le MSC visité où l'abonné est actuellement enregistré.

Flux de Routage d'Appel MT

1. Un appel entrant arrive d'un tronc PSTN ou d'une passerelle SIP avec le MSISDN de l'abonné comme numéro appelé.
2. La recherche dans la table de routage retourne le type de destination :gmsc pour ce préfixe.
3. OmniMSC envoie une demande MAP SendRoutingInfo (SRI) au HLR de l'abonné, fournissant le MSISDN appelé.
4. Le HLR identifie le VLR de service et lui demande d'allouer un Numéro de Roaming de Station Mobile (MSRN).
5. Le HLR retourne le MSRN à OmniMSC dans la réponse SRI.
6. OmniMSC route l'appel vers le MSC de service en utilisant le MSRN, soit via un IAM ISUP, soit via une invitation SIP selon le type d'interconnexion.
7. Le MSC de service page l'abonné et complète la configuration de l'appel MT.

Pool de MSRN

OmniMSC maintient un pool de MSRNs pour allocation lors du routage d'appels MT. Lorsqu'un abonné est pagé au MSC local, un MSRN est alloué à partir du pool, associé à l'IMSI de l'abonné, et retourné au GMSC interrogeant. Le MSRN est libéré dans le pool une fois que l'appel entrant arrive ou que l'allocation expire.

Routage Sensible au Pool

Lorsque le mode de pool MSC est actif (voir [Pool MSC et NRI](#)), le module de routage prend en compte le NRI intégré dans le TMSI de l'abonné lors du routage des appels MT. Si le TMSI d'un abonné contient un NRI étranger (appartenant à un autre membre du pool), le MSC peut relayer l'abonné au MSC propriétaire via MAP SendIdentification, réenregistrer l'abonné localement si le MSC propriétaire est injoignable, ou router les appels MT vers le MSC propriétaire si l'abonné ne s'est pas encore réenregistré localement.

Le routage basé sur le NRI est automatique lorsque le mode pool est activé et ne nécessite pas d'entrées explicites dans la table de routage.

Flux d'Analyse des Numéros

Le flux de décision de routage complet, du numéro appelé à la destination, se déroule à travers les étapes suivantes :

1. Vérification de l'interdiction d'appel -- si l'abonné est interdit de ce type d'appel, l'appel est rejeté avec un code de cause GSM.
 2. Vérification du déclencheur CAMEL -- si une clé de service CAMEL correspond, un InitialDP est envoyé au SCP. Le SCP peut modifier le numéro appelé, se connecter à une destination différente, ou libérer l'appel.
 3. Analyse du numéro -- le numéro appelé est classé et normalisé comme décrit ci-dessus.
 4. Recherche dans la table de routage -- correspondance de préfixe le plus long contre la table de routage.
 5. Dispatch de la destination -- l'appel est remis au gestionnaire approprié en fonction du type de destination correspondant.
 6. Secours (si applicable) -- pour les routes :sip_with_failover, une tentative SIP échouée déclenche une nouvelle tentative automatique via le tronc de secours ISUP.
-

Groupes de Troncs ISUP

Chaque groupe de troncs ISUP représente un ensemble de circuits vocaux vers un échange SS7 distant. Les groupes de troncs sont identifiés par un nom et configurés avec un code de point de destination et une plage CIC. Lorsque le routage sélectionne un groupe de troncs ISUP, le Trunk Router alloue le circuit inactif disponible le plus bas et envoie un IAM.

Les groupes de troncs prennent en charge des niveaux de priorité : primaire (premier choix), débordement (utilisé lorsque les circuits primaires sont

épuisés), et dernier recours. Seuls les groupes de troncs actifs sont sélectionnés pour le routage ; les groupes de troncs inactifs ou congestionnés sont ignorés.

Chaque groupe de troncs suit les compteurs de saisie, de réponse, de occupation, de congestion et de libération pour la surveillance opérationnelle.

Sélection de Pair SIP

Les pairs SIP représentent des passerelles VoIP distantes, des nœuds IMS ou des fournisseurs de trunking SIP. Chaque pair est configuré avec une adresse, un port, un transport (UDP, TCP ou TLS), des codecs pris en charge et un maximum de canaux concurrents.

La santé des pairs est surveillée via des keepalives SIP OPTIONS périodiques. Si un pair cesse de répondre, son statut passe à "down" et le pair est exclu du routage. Lorsqu'une route spécifie un pair SIP par nom, le Trunk Router vérifie que le pair est joignable et a une capacité disponible avant de router l'appel.

Références de Spécification 3GPP

Spécification	Titre	Pertinence
TS 23.018	Gestion de Base des Appels	Fonction GMSC, routage d'appels MT, analyse des numéros
TS 29.002	Spécification MAP	MAP SendRoutingInfo, allocation de MSRN
TS 23.078	CAMEL Phase 4	Gestion des déclencheurs CAMEL dans le flux de routage

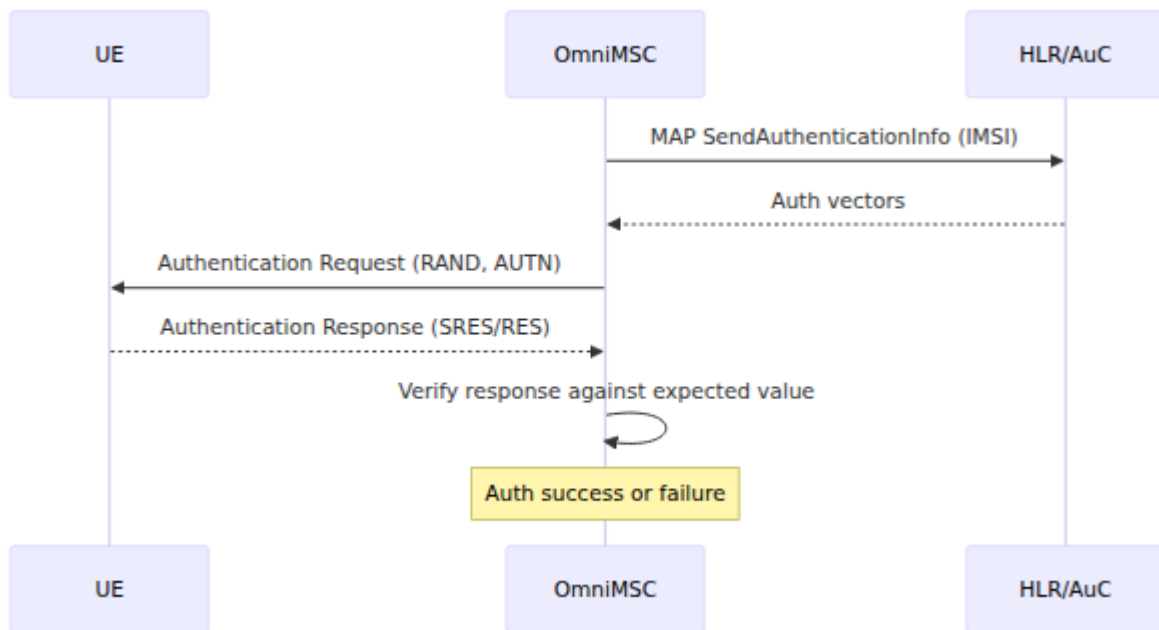
Sécurité

Ce document décrit les mécanismes d'authentification, de chiffrement et de gestion des identités mis en œuvre par OmniMSC, y compris l'authentification GSM et UMTS, le chiffrement de l'interface radio, l'allocation de TMSI et les procédures de demande d'identité. Pour la configuration des algorithmes de chiffrement et des paramètres de sécurité, voir [Référence de Configuration](#). Pour les opérations MAP qui soutiennent l'authentification, voir [Opérations MAP](#). Pour l'allocation de TMSI dans les déploiements de pool MSC avec encodage NRI, voir [Pool MSC et NRI](#).

Vue d'ensemble de l'authentification

OmniMSC prend en charge l'authentification GSM (2G) et UMTS (3G) comme défini dans 3GPP TS 33.102 et TS 24.008 Section 4.3. L'authentification est effectuée lors des mises à jour de localisation et, en option, lors de l'établissement d'appels et des transactions SMS.

Le MSC ne stocke pas les informations d'identification à long terme des abonnés (Ki). Les vecteurs d'authentification sont obtenus auprès du HLR/AuC via MAP SendAuthenticationInfo (voir [Opérations MAP](#)). Le MSC envoie l'IMSI au HLR, qui renvoie un ensemble de vecteurs d'authentification. Le MSC défie ensuite l'UE et vérifie sa réponse. L'état d'authentification actuel de l'abonné et le nombre de tuples restants sont visibles dans le panneau de contrôle — voir [Guide du Panneau de Contrôle](#).



UMTS AKA (Authentication et Accord de Clé)

L'authentification UMTS et l'accord de clé fournissent une authentification mutuelle : le réseau authentifie l'abonné et l'abonné authentifie le réseau. C'est la méthode d'authentification préférée pour les terminaux équipés de USIM.

Le HLR renvoie des quintuplets, chacun contenant cinq valeurs :

Champ	Taille	Description
RAND	128 bits	Défi aléatoire généré par AuC
XRES	32-128 bits	Réponse attendue, utilisée par le MSC pour vérifier l'UE
CK	128 bits	Clé de chiffrement pour le chiffrement de l'interface radio
IK	128 bits	Clé d'intégrité pour la protection de l'intégrité de l'interface radio
AUTN	128 bits	Jeton d'authentification, utilisé par l'UE pour vérifier le réseau

Le MSC envoie RAND et AUTN à l'UE. Le USIM vérifie AUTN pour authentifier le réseau, puis calcule RES, CK et IK. Le MSC compare le RES retourné avec XRES pour authentifier l'abonné.

Resynchronisation SQN

AUTN contient un numéro de séquence (SQN) que le USIM vérifie pour prévenir les attaques par rejeu. Si le USIM détermine que SQN est hors de portée (par exemple, après une longue période d'inactivité ou une restauration de base de données), il renvoie un Échec d'Authentification avec la cause "échec SQN" et inclut un AUTS (jeton de resynchronisation) de 112 bits. Le MSC transmet AUTS au HLR dans une nouvelle demande MAP SendAuthenticationInfo, permettant à l'AuC de resynchroniser son compteur SQN et de renvoyer des vecteurs frais.

GSM AKA

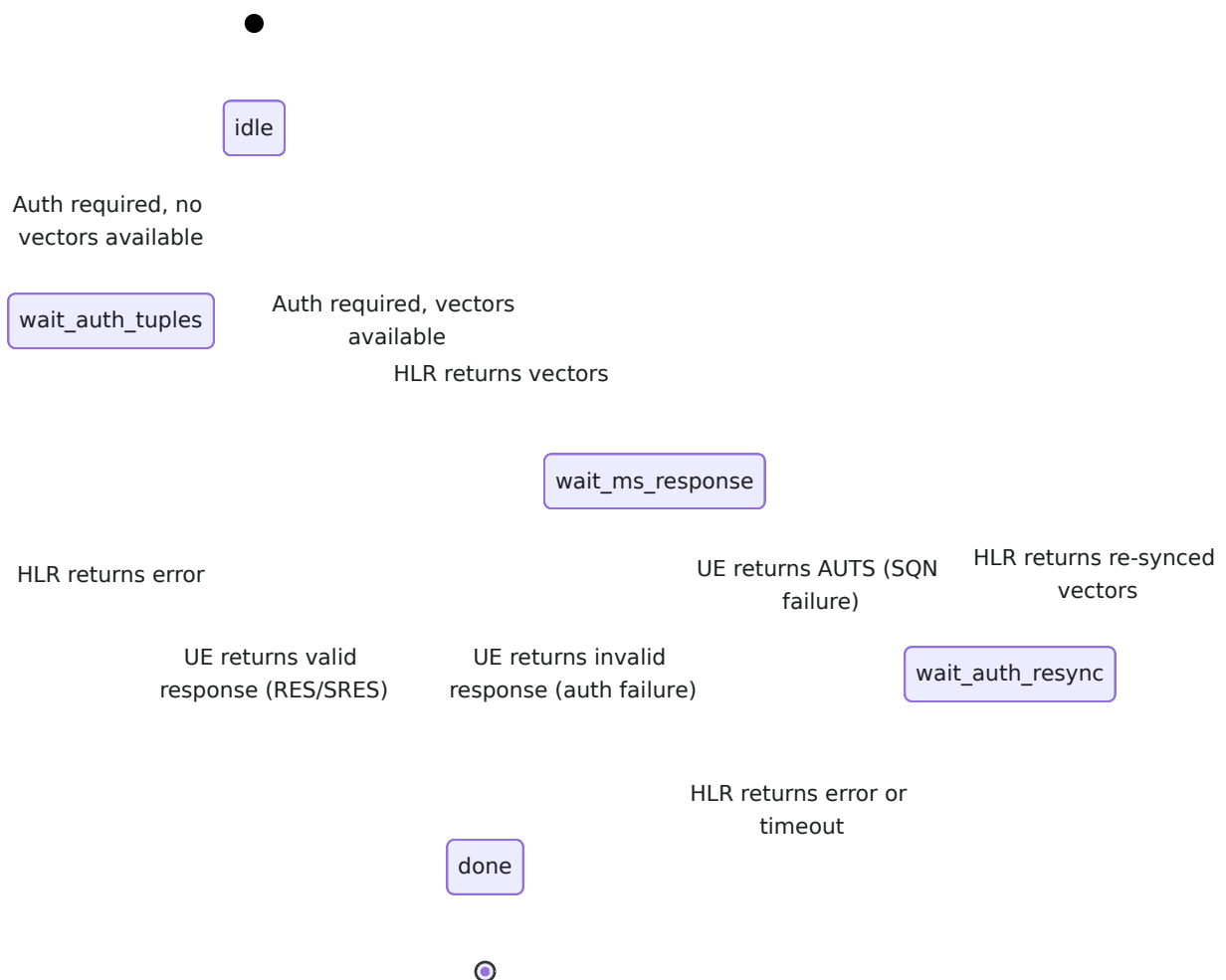
L'authentification GSM utilise des triplets pour les abonnés uniquement 2G (SIM sans application USIM). Chaque triplet contient :

Champ	Taille	Description
RAND	128 bits	Défi aléatoire
SRES	32 bits	Réponse signée, calculée par la SIM en utilisant A3(Ki, RAND)
Kc	64 bits	Clé de chiffrement, calculée par la SIM en utilisant A8(Ki, RAND)

L'authentification GSM est unidirectionnelle : le réseau authentifie l'abonné, mais l'abonné n'authentifie pas le réseau. Le MSC envoie RAND, la SIM calcule SRES et Kc, et le MSC vérifie SRES par rapport à la valeur attendue du triplet.

États de la FSM d'authentification

La procédure d'authentification est gérée par une machine à états finis au sein du VLR. La FSM suit l'avancement de chaque tentative d'authentification.



Dans l'état `wait_auth_tuples`, le MSC a envoyé MAP SendAuthenticationInfo et attend des vecteurs du HLR. Dans `wait_ms_response`, le MSC a envoyé une Demande d'Authentification à l'UE et attend la réponse. L'état `wait_auth_resync` gère la procédure de resynchronisation AUTS lorsque l'UE signale un décalage de numéro de séquence.

Chiffrement

Après une authentification réussie, le MSC initie le chiffrement de l'interface radio pour protéger les signaux et le trafic utilisateur sur le chemin radio.

GERAN (2G/3G via BSC)

Pour l'interface A, le MSC envoie une Commande de Mode de Chiffrement BSSMAP au BSC, portant la clé de chiffrement (Kc) et l'algorithme A5

sélectionné. Le BSC active le chiffrement sur le canal radio et renvoie le Mode de Chiffrement Complété.

Algorithme	Sécurité	Description
A5/1	Modéré	Chiffre GSM original, largement déployé
A5/3	Fort	Chiffre basé sur KASUMI, recommandé pour tous les déploiements

UTRAN (3G via RNC)

Pour l'interface lu-CS, le MSC envoie une Commande de Mode de Sécurité RANAP au RNC, portant CK, IK, et les algorithmes UEA (chiffrement) et UIA (intégrité) sélectionnés. Le RNC active le chiffrement et la protection de l'intégrité et renvoie le Mode de Sécurité Complété.

Configuration A5 Autorisée

L'opérateur configure l'ensemble des algorithmes A5 autorisés. Le MSC sélectionne l'algorithme le plus fort pris en charge à la fois par la configuration du réseau et par les capacités rapportées de la station mobile.

Les algorithmes autorisés sont spécifiés sous forme de liste : `allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]`. Le MSC croise cette liste avec les capacités de classe de la MS et sélectionne la correspondance de la plus haute force. Si aucun algorithme commun n'existe et qu'A5/0 n'est pas autorisé, le MSC rejette la connexion.

Allocation de TMSI

Le MSC alloue une Identité Mobile Abonnée Temporaire (TMSI) à chaque abonné après une mise à jour de localisation réussie. Le TMSI remplace l'IMSI pour les appels de localisation et l'identification ultérieurs, réduisant l'exposition de l'identité permanente sur l'interface radio.

Allocation et Confirmation

Après avoir terminé l'authentification, le chiffrement et l'échange HLR UpdateLocation, le MSC génère un nouveau TMSI et l'envoie à la station mobile dans le message d'Acceptation de Mise à Jour de Localisation. La MS stocke le TMSI et répond avec TMSI Reallocation Complete.

Si le TMSI Reallocation Complete n'est pas reçu dans le délai de réallocation, le MSC confirme le nouveau TMSI plutôt que de revenir en arrière. Ce choix de conception empêche un scénario où la MS a réussi à stocker le nouveau TMSI mais la confirmation a été perdue sur l'interface radio -- revenir en arrière laisserait le MSC et la MS avec des TMSI non concordants, rompant les appels de localisation ultérieurs.

TMSI dans le Pool MSC

Lorsqu'il fonctionne dans un pool MSC (3GPP TS 23.236), le TMSI porte des bits NRI (Identifiant de Ressource Réseau) qui permettent au BSC de diriger les abonnés revenants vers le bon MSC dans le pool. Le NRI est intégré dans une plage de bits configurable au sein du TMSI. Lorsqu'un BSC reçoit une demande de service ou une réponse de localisation contenant un TMSI, il extrait le NRI et dirige le signal vers le MSC qui possède cette plage NRI.

Pour la configuration du pool MSC et l'attribution NRI, voir [Pool MSC & NRI](#).

Demande d'identité

Lorsque le MSC ne peut pas résoudre l'identité d'un abonné -- par exemple, lorsqu'un TMSI est présenté qui n'est pas trouvé dans le VLR local (après un redémarrage du MSC, un réacheminement de pool ou un débordement de VLR) -- le MSC envoie une Demande d'Identité à la station mobile demandant l'IMSI.

La MS répond avec une Réponse d'Identité contenant son IMSI. Le MSC procède ensuite à l'authentification en utilisant l'IMSI. Cette procédure est définie dans 3GPP TS 24.008 Section 4.3.3.

La Demande d'Identité est également utilisée pour obtenir l'IMEI (Identité Internationale d'Équipement Mobile) lorsque le contrôle de l'équipement est requis.

Références de Spécification 3GPP

Spécification	Titre	Pertinence
TS 33.102	Sécurité 3G ; Architecture de Sécurité	UMTS AKA, quintuplets, resynchronisation SQN, hiérarchie des clés
TS 24.008	Couche 3 de l'Interface Radio Mobile	Demande/Réponse d'Authentification (Sec 4.3), Demande d'Identité (Sec 4.3.3), Réallocation de TMSI (Sec 4.3.1)
TS 43.020	Fonctions Réseau Liées à la Sécurité	Algorithmes de chiffrement GSM A3/A8, A5
TS 48.008	Interface MSC-BSS (BSSMAP)	Commande/Complété de Mode de Chiffrement
TS 25.413	Interface UTRAN Iu (RANAP)	Commande/Complété de Mode de Sécurité
TS 23.236	Connexion Intra- Domaine des Nœuds RAN à Plusieurs Nœuds CN	Allocation NRI, structure TMSI pour pool MSC
TS 29.002	Spécification MAP	MAP SendAuthenticationInfo

Interface SGs et CSFB

Ce document décrit l'interface SGs et l'implémentation de Circuit-Switched Fallback (CSFB) dans OmniMSC par Omnitouch selon la norme 3GPP TS 29.118. L'interface SGs connecte le MSC/VLR au MME, permettant une attache combinée EPS/IMSI, la pagination CS via le réseau LTE, et la livraison de SMS sans CS fallback.

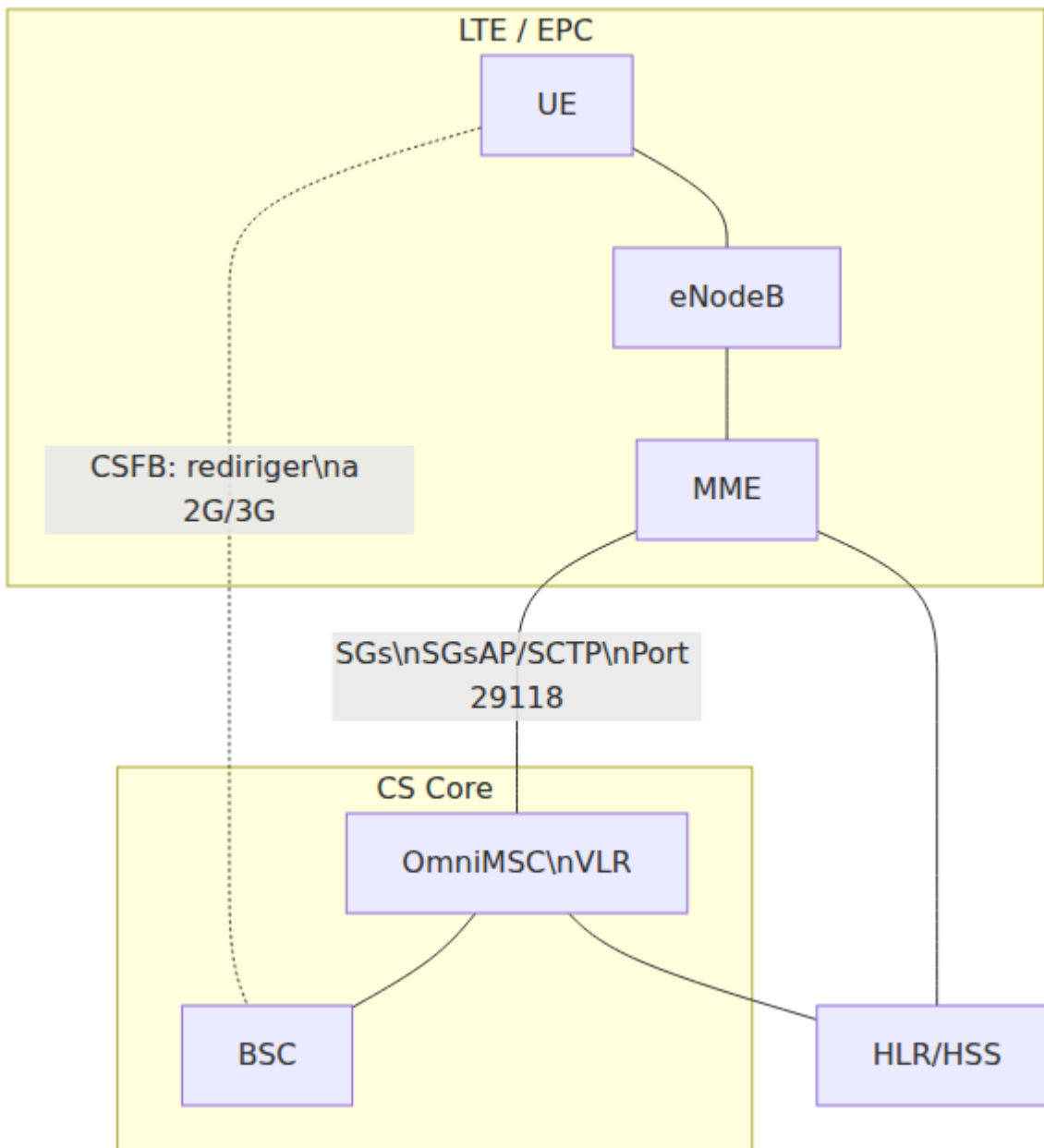
Pour le diagramme de séquence d'appel CSFB MT, voir [Diagrammes de Flux d'Appel](#). Pour les paramètres de configuration, voir [Référence de Configuration](#). Pour l'authentification lors de l'attache combinée, voir [Authentification & Sécurité](#). Pour les SMS sur SGs, voir [SMS](#). Pour les considérations de Pool MSC avec CSFB, voir [Pool MSC](#).

Aperçu

Dans les réseaux LTE, le MME gère la gestion de la mobilité pour les services à commutation de paquets. Cependant, le LTE ne prend pas en charge nativement la voix à commutation de circuits avant le déploiement de VoLTE. Le CSFB permet aux abonnés attachés au LTE de recevoir et de passer des appels vocaux CS et des SMS en revenant au domaine CS 2G/3G.

L'interface SGs est le lien de signalisation entre le MSC/VLR et le MME, transportant les messages SGsAP sur SCTP (port par défaut 29118). Grâce à SGs, le MSC peut :

- Effectuer une attache combinée EPS/IMSI, enregistrant un abonné à la fois dans le domaine EPC et le domaine CS simultanément.
- Pager les abonnés attachés au LTE pour des appels CS entrants, déclenchant un retour au GERAN ou UTRAN.
- Livrer des SMS aux abonnés attachés au LTE sans CSFB, tunnelant le PDU NAS à travers l'interface SGs.



Types de Messages SGsAP

L'interface SGs transporte les types de messages SGsAP suivants selon la norme 3GPP TS 29.118.

Mise à Jour de Localisation

Message	Direction	Objectif
SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST	MME vers MSC	Attache combinée EPS/IMSI ou mise à jour périodique de la zone de localisation
SGsAP-LOCATION-UPDATE-ACCEPT	MSC vers MME	Mise à jour de localisation acceptée, inclut un nouveau TMSI
SGsAP-LOCATION-UPDATE-REJECT	MSC vers MME	Mise à jour de localisation rejetée avec code de cause

Pagination et Service

Message	Direction	Objectif
SGsAP-PAGING-REQUEST	MSC vers MME	Pager l'abonné pour un appel MT ou un SMS MT
SGsAP-SERVICE-REQUEST	MME vers MSC	Abonné répondant à la pagination CS (CSFB en cours)
SGsAP-SERVICE-ABORT-REQUEST	MSC vers MME	Abandonner une demande de service CS fallback

Tunneling SMS

Message	Direction	Objectif
SGsAP-DOWNLINK-UNITDATA	MSC vers MME	Livraison SMS MT : PDU NAS transporté vers l'UE via SGs
SGsAP-UPLINK-UNITDATA	MME vers MSC	Soumission SMS MO : PDU NAS transporté depuis l'UE via SGs

Détachement

Message	Direction	Objectif
SGsAP-EPS-DETACH-INDICATION	MME vers MSC	Abonné détaché de l'EPS
SGsAP-EPS-DETACH-ACK	MSC vers MME	Accuser réception du détachement EPS
SGsAP-IMSI-DETACH-INDICATION	MME vers MSC	Détachement IMSI de l'abonné
SGsAP-IMSI-DETACH-ACK	MSC vers MME	Accuser réception du détachement IMSI

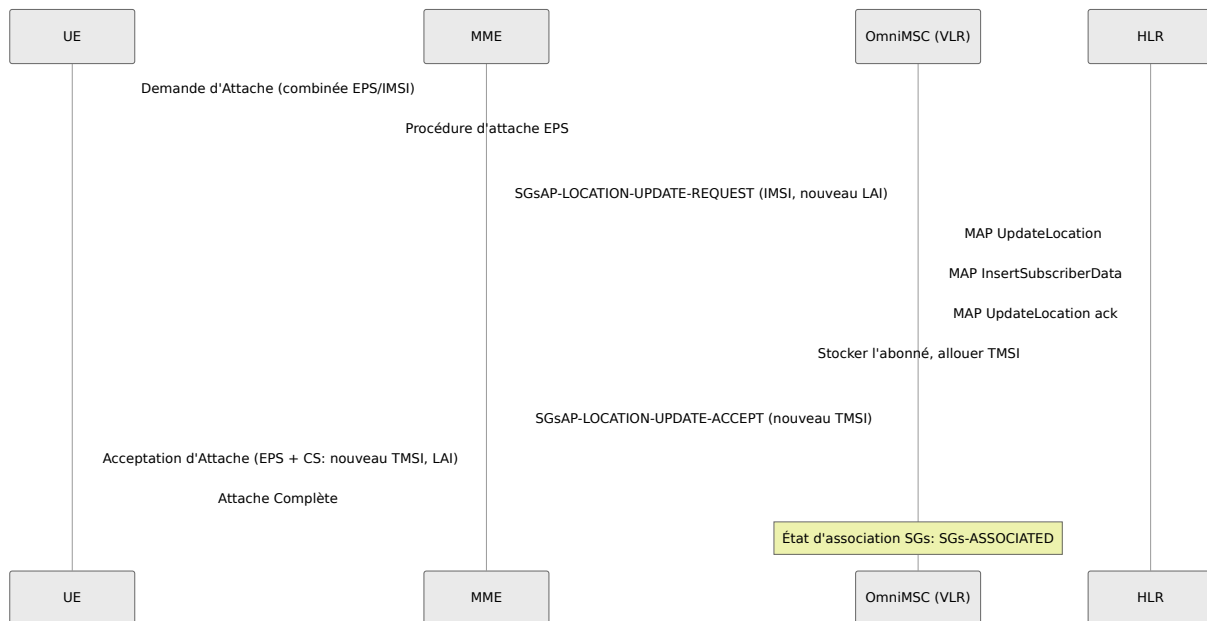
Réinitialisation et Statut

Message	Direction	Objectif
SGsAP-RESET-INDICATION	Dans les deux sens	Le pair a redémarré ; le récepteur doit réenregistrer les abonnés concernés
SGsAP-RESET-ACK	Dans les deux sens	Accuser réception de l'indication de réinitialisation
SGsAP-STATUS	Dans les deux sens	Indication d'erreur avec cause et message erroné
SGsAP-MM-INFORMATION-REQUEST	MSC vers MME	Informations sur le nom du réseau et le fuseau horaire
SGsAP-ALERT-REQUEST	MSC vers MME	Demande d'alerte après échec de la pagination
SGsAP-ALERT-ACK	MME vers MSC	Accuser réception de l'alerte
SGsAP-UE-ACTIVITY-INDICATION	MME vers MSC	L'UE est devenue active
SGsAP-RELEASE-REQUEST	MSC vers MME	Libérer la connexion SGs pour cet abonné

Attache Combinée EPS/IMSI

Lorsqu'un UE effectue une attache combinée EPS/IMSI dans LTE, le MME envoie une SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST au MSC. Le MSC effectue une mise à jour de localisation VLR, qui peut inclure une interrogation HLR, et répond par

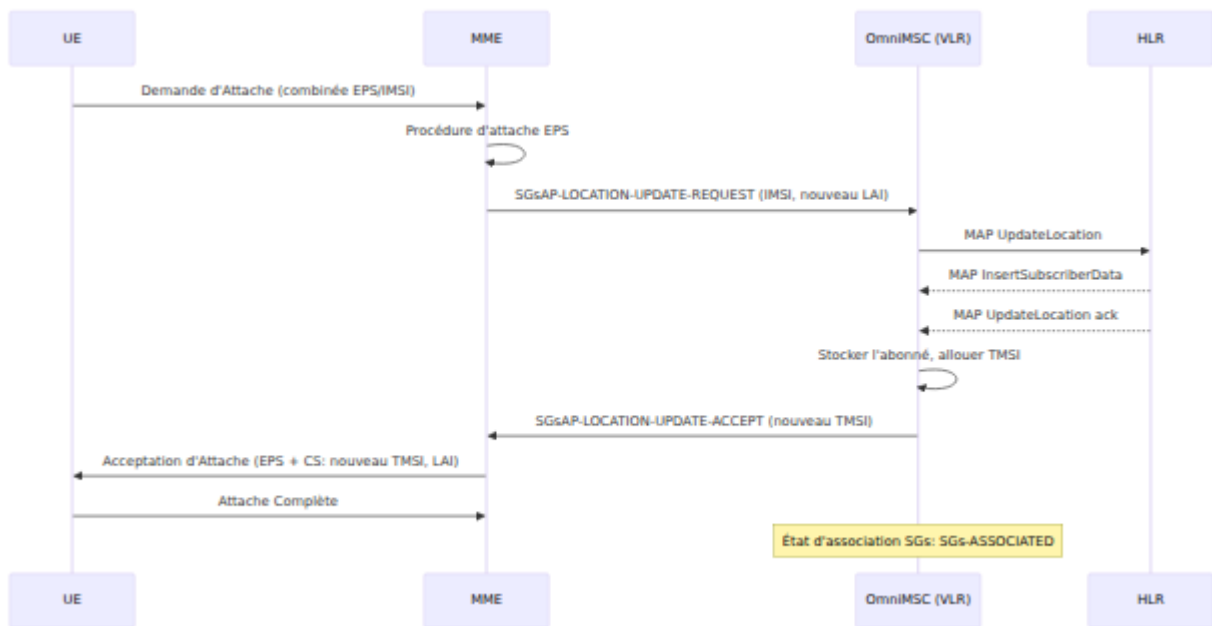
acceptation ou rejet. Lors de l'acceptation, l'abonné est enregistré à la fois dans l'EPC (via le MME) et dans le domaine CS (via le MSC/VLR) simultanément.



Après une attache combinée réussie, l'état d'association SGs de l'abonné passe à SGs-ASSOCIATED. Le MSC peut maintenant pager l'abonné via SGs et livrer des SMS sans CSFB.

Pagination d'Appel MT via CSFB

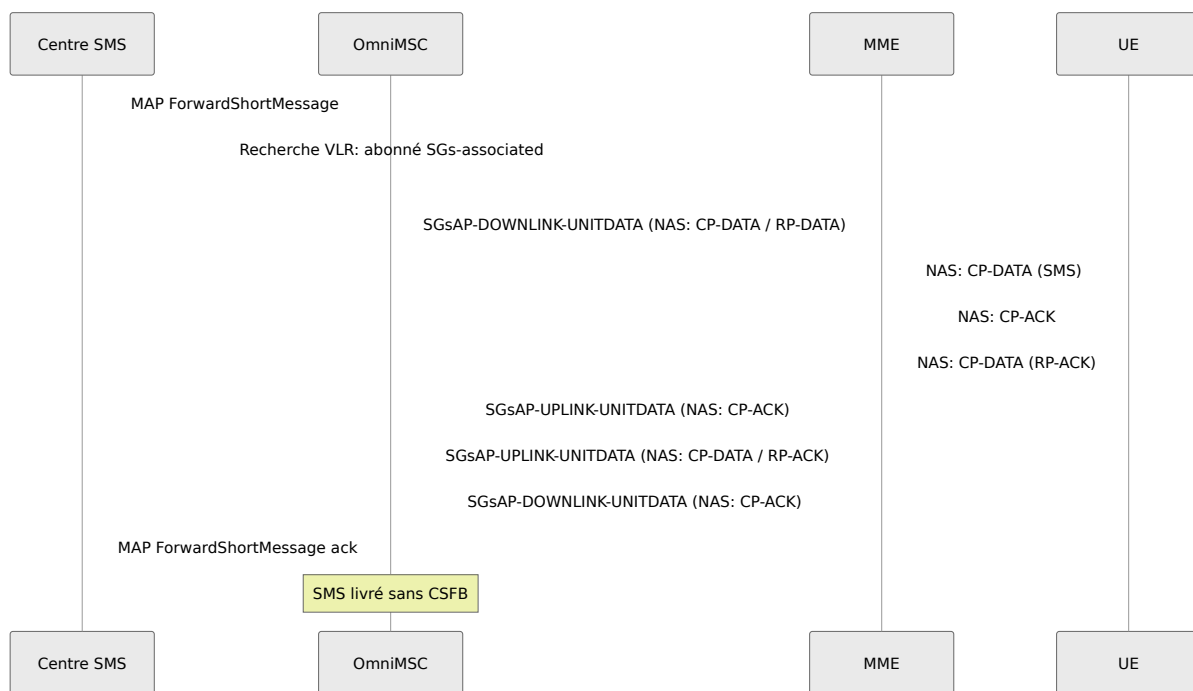
Lorsqu'un appel MT arrive pour un abonné qui est attaché via LTE (SGs-associated), le MSC page l'abonné par l'intermédiaire du MME plutôt que par les BSC. Le MME demande à l'UE de revenir à 2G ou 3G, où l'appel se poursuit via l'interface A ou l'interface Iu-CS.



Une fois que l'UE est revenu au domaine CS et a envoyé une Réponse de Pagination via le BSC, l'appel se poursuit comme un appel MT normal. La machine d'état MSC-A gère le type de RAN E-UTRAN/SGs en omettant l'étape Clear Complete qui serait normalement attendue d'un BSC, puisque l'association SGs n'utilise pas la gestion de connexion BSSMAP.

SMS MT via SGs

Les SMS peuvent être livrés aux abonnés attachés au LTE sans nécessiter de CSFB. Le MSC tunnelise le PDU NAS SMS à travers l'interface SGs vers le MME, qui le livre à l'UE via l'interface aérienne LTE. Cela évite la latence et le coût des ressources radio d'un retour CS pour un message court.

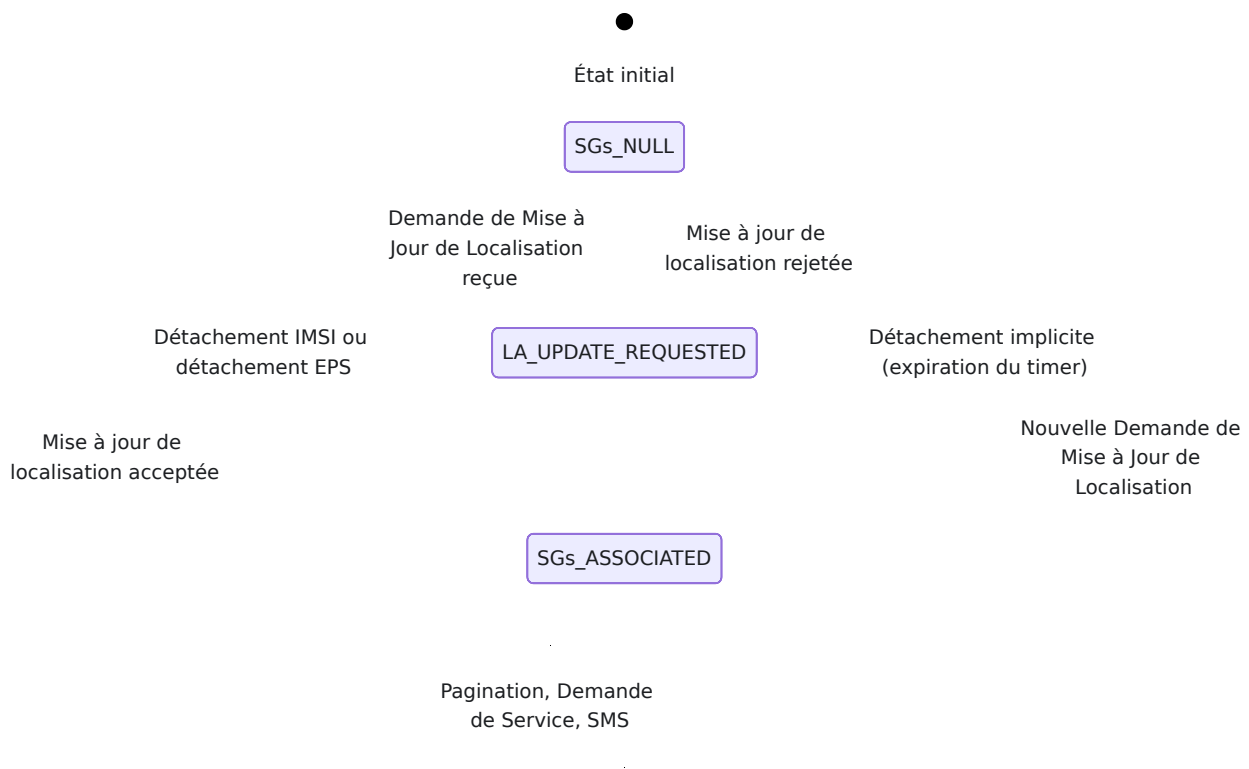


Les SMS MO suivent le chemin inverse : l'UE envoie le PDU NAS SMS via le MME sous forme de SGsAP-UPLINK-UNITDATA, et le MSC le transfère au Centre SMS.

États d'Association SGs

L'association SGs de chaque abonné est suivie comme une machine d'état selon la section 4 de la norme 3GPP TS 29.118.

État	Description
SGs-NULL	Aucune association SGs n'existe. La pagination CS via SGs n'est pas possible. C'est l'état initial.
LA-UPDATE-REQUESTED	Une mise à jour de localisation est en cours. Le MSC a reçu une demande du MME mais n'a pas encore terminé la mise à jour HLR.
SGs-ASSOCIATED	L'abonné a une association SGs valide. Le MSC peut pager via SGs et livrer des SMS sans CSFB.



Suivi MME

Le gestionnaire SGs maintient un registre des MMEs connus. Chaque MME est identifié par son FQDN (l'élément d'information MME Name dans les messages SGsAP). Pour chaque MME, le gestionnaire suit :

- La référence de connexion SCTP utilisée pour l'envoi de messages sortants.
- L'ensemble des IMSIs (abonnés) actuellement associés à ce MME.

Ce registre d'abonnés par MME permet une gestion ciblée des réinitialisations : lorsqu'un MME échoue, seuls les abonnés associés à ce MME spécifique sont affectés.

Gestion des Réinitialisations MME

Les procédures de réinitialisation garantissent la cohérence de l'état lorsque le MSC ou un MME redémarre.

Scénario	Initiateur	Action du Récepteur
Redémarrage MSC	MSC envoie SGsAP-RESET-INDICATION à tous les MMEs connus	Chaque MME renvoie SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST pour ses abonnés associés, permettant au MSC de reconstruire l'état VLR
Redémarrage MME	MME envoie SGsAP-RESET-INDICATION au MSC	MSC marque tous les abonnés associés à ce MME comme SGs-detached (état SGs-NULL) et efface la liste des abonnés pour ce MME
Échec du lien SGs	Déecté par l'un ou l'autre côté	Les deux côtés traitent l'échec comme une réinitialisation implicite

Lorsque le MSC reçoit une Indication de Réinitialisation d'un MME, il itère sur tous les abonnés enregistrés contre ce MME, transitionne chacun à l'état SGs-NULL, et efface l'ensemble des abonnés du MME. Lors du prochain contact de tout abonné affecté (mise à jour de localisation ou réponse de pagination), le MSC effectue un réenregistrement complet.

Codec SGsAP

OmniMSC inclut un module de codec qui gère l'encodage et le décodage des messages SGsAP selon les formats définis dans la norme 3GPP TS 29.118. Le codec traite l'octet de type de message SGsAP binaire et les éléments d'information (IEs), prenant en charge tous les IEs obligatoires et optionnels pour chaque type de message. Les messages encodés sont transmis sur SCTP ; les messages décodés sont dispatchés au gestionnaire SGs pour traitement.

Configuration

L'interface SGs est configurée sous la clé sgs dans la configuration du MSC.

Paramètre	Par défaut	Description
listen_port	29118	Port d'écoute SCTP pour les connexions SGsAP des MMEs. Le port 29118 est le port défini par la 3GPP pour SGs selon la TS 29.118.
vlr_name	(requis)	Nom du VLR au format FQDN, utilisé dans les messages SGsAP. Le MME utilise cela pour identifier le VLR. Doit correspondre au nom du VLR configuré du côté MME.

Type de RAN : E-UTRAN via SGs

La machine d'état MSC-A prend en charge E-UTRAN via SGs comme un type de RAN distinct (:eutran_sgs). Lorsqu'un abonné est SGs-associated, la FSM MSC-A ajuste son comportement pour l'interface SGs :

- Aucune gestion de connexion BSSMAP n'est utilisée ; il n'y a pas d'échange Clear Command / Clear Complete.
 - La pagination est effectuée via SGsAP-PAGING-REQUEST au MME plutôt que via BSSMAP Paging aux BSCs.
 - La livraison de SMS utilise SGsAP Downlink/Uplink Unitdata plutôt que DTAP sur l'interface A.
 - Une fois que l'abonné revient au GERAN ou UTRAN (après CSFB), la connexion passe au type de RAN correspondant pour le reste de l'appel.
-

Références de Spécification 3GPP

Spécification	Titre	Pertinence
TS 29.118	Spécification de l'Interface SGs MME-VLR	Protocole SGsAP, formats de messages, procédures
TS 23.272	Circuit Switched Fallback dans EPS	Architecture CSFB, flux d'appels, SMS sur SGs
TS 23.012	Procédures de Gestion de Localisation	Procédures de mise à jour de localisation VLR utilisées dans SGs
TS 24.008	Couche 3 de l'Interface Radio Mobile	Messages NAS tunnelés via SGs Unitdata

Trunking SIP-I

Ce document décrit l'interface de trunking SIP-I (SIP avec ISUP encapsulé) mise en œuvre par OmniMSC. SIP-I permet le transport transparent des messages ISUP au sein du signalement SIP, préservant ainsi l'intégralité des informations ISUP à travers des segments de trunk basés sur IP.

Pour le trunking SIP pur, voir [Trunking SIP](#). Pour la configuration de routage, voir [Configuration de Routage](#). Pour les paramètres de configuration, voir [Référence de Configuration](#). Pour les opérations générales, voir [Guide des Opérations](#).

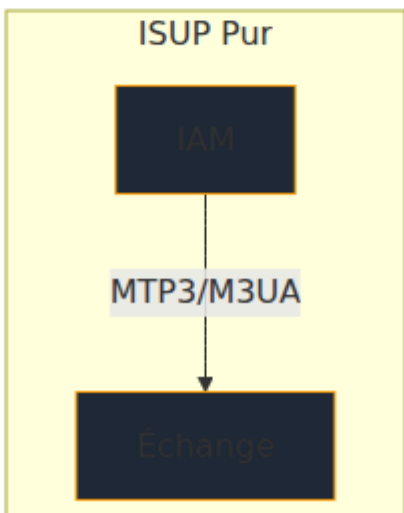
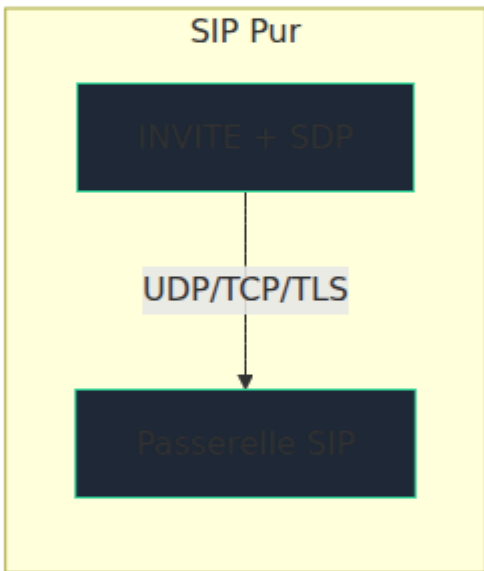
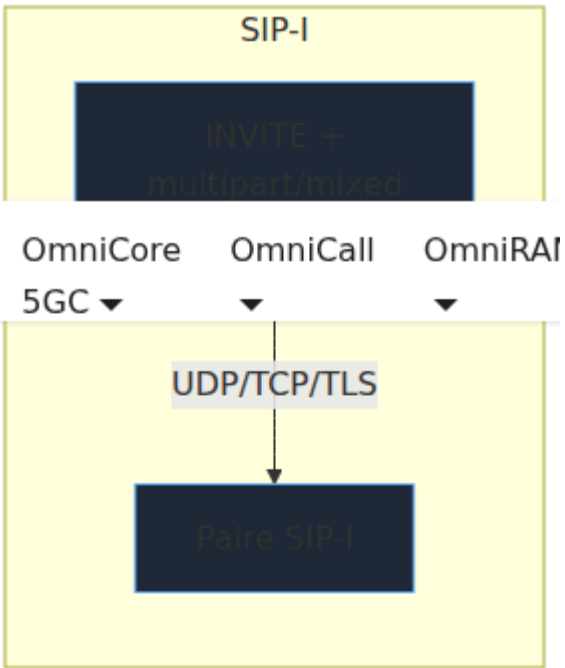
Qu'est-ce que SIP-I ?

SIP-I (Session Initiation Protocol avec ISUP encapsulé) est défini par l'ITU-T Q.1912.5 et utilise le protocole SIP comme mécanisme de transport pour les messages ISUP. Contrairement au trunking SIP pur, qui mappe les paramètres ISUP aux en-têtes SIP (perdant potentiellement des informations), SIP-I inclut le message ISUP complet en tant que corps MIME aux côtés de l'SDP, garantissant une interconnexion sans perte.

SIP-I est le protocole de trunking standard utilisé entre les serveurs MSC et les passerelles multimédias dans les réseaux de cœur basés sur IMS 3GPP et est largement déployé pour l'interconnexion PSTN.

Le corps ISUP est transporté selon la RFC 3204 (type de média MIME pour ISUP) et la RFC 3261 (SIP).

Comparaison des Protocoles





Aspect	ISUP Pur	SIP Pur	SIP-I
Transport	MTP3/M3UA/SCTP	UDP/TCP/TLS	UDP/TCP/TLS
Informations de signalement	ISUP complet	Mappé aux en-têtes SIP	ISUP complet préservé
Description des médias	Capacité de transport dans IAM	SDP	SDP + capacité de transport ISUP
Perte d'information	Aucune	Possible (mappage de paramètres)	Aucune
Négociation de codec	TMR dans IAM	Offre/Réponse SDP	Offre/Réponse SDP
Cas d'utilisation	PSTN hérité	Interconnexion VoIP	MSC-MSC, passerelle PSTN

Format de Corps Multipart

Les messages SIP-I utilisent un corps MIME `multipart/mixed` contenant deux parties : l'offre/réponse SDP et le message ISUP encodé selon la RFC 3204.

```
Content-Type: multipart/mixed;boundary=boundary42

--boundary42
Content-Type: application/sdp

v=0
o=0mniMSC 12345 12345 IN IP4 203.0.113.10
s=0mniMSC
c=IN IP4 203.0.113.10
t=0 0
m=audio 10042 RTP/AVP 0 8
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:8 PCMA/8000

--boundary42
Content-Type: application/ISUP;version=itu-t92+

<binary ISUP IAM>
--boundary42--
```

Le type de contenu `application/ISUP` est défini dans la RFC 3204. Le paramètre `version` identifie la variante ISUP (par exemple, `itu-t92+` pour ITU-T Q.767).

Configuration des Paires SIP-I

Les paires SIP-I sont configurées sous la clé `:sip_i`, séparément des paires SIP pures.

```
config :omnimsc, :sip_i,  
  peers: [  
    [name: "MSC-02-SIP-I",  
      address: "10.2.1.100",  
      port: 5060,  
      transport: :tcp,  
      isup_variant: :itu_t92,  
      codecs: [:pcmu, :pcma, :amr],  
      max_channels: 500,  
      options_interval: 15]  
  ]
```

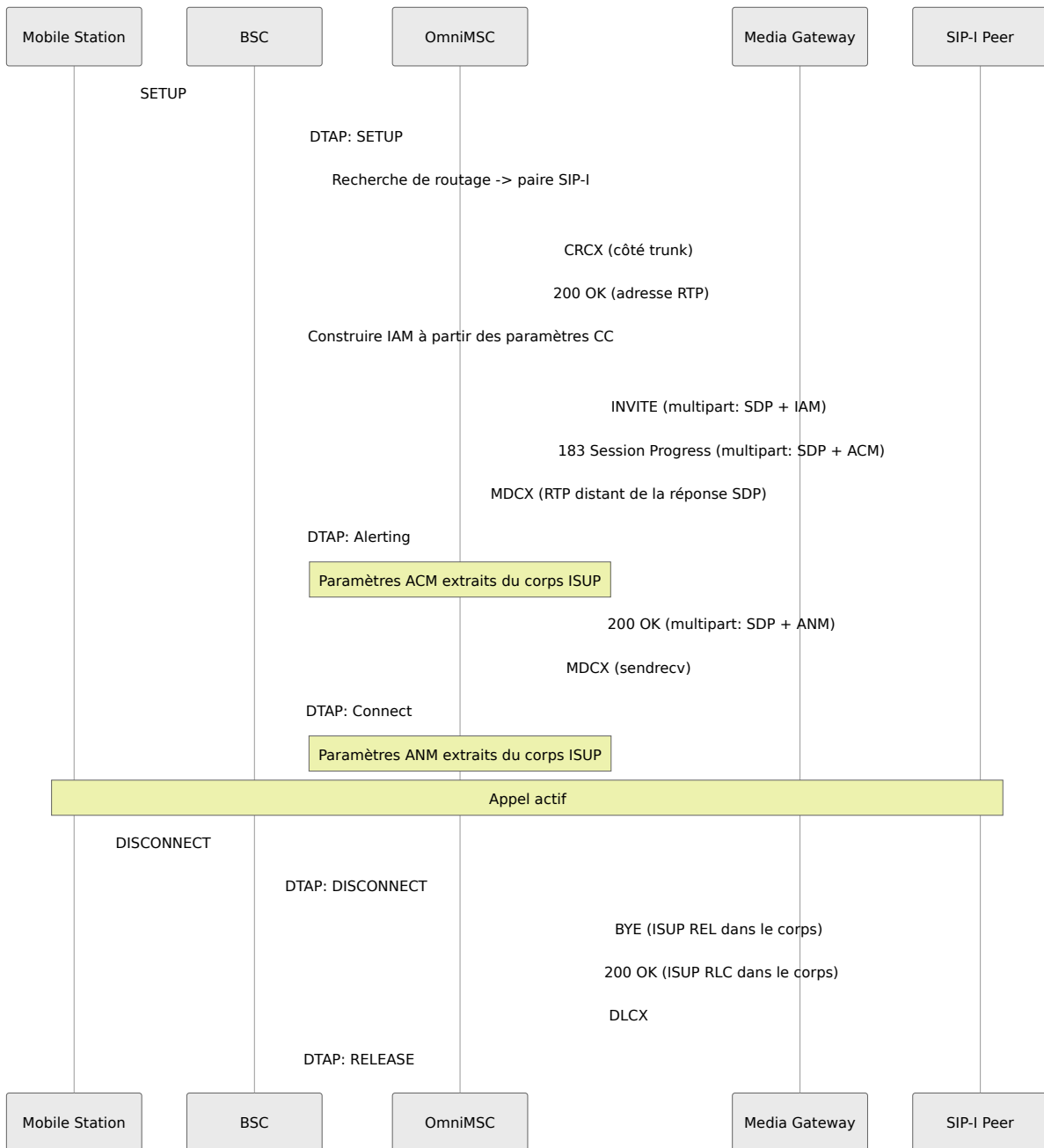
Paramètres de Pair SIP-I

Paramètre	Type	Par défaut	Description
<code>name</code>	<code>string</code>	-- (obligatoire)	Nom logique de la paire. Référencé dans les entrées de table de routage avec le type <code>:sip_i</code> .
<code>address</code>	<code>string</code>	-- (obligatoire)	Adresse IP ou nom d'hôte de la paire.
<code>port</code>	<code>integer</code>	<code>5060</code>	Port SIP de la paire.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	<code>:tcp</code>	Protocole de transport : <code>:udp</code> , <code>:tcp</code> , ou <code>:tls</code> . TCP est recommandé pour SIP-I en raison de la taille plus grande des messages.
<code>isup_variant</code>	<code>atom</code>	<code>:itu_t92</code>	Variante d'encodage ISUP : <code>:itu_t92</code> (ITU-T Q.767), <code>:ansi</code> (ANSI T1.113), <code>:etsi</code> (ETSI EN 300 356).
<code>codecs</code>	<code>list(atom)</code>	<code>[:pcmu, :pcma]</code>	Codecs audio pris en charge pour la partie SDP.
<code>max_channels</code>	<code>integer</code>	<code>500</code>	Nombre maximum d'appels simultanés à cette paire.

Paramètre	Type	Par défaut	Description
<code>options_interval</code>	<code>integer</code> ou <code>nil</code>	<code>nil</code>	Intervalle en secondes pour les sondes de maintien SIP OPTIONS.

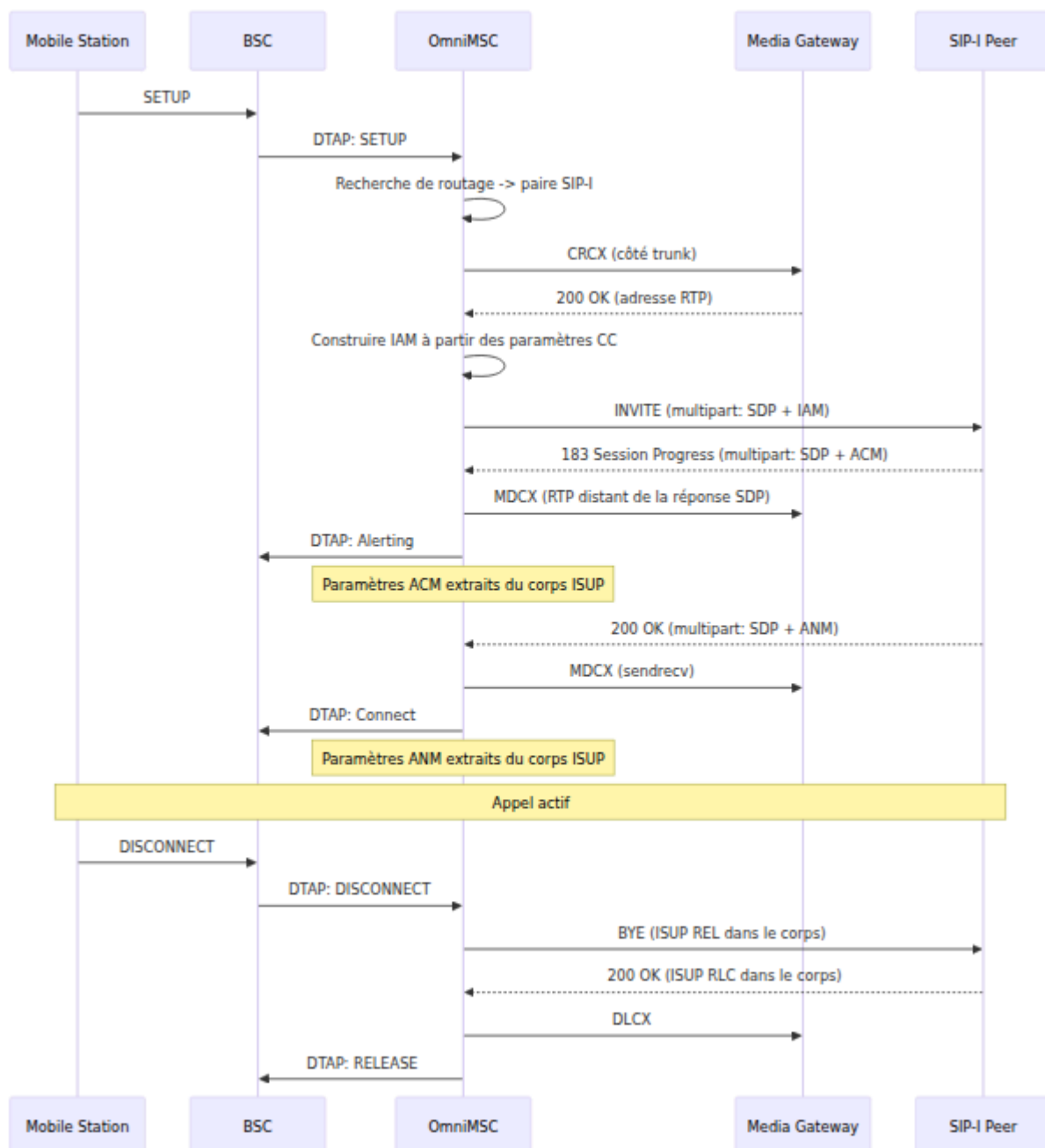
Appel Sortant (SIP-I)

Lorsque OmniMSC achemine un appel vers une paire SIP-I, il construit l'INVITE SIP avec un corps multipart contenant à la fois SDP et l'IAM ISUP.



Appel Entrant (SIP-I)

Lorsqu'un INVITE arrive d'une paire SIP-I avec un corps multipart, OmniMSC extrait le message ISUP et l'utilise pour peupler les paramètres de la FSM CC.



Mappage des En-têtes ISUP-SIP

Lors de l'interconnexion entre le corps ISUP et les en-têtes SIP, OmniMSC applique le mappage suivant. Le corps ISUP est autoritaire ; les en-têtes SIP sont peuplés pour le bénéfice des intermédiaires uniquement SIP.

Paramètre ISUP (IAM)	En-tête SIP	Remarques
Numéro de Partie Appelée	Request-URI, To	Format E.164 dans l'URI <code>tel:</code>
Numéro de Partie Appelante	From, P-Asserted-Identity	L'indicateur de présentation contrôle l'en-tête <code>Privacy</code>
Indicateurs de Nature de Connexion	Via	Indicateur de saut satellite
Indicateurs d'Appel Transféré	--	Encodé uniquement dans le corps ISUP
Catégorie de Partie Appelante	P-Asserted-Identity	Catégorie d'opérateur/priorité
Exigence de Support de Transmission	Ligne <code>m=</code> SDP	Parole, audio 3.1kHz, 64k sans restriction
Informations sur le Service Utilisateur	Lignes de codec SDP	Mappage des codecs et des débits
Indicateurs d'Appel Transféré Optionnels	Supporté	Indicateur d'accès ISDN

Paramètre ISUP (ACM/ANM)	Réponse SIP	Remarques
Indicateurs d'Appel Rétro	183/200	Indicateur de charge, drapeau d'interconnexion
Indicateurs de Cause (REL)	En-tête Reason	Cause Q.850 selon la RFC 3326
Indicateurs d'Appel Rétro Optionnels	--	Encodé uniquement dans le corps ISUP

Référence de Mappage des Codes de Cause

SIP-I préserve le code de cause ISUP complet dans le corps ISUP. De plus, l'en-tête SIP `Reason` porte la cause Q.850 pour les nœuds intermédiaires.

Pour la clôture d'appel, le message REL ISUP dans le corps BYE prend le pas sur l'en-tête Reason SIP si les deux sont présents.

Références 3GPP et ITU-T

Référence	Titre	Pertinence
ITU-T Q.1912.5	Interconnexion entre SIP et Contrôle d'Appel Indépendant du Support (BICC) ou ISUP	Définition du protocole SIP-I
RFC 3204	Type de Média MIME pour ISUP et Objets QSIG	Type de contenu application/ISUP
RFC 3261	SIP : Protocole d'Initiation de Session	Transport SIP
RFC 3264	Modèle Offre/Réponse avec SDP	Négociation SDP au sein de SIP-I
RFC 3326	Champ d'En-tête Reason	Code de cause dans les réponses SIP
ITU-T Q.767	Application de l'ISUP	Encodage des messages ISUP
ITU-T Q.850	Utilisation de la Cause dans l'ISDN	Définitions des codes de cause
3GPP TS 29.163	Interconnexion entre le cœur commuté par circuit basé sur SIP-I et d'autres réseaux	Profil SIP-I 3GPP

Trunking SIP

Ce document couvre la configuration des pairs SIP, la surveillance des keepalives OPTIONS, la négociation de codecs SDP, le traitement des re-INVITE en dialogue, les minuteriers de session, le relais DTMF et les états d'appel de trunk SIP dans OmniMSC.

Pour le routage lié au SIP, voir [Configuration de Routage](#). Pour le SIP avec ISUP encapsulé, voir [Trunking SIP-I](#). Pour le dépannage des trunks SIP, voir [Guide de Dépannage](#). Pour les séquences de flux d'appel montrant le signalement SIP dans le contexte, voir [Diagrammes de Flux d'Appel](#). Pour la négociation de codecs de passerelle multimédia, voir [Contrôle des Médias](#). Pour les paramètres de configuration des pairs SIP, voir [Référence de Configuration](#).

Configuration des Pairs SIP

Chaque pair SIP représente un point de terminaison distant tel qu'une passerelle VoIP, un SBC, un nœud IMS ou un fournisseur de trunking SIP. Les pairs sont définis dans le bloc de configuration `:sip` et référencés par nom dans la [table de routage](#).

Paramètre	Type	Par défaut	Description
<code>name</code>	<code>string</code>	-- (requis)	Nom logique du pair. Référéncé dans les entrées de la table de routage.
<code>address</code>	<code>string</code>	-- (requis)	Adresse IP ou nom d'hôte du pair.
<code>port</code>	<code>integer</code>	<code>5060</code>	Port SIP du pair.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	<code>:udp</code>	Protocole de transport : <code>:udp</code> , <code>:tcp</code> ou <code>:tls</code> .
<code>codecs</code>	<code>list(atom)</code>	<code>[:pcmu, :pcma]</code>	Codecs audio pris en charge pour la négociation SDP.
<code>max_channels</code>	<code>integer</code>	<code>100</code>	Nombre maximum d'appels simultanés vers ce pair.
<code>options_interval</code>	<code>integer</code> ou <code>nil</code>	<code>nil</code>	Intervalle en secondes pour les sondes de keepalive SIP OPTIONS.

OmniMSC s'identifie avec l'en-tête User-Agent `OmniMSC/0.1` dans toutes les requêtes et réponses SIP sortantes.

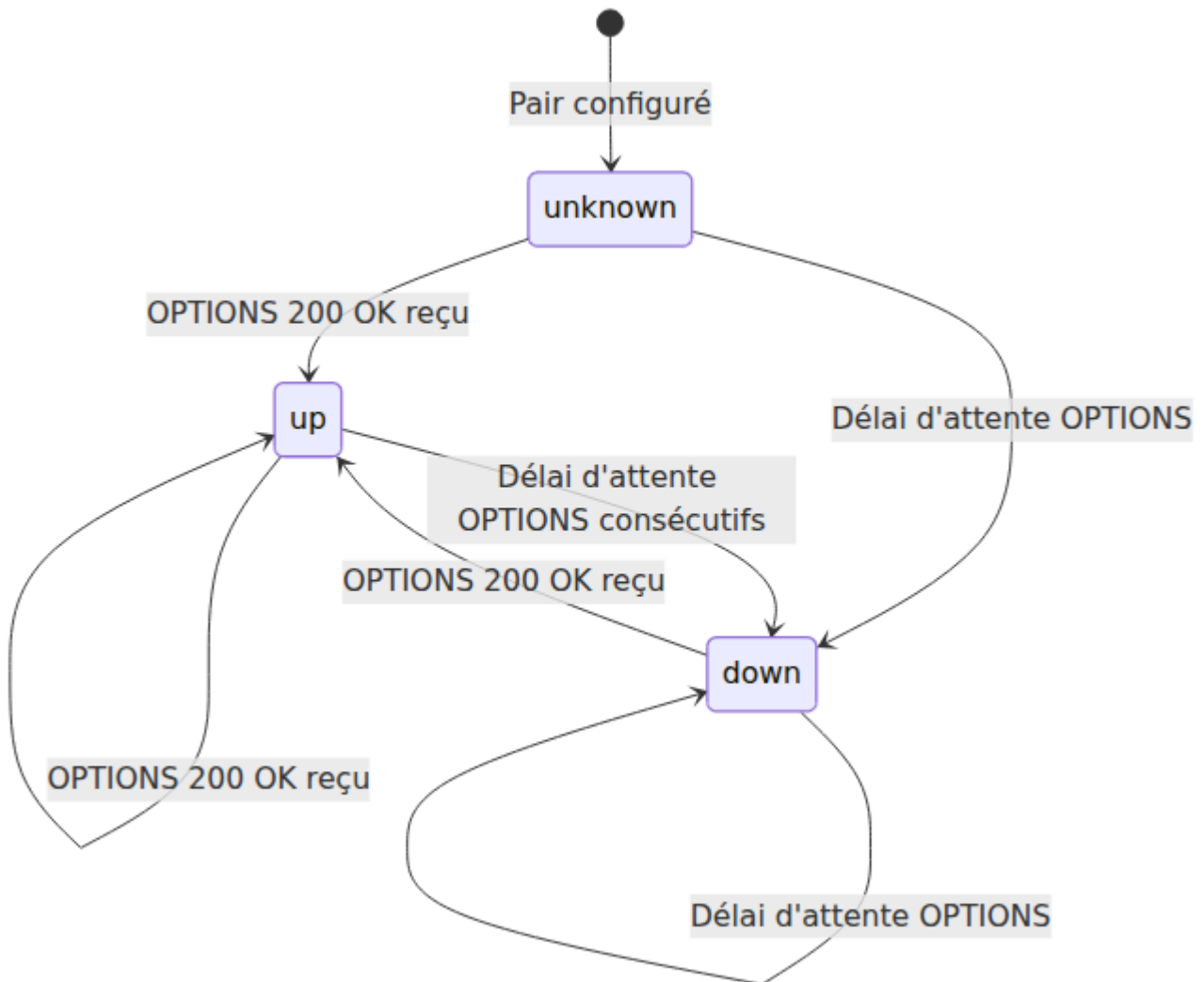
Keepalive SIP OPTIONS

Lorsque `options_interval` est configuré pour un pair, le Gestionnaire de Pairs SIP envoie des requêtes SIP OPTIONS périodiques pour surveiller la santé du

pair. L'état du pair détermine s'il est éligible pour le routage des appels.

États de Santé des Pairs

Chaque pair suit un état de `:up`, `:down` ou `:unknown`. Au démarrage, tous les pairs commencent dans l'état `:unknown`.

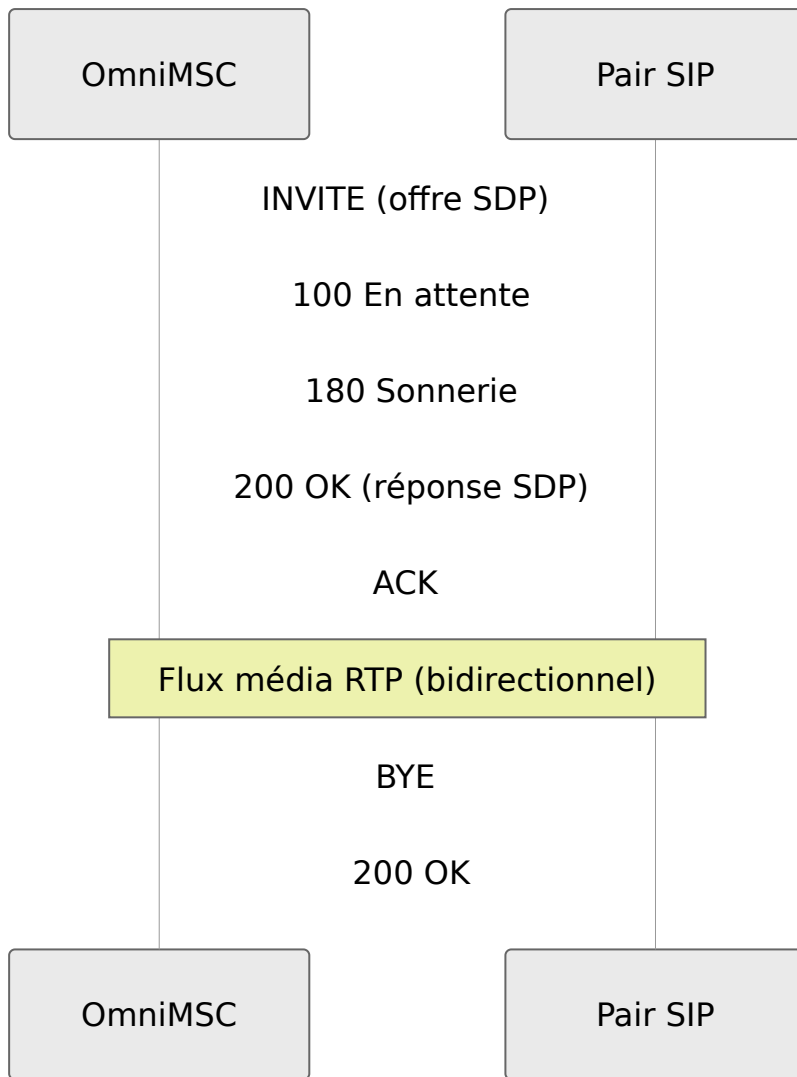


Événement	Transition	Effet
OPTIONS 200 OK reçu	Any -> up	Pair éligible pour le routage
Délai d'attente OPTIONS consécutifs	up/unknown -> down	Pair exclu du routage, alarme déclenchée
OPTIONS 200 OK après down	down -> up	Pair rééligible, alarme désactivée
<code>max_channels</code> atteint	up -> up (limite douce)	Nouveaux appels rejetés pour ce pair, appels existants non affectés

Pour la surveillance des pairs SIP dans le panneau de contrôle, voir [Guide du Panneau de Contrôle](#).

Flux d'Appel SIP MO

Lorsque OmniMSC route un appel d'origine mobile vers un pair SIP, l'échange de signalement SIP suivant a lieu entre OmniMSC et le pair distant.



L'INVITE transporte une offre SDP avec des codecs basés sur la configuration du pair et les capacités du BSC. Le 200 OK contient la réponse SDP avec le codec sélectionné et l'adresse RTP distante. Après ACK, le chemin média RTP est établi via la passerelle multimédia.

Traitement des Re-INVITE en Dialogue

Un pair SIP peut envoyer un re-INVITE dans un dialogue établi pour plusieurs raisons : mise en attente de l'appel, changement de codec ou rafraîchissement de session. OmniMSC traite les re-INVITE et répond avec 200 OK en utilisant le SDP de session actuel.

Objectif du Re-INVITE	Indicateur SDP	Comportement d'OmniMSC
Mise en attente de l'appel	a=sendonly	Accuser réception de la mise en attente, mettre à jour le mode MGW à recvonly
Reprise de l'appel	a=sendrecv	Reprendre le média, mettre à jour le mode MGW à sendrecv
Changement de codec	Ligne m= modifiée	Renégocier le codec si pris en charge, rejeter avec 488 si non
Rafraîchissement de session	Aucun changement SDP	Répondre avec 200 OK, réinitialiser la minuterie de session

Lorsque OmniMSC reçoit un re-INVITE qu'il ne peut pas accepter (codec non pris en charge, SDP manquant), il répond avec 488 Non Acceptable Ici. Le dialogue existant et la session multimédia restent inchangés.

Minuterie de Session (RFC 4028)

OmniMSC prend en charge les minuteries de session SIP selon la RFC 4028 pour détecter et nettoyer les sessions SIP orphelines. Les minuteries de session garantissent que les deux points de terminaison rafraîchissent périodiquement la session, empêchant un état d'appel obsolète après des pannes réseau.

Paramètre	Valeur	Description
Session-Expires	1800s (par défaut)	Temps maximum entre les rafraîchissements de session
Min-SE	90s	Valeur minimale acceptable pour Session-Expires
Refresher	UAC ou UAS	Déterminé lors de la négociation

Négociation de Minuterie de Session

OmniMSC inclut les en-têtes `Session-Expires` et `Min-SE` dans les requêtes INVITE sortantes et les réponses 200 OK. Lorsque un pair propose une valeur Session-Expires inférieure à la Min-SE configurée, OmniMSC répond avec 422 Intervalle de Session Trop Petit et inclut l'en-tête Min-SE indiquant la valeur minimale acceptable.

Le rafraîchissement de session est effectué via re-INVITE. Si aucun rafraîchissement n'arrive avant l'expiration de la session, OmniMSC envoie BYE pour mettre fin à l'appel et libère toutes les ressources associées.

Relais DTMF

OmniMSC relaie les tons DTMF en utilisant des messages SIP INFO selon le type de contenu `application/dtmf-relay`. Cette méthode est utilisée lorsque le pair ne prend pas en charge le type de charge utile RTP telephone-event de la RFC 2833 ou lorsque le DTMF hors bande est préféré.

Champ	Description	Exemple
Content-Type	Type MIME pour le relais DTMF	<code>application/dtmf-relay</code>
Signal	Chiffre DTMF (0-9, *, #, A-D)	<code>Signal=5</code>
Duration	Durée du ton en millisecondes	<code>Duration=160</code>

Lorsque des événements DTMF sont détectés du côté radio (via la passerelle multimédia), OmniMSC génère un message SIP INFO vers le pair SIP avec le signal et la durée correspondants. Dans la direction inverse, les événements DTMF SIP INFO entrants sont transférés à la passerelle multimédia pour être diffusés vers la station mobile.

Négociation de Codec SDP

OmniMSC génère des offres SDP basées sur l'intersection de la liste de codecs configurée du pair et des capacités de codec vocal rapportées par le BSC. Les codecs sont offerts par ordre de préférence.

Codecs Pris en Charge

Codec	Type de Charge Utile RTP	Bande Passante	Paramètres fntp
AMR	dynamique (96)	4.75-12.2 kbps	<code>octet-align=1</code>
GSM-EFR	dynamique (97)	12.2 kbps	--
GSM-FR	3	13 kbps	--

L'AMR est proposé avec `octet-align=1` (RFC 4867) pour l'interopérabilité avec les réseaux d'accès 3GPP. Le GSM-EFR et le GSM-FR sont proposés lorsque le

BSC indique un support pour ces codecs dans la liste de versions vocales lors de l'attribution.

Sélection de Codec

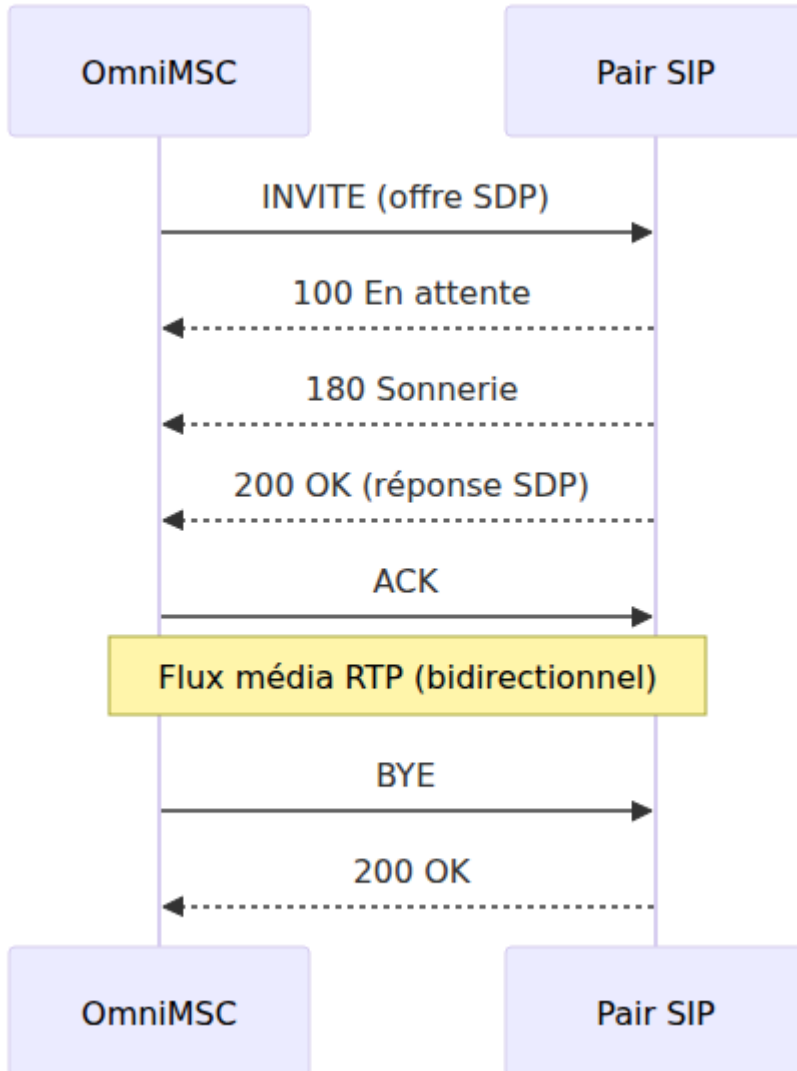
La sélection de codec suit le modèle Offre/Réponse SDP (RFC 3264) :

1. OmniMSC construit l'offre SDP à partir de la liste de codecs du pair, filtrée par les capacités vocales du BSC.
2. Le pair distant répond avec une réponse SDP contenant un ou plusieurs codecs acceptés.
3. OmniMSC sélectionne le premier codec commun selon l'ordre de l'offre originale.
4. La passerelle multimédia est instruite (via MDCX) avec le codec sélectionné et les paramètres RTP.

Si aucun codec commun n'existe, OmniMSC répond avec ou reçoit 488 Non Acceptable Ici.

États d'Appel de Trunk SIP

États d'Appel Sortants



États d'Appel Entrants



idle

INVITE reçu

invite_received

Envoyer 180 Sonnerie

ringing

Envoyer 200 OK

answered

Rejeter (4xx/5xx)

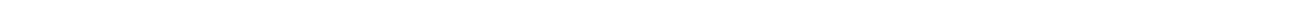
ACK reçu

CANCEL reçu

active

BYE reçu Envoyer BYE

terminated



Références

Référence	Titre	Pertinence
RFC 3261	SIP: Protocole d'Initiation de Session	Signalement SIP de base
RFC 4028	Minuteries de Session dans SIP	Session-Expires, Min-SE, mécanisme de rafraîchissement
RFC 2833	Charge Utile RTP pour Chiffres DTMF	Type de charge utile RTP telephone-event
RFC 3264	Modèle Offre/Réponse avec SDP	Négociation de codec SDP
RFC 4867	Format de Charge Utile RTP pour AMR et AMR-WB	Paramètre octet-align AMR
RFC 3326	Champ d'En-tête de Raison	Code de cause dans BYE/CANCEL

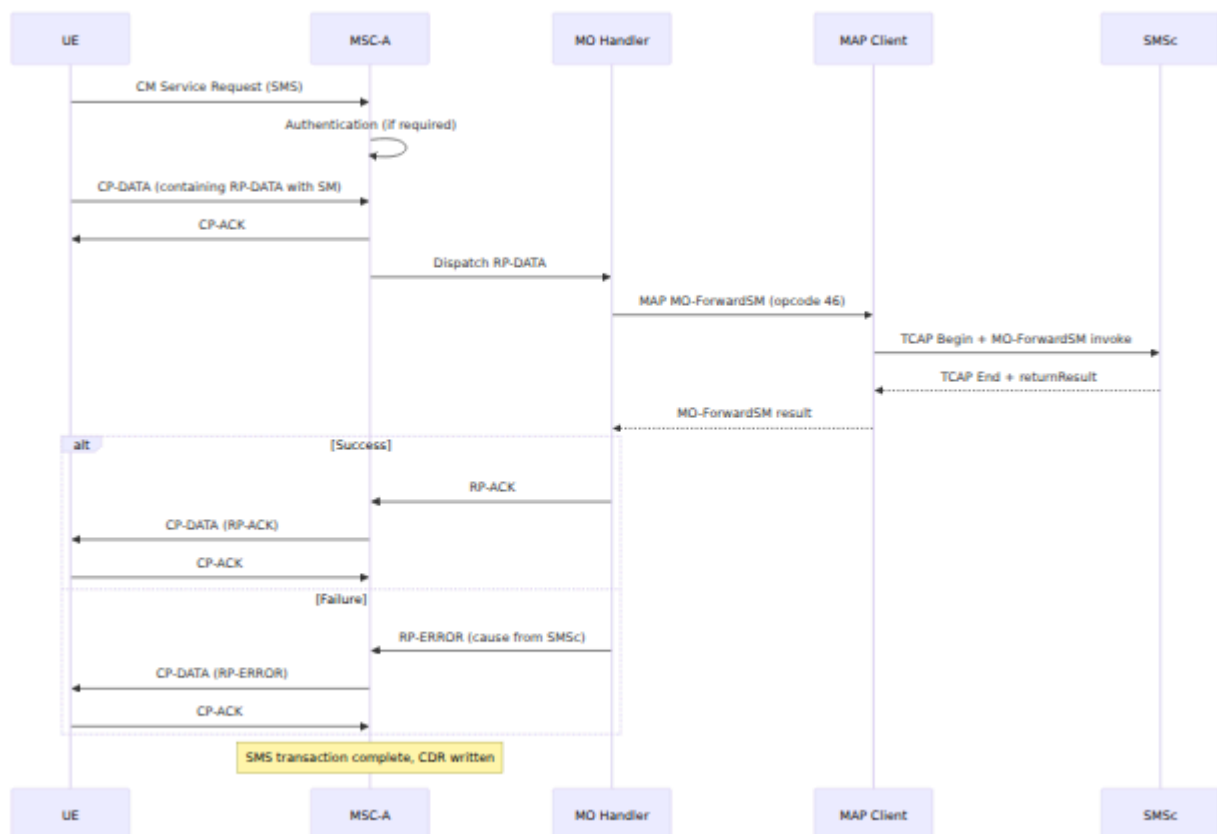
SMS

Ce document décrit l'implémentation du service de messages courts dans OmniMSC, couvrant les flux SMS d'origine mobile et de terminaison mobile, l'allocation des identifiants de transaction DTAP, la gestion du SAPI de l'interface A, le routage des réponses MAP et les couches de codec SMS.

Pour les diagrammes de flux d'appel qui incluent les SMS aux côtés de la voix, voir [Diagrammes de flux d'appel](#). Pour les détails de l'interface MAP couvrant les opérations MO-ForwardSM et MT-ForwardSM, voir [Opérations MAP](#). Pour la configuration de l'adresse SMSc et du code de point, voir [Référence de configuration](#). Pour les problèmes de livraison de SMS courants, voir [Dépannage — Problèmes de SMS](#).

MO-SMS (SMS d'origine mobile)

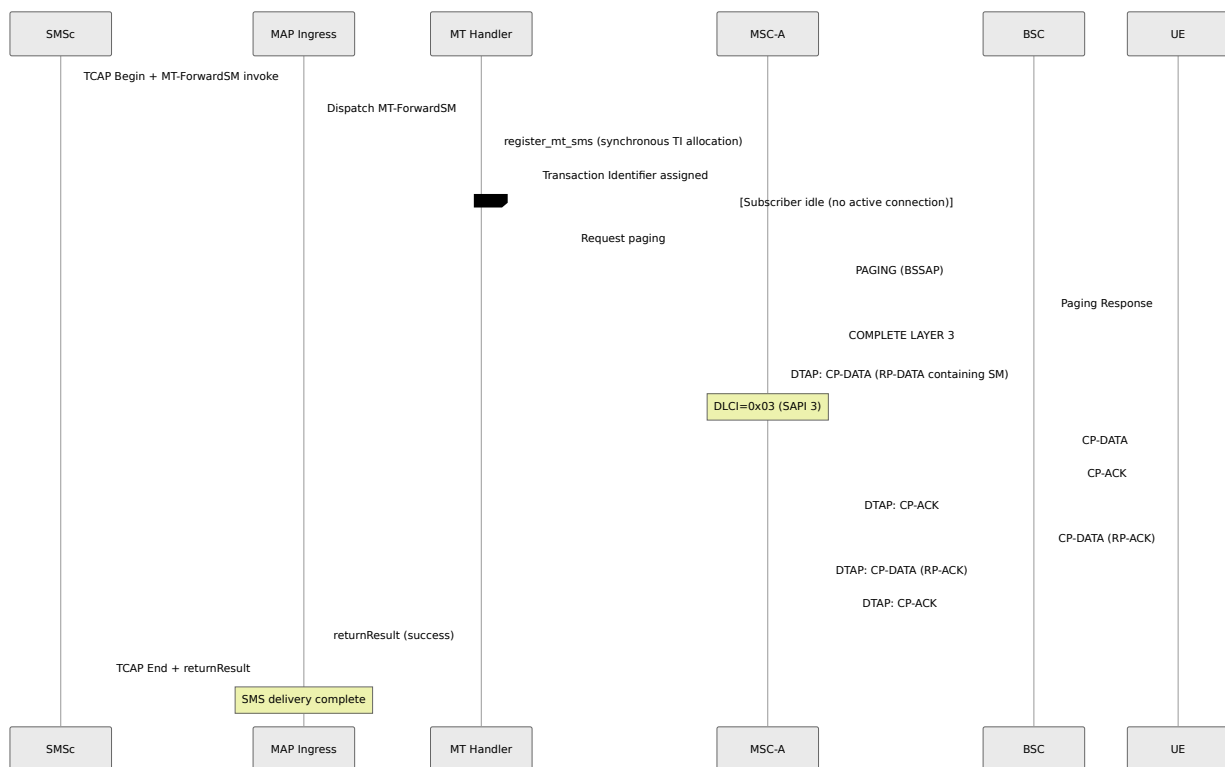
Un abonné envoie un message court via le MSC au Centre SMS (SMSc). Le MSC agit comme un relais, recevant le SM de l'interface radio et le transmettant au SMSc en utilisant MAP MO-ForwardSM.



Le MO Handler extrait le SM-RP-DA (adresse de destination, typiquement l'adresse SMSc) et le SM-RP-OA (adresse d'origine, le MSISDN de l'abonné) des RP-DATA, puis construit la requête MAP MO-ForwardSM. La réponse MAP détermine si le MSC envoie RP-ACK ou RP-ERROR au UE.

MT-SMS (SMS de terminaison mobile)

Le SMSc livre un message court à un abonné via le MSC. Le SMSc envoie un MAP MT-ForwardSM (opcode 44) au MSC, qui cherche l'abonné si nécessaire et livre le SM par l'interface radio.



Allocation TI synchrone

Le MT Handler appelle `register_mt_sms` sur le processus MSC-A comme une opération synchrone. Cela alloue un identifiant de transaction DTAP pour la livraison MT-SMS et empêche une condition de concurrence où deux livraisons MT-SMS simultanées au même abonné pourraient se voir attribuer le même TI. L'appel synchrone garantit que les valeurs TI sont uniques pour toutes les transactions SMS actives pour un abonné donné.

Identifiant de transaction DTAP

Pour le MT-SMS, le réseau alloue l'identifiant de transaction (TI). Selon la 3GPP TS 24.007, le drapeau TI distingue l'initiateur :

Direction	Drapeau TI	Signification
Réseau → UE (CP-DATA)	0	Le réseau a initié cette transaction
UE → Réseau (CP-ACK, RP-ACK)	1	UE répondant à une transaction initiée par le réseau

Le MSC définit le drapeau TI=0 dans le CP-DATA envoyé au UE. Le UE reflète la valeur TI mais définit le drapeau=1 dans toutes les réponses (CP-ACK, CP-DATA contenant RP-ACK). Cette convention permet aux deux parties de distinguer entre plusieurs transactions SMS simultanées.

SAPI 3

Les PDU NAS SMS (CP-DATA, CP-ACK, CP-ERROR) sont transportés sur SAPI 3 de l'interface A selon la 3GPP TS 48.006. Le byte DLCI (Identifiant de connexion de liaison de données) dans l'en-tête DTAP BSSAP est défini sur 0x03, indiquant SAPI=3.

Le SAPI 3 fournit un canal logique séparé du canal de signalisation principal (SAPI 0), qui transporte les messages CC et MM. Cette séparation permet la livraison de SMS de se produire simultanément avec un appel vocal actif sans interférer avec le signalement de contrôle d'appel.

Routage des réponses MAP

Lorsqu'un MT-ForwardSM arrive du SMSc, le MSC doit router la réponse TCAP End vers le bon code de point d'origine. Le module d'entrée capture l'OPC (Code de point d'origine) du message de transfert M3UA entrant et le stocke comme `routing_info[:opc]`.

Lors de la construction de la réponse TCAP End, le MSC utilise cet OPC stocké comme DPC (Code de point de destination) pour le message M3UA sortant. Cela garantit que la réponse atteint le bon SMSc, ce qui est important dans les réseaux où plusieurs instances de SMSc utilisent différents codes de point, ou où un STP route en fonction du code de point plutôt que du titre global SCCP.

L'échange OPC/DPC suit la convention standard M3UA : l'OPC de réponse est le code de point propre du MSC (le DPC entrant), et le DPC de réponse est le code de point du SMSc (l'OPC entrant).

Codec SMS

Le codec SMS gère deux couches de protocole selon la 3GPP TS 24.011 :

Couche CP (Sous-couche de gestion de connexion)

Message	Direction	Description
CP-DATA	Les deux	Transporte un message RP comme charge utile
CP-ACK	Les deux	Accuse réception de CP-DATA
CP-ERROR	Les deux	Signale une erreur de couche CP (valeur de cause incluse)

CP-DATA contient un seul PDU de couche RP. Chaque CP-DATA doit être accusé réception avec un CP-ACK avant que le prochain CP-DATA puisse être envoyé sur la même transaction.

Couche RP (Protocole de relais)

Message	Direction	Description
RP-DATA	Les deux	Transporte le SM-TP-DU (le message court réel) avec les adresses RP-DA et RP-OA
RP-ACK	Les deux	Confirme la livraison réussie de RP-DATA
RP-ERROR	Les deux	Signale une erreur de couche RP (valeur de cause provenant du tableau 8.4 de la TS 24.011)

Pour le MO-SMS, le RP-DATA du UE contient le SM-RP-DA (adresse SMSc) et le SM-RP-OA (adresse de l'abonné). Pour le MT-SMS, le MSC construit RP-DATA avec SM-RP-DA (IMSI de l'abonné) et SM-RP-OA (adresse SMSc).

Références

Spécification	Titre	Pertinence
TS 24.011	Support du service de messages courts point à point sur l'interface radio mobile	Couches de protocole CP et RP, formats de message, codes de cause
TS 29.002 Section 12	Spécification MAP - Procédures de service de messages courts	MAP MO-ForwardSM (opcode 46), MT-ForwardSM (opcode 44), informations de routage pour SM
TS 23.040	Réalisation technique de SMS	Encodage de la couche SM-TP, période de validité, rapports de statut
TS 48.006	Spécification du mécanisme de transport de signalisation pour l'interface BSC-MSC	Attribution DLCI/SAPI pour DTAP de l'interface A
TS 24.007	Signalisation de l'interface radio mobile couche 3 - Aspects généraux	Allocation de l'identifiant de transaction et conventions de drapeau TI

Services Supplémentaires

Ce document décrit les services supplémentaires mis en œuvre dans OmniMSC, couvrant le mécanisme de dispatch SS, le renvoi d'appels, le barring d'appels, l'attente d'appels, l'identification de ligne, la mise en attente d'appels, la conférence multi-parties et l'interaction HLR. Pour les séquences de flux d'appels, voir [Diagrammes de Flux d'Appels](#). Pour les paramètres de configuration, voir [Référence de Configuration](#). Pour les fonctionnalités d'appel avancées telles que ECT et CCBS, voir [Fonctionnalités d'Appel Avancées](#). Pour les opérations MAP utilisées pour relayer les changements SS au HLR (RegisterSS, ActivateSS), voir [Opérations MAP](#). Pour les détails du pont de conférence MPTY au niveau des médias, voir [Contrôle des Médias](#).

Vue d'Ensemble du Dispatch SS

Une station mobile interagit avec les services supplémentaires en envoyant des messages DTAP du groupe de messages SS : SS REGISTER, SS FACILITY et SS RELEASE COMPLETE, comme défini dans 3GPP TS 24.010. Chaque message contient un élément d'information de service contenant des composants codés en ASN.1 avec un code d'opération et un code SS qui identifie le service cible. Les services supplémentaires provisionnés pour chaque abonné, ainsi que leurs badges de statut, sont visibles dans la page Abonnés du panneau de contrôle — voir [Guide du Panneau de Contrôle](#).

Lorsque OmniMSC reçoit l'un de ces messages, le dispatcher CC/SS extrait le code SS de l'IE de service et achemine la demande vers le gestionnaire de service approprié. Le code SS est une valeur sur un octet définie dans 3GPP TS 29.002 qui identifie de manière unique le service supplémentaire invoqué.

Opérations SS

Chaque service supplémentaire prend en charge un sous-ensemble des cinq opérations standard :

Opération	Description
Enregistrer	Provisionner le service avec des paramètres (par exemple, numéro de renvoi, minuterie de non-réponse)
Effacer	Supprimer un service précédemment enregistré
Activer	Activer un service enregistré pour qu'il prenne effet
Désactiver	Désactiver un service actif sans supprimer l'enregistrement
Interroger	Interroger l'état actuel et les paramètres d'un service

Le MS encode ces opérations en utilisant des composants d'invocation dans l'IE de service. OmniMSC traite la demande, détermine si l'implication du HLR est requise, et renvoie un composant de résultat de retour ou d'erreur de retour dans la réponse.

Renvoi d'Appels

OmniMSC met en œuvre les quatre variantes de renvoi d'appels 3GPP définies dans TS 24.082. Chaque variante peut être provisionnée par abonné via MAP INSERT SUBSCRIBER DATA depuis le HLR, ou gérée par l'abonné en utilisant les opérations SS Register, Activate, Deactivate, Erase et Interrogate.

Variante	Code SS	Déclencheur	Référence 3GPP
Renvoi d'Appels Inconditionnel (CFU)	0x21	Tous les appels entrants	TS 24.082 Sec 4.1
Renvoi d'Appels en Cas d'Occupation (CFB)	0x29	Abonné appelé occupé	TS 24.082 Sec 4.2
Renvoi d'Appels en Cas de Non-Réponse (CFNRy)	0x2A	Pas de réponse dans le délai	TS 24.082 Sec 4.3
Renvoi d'Appels en Cas de Non Joignable (CFNRc)	0x2B	Abonné non joignable	TS 24.082 Sec 4.4

CFU (Renvoi d'Appels Inconditionnel)

Tous les appels à l'abonné sont renvoyés inconditionnellement vers le numéro de renvoi configuré. Lorsque CFU est actif, le MSC ne cherche pas l'abonné. CFU a la priorité sur toutes les autres variantes de renvoi.

CFB (Renvoi d'Appels en Cas d'Occupation)

Les appels sont renvoyés lorsque l'abonné est occupé (tous les canaux de trafic occupés ou utilisateur déterminé occupé). Le MSC détecte la condition d'occupation soit à partir de l'interface radio (UDUB) soit de l'état de la FSM CC.

CFNRy (Renvoi d'Appels en Cas de Non-Réponse)

Les appels sont renvoyés lorsque l'abonné ne répond pas dans un délai configurable (par défaut 20 secondes, plage 5-30 secondes selon 3GPP TS 24.082). La minuterie de non-réponse commence lorsque la réponse de recherche ou l'indication d'alerte est reçue.

CFNRc (Renvoi d'Appels en Cas de Non Joignable)

Les appels sont renvoyés lorsque l'abonné ne peut pas être joint : IMSI détaché, pas de réponse de recherche, ou échec de lien radio. Le MSC détermine la joignabilité à partir de l'état de l'abonné VLR et du résultat de recherche.

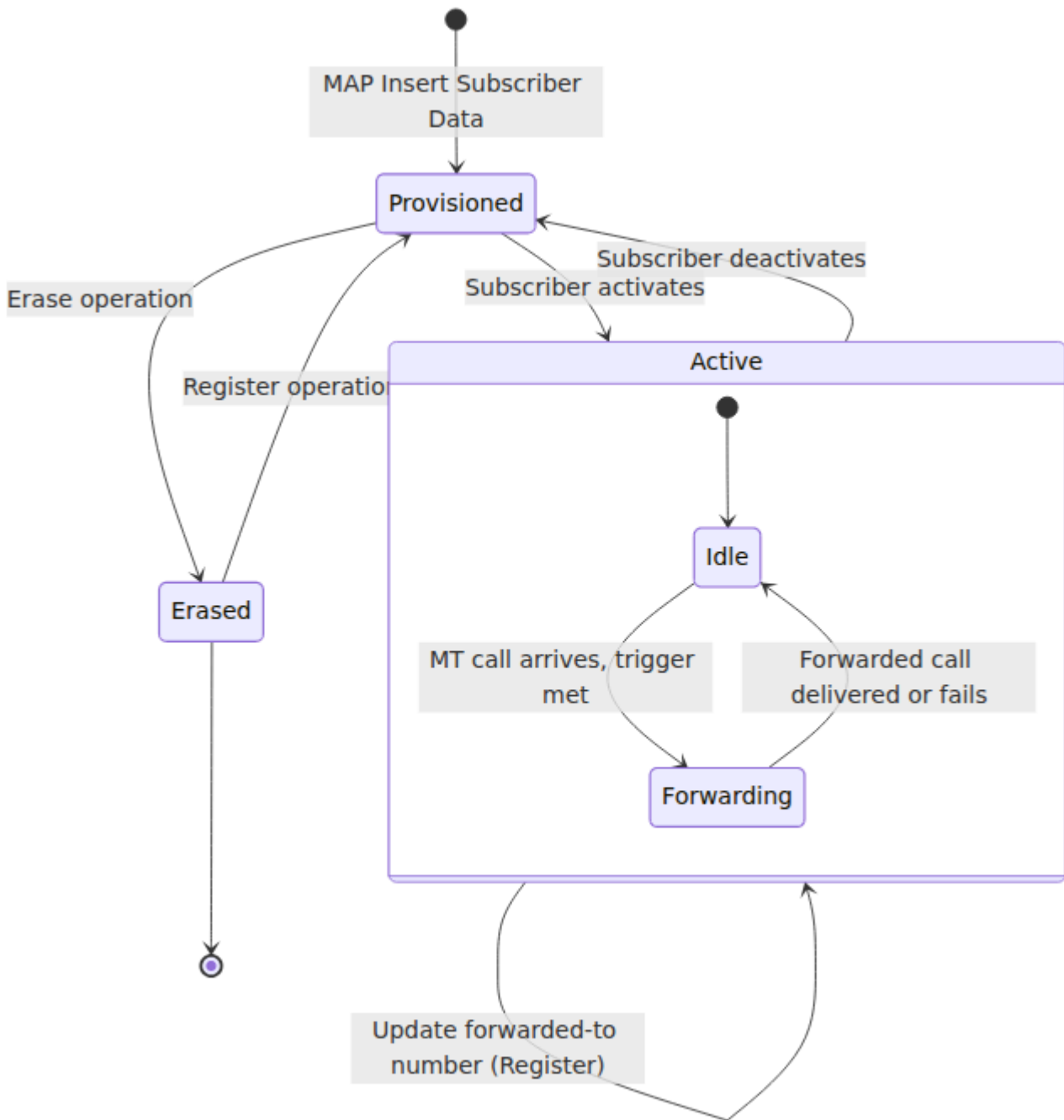
Opérations de Renvoi d'Appels

Un abonné gère le renvoi d'appels à travers les opérations SS standard :

Opération	Effet
Enregistrer	Stocker le numéro de renvoi et la minuterie de non-réponse optionnelle ; active implicitement le service
Effacer	Supprimer le numéro de renvoi et désactiver le service
Activer	Activer une variante de renvoi précédemment enregistrée
Désactiver	Désactiver le renvoi sans supprimer le numéro enregistré
Interroger	Retourner l'état actuel (actif/inactif) et le numéro de renvoi

Les opérations d'enregistrement et d'effacement sont relayées au HLR via MAP, puisque les données de renvoi font partie du profil de l'abonné. L'activation, la désactivation et l'interrogation peuvent être gérées localement à partir des données VLR lorsque l'information est déjà disponible, ou relayées au HLR sinon.

Diagramme d'État de Renvoi d'Appels



Barring d'Appels

OmniMSC met en œuvre des services de barring d'appels selon 3GPP TS 24.088. Les catégories de barring sont provisionnées par le HLR via MAP INSERT SUBSCRIBER DATA et sont appliquées par le MSC lors de l'établissement

de l'appel. L'abonné ne peut pas contourner le barring provisionné par l'opérateur.

Catégorie	Code SS (dans le groupe de barring)	Direction	Effet
Barring de Tous les Appels Sortants (BAOC)	0x21	MO	Bloquer tous les appels sortants
Barring des Appels Internationaux Sortants (BAOIC)	0x22	MO	Bloquer les appels internationaux sortants
Barring des Appels Internationaux Sortants sauf vers le Pays d'Origine (BAOIC-ExC)	0x23	MO	Bloquer les appels internationaux sortants sauf vers le pays PLMN d'origine
Barring de Tous les Appels Entrants (BAIC)	0x24	MT	Bloquer tous les appels entrants
Barring des Appels Entrants lors du Roaming (BAIC-Roam)	0x25	MT	Bloquer les appels entrants lorsque l'abonné est en roaming en dehors de HPLMN

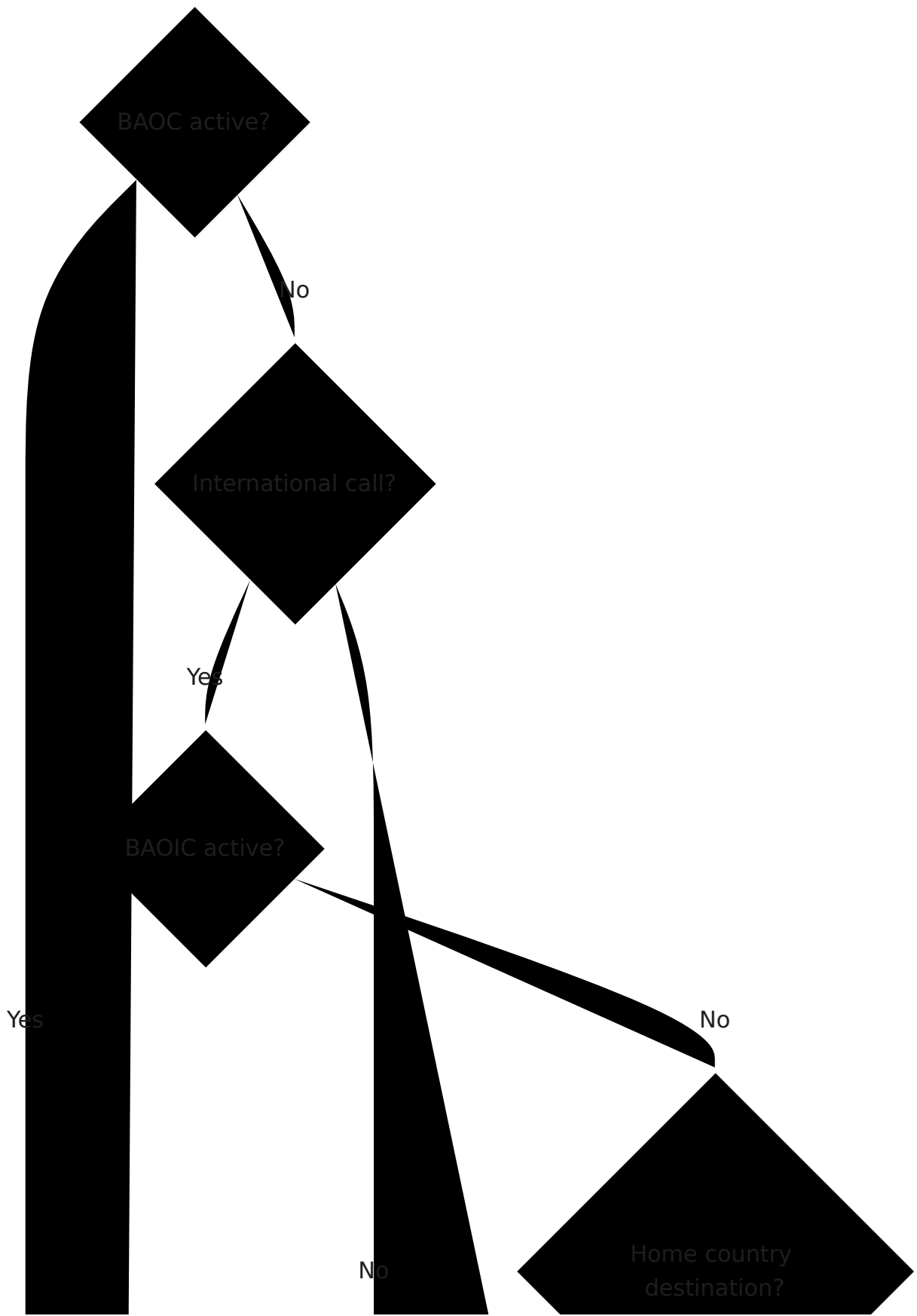
Provisionnement de Barring

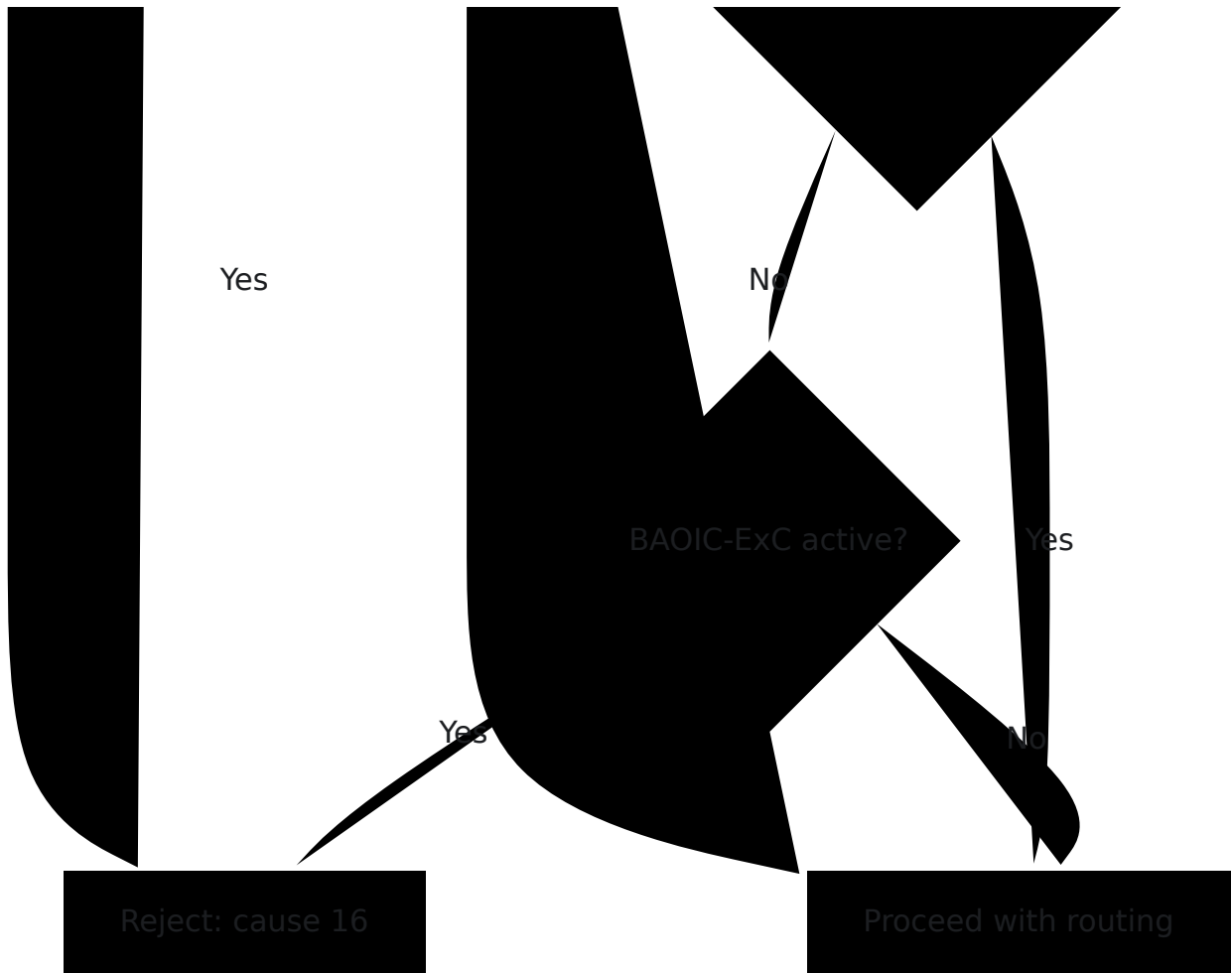
Les données de barring d'appels arrivent du HLR dans le cadre du profil de l'abonné lors de la mise à jour de localisation via l'opération MAP INSERT SUBSCRIBER DATA. Le VLR stocke les catégories de barring actives et le MSC

les évalue au moment de l'établissement de l'appel. Étant donné que le barring est contrôlé par l'opérateur, l'activation et la désactivation par l'abonné nécessitent une autorisation du HLR via un mot de passe de barring.

Évaluation du Barring -- Appels Sortants

MO Call Setup





Évaluation du Barring -- Appels Entrants

MO Call Setup

BAOC active?

No

OmniCore
5GC

OmniCall

OmniRAN

OmniCharge

Platform

🇫🇷 Français

International call?

Yes

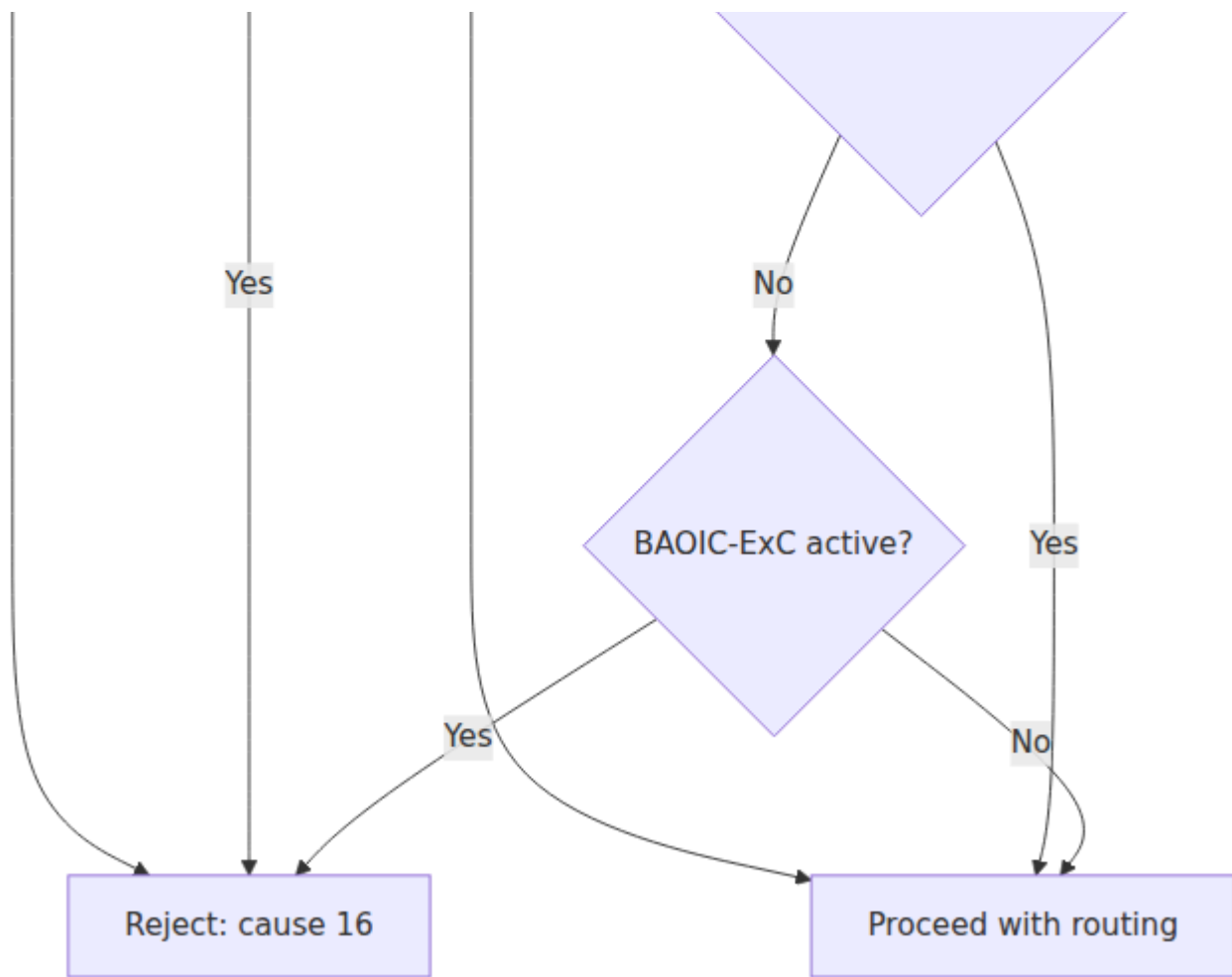
BAOIC active?

Yes

No

No

Home country
destination?



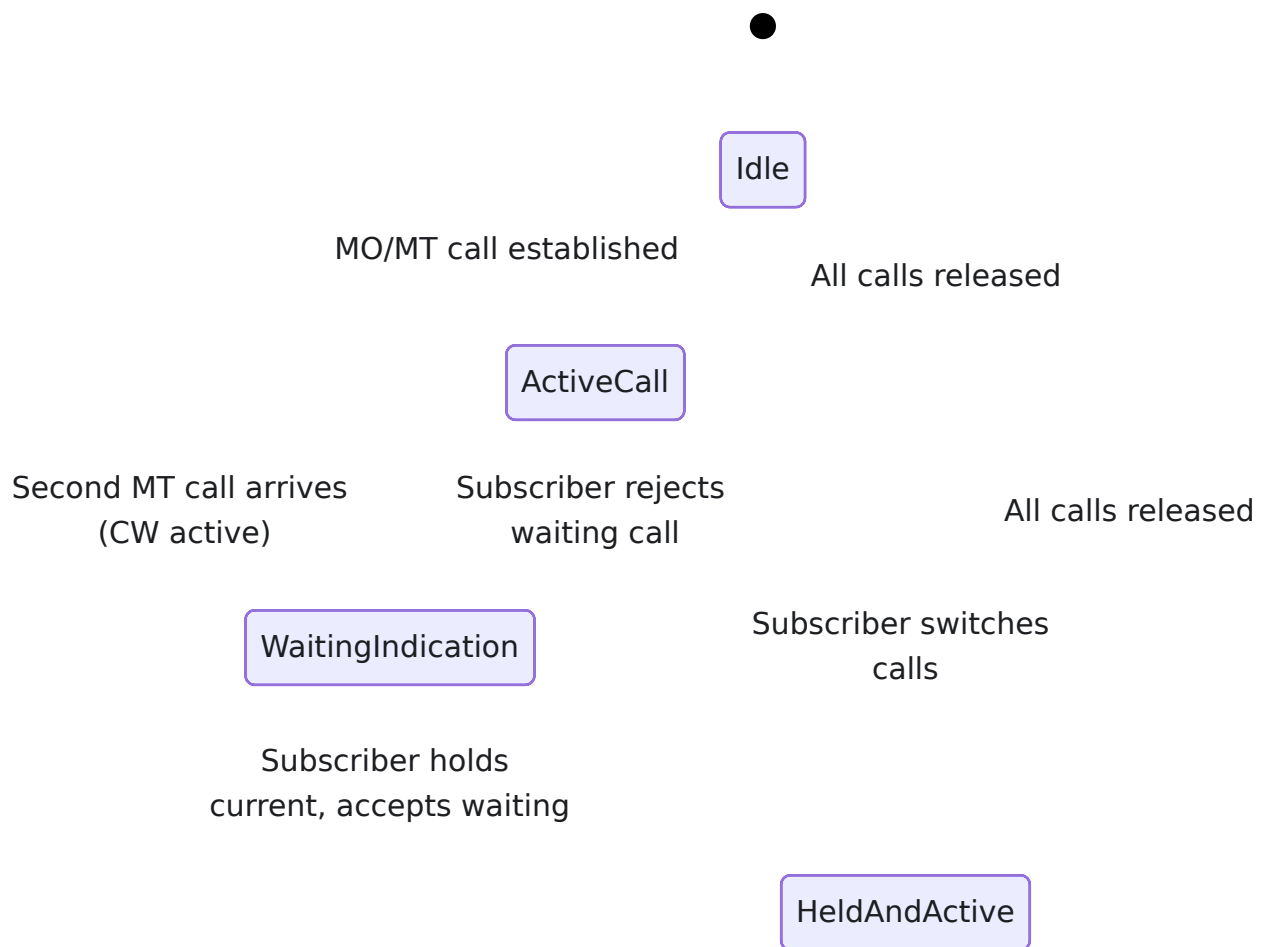
Attente d'Appels

OmniMSC met en œuvre l'Attente d'Appels (CW) selon 3GPP TS 24.083. L'Attente d'Appels a le code SS 0x41. L'abonné peut activer ou désactiver l'Attente d'Appels en utilisant les opérations SS Activate et Deactivate standard.

Lorsqu'un abonné avec CW actif est engagé dans un appel et reçoit un second appel entrant, le MSC inclut un élément d'information Signal dans le message SETUP envoyé à la station mobile. L'IE Signal indique au MS de jouer un ton d'attente d'appel, alertant l'abonné de l'appel entrant. Sans CW actif, le MSC renvoie une indication d'occupation à la seconde partie appelante, ce qui peut déclencher CFB si configuré.

L'abonné peut alors accepter l'appel en attente en mettant l'appel actuel en attente (message HOLD) et en répondant au nouvel appel, ou rejeter l'appel en

attente, qui passe à un traitement normal d'occupation.



Identification de Ligne

OmniMSC met en œuvre la Présentation de l'Identification de la Ligne Appelante (CLIP) et la Restriction de l'Identification de la Ligne Appelante (CLIR) selon 3GPP TS 24.081 et TS 24.083.

CLIP (Présentation de l'Identification de la Ligne Appelante) -- Code SS 0x11

CLIP fournit à la partie appelée le numéro de la partie appelante. Le MSC inclut le numéro appelant dans le message SETUP envoyé à la station mobile sur le tronçon MT, et dans l'IAM ou SIP INVITE sur le tronçon sortant pour les appels MO.

CLIP est un service provisionné par le réseau : lorsque CLIP est provisionné pour l'abonné appelé, le réseau présente le numéro appelant sous réserve des restrictions CLIR de la partie appelante.

CLIR (Restriction de l'Identification de la Ligne Appelante) -- Code SS 0x12

CLIR permet à la partie appelante de restreindre la présentation de son numéro à la partie appelée. Le HLR provisionne le mode CLIR par défaut, et l'abonné peut invoquer des exceptions par appel lorsque cela est permis.

Mode	Comportement
Permanent	Le numéro est toujours restreint ; l'exception par appel n'est pas disponible
Temporaire (restreint par défaut)	Numéro restreint sauf si l'abonné invoque la présentation par appel
Temporaire (autorisé par défaut)	Numéro présenté sauf si l'abonné invoque la restriction par appel

Le MSC évalue le paramètre CLIR de l'abonné appelant lors du peuplement du Numéro de la Partie Appelante dans la signalisation sortante. Une exception de l'opérateur réseau peut forcer la présentation indépendamment du paramètre CLIR, pour des scénarios tels que l'interception légale et le rappel d'urgence.

Mise en Attente d'Appels

OmniMSC gère la Mise en Attente d'Appels selon 3GPP TS 24.083. La station mobile place un appel actif en attente en envoyant un message HOLD et le récupère en envoyant un message RETRIEVE. Les deux sont des messages CC gérés directement par la FSM CC au sein du MSC.

Lorsque le MSC reçoit un message HOLD, la FSM CC transitionne la jambe d'appel vers l'état en attente, indique à la passerelle multimédia de régler la jambe en attente en mode réception uniquement, et renvoie un accusé de réception HOLD au MS. Sur RETRIEVE, la FSM CC inverse le processus : la jambe de la passerelle multimédia revient en mode envoi-réception, et le MSC répond avec un accusé de réception RETRIEVE.

La Mise en Attente d'Appels est une condition préalable pour plusieurs autres services supplémentaires, y compris l'Attente d'Appels (acceptation d'un second appel), la conférence Multi-Parties (connexion des appels en attente et actifs), et le Transfert d'Appel Explicite (connexion des parties distantes en attente et actives).

Conférence Multi-Parties (MPTY)

OmniMSC met en œuvre des appels Multi-Parties selon 3GPP TS 24.084. MPTY permet à un abonné de relier plusieurs appels dans une conférence. Le pont de conférence est hébergé sur la passerelle multimédia, le MSC contrôlant la participation à travers des échanges d'invocation et de résultat de retour CC FACILITY.

Opérations MPTY

Opération	Code SS	Description
BuildMPTY	0x51	Créer ou étendre la conférence en fusionnant les appels en attente et actifs
HoldMPTY	0x52	Mettre l'ensemble de la conférence en attente
RetrieveMPTY	0x53	Récupérer une conférence en attente
SplitMPTY	0x54	Extraire une partie de la conférence dans un appel privé

Flux BuildMPTY

L'abonné établit d'abord deux appels (un actif, un en attente) en utilisant l'établissement d'appel normal et la procédure HOLD, puis envoie une invocation BuildMPTY dans un message CC FACILITY. OmniMSC crée un contexte de conférence sur la passerelle multimédia, redirige toutes les jambes d'appel vers le pont de conférence, et renvoie un résultat de retour BuildMPTY au MS. Des appels supplémentaires peuvent être ajoutés à la conférence en répétant le modèle de mise en attente et de numérotation suivi d'une autre invocation BuildMPTY.

HoldMPTY et RetrieveMPTY

HoldMPTY place toutes les jambes de la conférence en mode réception uniquement sur la passerelle multimédia, permettant à l'abonné de passer un appel privé en dehors de la conférence. RetrieveMPTY inverse cela, restaurant toutes les jambes en mode envoi-réception et reconnectant l'abonné à la conférence.

SplitMPTY

SplitMPTY extrait une seule partie de la conférence dans un appel privé à deux parties avec l'abonné. Les autres participants à la conférence sont mis en attente. Le MS identifie la partie à séparer par référence d'appel dans l'invocation SplitMPTY.

Pont de Conférence sur MGW

La passerelle multimédia maintient le contexte de conférence avec une terminaison par participant. OmniMSC utilise CRCX pour créer des terminaisons et MDCX pour les ajouter ou les retirer du contexte de conférence. La passerelle effectue le mixage audio pour tous les participants dans le contexte.

Relais HLR

Plusieurs opérations SS nécessitent une interaction avec le HLR, puisque le profil de l'abonné est la source autoritaire pour l'état du service supplémentaire. Lorsque le MSC reçoit une opération SS qui modifie l'état persistant (Register, Erase, Activate, Deactivate pour le renvoi, vérification du mot de passe de barring), la demande est relayée au HLR via l'opération MAP appropriée. Le HLR traite la demande, met à jour le profil de l'abonné, et renvoie le résultat, que le MSC transmet à la station mobile.

Les opérations relayées via MAP incluent :

- RegisterSS / EraseSS pour les numéros de renvoi d'appels
- ActivateSS / DeactivateSS pour les changements d'état de service qui doivent persister au-delà de l'enregistrement VLR actuel
- RegisterPassword pour la gestion du mot de passe de barring d'appels
- InterrogateSS lorsque le VLR ne détient pas les données demandées

Interrogation Locale

Lorsque le VLR détient déjà des données de service supplémentaire actuelles (reçues lors de la mise à jour de localisation via INSERT SUBSCRIBER DATA), les demandes d'interrogation peuvent être répondues localement sans contacter le HLR. Cela réduit la charge de signalisation et le temps de réponse. Le MSC interroge l'enregistrement de l'abonné VLR pour le code SS demandé et renvoie l'état actuel directement à la station mobile.

L'interrogation locale est utilisée pour les requêtes d'état où les données VLR sont connues pour être fraîches, comme immédiatement après une mise à jour de localisation ou après une opération Register/Activate/Deactivate réussie qui a mis à jour la copie locale du VLR.

Références de Spécification 3GPP

Spécification	Titre	Pertinence
TS 24.010	Couche 3 de l'Interface Radio Mobile -- Services Supplémentaires	Structure des messages SS, IE de service, types de composants
TS 24.080	Spécification SS de la Couche 3 de l'Interface Radio Mobile -- Formats et Codage	Codage ASN.1 des opérations et composants SS
TS 24.081	Services Supplémentaires d'Identification de Ligne	CLIP, CLIR
TS 24.082	Services Supplémentaires de Renvoi d'Appels	CFU, CFB, CFNRy, CFNRc
TS 24.083	Services Supplémentaires d'Attente d'Appels et de Mise en Attente	CW, HOLD, RETRIEVE
TS 24.084	Services Supplémentaires Multi-Parties	BuildMPTY, HoldMPTY, RetrieveMPTY, SplitMPTY
TS 24.088	Services Supplémentaires de Barring d'Appels	BAOC, BAOIC, BAOIC-ExC, BAIC, BAIC-Roam
TS 29.002	Spécification MAP	Assignations de code SS, opérations MAP pour le provisionnement SS

Guide de Dépannage

Ce document couvre les problèmes opérationnels courants rencontrés avec les déploiements d'OmniMSC et leurs étapes de résolution. Pour référence de configuration, voir [Référence de Configuration](#). Pour les métriques système et l'alerte, voir [Référence des Métriques](#). Pour le statut en temps réel et l'inspection des abonnés, voir [Guide du Panneau de Contrôle](#).

Connectivité SS7

Lien STP Hors Service

Symptômes : Aucun nouvel appel n'est établi, les mises à jour de localisation ne se terminent pas, l'alarme `sctp_link_down` est déclenchée, et `omnimsc_peer_status` montre 0 pour le pair STP affecté.

Investigation : Vérifiez que l'association SCTP au STP est établie. Vérifiez que l'adresse IP distante et le port correspondent à la configuration du STP. Confirmez que le protocole SCTP 132 est autorisé à travers tous les pare-feux entre le MSC et le STP. Vérifiez que le contexte de routage STP correspond à la valeur configurée dans OmniMSC. Vérifiez que la machine d'état ASP du M3UA a progressé à travers ASPUP et ASPAC jusqu'à l'état ACTIF. Si l'association s'établit mais que M3UA n'atteint pas l'état ACTIF, vérifiez les journaux M3UA pour des morceaux ERR indiquant un contexte de routage ou un mode de trafic incompatible.

Résolution : Corrigez la configuration du point de terminaison SCTP (IP, port), les règles de pare-feu ou le contexte de routage M3UA comme indiqué par l'investigation. Une fois que l'association SCTP se rétablit et que M3UA atteint l'état ACTIF, l'alarme se désactive automatiquement et la signalisation reprend.

Délai d'Attente du Dialogue MAP

Symptômes : Les mises à jour de localisation se bloquent sans se terminer, la livraison de SMS échoue, l'alarme `hlr_unreachable` peut être déclenchée. Les opérations MAP expirent sans recevoir un TC-CONTINUE ou TC-END de l'HLR.

Investigation : Confirmez que l'HLR est accessible au niveau du réseau. Vérifiez que les codes de point sont correctement configurés aux deux extrémités. Vérifiez que la traduction de Global Title est correctement configurée si le routage SCCP basé sur GT est utilisé. Vérifiez que M3UA a une route active vers le code de point HLR. Inspectez les journaux pour des messages TC-BEGIN envoyés sans réponses TC-CONTINUE correspondantes.

Résolution : Corrigez la configuration du code de point ou du Global Title si nécessaire. Si l'HLR est accessible mais ne répond pas, le problème se situe du côté de l'HLR. Vérifiez que l'HLR a une route de retour vers le code de point MSC.

DPC Incorrect pour les Réponses MAP

Symptômes : Le SMSc ne reçoit jamais l'accusé de réception MT-SMS. Les réponses MAP ForwardSM sont envoyées mais n'arrivent pas au SMSc d'origine. La livraison MT-SMS semble se terminer du point de vue du MSC mais le SMSc retransmet la demande.

Investigation : Vérifiez le Code de Point de Destination (DPC) dans le message M3UA DATA portant la réponse MAP. Le DPC de réponse doit correspondre au Code de Point d'Origine (OPC) de la demande MAP entrante, qui est le code de point du SMSc. Si la réponse est envoyée au code de point STP ou HLR au lieu du SMSc, l'OPC `routing_info` n'est pas utilisé pour le DPC de réponse.

Résolution : Assurez-vous que la réponse MAP utilise l'OPC de `routing_info` entrante comme DPC pour le message de retour. Cela garantit que la réponse atteint le bon code de point SMSc plutôt qu'une route par défaut.

Problèmes d'Appel

Audio Unidirectionnel

Symptômes : L'appel est établi (les deux parties entendent la sonnerie et répondent) mais l'audio ne circule que dans une seule direction, ou pas du tout.

Investigation : Vérifiez que les messages MGCP CRCX (Créer Connexion) et MDCX (Modifier Connexion) sont envoyés au passerelle multimédia et que la passerelle répond avec 200 OK. Vérifiez que le MGW est accessible et en bonne santé. Inspectez l'adresse de connexion SDP (ligne c=) dans le SIP 200 OK pour confirmer qu'elle contient une adresse IP routable, pas une adresse privée ou de boucle. Si derrière NAT, vérifiez que le paramètre `external_ip` est configuré. Confirmez que la plage de ports RTP est ouverte dans les deux sens à travers tous les pare-feux.

Résolution : Corrigez la connectivité MGW, la configuration de l'adresse SDP ou les règles de pare-feu comme identifié. Pour les déploiements NAT, configurez le paramètre `external_ip` dans la configuration SIP.

SIP BYE Non Envoyé lors de la Libération de l'Appel

Symptômes : Lorsque la connexion A-interface est libérée (par exemple, échec de lien radio, libération BSC), le pair SIP n'est pas notifié. Le point de terminaison SIP distant maintient la session ouverte jusqu'à ce que son propre minuteur expire.

Investigation : Vérifiez que l'événement `connection_lost` est envoyé aux FSM CC lorsque le MSC-A libère la connexion. Chaque transaction d'appel active doit recevoir l'indication de libération afin que la FSM CC puisse déclencher SIP BYE sur le segment sortant.

Résolution : Assurez-vous que le gestionnaire de libération MSC-A itère toutes les transactions actives et délivre l'événement `connection_lost`. La FSM CC doit passer à l'état de libération et envoyer SIP BYE à la réception de cet événement.

Assignation Complète au Mauvais FSM CC

Symptômes : Un nouvel appel dans une connexion existante (par exemple, un deuxième appel MO pendant que le premier est en attente) reçoit l'Assignation Complète pour la mauvaise transaction, provoquant une corruption de l'état de l'appel.

Investigation : Vérifiez que la référence `active_trans` est mise à jour lorsqu'un nouvel appel commence alors que la connexion est déjà dans l'état de communication. L'Assignation Complète est livrée à la transaction marquée comme `active_trans` au moment de la réception.

Résolution : Assurez-vous que le processus MSC-A met à jour `active_trans` à la nouvelle transaction lors du traitement de la deuxième Demande de Service CM ou de la configuration d'appel dans l'état de communication.

DTMF Non Fonctionnel

Symptômes : Les tonalités DTMF en cours d'appel ne sont pas reconnues par la partie distante ou le système IVR. L'abonné appuie sur des chiffres mais aucune action ne se produit.

Investigation : Vérifiez que les messages SIP INFO sont envoyés avec le type de contenu `application/dtmf-relay` lorsque des événements DTMF sont reçus du côté radio. Confirmez que le pair SIP prend en charge la méthode INFO pour le relais DTMF. Vérifiez la configuration du pair SIP pour les préférences de gestion DTMF.

Résolution : Assurez-vous que le relais DTMF basé sur SIP INFO est activé et que le pair est configuré pour l'accepter. Si le pair nécessite des paquets RTP `telephone-event RFC 2833` au lieu de SIP INFO, ajustez la méthode de relais DTMF en conséquence.

Problèmes SMS

Délai d'Attente de Livraison MT-SMS (TC1)

Symptômes : La livraison MT-SMS initiée par le SMSc expire. L'opération MAP ForwardSM ne se termine pas dans le délai du minuteur TC1. Le SMSc retransmet la tentative de livraison.

Investigation : Vérifiez que l'opération register_mt_sms utilise un appel synchrone pour garantir que le DTAP CP-DATA est envoyé avant la réponse MAP. Vérifiez que l'Identifiant de Transaction DTAP (TI) est correctement alloué pour la direction MT. Confirmez que les PDU SMS sont envoyés sur SAPI 3 (le canal de signalisation dédié pour les SMS) plutôt que sur SAPI 0.

Résolution : Assurez-vous que l'enregistrement MT-SMS est synchrone, que l'allocation TI est correcte avec le drapeau TI défini pour les transactions d'origine réseau, et que SAPI 3 est utilisé pour les messages DTAP SMS.

Boucle de Ré- Livraison MT-SMS

Symptômes : Le processus de gestion MT-SMS se bloque et redémarre de manière répétée, provoquant la ré-livraison du même SMS en boucle. L'abonné peut recevoir des messages en double.

Investigation : Vérifiez le child_spec du processus de gestion MT-SMS dans l'arbre de supervision. Si la stratégie de redémarrage est définie sur permanent, le superviseur redémarrera le gestionnaire inconditionnellement après chaque terminaison, y compris l'achèvement normal. Cela provoque une ré-livraison car le gestionnaire redémarré réinitialise la livraison.

Résolution : Définissez le child_spec du gestionnaire MT-SMS sur restart: :temporary afin que la terminaison normale ne déclenche pas un redémarrage. Seules les pannes anormales devraient provoquer un redémarrage, et le SMSc gèrera la ré-livraison via son propre mécanisme de réessai.

Réponse MAP Non Atteignant le SMSc

Symptômes : La livraison MT-SMS se termine du côté radio (l'abonné reçoit le message) mais le SMSc ne reçoit pas la réponse MAP ForwardSM. Le SMSc considère la livraison comme échouée et peut ré-livrer.

Investigation : Vérifiez le DPC dans le message M3UA DATA portant la réponse MAP ForwardSM. Le DPC doit correspondre au code de point SMSc, qui est l'OPC de la demande MAP entrante (routing_info[:opc]). Si la réponse est routée vers le mauvais code de point, le SMSc ne la voit jamais.

Résolution : Assurez-vous que le DPC de réponse MAP est dérivé de routing_info[:opc] de la demande entrante, et non d'un code de point par défaut ou associé à l'HLR.

Authentification

Échec d'Authentification -- Mismatch MAC

Symptômes : L'authentification de l'abonné échoue avec la raison mac_failure. L'UE envoie un Échec d'Authentification avec la cause "Échec MAC" indiquant que la vérification d'authentification du réseau a échoué sur le USIM.

Investigation : Cela indique un décalage entre la clé d'abonné (Ki/K) stockée dans le USIM et la clé stockée dans l'HLR/AuC. Le vecteur d'authentification généré par l'AuC ne correspond pas à ce que le USIM calcule. Cela peut se produire après un remplacement de SIM, une migration HLR ou des erreurs de provisionnement.

Résolution : Vérifiez que la clé d'abonné dans l'HLR/AuC correspond à la clé programmée dans le USIM. Re-provisionnez le profil d'abonné dans l'HLR si nécessaire. Ce n'est pas un problème côté MSC -- le MSC relaie fidèlement les vecteurs de l'HLR.

Boucle de Resynchronisation d'Authentification

Symptômes : L'abonné entre dans un cycle de resynchronisation d'authentification qui se répète sans résolution. L'UE envoie un Échec d'Authentification avec la cause "Échec SQN" et un paramètre AUTS. Le MSC relaie la resynchronisation à l'HLR, mais les tentatives d'authentification suivantes échouent également avec un échec SQN.

Investigation : OmniMSC permet un maximum de 2 tentatives de resynchronisation par cycle d'authentification. Vérifiez si le compte de resynchronisation a été dépassé. Vérifiez que l'HLR traite correctement le paramètre AUTS et avance le SQN. Si le SQN de l'HLR est significativement hors de portée par rapport au SQN du USIM, une seule resynchronisation peut ne pas être suffisante.

Résolution : Si la boucle de resynchronisation persiste après 2 tentatives, l'abonné doit être re-provisionné dans l'HLR. Le SQN de l'HLR doit être réinitialisé pour s'aligner avec le SQN du USIM. Contactez les opérations HLR pour résoudre la divergence de SQN.

Problèmes d'Abonnés

TMSI Inconnu sur la Réponse de Paging

Symptômes : Un abonné répond au paging en utilisant un TMSI qui n'est pas reconnu par le MSC. Cela peut se produire après un redémarrage du MSC ou une corruption de la table TMSI.

Investigation : Lorsque le MSC reçoit une Réponse de Paging avec un TMSI inconnu, il ne rejette pas l'abonné. Au lieu de cela, le MSC envoie une Demande d'Identité pour obtenir l'IMSI directement de la station mobile. C'est un comportement de récupération normal selon 3GPP TS 24.008.

Résolution : Aucune action requise. Le MSC résout automatiquement le TMSI inconnu en demandant l'IMSI de l'abonné. Si cela se produit fréquemment,

vérifiez si la réallocation TMSI fonctionne correctement lors des mises à jour de localisation.

Demande de Service CM pour IMSI Inconnu

Symptômes : Un abonné envoie une Demande de Service CM mais n'est pas enregistré dans le VLR. Le MSC n'a pas de données d'abonné pour cet IMSI.

Investigation : OmniMSC déclenche une mise à jour de localisation implicite lorsqu'il reçoit une Demande de Service CM d'un abonné non enregistré. Le MSC initie la procédure complète de mise à jour de localisation (authentification, chiffrement, MAP UPDATE LOCATION vers l'HLR) avant de procéder au service demandé.

Résolution : Aucune action requise. La mise à jour de localisation implicite est automatique. Si la mise à jour de localisation échoue (HLR inaccessible, échec d'authentification), la Demande de Service CM est rejetée et l'abonné doit réessayer.

Abonné Bloqué dans le VLR

Symptômes : Un enregistrement d'abonné reste dans le VLR malgré le fait que l'abonné soit injoignable ou ait déménagé vers un autre MSC. Les tentatives de paging pour cet abonné échouent systématiquement.

Investigation : Vérifiez si l'abonné a terminé une mise à jour de localisation dans un autre MSC (l'HLR aurait envoyé un MAP CANCEL LOCATION, ce qui supprime l'enregistrement VLR). Si l'annulation a été manquée ou si l'enregistrement VLR est autrement obsolète, une suppression manuelle peut être nécessaire.

Résolution : Utilisez l'endpoint DELETE /api/subscribers/{id} pour purger l'enregistrement d'abonné du VLR. L'abonné se réenregistrera via une mise à jour de localisation lorsqu'il accédera à nouveau au réseau.

Performance

Rejet de Surcharge

Symptômes : De nouveaux appels et mises à jour de localisation sont rejetés avec la cause GSM 42 (congestion de l'équipement de commutation). L'alarme `overload` est active.

Investigation : Vérifiez les seuils de surcharge actuels et les métriques système qui les dépassent. Les quatre métriques surveillées sont : appels actifs (maximum par défaut 10 000), abonnés enregistrés (maximum par défaut 50 000), nombre de processus BEAM (maximum par défaut 500 000), et taux de paging (maximum par défaut 1 000/sec). Déterminez quelle métrique déclenche la condition de surcharge.

Résolution : Si les seuils sont appropriés pour le matériel, enquêtez sur la source de la surcharge : volume d'appels anormal, tempêtes de paging ou fuites de processus. Si les seuils sont trop conservateurs pour le déploiement, augmentez-les dans la configuration de surcharge. Voir [Référence de Configuration](#).

Utilisation Élevée de la Mémoire

Symptômes : La consommation de mémoire BEAM augmente avec le temps ou connaît des pics inattendus. Le système peut devenir non réactif si la mémoire est épuisée.

Investigation : Vérifiez les tailles des tables ETS pour les principales stores en mémoire : table d'abonnés VLR, contextes de conférence MPTY, et table de transactions TCAP. Un grand nombre d'entrées obsolètes dans l'une de ces tables peut provoquer une croissance de la mémoire. Vérifiez également les fuites de processus -- un nombre croissant de processus BEAM sans croissance correspondante des abonnés ou des appels indique des processus qui ne se terminent pas correctement.

Résolution : Identifiez et résolvez la source de la croissance. Les entrées VLR obsolètes peuvent être purgées via l'API d'abonnés. Les délais d'expiration des transactions TCAP devraient nettoyer automatiquement les dialogues

abandonnés. Si des fuites de processus sont identifiées, enquêtez sur l'arbre de supervision pour des processus avec des stratégies de redémarrage incorrectes ou un traitement des délais manquant.

Problèmes SIP

Pour la configuration des pairs SIP et les détails de keepalive OPTIONS, voir [SIP Trunking](#).

Pair SIP Affichant un Statut INCONNU

Symptômes : Un pair SIP apparaît avec un statut INCONNU dans le panneau de contrôle ou les métriques, plutôt qu'UP ou DOWN.

Investigation : OmniMSC détermine le statut du pair SIP via des messages keepalive OPTIONS périodiques. Si le keepalive OPTIONS n'est pas configuré pour le pair, ou si le pair n'a jamais répondu à une demande OPTIONS, le statut reste INCONNU. Vérifiez si la configuration du pair inclut des paramètres de keepalive. Vérifiez que le pair est accessible et répond à SIP OPTIONS avec 200 OK.

Résolution : Activez le keepalive OPTIONS pour le pair dans la configuration SIP. Si le keepalive est activé mais que le pair ne répond pas, enquêtez sur la connectivité réseau et confirmez que le pair prend en charge la méthode OPTIONS.

Retransmissions re-INVITE du Pair

Symptômes : Un pair SIP envoie des demandes re-INVITE pendant un appel établi (pour renégociation de codec, rafraîchissement de session, ou mise en attente/dé-mise en attente) et les retransmet parce que le MSC ne répond pas. Le pair peut finalement terminer l'appel en raison de la re-INVITE non répondue.

Investigation : Vérifiez que la pile SIP du MSC gère les messages re-INVITE en dialogue lorsque l'appel est dans l'état actif. Si le re-INVITE arrive pendant une

transition d'état ou n'est pas associé au bon dialogue, il peut être silencieusement supprimé.

Résolution : Assurez-vous que la couche de transaction SIP associe correctement le re-INVITE en dialogue à la jambe d'appel existante et que la FSM CC traite le re-INVITE dans l'état actif. Le MSC devrait répondre avec 200 OK contenant une réponse SDP mise à jour.

Expiration du Minuteur de Session

Symptômes : Les appels établis sont déconnectés de manière inattendue après un intervalle fixe (typiquement 1800 secondes). Le pair SIP envoie BYE avec la raison "Minuteur de Session Expiré."

Investigation : Les minuteriers de session SIP (RFC 4028) nécessitent un re-INVITE ou UPDATE périodique pour maintenir la session active. Vérifiez la négociation de l'en-tête Session-Expires lors de la configuration de l'appel. Vérifiez que le MSC respecte la valeur Min-SE (Minimum Session Expires) proposée par le pair. Si le MSC est le rafraîchisseur, confirmez qu'il envoie re-INVITE ou UPDATE avant l'expiration du minuteur de session.

Résolution : Assurez-vous que le MSC participe à la négociation du minuteur de session et effectue le rafraîchissement de session comme requis par le rôle négocié (rafraîchisseur ou rafraîchi). Si les minuteriers de session ne sont pas nécessaires dans le déploiement, le pair peut devoir être configuré pour ne pas les exiger.

Références de Spécification 3GPP

Spécification	Titre	Pertinence
TS 24.008	Couche 3 de l'Interface Radio Mobile	Authentification, identité, procédures DTAP
TS 29.002	Spécification MAP	Opérations HLR, routage par code de point
TS 48.008	Interface MSC-BSS (BSSMAP)	Assignation, mode de chiffrement, paging
TS 23.018	Procédures de Transfert	Transfert Inter-MSC
TS 22.101	Principes de Service	Appel d'urgence, surcharge

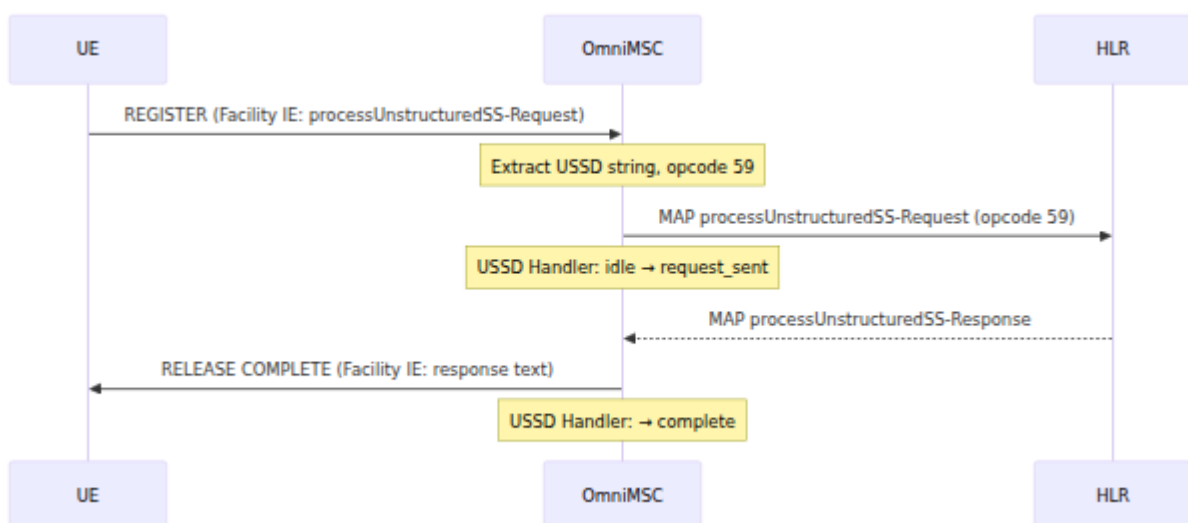
USSD

Ce document décrit l'implémentation des Données de Service Supplémentaires Non Structurées (USSD) dans OmniMSC, couvrant le relais HLR, le traitement local, le menu de diagnostic easter egg, le codec USSD et le flux de messages SS.

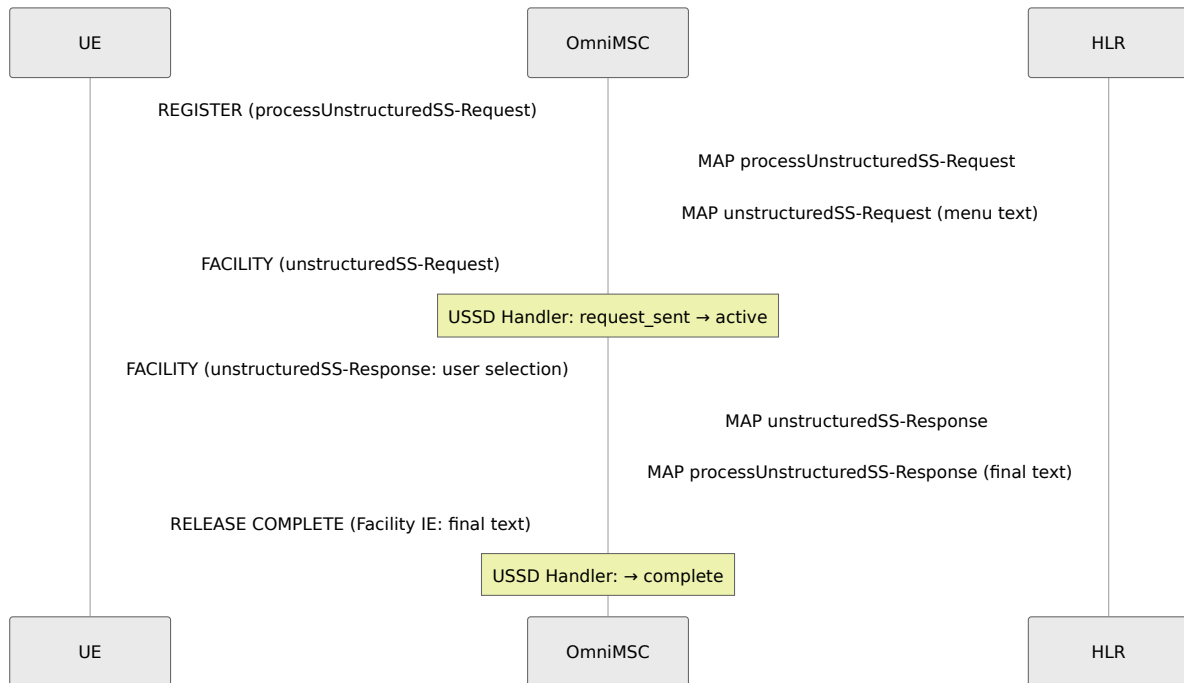
Pour les codes de services supplémentaires gérés via USSD (codes MMI de renvoi d'appel, interdiction d'appel, attente d'appel), voir [Services Supplémentaires](#). Pour l'opération MAP ProcessUnstructuredSS-Request et la gestion des dialogues, voir [Opérations MAP](#). Pour les métriques Prometheus liées à l'USSD, voir [Métriques et Surveillance](#). Pour la configuration de la passerelle USSD, voir [Référence de Configuration](#). Pour le dépannage des problèmes USSD, voir [Dépannage](#).

Relais USSD vers HLR

Lorsqu'un abonné envoie une chaîne USSD qui n'est pas gérée localement par le MSC, la demande est relayée au HLR via MAP. Le MS envoie un message REGISTER contenant un Facility IE avec un processUnstructuredSS-Request (opcode 59). Le MSC extrait la chaîne USSD et transmet la demande au HLR en utilisant la même opération MAP. Le MSC extrait la chaîne USSD et transmet la demande au HLR en utilisant la même opération MAP.



Pour les sessions interactives à plusieurs étapes, le HLR répond avec un unstructuredSS-Request (opcode 60) au lieu d'une réponse finale. Le MSC relaie cela à l'UE sous forme de message FACILITY, et la réponse de l'UE est renvoyée au HLR. Ce dialogue se poursuit jusqu'à ce que le HLR envoie un processUnstructuredSS-Response final.



Traitement Local de l'USSD

Le MSC peut gérer certains codes USSD localement sans les transmettre au HLR ou à une passerelle externe. Le traitement local est utilisé pour :

- Les codes d'activation/désactivation de services supplémentaires (CFU, CFB, CFNR, CFNRC, CLIP, CLIR, Interdiction d'Appel, Attente d'Appel) utilisant le format MMI standard défini dans 3GPP TS 22.030
- Les codes de diagnostic définis par l'opérateur gérés en interne par le MSC

Lorsqu'une chaîne USSD correspond à un code de service géré localement, le gestionnaire USSD l'achemine vers le gestionnaire SS ou le module interne approprié. La réponse est envoyée directement à l'UE sans signalisation MAP.

Pour les codes dans la plage définie par l'opérateur (100-199), le module de passerelle USSD achemine la demande vers une passerelle USSD externe si elle est configurée, ou rejette la demande si aucune passerelle n'est disponible.

Easter Egg : Menu de Diagnostic Système

OmniMSC inclut un menu de diagnostic caché accessible en composant `*#6664#` (qui correspond à `*#0MNI#` sur un clavier de téléphone). Le MSC reconnaît plusieurs variantes de ce code et répond avec un menu USSD interactif.

Le menu principal propose les options suivantes :

Touche	Élément de Menu	Informations Affichées
1	État du Système	Uptime, abonnés enregistrés, connexions actives, appels actifs, utilisation de la mémoire, nombre de planificateurs
2	VLR	Nombre d'abonnés enregistrés, FSM LU actives, FSM Auth actives
3	Appels Actifs	Compte et résumé des appels actifs (direction, numéros appelants/appelés)
4	Pile SS7	Nombre de connexions SCCP, nombre de transactions TCAP, demandes de pagination en attente
5	BEAM VM	Nombre de processus/limite, profondeur de la file d'attente d'exécution, nombre de réductions, répartition de la mémoire (total, ETS, binaire)
6	À Propos	Informations sur la version d'OmniMSC, version OTP, marque Omnitouch Network Services
9	Demande de Vente	Informations de contact
0	Quitter	Met fin à la session

Chaque sous-menu affiche une option "0. Retour" qui renvoie au menu principal. Les données de diagnostic sont collectées à partir des métriques système en direct au moment de la demande.

L'easter egg est entièrement géré au sein du MSC sans aucune signalisation MAP. Le gestionnaire USSD détecte le code magique, l'achemine vers le module EasterEgg, et gère le dialogue du menu à plusieurs étapes en utilisant des messages unstructuredSS-Request initiés par le réseau vers l'UE.

Codec USSD

Le codec USSD gère l'encodage et le décodage des éléments de protocole USSD selon 3GPP TS 24.080 et TS 24.090.

Structure du Facility IE

Le Facility IE (tag 0x1C) encapsule un composant codé en ASN.1 BER :

Type de Composant	Tag ASN.1	Utilisation
Invoke	0xA1	Transporte une demande (processUnstructuredSS-Request, unstructuredSS-Request, unstructuredSS-Notify)
ReturnResultLast	0xA2	Transporte une réponse (processUnstructuredSS-Response, unstructuredSS-Response)

Chaque composant contient un ID d'invocation, un code d'opération, et un paramètre SEQUENCE optionnel avec le schéma de codage des données USSD et la chaîne USSD.

Codes d'Opération MAP

Opcode	Opération	Direction
59	processUnstructuredSS-Request	MO: UE → MSC → HLR
60	unstructuredSS-Request	MT: HLR → MSC → UE (étape de menu interactif)
61	unstructuredSS-Notify	MT: HLR → MSC → UE (notification, aucune réponse attendue)

Encodage GSM 7 bits

Les chaînes USSD sont encodées en utilisant l'alphabet par défaut GSM 7 bits défini dans 3GPP TS 23.038. Chaque caractère est représenté comme un septet de 7 bits, et les septets sont regroupés en octets (8 septets tiennent dans 7 octets). Le byte de schéma de codage des données (DCS=0x0F) indique l'encodage GSM 7 bits.

Pour les chaînes nécessitant des caractères en dehors de l'alphabet GSM 7 bits, l'encodage UCS-2 (DCS=0x48) est utilisé, où chaque caractère occupe deux octets en UTF-16 big-endian.

La longueur maximale de la chaîne USSD est de 182 caractères pour l'encodage GSM 7 bits (160 octets regroupés) ou 80 caractères pour UCS-2 (160 octets).

Flux de Messages SS REGISTER et RELEASE COMPLETE

Les sessions USSD utilisent les types de messages de Service Supplémentaire (SS) définis dans 3GPP TS 24.010 :

Message	Direction	Objectif
REGISTER	UE → MSC	Initie une nouvelle transaction SS. Contient un Facility IE avec la demande USSD.
FACILITY	Les Deux	Transporte des données en cours de session (étapes de menu interactif). Utilisé pour les dialogues USSD à plusieurs étapes.
RELEASE COMPLETE	Les Deux	Met fin à la transaction SS. Peut contenir un Facility IE avec la réponse finale.

Une simple demande-réponse USSD utilise REGISTER (de l'UE) suivi de RELEASE COMPLETE (du MSC). Une session interactive à plusieurs étapes utilise REGISTER, puis un ou plusieurs échanges FACILITY, puis RELEASE COMPLETE.

La session a un délai d'attente de garde configurable (par défaut 30 secondes). Si ni l'UE ni la passerelle ne répondent dans cette fenêtre, le MSC termine la session avec RELEASE COMPLETE.

Références

Spécification	Titre	Pertinence
TS 24.090	Données de Service Supplémentaires Non Structurées (USSD)	Procédures USSD, gestion des sessions
TS 29.002 Section 14	Spécification MAP - Opérations de service supplémentaire	MAP processUnstructuredSS-Request (opcode 59), unstructuredSS-Request (opcode 60), unstructuredSS-Notify (opcode 61)
TS 24.080	Spécification de l'interface radio mobile couche 3 SS - Formats et codage	Structure du Facility IE, encodage des composants
TS 23.038	Alphabets et informations spécifiques à la langue	Alphabet par défaut GSM 7 bits, regroupement de septets
TS 22.030	Interface Homme-Machine (IHM)	Format de code de service, syntaxe de chaîne USSD
TS 24.010	Spécification de l'interface radio mobile couche 3 SS - Aspects généraux	Types de messages REGISTER, FACILITY, RELEASE COMPLETE

