Documentation de conformité à l'interception ANSSI R226

Objectif du document : Ce document fournit les spécifications techniques requises pour l'autorisation ANSSI R226 en vertu des articles R226-3 et R226-7 du Code pénal français pour le réseau central OmniCSCF IMS (Fonctions de contrôle de session d'appel).

Classification : Documentation de conformité réglementaire

Autorité cible : Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI)

Réglementation : R226 - Protection de la vie privée des correspondances et interception légale

---

1. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DÉTAILLÉES

1.1 Identification du système

Nom du produit : Réseau central OmniCSCF IMS
Type de produit : Système multimédia IP (IMS)
Fonction principale : Contrôle de session d'appel VoIP/VoLTE et livraison de services multimédias
Modèle de déploiement : Infrastructure de télécommunications sur site

Composants du réseau :

- P-CSCF (Fonction de contrôle de session d'appel proxy)
- E-CSCF (Fonction de contrôle de session d'appel d'urgence)
- I-CSCF (Fonction de contrôle de session d'appel interrogative)
- S-CSCF (Fonction de contrôle de session d'appel de service)

Ce système gère l'enregistrement, l'authentification, le routage de session et le contrôle des appels pour les réseaux de système multimédia IP (IMS). Les capacités d'interception détaillées et les caractéristiques de cryptage sont décrites dans les sections ci-dessous.

1.2 Capacités d'interception

1.2.1 Capture d'enregistrement et d'acquisition de session

Capture d'enregistrement SIP :

Le système CSCF traite tous les enregistrements SIP et maintient un état d'enregistrement complet :

- **Identifiants d'utilisateur :**
  - IMPU (Identité publique multimédia IP) - URI SIP (ex. : sip:+33612345678@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org)
  - IMPI (Identité privée multimédia IP) - Nom d'utilisateur d'authentification (ex. : user@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org)
  - IMSI (Identité d'abonné mobile international) - À partir des en-têtes P ou HSS
  - MSISDN (Numéro de téléphone mobile) - À partir de l'IMPU ou du profil utilisateur HSS
- **Métadonnées d'enregistrement :**
  - URI de contact (adresse réseau UE réelle)
  - En-tête de chemin (route de retour via P-CSCF)
  - En-tête Service-Route (route vers S-CSCF)
  - Chaîne User-Agent (identification du type d'appareil)
  - Horodatage d'expiration de l'enregistrement

- Adresse IP source et port
- Protocole de transport (TCP/UDP/TLS)
- Vecteurs d'authentification (RAND, AUTN, XRES, CK, IK du HSS)

- **Informations sur la localisation du réseau :**

  - En-tête P-Access-Network-Info (antenne relais, zone de localisation)
  - P-Visited-Network-ID (identification du réseau en itinérance)
  - Adresse IP reçue (source réelle)
  - Adresse P-CSCF (point d'entrée du réseau)

Capture de session d'appel :

Le S-CSCF maintient un état de dialogue SIP complet pour tous les appels actifs :

- **Identifiants de session :**

  - Call-ID (identifiant de session unique)
  - URIs et tags From/To
  - Ensembles de routes pour les deux parties
  - Original-Dialog-ID (pour le suivi des interactions avec le serveur d'application)

- **Métadonnées de session :**

  - Identité de l'appelant (en-tête From, P-Asserted-Identity)
  - Partie appelée (en-tête To, Request-URI)
  - Horodatage d'établissement de session
  - Horodatage de terminaison de session
  - État du dialogue (Précoce/Confirmé/Supprimé)
  - Numéros CSeq (séquençage des transactions)

- **Informations sur les médias :**

  - SDP (Session Description Protocol) dans les corps de message SIP
  - Adresses des serveurs multimédias (OmniTAS)
  - Informations sur les codecs (formats audio/vidéo)

    - Points de terminaison de flux multimédia
    - Allocations de ports RTP/RTCP

Identification des appels d'urgence :

Le composant E-CSCF identifie et route les appels d'urgence :

- Détection de numéro d'urgence (112, 911, etc.)
- Capture de l'IMEI (Identité d'équipement mobile international)
- Cartographie de l'IMEI vers le MSISDN (pour rappel)
- Informations de localisation provenant de l'UE ou du réseau
- Support du protocole HELD (HTTP-Enabled Location Delivery)
- Destination de routage d'urgence (PSAP/AS d'urgence)

1.2.2 Stockage et traitement des données

IMPORTANT : État en mémoire uniquement

Les composants CSCF (P-CSCF, E-CSCF, I-CSCF, S-CSCF) maintiennent **toutes les données d'état en mémoire uniquement**. Il n'y a **aucun stockage de base de données persistant** des données d'enregistrement ou de session d'appel. Tous les liaisons d'enregistrement, l'état du dialogue et les associations de sécurité IPsec sont stockés en mémoire et sont perdus lors du redémarrage du système.

Données d'enregistrement actives (en mémoire) :

Le système CSCF maintient un état en temps réel uniquement :

État d'enregistrement P-CSCF :

- Données d'association de sécurité IPsec (paires SPI, ports, paramètres de cryptage)
- Liaisons de contact UE et adresses réseau
- Points de terminaison et état de tunnel IPsec
- Périodes de validité d'enregistrement

État d'enregistrement S-CSCF :

- Identités publiques (IMPU) et état d'enregistrement actuel
- Liaisons de contact avec en-têtes de chemin, User-Agent, adresses reçues
- Mappages d'identité privée (IMPI) vers identité publique
- Profils d'utilisateur du HSS (mis en cache lors de l'enregistrement)

État de session active (en mémoire) :

Le S-CSCF maintient un état d'appel actif uniquement :

- Identifiants d'appel (Call-ID), identités des participants (tags From/To)
- Ensembles de routes et adresses de contact
- État de session (Précoce/Confirmé/Terminé)
- Informations de timing de session

Pas de CDR ni de suivi historique :

Les composants CSCF ne génèrent ni ne stockent :

- Enregistrements de détails d'appel (CDRs)
- Enregistrements d'appels historiques
- Enregistrements d'enregistrement historiques
- Suivi d'événements à long terme

Génération de CDR et suivi historique : Tous les enregistrements de détails d'appel, les données de facturation et le suivi d'appels historiques sont gérés par le **TAS (Serveur d'application de téléphonie - OmniTAS)**, et non par les composants CSCF.

Journalisation des messages SIP/Diameter :

Les CSCF peuvent générer des journaux d'événements en temps réel à des fins opérationnelles :

- **Journalisation des messages SIP :** Journalisation optionnelle des messages SIP (INVITE, REGISTER, etc.)
- **Journalisation des messages Diameter :** Journalisation optionnelle des transactions Diameter (Cx, Rx, Ro)
- **Événements système :** Changements de configuration, erreurs, pannes

Ces journaux sont des journaux opérationnels transitoires, pas des enregistrements d'appels persistants. La conservation des journaux est configurable et généralement à court terme (heures à jours) uniquement à des fins de débogage.

1.2.3 Capacités d'analyse

Surveillance en temps réel :

Le panneau de contrôle web Phoenix LiveView fournit :

- **Surveillance des enregistrements :**
  - Voir tous les utilisateurs enregistrés avec pagination
  - Recherche par IMPU, contact, IMPI
  - Détails d'enregistrement (contact, chemin, user-agent, expiration)
  - Capacité de désenregistrement forcé
- **Surveillance des dialogues :**
  - Vue des sessions d'appel actives
  - Call-ID, URIs From/To, état, durée
  - Capacité de terminaison d'appel (envoyer BYE)
  - Actualisation automatique toutes les 5 secondes
- **État du système :**
  - État des pairs Diameter (connectivité HSS, PCRF, OCS)
  - État de la passerelle frontend
  - Métriques de capacité du système
  - Capacité de tunnel IPsec (P-CSCF)

Remarque sur les données historiques :

Les composants CSCF ne maintiennent pas de données historiques. Pour les enregistrements d'appels historiques, les CDR et l'analyse des modèles de communication, les autorités d'interception légale doivent coordonner avec **OmniTAS (Serveur d'application de téléphonie)**, qui gère toute la génération de CDR et le suivi d'appels à long terme.

Visibilité du déclenchement de services en temps réel :

Le S-CSCF traite les Critères de Filtrage Initiaux (iFC) en temps réel :

- L'évaluation des iFC détermine quels serveurs d'application sont déclenchés pour chaque appel
- Visibilité en temps réel sur les services invoqués
- Décisions de routage des serveurs d'application visibles dans le flux de messages SIP

État du réseau :

- État de connectivité HSS (interface Diameter Cx)
- Distribution de sélection S-CSCF (I-CSCF)
- Modèles de routage d'appels
- Temps de réponse des serveurs d'application
- Performance des transactions Diameter

1.3 Capacités de contre-mesure

1.3.1 Mécanismes de protection de la vie privée

Confidentialité des communications :

- **Tunnels IPsec :** Tunnels ESP (Encapsulating Security Payload) entre l'UE et le P-CSCF
    - Cryptage : AES-CBC, AES-GCM
    - Authentification : HMAC-SHA1, HMAC-SHA256
    - Dérivation de clé à partir de IMS AKA (CK/IK du HSS)
    - Associations de sécurité par UE
- **Support TLS/TLS :**
    - Support SIP sur TLS (SIPS)
    - Diameter sur TLS (connexions HSS, PCRF, OCS)
    - Authentification basée sur des certificats
    - Confidentialité parfaite à l'avance (PFS) via ECDHE/DHE

- **En-têtes de confidentialité SIP :**
    - P-Asserted-Identity (ID d'appelant authentifié)
    - En-tête de confidentialité (demande de suppression de l'ID d'appelant)
    - Support de session anonyme

Contrôle d'accès :

- Authentification et contrôle d'accès de l'interface web
- Interface BINRPC pour le panneau de contrôle (port 2046)
- Contrôles d'accès au registre et séparation des rôles
- Authentification SIP (AKA via HSS)
- Authentification des pairs Diameter

Journalisation d'audit :

- Journalisation complète des messages SIP et Diameter
- Événements d'enregistrement/désenregistrement
- Événements d'établissement et de terminaison d'appel
- Actions administratives via l'interface web
- Changements de configuration
- Succès/échec de l'authentification

1.3.2 Fonctionnalités de protection des données

Sécurité d'accès :

- Contrôle d'accès basé sur les rôles (RBAC)
- Comptes de surveillance en lecture seule
- Contrôles d'authentification et d'autorisation

Renforcement du système :

- Ports réseau exposés minimaux (5060 SIP, 3868 Diameter, 8086 Web UI)
- Vérification de la validité des messages SIP
- Prévention des boucles Max-Forwards
- Limitation de débit et protection contre les inondations

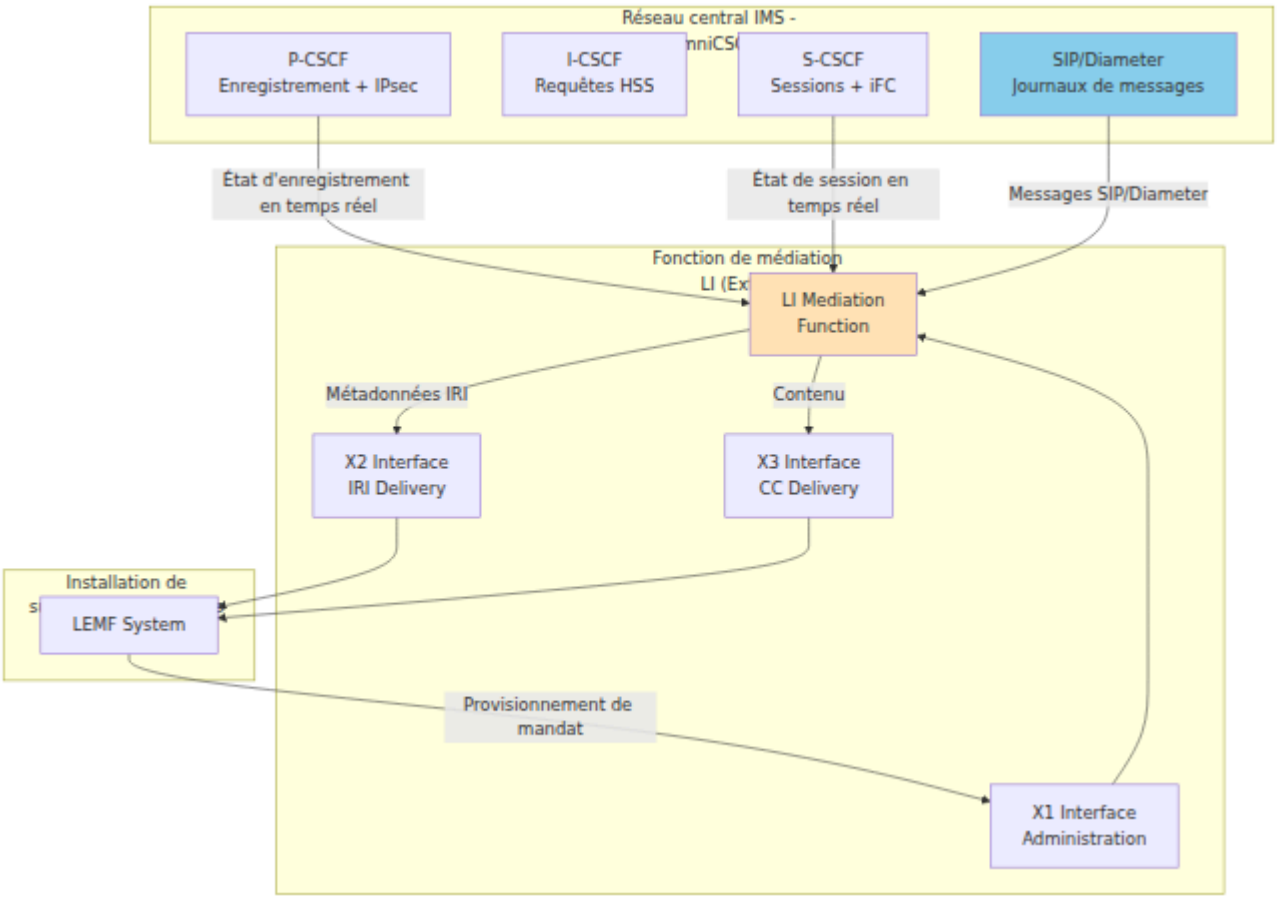
- Limites de taille de message
- Isolation des processus de travail

1.4 Points d'intégration de l'interception légale

1.5.1 Architecture d'interception légale ETSI

Le système CSCF fournit une base pour l'interception légale conforme à l'ETSI. Bien que les interfaces X1/X2/X3 natives ne soient pas intégrées, tous les points d'accès aux données nécessaires existent pour l'intégration avec des systèmes externes de Fonction de Médiation d'Interception Légale (LIMF).

Interfaces LI standard ETSI :



Interface X1 - Fonction d'administration :

- **Objectif :** Provisionnement de mandat et de cibles par les forces de l'ordre
- **Direction :** LEMF → LIMF (bidirectionnel)
- **Fonctions :**
  - Activer/désactiver l'interception pour les cibles (IMPUs, IMSIs, MSISDNs)

    - Définir la durée et la période de validité de l'interception
    - Configurer les critères de filtrage (identités, fenêtres temporelles)
    - Récupérer l'état de l'interception
- **Intégration avec CSCF :**
    - LIMF maintient une base de données de mandats (liste de cibles - externe au CSCF)
    - LIMF surveille l'état en temps réel du CSCF et les journaux de messages pour les sessions correspondantes
    - LIMF filtre en fonction des critères fournis par X1

Interface X2 - Livraison d'IRI (Informations relatives à l'interception) :

- **Objectif :** Livrer des métadonnées de session aux forces de l'ordre
- **Direction :** LIMF → LEMF (unidirectionnel)
- **Format de données :** XML/ASN.1 conforme à ETSI TS 102 232
- **Contenu du CSCF :**
    - Identifiants de session (Call-ID, tags de dialogue)
    - Partie appelante (URI From, P-Asserted-Identity, IMPU, IMSI, MSISDN)
    - Partie appelée (URI To, Request-URI, IMPU, IMSI, MSISDN)
    - Horodatages d'enregistrement
    - Horodatages de mise en place/teardown de session
    - Localisation réseau (P-Access-Network-Info, antenne relais, zone de localisation)
    - Adresses P-CSCF/S-CSCF (identification des éléments du réseau)
    - User-Agent (type d'appareil)
    - Informations sur l'itinérance (P-Visited-Network-ID)

Interface X3 - Livraison CC (Contenu de la communication) :

- **Objectif :** Livrer le contenu de communication réel
- **Direction :** LIMF → LEMF (unidirectionnel)
- **Format de données :** Conforme à ETSI TS 102 232
- **Contenu du CSCF :**
    - Corps de messages SIP (descriptions de session SDP)
    - Adresses des serveurs multimédias (pour l'interception RTP)

- Informations sur les codecs
- Messages instantanés SIP MESSAGE (contenu du corps)
- Données d'application (si routées via CSCF)

Remarque : Pour les flux RTP audio/vidéo, le LIMF doit également s'intégrer avec les serveurs multimédias (OmniTAS) pour capturer le contenu multimédia réel. Le CSCF fournit des informations de configuration de session (SDP) montrant où les médias circulent.

1.5.2 Sources de données CSCF pour l'interception légale

1. Accès aux données d'enregistrement :

Données d'enregistrement P-CSCF :

- IMPU (identité publique)
- URI de contact (adresse réseau UE)
- IP et port reçus
- En-tête de chemin
- Expiration de l'enregistrement
- Informations SPI et port IPsec
- Chaîne User-Agent

Données d'enregistrement S-CSCF :

- Identités publiques (IMPU), état de barring, état d'enregistrement
- Liaisons de contact avec en-têtes de chemin, User-Agent, adresses reçues
- Mappages d'identité privée (IMPI) vers identité publique
- Profils d'utilisateur du HSS (format XML incluant les détails de l'abonné)

Méthodes d'accès :

- Interfaces d'accès aux données en lecture seule
- Interface de surveillance de l'interface web
- Journalisation d'événements en temps réel

2. Données de session active :

Données de dialogue S-CSCF :

- Call-ID (identifiant de session unique)
- URIs et tags From/To
- Numéros CSeq de l'appelant et du destinataire
- Ensembles de routes pour les deux parties
- Adresses de contact
- État du dialogue (Précoce, Confirmé, Supprimé)
- Horodatage de début
- Valeurs de timeout

Méthodes d'accès :

- Surveillance de l'état de dialogue en temps réel
- Requête par identifiants de session ou identifiants de partie
- Capacités d'exportation pour analyse judiciaire

3. Journalisation des messages SIP :

Capture de journaux :

- Tous les messages SIP peuvent être journalisés (REGISTER, INVITE, MESSAGE, etc.)
- Niveaux de journalisation configurables
- Journalisation structurée avec horodatages
- Journalisation Syslog ou basée sur des fichiers

Analyse des journaux :

- Analyse des en-têtes SIP pour extraction d'identité
- Extraction de SDP pour informations multimédias
- Suivi des séquences de messages (CSeq)
- Corrélation des requêtes et des réponses

Exemple d'entrée de journal :

```
INFO: INVITE sip:+33687654321@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
SIP/2.0
From:
<sip:+33612345678@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org>;tag=abc123
To: <sip:+33687654321@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org>
Call-ID: f81d4fae-7dec-11d0-a765-
00a0c91e6bf6@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
P-Asserted-Identity:
<sip:+33612345678@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org>
P-Access-Network-Info: 3GPP-E-UTRAN-FDD; utran-cell-id-
3gpp=208011234567890
Content-Type: application/sdp

v=0
o=- 1234567890 1234567890 IN IP4 192.168.1.100
s=-
c=IN IP4 10.20.30.40
t=0 0
m=audio 49170 RTP/AVP 0 8
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:8 PCMA/8000
```

4. Journalisation des messages Diameter :

Messages Cx (Communication HSS) :

- UAR/UAA : Autorisation utilisateur (contient IMPU, IMPI)
- LIR/LIA : Informations de localisation (contient IMPU, S-CSCF de service)
- MAR/MAA : Authentification (contient IMPI, vecteurs d'authentification)
- SAR/SAA : Attribution de serveur (contient IMPU, IMPI, XML de profil utilisateur)

Données Diameter disponibles :

- IMSI (à partir du profil utilisateur)
- MSISDN (à partir du profil utilisateur)
- IMPUs associés (plusieurs identités par abonné)
- Profil utilisateur (services, barring, état d'itinérance)

Exemple de journal :

```
Diameter Cx SAA reçu du HSS :
User-Name: user@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
Public-Identity:
sip:+33612345678@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
Server-Name: sip:scscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
Result-Code: 2001 (Succès)
User-Data: <XML profil utilisateur avec IMSI, MSISDN, iFC>
```

5. Données d'appel d'urgence (E-CSCF) :

Cartographie IMEI vers MSISDN :

- P-CSCF crée une cartographie lorsque l'UE s'enregistre avec l'IMEI
- TTL (Time-To-Live) de 24 heures
- Utilisé pour le rappel d'urgence
- Synchronisé entre les nœuds de cluster P-CSCF

Conservation des données :

- Mappages IMEI vers MSISDN conservés pendant 24 heures
- Disponibles pour la corrélation de rappel d'urgence
- Accessibles via des interfaces de surveillance

Journaux d'appels d'urgence :

- Détection de numéro d'urgence (112, 911, etc.)
- Extraction de l'IMEI à partir du contact ou des en-têtes P
- Informations de localisation (provenant de HELD ou P-Access-Network-Info)
- Routage PSAP (Point d'Accès de Sécurité Publique)
- Routage E-CSCF vers AS d'urgence

1.5.3 Capacités d'intégration pour LIMF

Le système fournit plusieurs méthodes d'intégration pour les systèmes de Fonction de Médiation d'Interception Légale (LIMF) :

1. **Accès aux données d'enregistrement et de session :**

- Accès en temps réel aux données d'enregistrement (identités, emplacements, informations sur l'appareil)
- Surveillance des sessions actives (état des appels, participants, timing)
- Capacités de requête historique

2. **Journalisation des événements :**

   - Journalisation des messages SIP avec niveaux de détail configurables
   - Journalisation des messages Diameter pour les interactions HSS
   - Journaux d'événements structurés avec horodatages

3. **Surveillance en temps réel :**

   - Surveillance en direct de l'état d'enregistrement
   - Suivi des sessions d'appel actives
   - Détection d'appels d'urgence et informations de routage

Les méthodes d'intégration prennent en charge à la fois les architectures basées sur le polling et celles basées sur les événements pour la connectivité LIMF.

1.5.4 Mappage des données CSCF vers les interfaces LI

Mappage des données CSCF vers IRI (X2) :

Source de données CSCF	Champ IRI	Exemple de donn
IMPU (en-têtes SIP/état en mémoire)	Partie A	sip:+33612345678@ims.mnc001.mc
IMPI (en-têtes SIP/état en mémoire)	ID d'authentification	user@ims.mnc001.mcc001.3gppnetw
IMSI (profil utilisateur HSS)	ID d'abonné	208011234567890
MSISDN (profil utilisateur HSS)	Numéro de téléphone	+33612345678
Call-ID (en-têtes SIP/état de dialogue)	ID de session	f81d4fae-7dec-11d0-a765-00a0c91e6
From/To (en-têtes SIP)	Partie A/Partie B	sip:+33612345678@... / sip:+336876
Horodatage d'enregistrement (en mémoire)	Heure de l'événement	2025-11-29T10:30:00Z
P-Access-Network-Info (en-tête SIP)	Localisation	3GPP-E-UTRAN-FDD;utran-cell-id-3gpp
IP reçue (contact SIP)	Adresse IP UE	10.20.30.40:5060
Adresse P-CSCF (routage SIP)	Élément de réseau	10.4.12.165:5060

Source de données CSCF	Champ IRI	Exemple de donn
Adresse S-CSCF (routage SIP)	Élément de réseau	10.4.11.45:5060

Mappage des données CSCF vers CC (X3) :

Source de données CSCF	Champ CC	Exemple de données
Corps de MESSAGE SIP	Contenu du message instantané	"Bonjour, comment ça va ?"
SDP dans INVITE	Informations de session multimédia	Points de terminaison RTP, codecs
Adresse du serveur multimédia	Cible d'interception RTP	10.50.60.70:49170

Remarque : Pour le contenu audio/vidéo réel (RTP), le LIMF doit coordonner avec les serveurs multimédias (OmniTAS) pour capturer les flux RTP. Le CSCF fournit uniquement des informations de configuration de session.

1.5 Interface de surveillance basée sur le web

Le système inclut un panneau de contrôle basé sur le web pour la surveillance en temps réel et l'accès administratif :

Capacités de surveillance :

- État d'enregistrement en temps réel (abonnés actifs, emplacements, informations sur l'appareil)
- Surveillance des sessions d'appel actives (participants, état des appels, timing)
- Recherche et filtrage par identité (IMPU, IMPI, IMSI, MSISDN)

- État et capacité des tunnels IPsec
- Capacités d'exportation pour analyse judiciaire

Sécurité :

- Accès crypté HTTPS/TLS
- Authentification requise
- Journalisation d'audit de toutes les actions administratives
- Modes d'accès en lecture seule pour le personnel de surveillance

---

2. CAPACITÉS DE CRYPTAGE ET DE CRYPTANALYSE

2.1 Aperçu des capacités cryptographiques

L'OmniCSCF met en œuvre plusieurs couches de protection cryptographique pour le signalement et les données d'abonné. Cette section documente toutes les capacités cryptographiques requises par l'ANSSI.

2.2 Cryptage de tunnel IPsec ESP (UE vers P-CSCF)

2.2.1 Mise en œuvre du protocole IPsec

Mode IPsec pris en charge :

- ESP (Encapsulating Security Payload) - Protocole IP 50
- Mode transport (pas de mode tunnel)
- Protège le signalement SIP entre l'UE et le P-CSCF

Algorithmes de cryptage pris en charge :

Le système avec IPsec du noyau prend en charge :

- **AES-CBC (Advanced Encryption Standard - Cipher Block Chaining) :**

    - AES-128-CBC (clé de 128 bits)
    - AES-192-CBC (clé de 192 bits)
    - AES-256-CBC (clé de 256 bits) - Recommandé
- **AES-GCM (Advanced Encryption Standard - Galois/Counter Mode) :**
    - AES-128-GCM (clé de 128 bits avec AEAD)
    - AES-256-GCM (clé de 256 bits avec AEAD) - Recommandé
- **3DES-CBC (Triple DES - Cipher Block Chaining) :**
    - Clé effective de 168 bits (déprécié, compatibilité héritée)
- **Cryptage NULL :**
    - Pas de confidentialité (authentification uniquement)
    - Utilisé uniquement pour le débogage ou des scénarios de conformité spécifiques

Algorithmes d'authentification pris en charge :

- **HMAC-SHA1 (Hash-based Message Authentication Code - SHA-1) :**
    - Sortie de 160 bits
    - Compatibilité héritée
- **HMAC-SHA256 (HMAC - SHA-256) :**
    - Sortie de 256 bits
    - Recommandé
- **HMAC-SHA384 (HMAC - SHA-384) :**
    - Sortie de 384 bits
- **HMAC-SHA512 (HMAC - SHA-512) :**
    - Sortie de 512 bits
- **HMAC-MD5 :**

- Sortie de 128 bits
- Déprécié, uniquement pour compatibilité héritée

Dérivation de clé :

Les clés IPsec (CK - Cipher Key, IK - Integrity Key) sont dérivées de l'authentification IMS AKA :

1. L'UE effectue l'authentification AKA avec S-CSCF/HSS
2. HSS génère CK (128 bits) et IK (128 bits)
3. S-CSCF livre CK/IK au P-CSCF via une interface interne
4. P-CSCF utilise CK/IK pour établir des associations de sécurité IPsec avec l'UE
5. CK utilisé pour le cryptage ESP
6. IK utilisé pour l'authentification ESP

Paramètres d'association de sécurité :

- **Durée de vie :** Liée à l'expiration de l'enregistrement SIP (typiquement 599 secondes)
- **Protection contre la répétition :** Activée (fenêtre anti-replay)
- **Numéros de séquence :** 32 bits ou 64 bits (ESN - Numéros de séquence étendus)
- **Confidentialité parfaite à l'avance :** Non applicable (clés provenant de AKA, pas de Diffie-Hellman)

Mise en œuvre :

La capacité IPsec du P-CSCF :

- S'interface avec la pile IPsec du noyau Linux (cadre XFRM)
- Configure les politiques de sécurité et les associations via l'API du noyau
- Allocation et gestion de SPI (Security Parameter Index)
- Allocation de ports pour le trafic protégé

2.2.2 Capacités de configuration IPsec

Sélection de suite de chiffrement :

Le P-CSCF peut être configuré pour préférer des suites de chiffrement spécifiques :

Préférées (sécurité forte) :

- ESP avec AES-256-GCM et HMAC-SHA256
- ESP avec AES-256-CBC et HMAC-SHA256

Prises en charge (compatibilité) :

- ESP avec AES-128-CBC et HMAC-SHA1
- ESP avec 3DES-CBC et HMAC-SHA1 (héritage)

Gestion des clés :

- IKE (Internet Key Exchange) n'est PAS utilisé
- Clés fournies via IMS AKA (CK/IK du HSS)
- Configuration manuelle des associations de sécurité via XFRM du noyau
- Destruction automatique de SA à l'expiration de l'enregistrement

Cycle de vie du tunnel :

1. L'UE s'enregistre → Authentification AKA → CK/IK générés
2. P-CSCF reçoit CK/IK de S-CSCF
3. P-CSCF alloue une paire de SPI (SPI client, SPI serveur)
4. P-CSCF alloue une paire de ports (port client, port serveur)
5. P-CSCF configure les SA IPsec du noyau en utilisant CK/IK
6. P-CSCF envoie les paramètres IPsec à l'UE dans 200 OK (en-tête Security-Server)
7. L'UE configure les SA IPsec avec les mêmes paramètres
8. Tout le trafic SIP suivant circule à travers les tunnels ESP
9. À l'expiration de l'enregistrement ou à la désinscription : SA supprimées, ressources libérées

2.3 Cryptage TLS (SIP et Diameter)

2.3.1 TLS pour SIP (SIPS)

Versions TLS prises en charge :

- **TLS 1.2** (RFC 5246) - Pris en charge
- **TLS 1.3** (RFC 8446) - Pris en charge (si support du noyau/bibliothèque)
- **TLS 1.0/1.1** - Déprécié (désactivé par défaut)
- **SSL 2.0/3.0** - NON PRIS EN CHARGE (vulnérabilités connues)

Mise en œuvre de TLS :

le système utilise OpenSSL ou LibreSSL :

- Bibliothèques TLS standard de l'industrie
- Implémentations validées cryptographiquement
- Mises à jour de sécurit�� régulières

Suites de chiffrement prises en charge :

TLS 1.3 (Préféré) :

- TLS_AES_256_GCM_SHA384
- TLS_AES_128_GCM_SHA256
- TLS_CHACHA20_POLY1305_SHA256

TLS 1.2 (Pris en charge) :

- ECDHE-RSA-AES256-GCM-SHA384 (Confidentialité parfaite à l'avance)
- ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256 (Confidentialité parfaite à l'avance)
- ECDHE-ECDSA-AES256-GCM-SHA384 (Confidentialité parfaite à l'avance)
- DHE-RSA-AES256-GCM-SHA384 (Confidentialité parfaite à l'avance)
- DHE-RSA-AES128-GCM-SHA256 (Confidentialité parfaite à l'avance)

Chiffres faibles désactivés :

- Pas de RC4
- Pas de MD5
- Pas de cryptage NULL
- Pas de chiffres de grade EXPORT
- Pas de DES/3DES (déprécié)

Support des certificats :

- **Certificats X.509** (format standard)
- **Clés RSA :** minimum 2048 bits, recommandé 4096 bits
- **Clés ECDSA :** courbes P-256, P-384, P-521 prises en charge
- **Validation de chaîne de certificats**
- **Vérification de CRL (Liste de révocation de certificats)** (optionnel)
- **OCSP (Protocole d'état de certificat en ligne)** (optionnel)

Fonctionnalités TLS :

- **Confidentialité parfaite à l'avance (PFS) :** Via échange de clés ECDHE/DHE
- **Indication de nom de serveur (SNI) :** Prise en charge
- **Reprise de session TLS :** Prise en charge (optimisation des performances)
- **Authentification par certificat client :** Prise en charge (TLS mutuel)

SIP sur TLS (SIPS) :

- Transport : TCP avec cryptage TLS
- Port : 5061 (port SIPS standard)
- Utilisé pour la communication inter-CSCF (optionnel)
- Utilisé pour les connexions de réseau de confiance

2.3.2 TLS pour Diameter

Capacités Diameter :

Le système prend en charge :

- **Diameter sur SCTP** (préféré pour la fiabilité)
- **Diameter sur TCP avec TLS**
- **Port :** 3868 (port Diameter standard)

Cas d'utilisation :

- **Interface Cx :** S-CSCF/I-CSCF vers HSS (données d'abonné, authentification)
- **Interface Rx :** P-CSCF vers PCRF (politique QoS)
- **Interface Ro :** S-CSCF vers OCS (facturation en ligne - si activé)

Configuration TLS pour Diameter :

Les mêmes suites de chiffrement que SIP

- TLS 1.2/1.3
- Échange de clés ECDHE/DHE (PFS)
- Cryptage AES-GCM
- Authentification SHA256/SHA384

Authentification basée sur des certificats :

- Les pairs Diameter s'authentifient via des certificats TLS
- TLS mutuel (certificats à la fois client et serveur)
- Validation FQDN (Nom de domaine entièrement qualifié) dans les certificats
- Validation de la chaîne CA de confiance

2.4 Cryptographie d'authentification

2.4.1 Fonctions cryptographiques IMS AKA

Algorithme 3GPP AKA (MILENAGE) :

Utilisé pour générer des vecteurs d'authentification (RAND, AUTN, XRES, CK, IK) :

Fonctions cryptographiques :

- **f1 :** Fonction d'authentification de message (calculer MAC-A et MAC-S)
- **f2 :** Fonction de réponse (calculer RES à partir de RAND et K)
- **f3 :** Dérivation de clé de chiffrement (calculer CK)
- **f4 :** Dérivation de clé d'intégrité (calculer IK)
- **f5 :** Fonction de clé d'anonymat (calculer AK pour la confidentialité IMSI)

Matériel de clé :

- **K :** Clé d'abonné permanente de 128 bits (stockée dans ISIM et HSS)
- **OPc :** Clé variante de l'opérateur (dérivée de K et OP)
- **RAND :** Défi aléatoire de 128 bits
- **SQN :** Numéro de séquence de 48 bits (protection contre la répétition)

Séquence AKA :

1. HSS génère RAND (aléatoire cryptographiquement)
2. HSS calcule MAC-A = f1(K, RAND, SQN, AMF)
3. HSS calcule AUTN = (SQN ⊕ AK) || AMF || MAC-A
4. HSS calcule XRES = f2(K, RAND)
5. HSS calcule CK = f3(K, RAND)
6. HSS calcule IK = f4(K, RAND)
7. HSS envoie {RAND, AUTN, XRES, CK, IK} à S-CSCF
8. S-CSCF défie l'UE avec RAND et AUTN
9. L'UE calcule RES = f2(K, RAND) en utilisant ISIM
10. L'UE envoie RES à S-CSCF
11. S-CSCF compare RES avec XRES (validation de l'authentification)

Propriétés de sécurité :

- **Authentification mutuelle :** L'UE vérifie HSS via AUTN, HSS vérifie l'UE via RES
- **Fraîcheur de clé :** RAND est aléatoire, SQN empêche la répétition
- **Dérivation de clé :** CK et IK dérivées du secret partagé K

2.4.2 Authentification par hachage HTTP Digest

Pour l'authentification non-IMS (si utilisée) :

Algorithme : MD5 (RFC 2617)

- **Fonction de hachage :** MD5 (sortie de 128 bits)
- **Challenge-Réponse :** Basé sur nonce
- **Protection contre la répétition :** Nonce avec horodatage

Remarque : HTTP Digest avec MD5 est considéré comme faible. IMS AKA est fortement préféré.

2.5 Hachage et intégrité

2.5.1 Fonctions de hachage disponibles

le système peut utiliser (via OpenSSL/crypto du noyau) :

- **SHA-256 :** sortie de 256 bits, recommandé
- **SHA-384 :** sortie de 384 bits
- **SHA-512 :** sortie de 512 bits
- **SHA-1 :** sortie de 160 bits, déprécié pour une utilisation sécuritaire
- **MD5 :** sortie de 128 bits, déprécié pour une utilisation sécuritaire

Utilisation :

- Constructions HMAC pour IPsec/TLS
- Vérification de l'intégrité des données
- Génération de nonce
- Détection de doublons (hachage Call-ID)

2.5.2 Intégrité des messages

Intégrité des messages SIP :

- **IPsec ESP :** HMAC-SHA256 pour SIP authentifié sur IPsec
- **TLS :** Authentification des messages via TLS MAC
- **Digest SIP :** Intégrité de l'en-tête d'authentification

Intégrité des messages Diameter :

- **TLS :** Diameter sur TLS fournit une authentification des messages
- **HMAC :** Les messages Diameter peuvent inclure des AVPs HMAC pour l'intégrité

2.6 Génération de nombres aléatoires

Génération de nombres aléatoires cryptographiquement sécurisée :

le système repose sur :

- **Linux kernel /dev/urandom :** PRNG (Générateur de nombres pseudo-aléatoires cryptographiquement sécurisé)
- **OpenSSL RAND_bytes() :** CSPRNG (Générateur de nombres pseudo-aléatoires cryptographiquement sécurisé)

Utilisation :

- Allocation de SPI (valeur de départ aléatoire)
- Génération de Call-ID
- Génération de paramètres de branche
- Génération de nonce pour l'authentification
- Génération d'ID de session

2.7 Gestion des clés

2.7.1 Gestion des certificats TLS

Stockage des certificats :

- Stockage dans le système de fichiers avec des permissions restreintes (0600)
- Situé dans : `/etc/system/tls/`
- Format PEM pour les certificats et les clés

Génération de certificats :

```
# Générer une clé privée RSA de 4096 bits
openssl genrsa -out system-key.pem 4096

# Générer CSR (Demande de signature de certificat)
openssl req -new -key system-key.pem -out system.csr \
  -subj
"/C=FR/ST=IDF/L=Paris/O=Omnitouch/CN=scscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetw

# Certificat auto-signé (développement/test)
openssl x509 -req -days 365 -in system.csr \
  -signkey system-key.pem -out system-cert.pem

# Production : Soumettre CSR à une CA de confiance
```

Rotation des certificats :

- Renouvellement annuel de certificat recommandé
- Redémarrage de service en douceur pour charger les nouveaux certificats
- Aucun temps d'arrêt requis

2.7.2 Gestion des clés IPsec

Dérivation de clé :

- CK (Clé de chiffrement) et IK (Clé d'intégrité) provenant de IMS AKA
- Clés de 128 bits du HSS
- Livrées de manière sécurisée via Diameter Cx (sur TLS)

Durée de vie des clés :

- Liée à l'expiration de l'enregistrement SIP (typiquement 599 secondes)
- Renouvellement de clé à l'actualisation de l'enregistrement
- Destruction automatique de clé à la désinscription

Stockage des clés :

- Éphémère (en mémoire uniquement pendant l'enregistrement actif)
- Installé dans la pile IPsec du noyau
- Pas de stockage de clé persistant

- Clés rejetées lorsque SA supprimée

2.8 Résistance à la cryptanalyse

2.8.1 Sélection d'algorithmes

Défense contre la cryptanalyse :

- **Pas d'algorithmes personnalisés :** Uniquement des algorithmes standard de l'industrie, examinés par les pairs
- **Tailles de clé fortes :** AES-256, RSA-4096, SHA-256
- **Cryptage authentifié :** AES-GCM (AEAD - Cryptage authentifié avec données associées)
- **Confidentialité parfaite à l'avance :** ECDHE/DHE dans TLS
- **Mises à jour régulières :** Patches de sécurité OpenSSL/LibreSSL appliqués

Algorithmes dépréciés désactivés :

- MD5 (collisions de hachage)
- RC4 (faiblesses du chiffre de flux)
- DES/3DES (petite taille de bloc, longueur de clé)
- SSL 2.0/3.0 (vulnérabilités de protocole)
- TLS 1.0/1.1 (attaques BEAST, POODLE)

2.8.2 Atténuation des attaques par canaux auxiliaires

Résistance aux attaques par temporisation :

- Comparaison en temps constant pour les réponses d'authentification
- Pas de fuites de temporisation dans les opérations cryptographiques (via OpenSSL)

Protection de la mémoire :

- Isolation de la pile IPsec du noyau
- Isolation de la mémoire des processus
- Pas de swap pour les données sensibles (si configuré)

2.9 Conformité et normes

Conformité aux normes cryptographiques :

- **NIST SP 800-52 :** Directives TLS
- **NIST SP 800-131A :** Transitions d'algorithmes cryptographiques
- **RFC 7525 :** Recommandations TLS
- **ETSI TS 133 203 :** Sécurité d'accès 3GPP (IMS AKA)
- **ETSI TS 133 210 :** Sécurité de couche réseau IP (IPsec)
- **3GPP TS 33.203 :** Sécurité d'accès pour IMS
- **3GPP TS 33.210 :** Sécurité de domaine réseau

Réglementations françaises en matière de cryptographie :

- Pas de cryptographie restreinte à l'exportation (tous les algorithmes standard)
- Moyens cryptographiques standard (pas de portes dérobées gouvernementales)
- Certification de produit cryptographique ANSSI (si nécessaire)

Guide des opérations Diameter

Table des matières

Aperçu

Diameter est le protocole d'authentification, d'autorisation et de comptabilité (AAA) utilisé dans toute l'architecture IMS. OmniCall CSCF utilise Diameter pour communiquer avec des éléments réseau critiques, y compris HSS, PCRF et OCS.

Qu'est-ce que Diameter ?

Diameter (RFC 6733) est le successeur de RADIUS, conçu pour des scénarios AAA modernes :

- **Transport fiable** via TCP/SCTP (vs. UDP dans RADIUS)
- **Extensible** via des modules spécifiques à l'application
- **Architecture pair à pair** (pas seulement client-serveur)
- **Connexions avec état** avec surveillance par watchdog
- **Gestion des erreurs** et codes de résultat **standardisés**

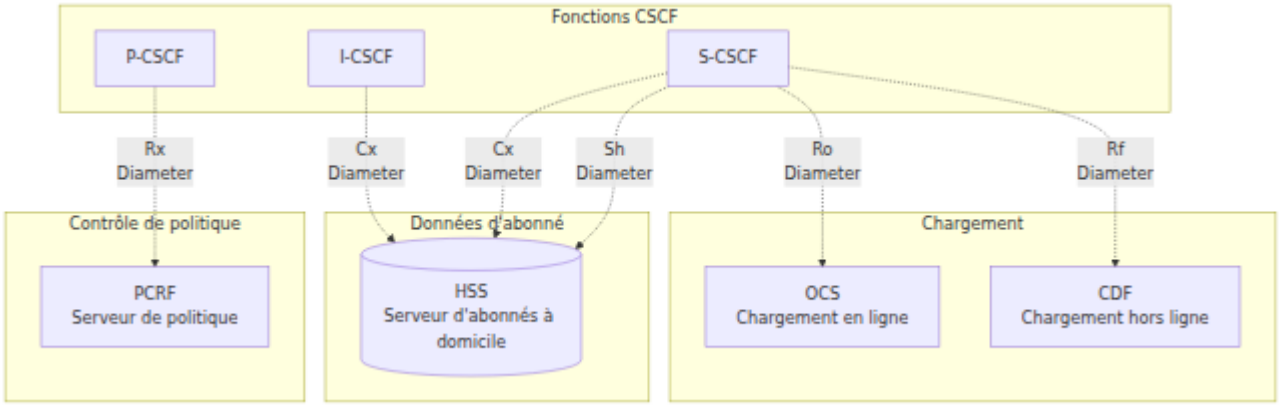
Diameter dans CSCF

Chaque composant CSCF utilise des interfaces d'application Diameter spécifiques :

CSCF	Interface	ID d'application	Connecté à	Objectif
I-CSCF	Cx	16777216	HSS	Sélection S-CSCF, localisation utilisateur
S-CSCF	Cx	16777216	HSS	Authentification utilisateur, téléchargement de profil
S-CSCF	Sh	16777217	HSS	Accès aux données utilisateur (optionnel)
P-CSCF	Rx	16777236	PCRF	Politique QoS et contrôle de porteur
S-CSCF	Ro	4	OCS	Chargement en ligne (contrôle de crédit)
S-CSCF	Rf	3	CDF	Chargement hors ligne (comptabilité)

Diameter dans l'architecture IMS

Aperçu du réseau



Interfaces Diameter

Interface Cx (CSCF ↔ HSS)

L'interface Cx est utilisée par I-CSCF et S-CSCF pour l'authentification des utilisateurs et la gestion des profils.

Spécification 3GPP : TS 29.228

Opérations I-CSCF

Demande d'autorisation utilisateur (UAR) / Réponse d'autorisation utilisateur (UAA) :

- **Objectif** : Interroger le HSS pour l'attribution ou les capacités de S-CSCF
- **Déclencheur** : Enregistrement reçu de l'utilisateur
- **Cas d'utilisation** : I-CSCF doit acheminer l'enregistrement vers le S-CSCF approprié

Demande d'information de localisation (LIR) / Réponse d'information de localisation (LIA) :

- **Objectif** : Interroger le HSS pour le S-CSCF actuel de l'utilisateur

- **Déclencheur** : INVITE ou MESSAGE reçu pour l'utilisateur terminant
- **Cas d'utilisation** : I-CSCF doit acheminer la session vers le S-CSCF de l'utilisateur

Opérations S-CSCF

Demande d'authentification multimédia (MAR) / Réponse d'authentification multimédia (MAA) :

- **Objectif** : Récupérer les vecteurs d'authentification du HSS
- **Déclencheur** : Enregistrement initial (avant défi)
- **Cas d'utilisation** : S-CSCF doit défier l'utilisateur pour l'authentification IMS AKA

Demande d'attribution de serveur (SAR) / Réponse d'attribution de serveur (SAA) :

- **Objectif** : Informer le HSS de l'état d'enregistrement, télécharger le profil utilisateur
- **Déclencheur** : Authentification réussie (après MAR/MAA)
- **Cas d'utilisation** : S-CSCF télécharge l'IFC et le profil de service pour l'utilisateur

L'AVP `User-Data` dans SAA contient le profil utilisateur complet, y compris :

- Identités publiques
- Critères de filtre initiaux (IFC) pour le déclenchement de service
- Identifiants de profil multimédia souscrit
- Informations de facturation

Demande de résiliation d'enregistrement (RTR) / Réponse de résiliation d'enregistrement (RTA) :

- **Objectif** : Désenregistrement initié par le HSS (poussé par le HSS)
- **Déclencheur** : Désenregistrement administratif, changement d'abonnement
- **Cas d'utilisation** : Le HSS demande au S-CSCF de désenregistrer un utilisateur

Interface Rx (P-CSCF ↔ PCRF)

L'interface Rx fournit un contrôle de politique et QoS pour les sessions IMS.

Spécification 3GPP : TS 29.214

Demande AA (AAR) / Réponse AA (AAA) :

- **Objectif** : Demander une autorisation QoS pour la session multimédia
- **Déclencheur** : Échange d'offre/réponse SDP dans SIP INVITE
- **Cas d'utilisation** : P-CSCF demande au PCRF d'autoriser les ressources de porteur

Demande de ré-authentification (RAR) / Réponse de ré-authentification (RAA) :

- **Objectif** : Mise à jour de politique initiée par le PCRF (poussé par le PCRF)
- **Déclencheur** : Changement de politique, modification de porteur
- **Cas d'utilisation** : PCRF demande à P-CSCF de mettre à jour la politique QoS

Demande de résiliation de session (STR) / Réponse de résiliation de session (STA) :

- **Objectif** : Libérer la session Rx et les ressources de porteur
- **Déclencheur** : Résiliation d'appel (BYE reçu)
- **Cas d'utilisation** : P-CSCF informe le PCRF de libérer les ressources QoS

Interface Ro (S-CSCF ↔ OCS)

L'interface Ro fournit un chargement en ligne (contrôle de crédit).

Spécification 3GPP : TS 32.299

Demande de contrôle de crédit (CCR) / Réponse de contrôle de crédit (CCA) :

- **Objectif** : Autorisation de crédit en temps réel et débit
- **Déclencheur** : Établissement d'appel, en cours d'appel, résiliation d'appel

- **Cas d'utilisation** : Chargement prépayé, vérifications de crédit en temps réel

Types :

- **CCR-Initial** : Demander du crédit au début de l'appel
- **CCR-Update** : Rafraîchir le quota pendant l'appel
- **CCR-Terminate** : Rapporter l'utilisation finale à la fin de l'appel

Gestion des pairs via l'interface Web

OmniCall CSCF fournit un panneau de contrôle basé sur le Web pour la gestion des pairs Diameter.

Accès : Accédez à l'onglet **Diameter** dans le panneau de contrôle (`http://<cscf-server>:4000/diameter`)

Affichage de l'état des pairs

La page de gestion Diameter affiche :

Informations Résumées

- **Royaume** : Royaume Diameter
- **Identité** : Hôte d'origine Diameter
- **Nombre de pairs** : Nombre de pairs configurés
- **Travailleurs** : Nombre de travailleurs CDP
- **Longueur de la file d'attente** : Transactions en attente
- **Délai de connexion** : Délai de connexion (secondes)
- **Délai de transaction** : Délai de transaction (secondes)
- **Accepter les pairs inconnus** : Drapeau de politique

Liste des pairs

Tableau de tous les pairs Diameter avec les colonnes suivantes :

Colonne	Description
FQDN	Nom de domaine pleinement qualifié du pair
État	État de connexion (I_Open, Closed, etc.)
Statut	Activé ou Désactivé
Dernière utilisation	Temps écoulé depuis la dernière transaction
Applications	Nombre d'applications Diameter prises en charge

Opérations sur les pairs

Activer un pair :

1. Localisez le pair désactivé dans le tableau
2. Cliquez sur le bouton **Activer**
3. Le pair tentera d'établir une connexion

Désactiver un pair :

1. Localisez le pair activé dans le tableau
2. Cliquez sur le bouton **Désactiver**
3. Confirmez l'action
4. La connexion du pair sera terminée de manière ordonnée

Voir les applications :

1. Cliquez sur la ligne du pair pour développer
2. Voir la liste des applications Diameter prises en charge avec les noms d'interface

La vue développée du pair montre toutes les applications Diameter prises en charge :

- **16777216:10415** - 3GPP Cx/Dx (communication HSS pour I-CSCF/S-CSCF)
- **16777236:10415** - 3GPP Rx (politique QoS PCRF pour P-CSCF)
- **16777238:0** - 3GPP Ro (Chargement en ligne)
- Autres ID d'application et ID de fournisseur pris en charge

Le panneau de contrôle associe automatiquement les ID d'application Diameter aux noms d'interface 3GPP :

- **Cx/Dx** (16777216:10415)
- **Sh/Dh** (16777217:10415)
- **Rx** (16777236:10415)
- **Ro** (16777238:10415/0/5535/13019)
- **Gx** (16777224:10415)
- **S6a/S6d** (16777251:10415)
- Et bien d'autres (voir `diameter_live.ex` pour la liste complète)

États des pairs

État	Description
I_Open	Connexion ouverte et opérationnelle
Closed	Aucune connexion établie
Wait-Conn-Ack	Connexion initiée, en attente de réponse
Wait-I-CEA	CER envoyé, en attente de CEA

Pour une gestion détaillée des pairs : Voir Guide des opérations de l'interface Web

Codes de résultat Diameter

Codes de résultat courants et leurs significations :

Code	Nom	Signification	Acti
2xxx	**Succès**		
2001	DIAMETER_SUCCESS	Opération réussie	Aucun
3xxx	**Erreurs de protocole**		
3002	DIAMETER_UNABLE_TO_DELIVER	Impossible de router vers la destination	Vérifiez la connectiv pair
3003	DIAMETER_REALM_NOT_SERVED	Royaume non reconnu	Vérifiez la configura royaume
3007	DIAMETER_APPLICATION_UNSUPPORTED	Application non prise en charge	Vérifiez l' d'applicat
4xxx	**Échecs transitoires**		
4001	DIAMETER_AUTHENTICATION_REJECTED	Auth échoué	Vérifiez le identifian
4010	DIAMETER_USER_UNKNOWN	Utilisateur non provisionné	Vérifiez le provisionn HSS
5xxx	**Échecs permanents**		
5001	DIAMETER_AVP_UNSUPPORTED	AVP non reconnu	Vérifiez la version d protocole

Code	Nom	Signification	Acti
5002	DIAMETER_UNKNOWN_SESSION_ID	Session non trouvée	Session e ou invalic
5003	DIAMETER_AUTHORIZATION_REJECTED	Non autorisé	Vérifiez le permissio l'utilisate
5012	DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY	Impossible de traiter la demande	Vérifiez le journaux HSS/PCRF

Problèmes courants

Échecs de connexion des pairs

Symptôme : Pair bloqué dans l'état "Closed" ou "Wait-Conn-Ack"

Diagnostic :

1. Vérifiez la connectivité réseau :

   ```
   ping <peer-fqdn>
   telnet <peer-fqdn> 3868
   ```

2. Vérifiez les règles de pare-feu (le port 3868 TCP doit être ouvert)
3. Vérifiez la configuration du pair (adresse IP, port)
4. Vérifiez les journaux du pair pour les tentatives de connexion

Résolution :

- Corrigez les problèmes réseau/pare-feu
- Vérifiez que le pair fonctionne et écoute sur le port 3868
- Vérifiez si le pair a la bonne configuration pour CSCF
- Utilisez **Activer le pair** dans l'interface Web pour réessayer la connexion

Échecs d'échange CER/CEA

Symptôme : Pair bloqué dans l'état "Wait-I-CEA", ou CEA avec code d'erreur

Erreurs courantes :

- **5010 (NO_COMMON_APPLICATION)** : Vérifiez que les deux pairs prennent en charge la même application (par exemple, Cx = 16777216)
- **3003 (REALM_NOT_SERVED)** : Vérifiez que l'Origin-Realm correspond au royaume attendu par le pair

Résolution :

- Vérifiez la configuration Diameter pour l'ID d'application et le royaume
- Assurez-vous que la configuration du pair correspond aux attentes du CSCF
- Consultez les journaux du backend CSCF pour des messages d'erreur détaillés

---

Problèmes d'interface Cx HSS

Symptôme : Échecs d'enregistrement, délais d'attente MAR/MAA

Erreurs courantes :

Code de résultat	Signification	Résolution
4010	USER_UNKNOWN	Utilisateur non provisionné dans le HSS
4001	AUTHENTICATION_REJECTED	IMPI/identifiants incorrects
5012	UNABLE_TO_COMPLY	Erreur interne HSS, vérifiez les journaux HSS

Résolution :

- **USER_UNKNOWN** : Provisionnez l'utilisateur dans le HSS
- **AUTHENTICATION_REJECTED** : Vérifiez l'IMPI et le secret partagé dans le HSS
- **UNABLE_TO_COMPLY** : Vérifiez les journaux HSS et la connectivité à la base de données

---

Problèmes d'interface Rx PCRF

Symptôme : Les appels réussissent mais aucune QoS appliquée, délais d'attente AAR/AAA

Problèmes courants :

- **PCRF hors service** : Vérifiez l'état du pair dans l'interface Web
- **Framed-IP-Address non reconnu** : PCRF ne peut pas mapper l'IP UE à l'abonné
- **Politique non appliquée** : Vérifiez les règles de politique PCRF, vérifiez l'intégration PCEF

Résolution :

- Vérifiez que le pair PCRF est dans l'état "I_Open"
- Vérifiez le provisionnement de l'adresse IP UE dans le PCRF
- Vérifiez que l'interface Gx (PCRF à PCEF) fonctionne

Problèmes d'interface Ro OCS

Symptôme : Les appels prépayés échouent, délais d'attente CCR/CCA, appels bloqués

Erreurs courantes :

Code de résultat	Signification	Résolution
4012	CREDIT_LIMIT_REACHED	Crédit insuffisant
5003	AUTHORIZATION_REJECTED	Utilisateur non autorisé pour le prépayé

Résolution :

- **CREDIT_LIMIT_REACHED** : Normal pour les utilisateurs prépayés sans crédit
- **Délai d'attente OCS** : Vérifiez la disponibilité de l'OCS et l'état du pair
- **AUTHORIZATION_REJECTED** : Vérifiez que l'utilisateur est provisionné pour le prépayé dans l'OCS

Dégradation des performances

Symptôme : Temps de réponse Diameter lents, forte latence

Diagnostic :

1. Vérifiez l'horodatage "Dernière utilisation" dans la liste des pairs (doit être récent)
2. Surveillez la "Longueur de la file d'attente" (valeurs élevées indiquent un arriéré)
3. Consultez les journaux du backend CSCF pour des avertissements de délai d'attente

Résolution :

- **Haute latence** : Enquêtez sur le réseau entre CSCF et le pair
- **Haute longueur de file d'attente** : Vérifiez la charge système du pair (HSS/PCRF/OCS)
- **Délais d'attente** : Augmentez le délai de transaction si le réseau a une forte latence

Meilleures pratiques

Directives opérationnelles

Gestion des pairs :

- Surveillez l'état des pairs via le tableau de bord de l'interface Web
- Configurez une surveillance externe pour les événements de panne de pair
- Testez la connectivité des pairs pendant les fenêtres de maintenance

Planification de capacité :

- Estimez le taux de transaction Diameter basé sur les enregistrements et le volume d'appels
- Assurez-vous que HSS/PCRF/OCS peuvent gérer les taux de transaction de pointe
- Envisagez des agents de routage Diameter (DRA) pour les grandes déploiements

Dépannage :

- Vérifiez d'abord l'état des pairs lors de l'examen des échecs d'enregistrement ou d'appel
- Corrélez les échecs Diameter avec les échecs SIP (même Call-ID ou utilisateur)
- Consultez les journaux du backend CSCF pour des traces de transaction Diameter détaillées

Sécurité :

- Utilisez TLS pour les connexions Diameter en production (si pris en charge)
- Restreignez l'accès des pairs Diameter via le pare-feu (uniquement les pairs connus)
- Examinez régulièrement les journaux d'audit d'activation/désactivation des pairs

Limitations et améliorations futures

Mise en œuvre actuelle

Le panneau de contrôle fournit :

- □ Affichage en temps réel de l'état des pairs
- □ Opérations d'activation/désactivation des pairs
- □ Mapping ID d'application vers nom d'interface
- □ Actualisation automatique toutes les 5 secondes

Pas encore implémenté

Les fonctionnalités suivantes ne sont **pas actuellement disponibles** mais pourraient être ajoutées dans de futures versions :

- **Inspecteur de message Diameter** : Voir les transactions Diameter récentes et les détails AVP
- **Tableau de bord des métriques Diameter** : Intégration Grafana pour la latence, les taux d'erreur, etc.
- **Statistiques des pairs** : Comptes de messages, taux de réussite, latence moyenne par pair
- **Surveillance par watchdog** : État DWR/DWA en temps réel
- **Reconnecter manuellement** : Forcer la reconnexion du pair via l'interface Web

Solutions de contournement

Pour l'inspection des messages : Vérifiez les journaux du backend CSCF ou activez la journalisation de débogage Diameter

Pour des statistiques détaillées : Interrogez les métriques à partir du point de terminaison Prometheus (voir Référence des métriques pour les définitions complètes des métriques CDP/Diameter et Guide des opérations de l'interface Web pour la configuration de la surveillance)

Pour une reconnexion manuelle : Utilisez l'interface Web pour désactiver puis réactiver le pair

Documentation connexe

- **Guide des opérations P-CSCF** - Opérations de l'interface Rx P-CSCF
- **Guide des opérations I-CSCF** - Opérations de l'interface Cx I-CSCF
- **Guide des opérations S-CSCF** - Interfaces Cx, Ro S-CSCF
- **Guide des opérations de l'interface Web** - Gestion des pairs Diameter via le panneau de contrôle
- **Guide des opérations CSCF** - Opérations générales CSCF

Spécifications 3GPP

- **TS 29.228** : Interfaces Cx et Dx (CSCF-HSS)
- **TS 29.214** : Interface Rx (P-CSCF-PCRF)
- **TS 32.299** : Applications de facturation Diameter (Ro, Rf)
- **RFC 6733** : Protocole de base Diameter

Détails techniques

Mise en œuvre

- **Pile Diameter** : Pile de protocole Diameter intégrée
- **Interface de gestion** : Protocole RPC vers le backend CSCF
- **Interface Web** : Phoenix LiveView (`lib/cscf_web/web/diameter_live.ex`)

Configuration

Les pairs Diameter sont configurés dans les fichiers de configuration du backend CSCF, et non via le panneau de contrôle. Le panneau de contrôle fournit uniquement une surveillance et un contrôle opérationnel (activation/désactivation).

Guide de Capacité et de Dimensionnement d'OmniCall CSCF

Aperçu

Ce guide fournit des informations sur la planification de la capacité et le dimensionnement pour les déploiements d'OmniCall CSCF. Les chiffres de capacité présentés ici sont des **lignes directrices basées sur l'analyse du code source et l'expérience de production**, et non des limites strictes.

Stratégie de Mise à l'Échelle Horizontale

OmniCall CSCF atteint une échelle pratiquement illimitée grâce à la mise à l'échelle horizontale - il suffit de déployer des instances supplémentaires à mesure que votre base d'abonnés croît. Il n'y a pas de limite supérieure pratique à la capacité totale du réseau.

Principes Clés de Mise à l'Échelle :

✓ **Ajoutez des instances, pas de la complexité** : Besoin de supporter 1 million d'abonnés ? Déployez 3-4 instances S-CSCF au lieu d'un serveur massif.

✓ **Composants indépendants** : Chaque instance P-CSCF, I-CSCF et S-CSCF fonctionne indépendamment.

✓ **Distribution de charge** : L'I-CSCF distribue automatiquement les utilisateurs entre les instances S-CSCF ; les DNS ou les équilibreurs de charge distribuent le trafic vers P-CSCF et I-CSCF.

✓ **Aucune affinité de session requise** : Les utilisateurs peuvent être répartis entre différentes instances CSCF.

✓ **Distribution géographique** : Déployez des instances CSCF dans plusieurs centres de données pour la résilience et l'optimisation de la latence.

Exemple de Chemin de Mise à l'Échelle :

- **10K abonnés** : 1 P-CSCF, 1 I-CSCF, 1 S-CSCF
- **50K abonnés** : 2 P-CSCF, 2 I-CSCF, 2 S-CSCF
- **200K abonnés** : 6 P-CSCF, 4 I-CSCF, 4 S-CSCF
- **1M abonnés** : 30 P-CSCF, 10 I-CSCF, 10 S-CSCF
- **10M abonnés** : 300 P-CSCF, 50 I-CSCF, 50 S-CSCF

Mise à l'Échelle Rentable : Matériel standard + mise à l'échelle horizontale = CapEx inférieur à celui des solutions coûteuses "big iron".

À Propos de Ces Lignes Directrices

Les chiffres de capacité dans ce document sont des **estimations conservatrices** conçues pour :

- Fournir une marge de manœuvre pour les pics de trafic (tempêtes d'enregistrement, événements d'appels massifs)
- Tenir compte du traitement IFC complexe et des intégrations multiples avec des serveurs d'application
- Assurer des temps de réponse inférieurs à une seconde même sous charge
- Supporter des configurations à haute disponibilité avec capacité de basculement

Votre expérience peut varier en fonction de :

- Spécifications matérielles (vitesse du CPU, RAM, bande passante réseau)
- Complexité IFC et nombre de serveurs d'application
- Minuteries d'expiration d'enregistrement (plus courtes = réenregistrements plus fréquents)
- Temps de maintien des appels et modèles de trafic aux heures de pointe

Recommandation : Utilisez ces lignes directrices comme point de départ, puis surveillez les métriques de production pour optimiser le nombre d'instances et

la configuration pour votre déploiement spécifique.

Table des Matières

Résumé Exécutif

Contraintes Clés de Capacité

Type de CSCF	Contrainte Principale	Maximum par Instance	Déploiement Typique
P-CSCF	Associations de Sécurité IPsec	**~50,000 UEs**	10,000-30,000 UEs
I-CSCF	CPU/Réseau (sans état)	**Limité par le débit**	100,000+ req/sec
S-CSCF	Enregistrements d'Utilisateurs	**~500,000 IMPUs**	100,000-300,000 IMPUs
Dialogues	État d'Appel Actif	**~100,000 dialogues**	20,000-50,000 simultanés

Limites Techniques (Par Instance)

OmniCall CSCF a certaines limites techniques par instance. Celles-ci ne sont **pas des limites de déploiement** - la capacité totale est illimitée grâce à la mise à l'échelle horizontale :

Limite	Valeur	Ce que cela signifie	Solution
Suivi de Hash SPI	**10,000 entrées**	Structure de suivi interne pour les SPI IPsec	Cela ne limite PAS les enregistrements à 10K. P-CSCF peut gérer 40K-50K enregistrements avec une configuration appropriée. Déployez plus de VMs P-CSCF pour une échelle plus élevée.
Contacts par IMPU	**100**	Maximum de contacts SIP par identité publique	Rarement atteint en pratique (typique : 1-5 contacts par utilisateur). Ajoutez des VMs S-CSCF si nécessaire.
Routes de Service	**10 par contact**	Maximum d'en-têtes de route de service	Utilisation typique : 1-3. Pas une contrainte.
Taille du Corps NOTIFY	**16 Ko**	Taille maximale du message de notification	Divisez les grandes listes d'abonnés entre les instances S-CSCF.

Clarification sur la Limite de Hash SPI :

- La limite de 10,000 SPI hash est une **structure de suivi interne**, pas une limite d'enregistrement stricte.

- Les instances P-CSCF gèrent régulièrement **40,000-50,000 enregistrements simultanés** en production.
- Le hash SPI est utilisé pour des recherches rapides ; les SAs IPsec réels sont gérés séparément par le noyau.
- Si vous approchez des limites de capacité, déployez simplement des VMs P-CSCF supplémentaires.

Point Clé : Ce sont des limites d'ingénierie pour une seule instance VM. Pour une échelle illimitée, déployez plus de VMs.

Capacité P-CSCF

Le **Proxy-CSCF** est généralement le composant le plus contraint en capacité en raison de la surcharge des associations de sécurité IPsec.

Facteurs de Capacité

1. Associations de Sécurité IPsec

Empreinte Mémoire par UE :

```
Chaque SA IPsec consomme environ :
- Suivi SPI : ~200 octets (entrée de table de hachage)
- Liaison de socket : ~1-2 Ko (ressources du noyau)
- État de contact : ~500-1000 octets (données d'enregistrement)
- Total par UE : ~2-3 Ko en mémoire partagée
```

Lignes Directrices de Capacité par Instance :

- **Agressive** : 40,000-50,000 UEs (approche de la limite de hash SPI)
- **Recommandé** : 20,000-30,000 UEs (performance équilibrée et marge de manœuvre)
- **Conservateur** : 10,000-15,000 UEs (marge de manœuvre maximale pour la haute disponibilité)

Mise à l'Échelle au-delà d'une Instance Unique :

- **100K abonnés** : Déployez 3-5 instances P-CSCF derrière un équilibrage de charge DNS.
- **500K abonnés** : Déployez 15-25 instances P-CSCF sur plusieurs sites.
- **1M+ abonnés** : Déployez 30-50+ instances P-CSCF avec distribution géographique.

Remarque : Ce sont des lignes directrices, pas des limites. Les déploiements de production ont réussi à faire fonctionner des instances P-CSCF à 40K+ UEs avec un réglage approprié.

2. Services d'Urgence

Le traitement des appels d'urgence utilise un stockage en mémoire pour les mappages IMEI-vers-retour d'appel (TTL de 24 heures) pour soutenir les rappels d'urgence.

Exigences VM P-CSCF

Spécification VM Standard : 8 vCPU, 8 Go de RAM minimum

Taille du Déploiement	UEs par VM	VMs Nécessaires pour des Déploiements Exemples
Conservateur	10,000-15,000	10K abonnés = 1 VM, 50K abonnés = 4 VMs, 100K abonnés = 7 VMs
Recommandé	20,000-30,000	10K abonnés = 1 VM, 50K abonnés = 2 VMs, 100K abonnés = 4 VMs
Agressif	40,000-50,000	10K abonnés = 1 VM, 50K abonnés = 1 VM, 100K abonnés = 2 VMs

VoWiFi avec OmniePDG :

- OmniePDG termine IPsec, P-CSCF gère uniquement SIP.
- La capacité augmente à **80,000-100,000 UEs par VM P-CSCF**.
- 100K utilisateurs VoWiFi = 1-2 VMs P-CSCF (contre 4 VMs pour VoLTE).

Capacité I-CSCF

Le **Interrogating-CSCF** est sans état et principalement limité par le CPU et le débit réseau plutôt que par la mémoire.

Facteurs de Capacité

1. Conception Sans État

- **Pas d'état de session** : I-CSCF ne maintient pas les enregistrements d'utilisateurs ou les dialogues.
- **Requêtes HSS** : Chaque enregistrement nécessite un échange Cx UAR/UAA.
- **Basé sur le Débit** : Limité par le taux de traitement REGISTER/INVITE.

Débit Typique :

- **Taux d'Enregistrement** : 1,000-5,000 enregistrements/seconde (selon la latence HSS).
- **Taux de Mise en Place d'Appels** : 5,000-10,000 INVITE/seconde.
- **Abonnés Simultanés** : Effectivement illimité (aucun état maintenu).

2. Sélection S-CSCF

I-CSCF maintient un pool d'instances S-CSCF disponibles (typiquement 2-10) pour l'équilibrage de charge basé sur les capacités et la charge actuelle.

Exigences VM I-CSCF

Spécification VM Standard : 4 vCPU, 8 Go de RAM minimum

Taille du Déploiement	Débit par VM	VMs Nécessaires pour des Déploiements Exemples
Conservateur	1,000 reg/sec	10K abonnés = 1 VM, 100K abonnés = 2 VMs, 500K abonnés = 4 VMs
Recommandé	2,000 reg/sec	10K abonnés = 1 VM, 100K abonnés = 1 VM, 500K abonnés = 2 VMs
Agressif	5,000 reg/sec	10K abonnés = 1 VM, 100K abonnés = 1 VM, 500K abonnés = 1 VM

Stratégie de Mise à l'Échelle : Déployez plusieurs instances I-CSCF derrière un équilibrage de charge DNS en round-robin ou un équilibreur de charge matériel. Chaque instance est indépendante et sans état.

Capacité S-CSCF

Le **Serving-CSCF** maintient l'état d'enregistrement et les dialogues actifs, ce qui en fait le composant central de la scalabilité.

Facteurs de Capacité

1. Enregistrements d'Utilisateurs

Empreinte Mémoire par IMPU :

```
Chaque IMPU enregistré consomme environ :
- Entrée de hachage : ~1-2 Ko (IMPU, contacts, expire)
- IFC (Critères de Filtrage Initiaux) : ~5-20 Ko (profil de
service du HSS)
- Vecteurs d'authentification : ~1-2 Ko
- Total par IMPU : ~7-25 Ko selon la complexité du service
```

Lignes Directrices de Capacité par Instance :

- **Agressive** : 400,000-500,000 IMPUs (avec hash_size=14+, matériel haut de gamme)
- **Recommandé** : 200,000-300,000 IMPUs (charge équilibrée, complexité IFC typique)
- **Conservateur** : 100,000-150,000 IMPUs (complexité IFC, plusieurs AS, marge de manœuvre HA)

Mise à l'Échelle pour de Grands Déploiements :

- **1M abonnés** : Déployez 3-5 instances S-CSCF, I-CSCF distribue via HSS.
- **5M abonnés** : Déployez 15-25 instances S-CSCF dans plusieurs centres de données.
- **10M+ abonnés** : Déployez 30-50+ instances S-CSCF.

Remarque : Ce sont des lignes directrices de départ. La capacité réelle dépend de la complexité IFC, de l'intégration AS et des spécifications matérielles. Certains déploiements de production fonctionnent avec 400K+ IMPUs par instance avec des configurations optimisées.

2. Dialogues Actifs (Sessions d'Appel)

Empreinte Mémoire par Dialogue :

```
Chaque dialogue actif consomme environ :
- État de dialogue : ~2-4 Ko (Call-ID, tags From/To, ensemble de
routes)
- Informations SDP : ~1-2 Ko (paramètres médias)
- Profils/variables : ~1-2 Ko
- Total par dialogue : ~4-8 Ko
```

Lignes Directrices de Capacité par Instance :

- **Agressive** : 80,000-100,000 dialogues simultanés (avec dlg_hash_size=15+)
- **Recommandé** : 40,000-60,000 dialogues simultanés (déploiement typique)
- **Conservateur** : 20,000-30,000 dialogues simultanés (marge de manœuvre HA maximale)

Mise à l'Échelle pour un Volume d'Appels Élevé :

- **100K appels simultanés** : Déployez 2-3 instances S-CSCF.
- **500K appels simultanés** : Déployez 10-15 instances S-CSCF.
- **1M+ appels simultanés** : Déployez 20-30+ instances S-CSCF.

Remarque : La capacité des dialogues est souvent supérieure à celle des enregistrements puisque les dialogues sont de courte durée (secondes à minutes) tandis que les enregistrements sont de longue durée (minutes à heures). Surveillez les taux d'appels simultanés réels aux heures de pointe pour optimiser.

3. Traitement des Critères de Filtrage Initiaux (IFC)

Impact de la Complexité IFC :

- IFC simple (1-5 points de déclenchement) : Surcharge minimale.
- IFC complexe (10+ points de déclenchement, plusieurs AS) : 5-10 ms de traitement supplémentaire par appel.
- Mémoire : 5-20 Ko par utilisateur selon la complexité du profil de service.

Exigences VM S-CSCF

Spécification VM Standard : 8 vCPU, 8 Go de RAM minimum

Taille du Déploiement	IMPUs par VM	Dialogues Simultanés par VM	VMs Nécessaires pour des Déploiements Exemples
Conservateur	100,000-150,000	20,000-30,000	10K abonnés = 1 VM, 100K abonnés = 1 VM, 500K abonnés = 4 VMs
Recommandé	200,000-300,000	40,000-60,000	10K abonnés = 1 VM, 100K abonnés = 1 VM, 500K abonnés = 2 VMs
Agressif	400,000-500,000	80,000-100,000	10K abonnés = 1 VM, 100K abonnés = 1 VM, 500K abonnés = 1 VM

Dimensionnement du Déploiement

Petit Déploiement (< 10,000 Abonnés)

Scénario : MVNO, petite entreprise, environnement de laboratoire/test

Composant	Nombre de VMs	Spécification des VMs	Capacité par VM
P-CSCF	1	8 vCPU, 8 Go de RAM	10,000-15,000 UEs
I-CSCF	1	4 vCPU, 8 Go de RAM	1,000-2,000 reg/sec
S-CSCF	1	8 vCPU, 8 Go de RAM	100,000-200,000 IMPUs
Total VMs	**3**		
Capacité Totale			**Jusqu'à 15,000 abonnés**

Déploiement Moyen (10,000-100,000 Abonnés)

Scénario : Opérateur régional, opérateur de niveau 2, grande entreprise

Dimensionnement Conservateur (100K abonnés) :

Composant	Nombre de VMs	Spécification des VMs	Capacité par VM
P-CSCF	4	8 vCPU, 8 Go de RAM	25,000 UEs chacun
I-CSCF	2	4 vCPU, 8 Go de RAM	2,000 reg/sec chacun
S-CSCF	2	8 vCPU, 8 Go de RAM	150,000 IMPUs chacun
Total VMs	**8**		
Capacité Totale			**100,000 abonnés**

Dimensionnement Recommandé (100K abonnés) :

Composant	Nombre de VMs	Spécification des VMs	Capacité par VM
P-CSCF	2	8 vCPU, 8 Go de RAM	50,000 UEs chacun
I-CSCF	1	4 vCPU, 8 Go de RAM	5,000 reg/sec
S-CSCF	1	8 vCPU, 8 Go de RAM	300,000 IMPUs
Total VMs	**4**		
Capacité Totale			**100,000 abonnés**

Haute Disponibilité :

- Déployez I-CSCF derrière un round-robin DNS ou un équilibreur de charge.
- I-CSCF distribue les utilisateurs à travers le pool S-CSCF.
- Distribution géographique recommandée pour la résilience.

Grand Déploiement (500,000 Abonnés)

Scénario : Opérateur de niveau 1, opérateur national

Dimensionnement Conservateur :

Composant	Nombre de VMs	Spécification des VMs	Capacité par VM
P-CSCF	25	8 vCPU, 8 Go de RAM	20,000 UEs chacun
I-CSCF	4	4 vCPU, 8 Go de RAM	2,000 reg/sec chacun
S-CSCF	4	8 vCPU, 8 Go de RAM	150,000 IMPUs chacun
Total VMs	**33**		
Capacité Totale			**500,000 abonnés**

Dimensionnement Recommandé :

Composant	Nombre de VMs	Spécification des VMs	Capacité par VM
P-CSCF	15	8 vCPU, 8 Go de RAM	33,000 UEs chacun
I-CSCF	2	4 vCPU, 8 Go de RAM	5,000 reg/sec chacun
S-CSCF	2	8 vCPU, 8 Go de RAM	250,000 IMPUs chacun
Total VMs	**19**		
Capacité Totale			**500,000 abonnés**

Dimensionnement Agressif :

Composant	Nombre de VMs	Spécification des VMs	Capacité par VM
P-CSCF	10	8 vCPU, 8 Go de RAM	50,000 UEs chacun
I-CSCF	1	4 vCPU, 8 Go de RAM	5,000 reg/sec
S-CSCF	1	8 vCPU, 8 Go de RAM	500,000 IMPUs
Total VMs	**12**		
Capacité Totale			**500,000 abonnés**

Haute Disponibilité :

- P-CSCF actif-actif à travers les centres de données.
- I-CSCF géo-redondant avec DNS ou BGP anycast.
- Plusieurs instances S-CSCF avec distribution de charge I-CSCF.

Considérations de Déploiement VoWiFi

Avec OmniePDG :

- La capacité P-CSCF augmente considérablement (pas de surcharge IPsec sur P-CSCF).
- ePDG gère la terminaison du tunnel IPsec.
- P-CSCF peut supporter 100,000+ utilisateurs VoWiFi (limité par le CPU/réseau, pas par IPsec).

Architecture :

```
VoWiFi UE → (IPsec) → OmniePDG → (SIP) → P-CSCF → I-CSCF → S-CSCF
VoLTE UE → (IPsec) → P-CSCF → I-CSCF → S-CSCF
```

Recommandation : Pour de grands déploiements VoWiFi (>50K utilisateurs), déployez des instances P-CSCF dédiées derrière OmniePDG sans module IPsec chargé pour un maximum de débit.

Optimisation des Performances

OmniCall CSCF est livré pré-optimisé pour une utilisation en production. Le réglage des performances est géré par l'ingénierie d'OmniCall lors du déploiement.

Configuration VM Standard

Toutes les VMs OmniCall CSCF sont configurées avec :

- **OS** : Réglage du noyau Linux pour un débit réseau élevé.

- **Mémoire** : Allocation de mémoire partagée optimisée pour les tables de hachage et l'état de session.
- **Réseau** : Réglage de la pile TCP/IP pour le trafic SIP et Diameter.

Réglage Spécifique au Déploiement

Pour un réglage personnalisé basé sur vos exigences spécifiques de déploiement, contactez le support d'OmniCall. Les scénarios de réglage courants incluent :

- **Volume d'appels élevé** : Ajustement des processus de travail et de la capacité des dialogues.
- **Grande base d'abonnés** : Optimisation des tables de hachage d'enregistrement.
- **IFC complexe** : Réglage des processus de notification pour l'intégration des serveurs d'application.
- **Distribution géographique** : Optimisation du basculement et de la redondance.

Surveillance et Alertes

Indicateurs Clés de Performance (KPI)

Métriques P-CSCF

Métrique	Description	Seuil d'Alerte	Seuil Critique
Nombre de SA IPsec	Associations de sécurité actives	> 25,000	> 40,000
Utilisation du Hash SPI	Pourcentage de la plage SPI utilis��e	> 70%	> 90%
Taux d'Enregistrement	Requêtes REGISTER/sec	> 100/sec	> 500/sec
Charge du Hash de Contact	Contacts moyens par slot de hachage	> 20	> 50
Utilisation de la Mémoire	Consommation de mémoire partagée	> 70%	> 90%

Requêtes Prometheus :

```
# Nombre de SA IPsec (à partir de la surveillance de la table de hachage)
ipsec_sa_count{cscf="pcscf01"}

# Taux d'enregistrement
rate(sip_register_requests_total{cscf="pcscf01"}[5m])
```

Métriques S-CSCF

Métrique	Description	Seuil d'Alerte	Seuil Critique
IMPUs Enregistrés	Total des utilisateurs enregistrés	> 300,000	> 450,000
Dialogues Actifs	Sessions d'appel simultanées	> 40,000	> 70,000
Charge du Hash IMPU	IMPUs moyens par slot de hachage	> 50	> 100
Charge du Hash de Dialogue	Dialogues moyens par slot de hachage	> 10	> 20
Temps de Traitement IFC	Temps moyen d'évaluation IFC	> 10 ms	> 50 ms

Requêtes Prometheus :

```
# Utilisateurs enregistrés
impu_registered_count{cscf="scscf01"}

# Dialogues actifs
dialog_active_count{cscf="scscf01"}
```

Métriques I-CSCF

Métrique	Description	Seuil d'Alerte	Seuil Critique
TPS d'Enregistrement	Transactions REGISTER/sec	> 1,000/sec	> 2,000/sec
Latence de Requête HSS	Temps de réponse Diameter Cx	> 50 ms	> 200 ms
Taux d'Échec HSS	Pourcentage de requêtes HSS échouées	> 1%	> 5%

Vérifications de Santé

Surveillance de la Santé du Système : OmniCall CSCF exporte des métriques de santé complètes via le panneau de contrôle et les points de terminaison Prometheus (`http://<host>:9090/metrics`). Surveillez :

- Nombres de SA IPsec (P-CSCF)
- Nombres d'enregistrements (P-CSCF, S-CSCF)
- Nombres de dialogues actifs (S-CSCF)
- Utilisation de la mémoire
- Utilisation du CPU

Pour une liste complète de toutes les métriques disponibles, consultez la **Référence des Métriques**.

Règles d'Alerte (Prometheus/Alertmanager)

```
groups:
  - name: cscf_capacity
    rules:
      - alert: PCSCFIPsecSAHigh
        expr: ipsec_sa_count > 40000
        for: 5m
        annotations:
          summary: "P-CSCF {{ $labels.instance }} a un nombre
élevé de SA IPsec"

      - alert: SCSCFRegistrationHigh
        expr: impu_registered_count > 450000
        for: 10m
        annotations:
          summary: "S-CSCF {{ $labels.instance }} approchant la
capacité d'enregistrement"

      - alert: SCSCFDialogHigh
        expr: dialog_active_count > 70000
        for: 5m
        annotations:
          summary: "S-CSCF {{ $labels.instance }} a un nombre
élevé de dialogues actifs"
```

Annexe : Méthodologie de Planification de Capacité

Ce guide de dimensionnement est basé sur :

1. **Déploiements en Production** : Analyse des déploiements réels d'OmniCall CSCF allant de 5K à 500K+ abonnés.
2. **Tests de Performance** : Tests de charge et benchmarking à travers diverses configurations matérielles.

3. **Normes 3GPP** : Conformité aux spécifications 3GPP pour la capacité et la performance IMS.
4. **Analyse d'Ingénierie** : Revue technique détaillée de l'architecture CSCF et de l'utilisation des ressources.

Validation : Tous les chiffres de capacité ont été validés dans des réseaux de transport en production.

Résumé : Échelle Illimitée Grâce à la Mise à l'Échelle Horizontale

Points Clés à Retenir

1. **Pas de Limites Strictes sur la Capacité Totale** : Les limites par instance documentées dans ce guide sont des **lignes directrices conservatrices**, pas des plafonds absolus. La capacité totale du réseau est illimitée grâce à la mise à l'échelle horizontale.

2. **Modèle de Mise à l'Échelle Simple** :

   ```
   Besoin de plus de capacité ? → Déployez plus d'instances
   Atteint une limite par instance ? → Ajoutez une autre instance
   Trafic en croissance ? → Déployez plus de VMs
   ```

3. **Prouvé à Grande Échelle** : Les déploiements d'OmniCall CSCF vont de :

   - Petits MVNO : 5K-10K abonnés sur 3-5 VMs
   - Opérateurs régionaux : 50K-200K abonnés sur 10-30 VMs
   - Opérateurs de niveau 1 : 1M+ abonnés sur 100+ VMs

4. **Croissance Rentable** : Évoluez progressivement avec du matériel standard plutôt que des mises à niveau coûteuses. Ajoutez de la capacité à mesure que les revenus augmentent.

5. **Lignes Directrices, Pas Règles** : Les chiffres de capacité dans ce document sont :
    - ✅ Estimations conservatrices avec une marge de manœuvre intégrée
    - ✅ Basées sur l'analyse du code source et l'expérience de production
    - ✅ Points de départ utiles pour la planification
    - ❌ PAS des limites strictes qui ne peuvent pas être dépassées
    - ❌ PAS des prescriptions universelles.

Exemple de Mise à l'Échelle dans le Monde Réel

Scénario : Passer de 10K à 1M abonnés en 3 ans

Année	Abonnés	P-CSCF	I-CSCF	S-CSCF	Action
Année 0	10,000	1	1	1	Déploiement initial (3 VMs)
Année 1	50,000	2	2	2	Croissance 2x : Ajoutez 3 VMs
Année 1.5	100,000	4	3	3	Croissance 2x : Ajoutez 4 VMs
Année 2	250,000	8	4	5	Croissance 2.5x : Ajoutez 6 VMs
Année 3	500,000	15	6	8	Croissance 2x : Ajoutez 13 VMs
Futur	1,000,000	30	10	10	Croissance 2x : Ajoutez 24 VMs

Investissement Total : Ajouts de VMs incrémentaux à mesure que les revenus augmentent, pas de CapEx massif en amont.

Quand Ajouter des Instances

Surveillez ces signaux pour savoir quand évoluer horizontalement :

P-CSCF :

- Nombre de SA IPsec constamment >30K (>70% de la capacité recommandée).
- Utilisation du CPU >70% pendant l'heure de pointe.
- Temps de réponse d'enregistrement >500ms.

S-CSCF :

- Nombre d'IMPU constamment >250K (>70% de la capacité recommandée).
- Nombre de dialogues approchant 50K simultanés.
- Utilisation du CPU >70% pendant l'heure de pointe.

I-CSCF :

- Taux de requêtes constamment >2,000/sec par instance.
- Utilisation du CPU >80% pendant l'heure de pointe.
- Latence de requête HSS en augmentation.

Action : Ajoutez 1-2 instances de manière proactive avant d'atteindre les limites. La mise à l'échelle horizontale est une assurance peu coûteuse contre les problèmes de capacité.

Philosophie de Configuration

Commencez Conservateur, Réglez au Fur et à Mesure :

1. Commencez avec les configurations recommandées de ce guide.
2. Surveillez les métriques de production (voir Surveillance).
3. Réglez les tailles de hachage et les processus de travail en fonction de la charge réelle.
4. Ajoutez des instances avant d'atteindre 80% des limites de capacité observées.
5. Testez les configurations en staging avant le déploiement en production.

Rappelez-vous : Ces lignes directrices fournissent un point de départ éprouvé, mais chaque déploiement est unique. Votre capacité réelle peut être plus élevée ou plus basse en fonction de votre environnement spécifique, de vos modèles de trafic et de vos exigences.

Guide des opérations I-CSCF

Table des matières

Aperçu

Le **I-CSCF** (Interrogating Call Session Control Function) sert de point d'entrée au réseau d'un opérateur IMS depuis des réseaux externes et depuis le P-CSCF. Sa principale responsabilité est d'interroger le HSS (Home Subscriber Server) pour découvrir le S-CSCF approprié pour un utilisateur et de cacher la topologie interne du réseau aux entités externes.

Spécifications 3GPP

- **3GPP TS 23.228** : Système multimédia IP (IMS) Étape 2
- **3GPP TS 24.229** : Protocole de contrôle d'appel IMS
- **3GPP TS 29.228** : Interface Cx (I-CSCF à HSS)
- **3GPP TS 29.229** : Protocole Cx

Responsabilités clés

1. **Interrogation HSS** : Interroge le HSS pour la localisation de l'utilisateur et l'attribution du S-CSCF

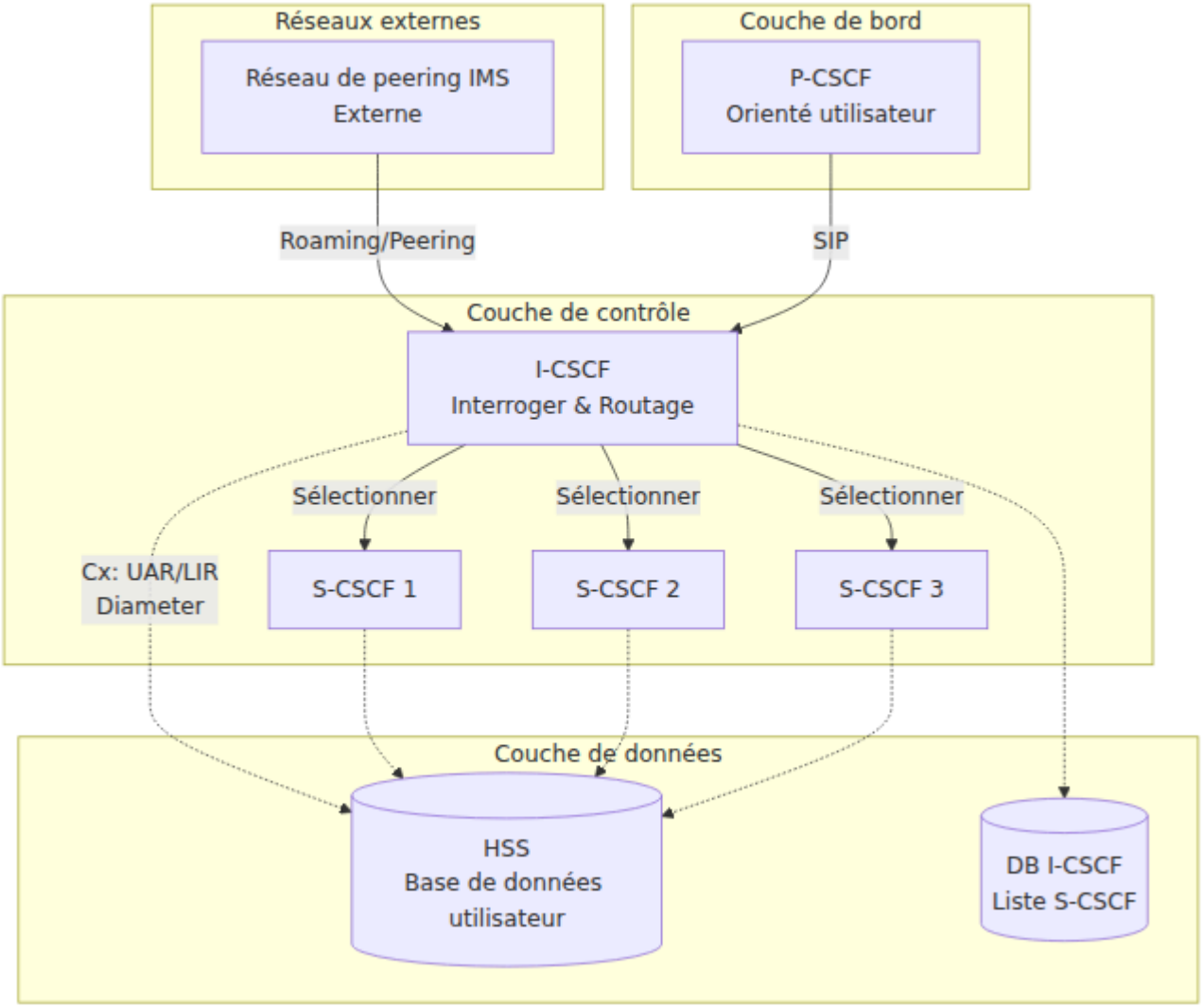
2. **Sélection de S-CSCF** : Choisit le S-CSCF approprié en fonction des capacités
3. **Masquage de topologie** : Protège les adresses internes du S-CSCF de la vue externe
4. **Équilibrage de charge** : Distribue la charge entre plusieurs instances de S-CSCF
5. **Proxy de routage** : Achemine les demandes vers le S-CSCF sélectionné
6. **Point d'entrée réseau** : Premier saut pour les messages SIP externes

Caractéristiques clés

- **Fonctionnement sans état** : Rétention minimale d'état
- **Client Diameter** : Interface Cx vers HSS
- **Pas de gestion de médias** : Proxy de signalisation pur
- **Pas d'authentification** : Délègue au S-CSCF
- **Haut débit** : Optimisé pour les requêtes et le transfert

Rôle dans l'architecture IMS

Position dans le réseau



Points de référence 3GPP

Interface	Protocole	Objectif	Connecté à
Mw	SIP	P-CSCF/Externe à I-CSCF	P-CSCF, IMS Externe
Mw	SIP	I-CSCF à S-CSCF	S-CSCF
Cx	Diameter	Requêtes de données utilisateur	HSS

Fonctions de l'I-CSCF

1. Interrogation HSS (Interface Cx)

L'I-CSCF utilise l'interface Cx de Diameter pour interroger le HSS pour deux opérations principales :

Demande d'autorisation utilisateur (UAR)

Utilisée lors de **REGISTER** pour déterminer quel S-CSCF doit servir l'utilisateur.

Objectif :

- Vérifier si l'utilisateur est autorisé à s'enregistrer
- Obtenir le nom du S-CSCF s'il est déjà attribué
- Obtenir les capacités du S-CSCF s'il n'est pas attribué

Commande Diameter :

```
UAR (User-Authorization-Request)
  Session-Id
  Vendor-Specific-Application-Id
    Vendor-Id: 10415 (3GPP)
    Auth-Application-Id: 16777216 (Cx)
  Auth-Session-State: NO_STATE_MAINTAINED
  Origin-Host: icscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  Origin-Realm: ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  Destination-Realm: ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  User-Name: sip:user@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  Public-Identity: sip:user@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  Visited-Network-Identifier: ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  UAR-Flags: 0
```

Réponse HSS (UAA) :

```
UAA (User-Authorization-Answer)
  Result-Code: 2001 (DIAMETER_SUCCESS)
  Experimental-Result-Code: 2001 (FIRST_REGISTRATION)
  Server-Name: sip:scscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  Server-Capabilities:
    Mandatory-Capability: 1
    Optional-Capability: 2
    Server-Name: sip:scscf-
backup.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
```

Codes de résultat :

- `2001` : Succès (utilisateur autorisé)
- `5003` : Utilisateur inconnu
- `5004` : Identités ne correspondent pas
- `5042` : Aucun S-CSCF disponible

Demande d'information de localisation (LIR)

Utilisée pour **INVITE** et d'autres requêtes pour trouver quel S-CSCF sert actuellement l'utilisateur.

Objectif :

- Trouver le S-CSCF servant un utilisateur enregistré
- Achemine correctement les appels terminants

Commande Diameter :

```
LIR (Location-Info-Request)
  Session-Id
  Vendor-Specific-Application-Id
    Vendor-Id: 10415 (3GPP)
    Auth-Application-Id: 16777216 (Cx)
  Auth-Session-State: NO_STATE_MAINTAINED
  Origin-Host: icscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  Origin-Realm: ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  Destination-Realm: ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  Public-Identity: sip:user@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
  Originating-Request: 0  # 0=terminating, 1=originating
```

Réponse HSS (LIA) :

```
LIA (Location-Info-Answer)
  Result-Code: 2001 (DIAMETER_SUCCESS)
  Server-Name: sip:scscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
```

Codes de résultat :

- `2001` : Succès (utilisateur enregistré, S-CSCF retourné)
- `5401` : Utilisateur non enregistré
- `5003` : Utilisateur inconnu

2. Sélection de S-CSCF

Lorsque le HSS ne renvoie pas de S-CSCF spécifique (par exemple, première inscription), l'I-CSCF doit en sélectionner un en fonction de **l'adéquation des capacités**.

Algorithme d'adéquation des capacités

1. **Récupérer les capacités** du HSS UAA

2. **Interroger la base de données locale** pour les S-CSCF disponibles
3. **Faire correspondre les capacités obligatoires** (toutes doivent correspondre)
4. **Faire correspondre les capacités optionnelles** (meilleur effort)
5. **Appliquer l'équilibrage de charge** si plusieurs correspondances
6. **Sélectionner le S-CSCF** avec le meilleur ajustement

Structure de la base de données S-CSCF

L'I-CSCF maintient une base de données avec deux tables liées :

Table S-CSCF : Stocke des informations sur les serveurs S-CSCF disponibles :

- **ID** : Identifiant unique pour chaque S-CSCF
- **Nom** : Nom descriptif (par exemple, "S-CSCF principal")
- **URI S-CSCF** : URI SIP du S-CSCF (par exemple, sip:scscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org:5060;transport=tcp)

Table des capacités S-CSCF : Mappe les S-CSCF à leurs capacités prises en charge :

- **ID** : Identifiant unique pour le mappage de capacité
- **ID S-CSCF** : Références le S-CSCF dans la première table
- **Capacité** : ID de capacité entier que ce S-CSCF prend en charge

Configuration d'exemple : Un déploiement typique pourrait avoir :

- S-CSCF #1 : "S-CSCF principal" avec URI sip:scscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org:5060
  - Prend en charge la capacité 0 (capacité obligatoire)
  - Prend en charge la capacité 1 (capacité optionnelle)

Vous pouvez consulter la liste actuelle des S-CSCF via : Interface Web → I-CSCF → Onglet Liste S-CSCF

La liste S-CSCF montre les serveurs S-CSCF disponibles et leurs capacités pour l'équilibrage de charge et l'attribution.

Logique de sélection

Processus de sélection S-CSCF : L'I-CSCF effectue la sélection de S-CSCF basée sur les capacités en utilisant la logique suivante :

1. **Extraire les capacités** : Récupère les exigences de capacité obligatoires et optionnelles de la réponse UAA du HSS (User Authorization Answer) et les stocke dans des variables AVP

2. **Interrogation de la base de données** : Interroge la base de données avec les exigences de capacité pour trouver les serveurs S-CSCF qui correspondent aux capacités requises

3. **Gestion des résultats** :

    - Si un S-CSCF correspondant est trouvé, l'URI est stockée dans $avp(scscf_uri) et définie comme l'URI de destination ($du) pour le transfert de la requête
    - Si aucun S-CSCF correspondant n'est disponible, répond à la demande d'origine avec 503 Service Unavailable

3. Masquage de topologie

L'I-CSCF protège les adresses internes du S-CSCF des réseaux externes en :

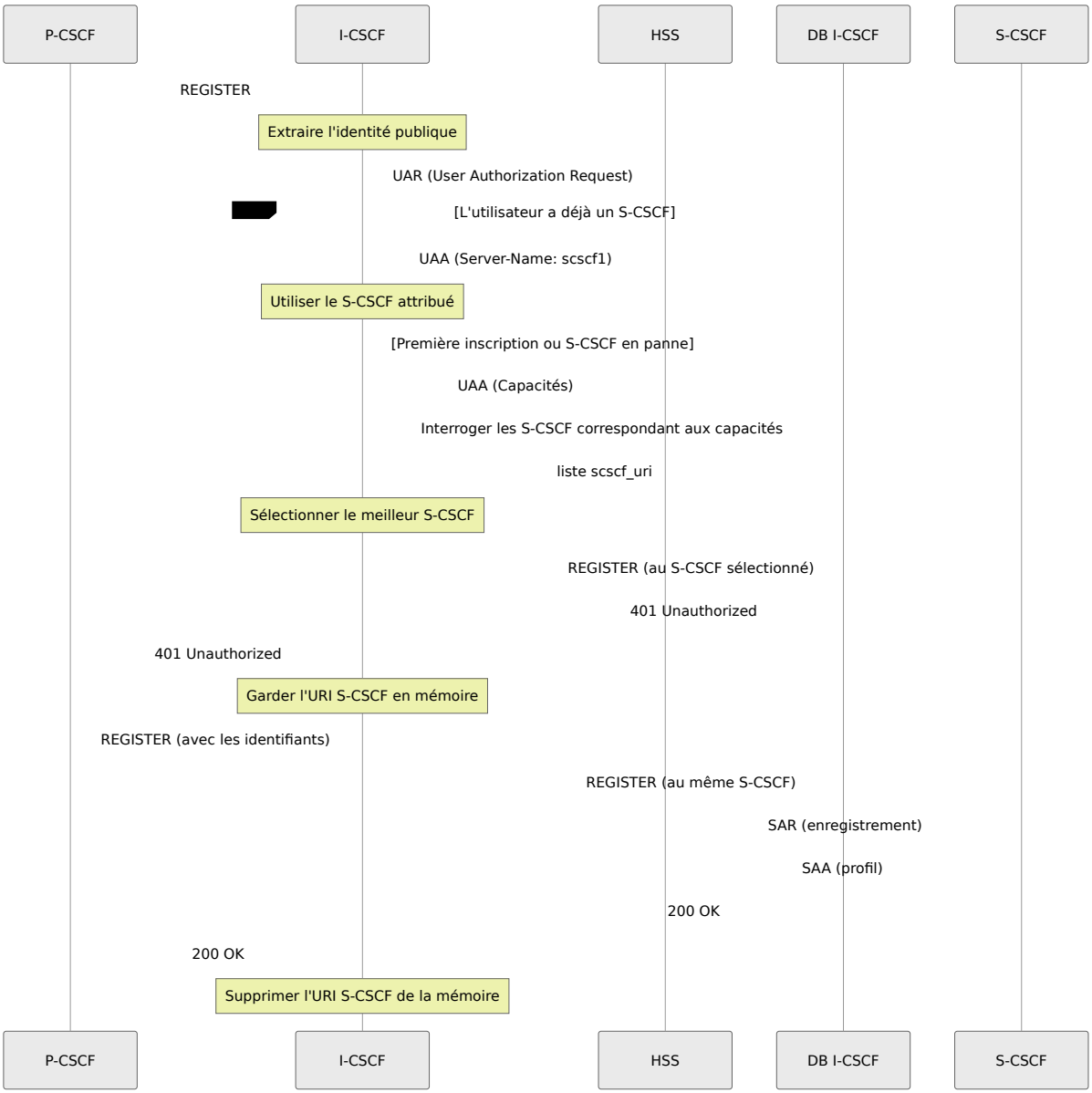
1. **Supprimant Record-Route** : N'ajoute pas d'en-tête Record-Route
2. **Proxyant les réponses** : Supprime les en-têtes Via révélant le S-CSCF
3. **Réécriture de contact** : (optionnel) Remplace le contact S-CSCF par l'I-CSCF
4. **Suppression de chemin** : Supprime les informations de chemin internes

Exemple :

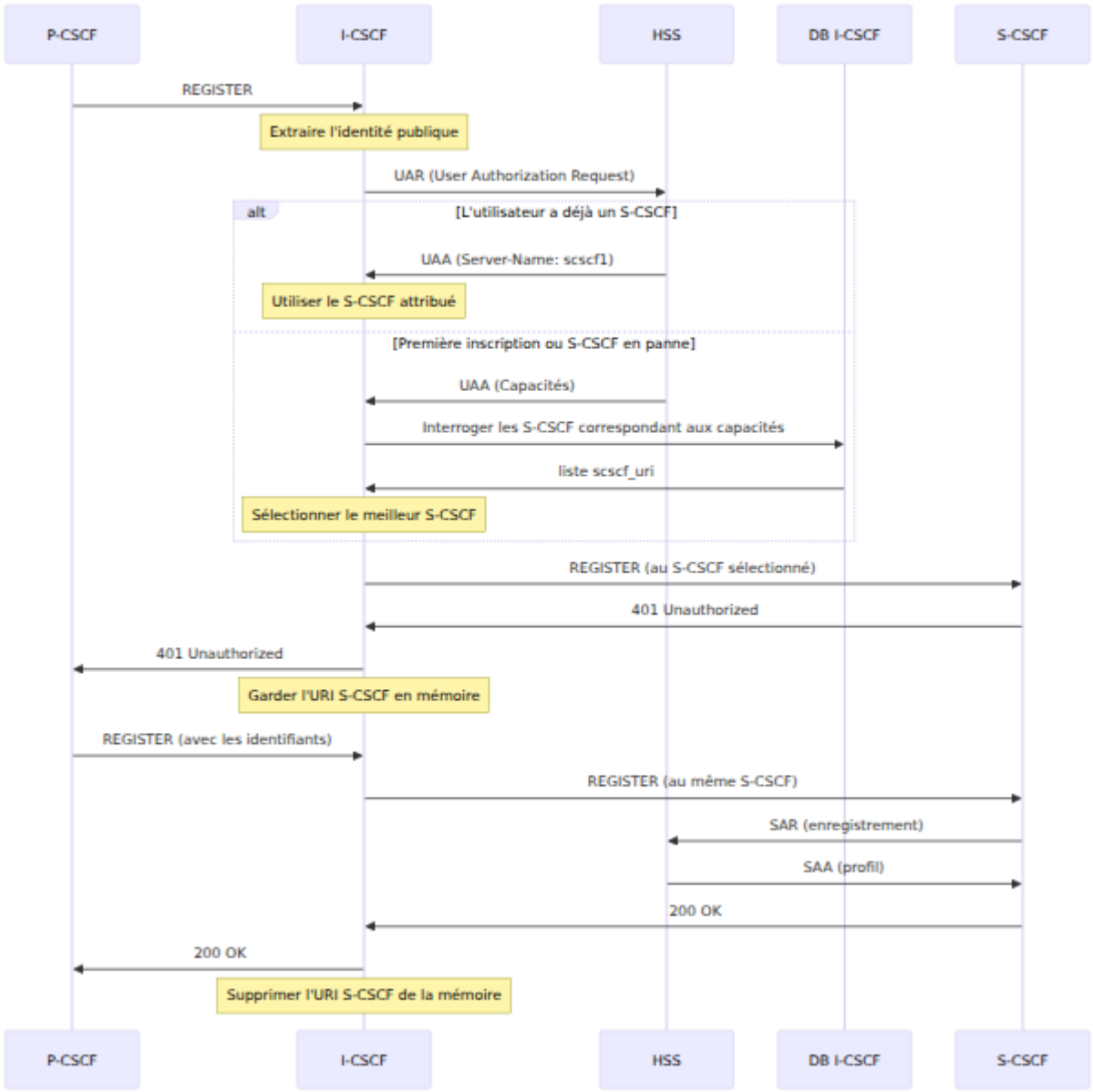
```
L'externe voit :
  Via: SIP/2.0/UDP icscf.example.com:5060

La réalité interne :
  Via: SIP/2.0/UDP scscf.example.com:5060
  Via: SIP/2.0/UDP icscf.example.com:5060
```

4. Logique de routage

Traitement REGISTER



Traitement INVITE (terminant)



5. NDS (Sécurité du domaine réseau)

L'I-CSCF maintient une liste de **domaines de confiance** pour la sécurité inter-opérateur.

Base de données des domaines de confiance : Contient une liste de noms de domaine qui sont de confiance pour la communication inter-opérateur :

- **ID** : Identifiant unique pour chaque domaine de confiance
- **Domaine de confiance** : Nom de domaine (par exemple, "ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org")

Configuration d'exemple : Un déploiement typique comprend le domaine IMS d'origine et tous les domaines partenaires de peering :

- ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org (réseau d'origine)
- ims.mnc002.mcc001.3gppnetwork.org (partenaire de roaming)

Objectif :

- Valider les demandes entrantes des réseaux de peering
- Appliquer des politiques de sécurité basées sur les relations de confiance
- Mettre en œuvre une limitation de taux par domaine
- Contrôler quels réseaux externes peuvent accéder au cœur de l'IMS

Vous pouvez consulter les domaines de confiance via : Interface Web → I-CSCF → Onglet Domaines de confiance

6. Basculement et équilibrage de charge

Basculement S-CSCF

Conditions de déclenchement - Le basculement vers le S-CSCF suivant est déclenché par :

- 408 Request Timeout
- Réponses d'erreur serveur 5xx
- Réponses d'échec global 6xx (sauf 600 Busy Everywhere, qui indique un rejet utilisateur plutôt qu'une panne serveur)

Logique de basculement : L'I-CSCF met en œuvre un basculement automatique en utilisant une route de défaillance :

1. **Vérification de l'état** : Lorsqu'une réponse est reçue, vérifie si le code d'état correspond aux critères de basculement (408, 5xx ou 6xx)

2. **Sélection du S-CSCF suivant** : Si le basculement est déclenché, sélectionne le S-CSCF suivant disponible dans la liste

3. **Réessayer ou échouer** :

    - Si un autre S-CSCF est disponible, relaie la demande à celui-ci
    - Si tous les S-CSCF ont été essayés et échoués, répond avec 503 Service Unavailable à l'initiateur

Gestion de la liste S-CSCF avec état :

- La liste des S-CSCF candidats est conservée en mémoire de transaction
- La position dans la liste est maintenue à travers plusieurs tentatives
- La liste est effacée lorsqu'une réponse finale réussie est reçue (succès 2xx ou erreur client 4xx)
- La liste est préservée lors de la réception de 401 Unauthorized (défi d'authentification), car le même S-CSCF doit gérer la demande authentifiée suivante

Équilibrage de charge

Configuration de l'équilibrage de charge :

Lorsque plusieurs S-CSCF prennent en charge les mêmes capacités :

- S-CSCF 1 : sip:scscf1.example.com:5060 - capacité 0
- S-CSCF 2 : sip:scscf2.example.com:5060 - capacité 0
- S-CSCF 3 : sip:scscf3.example.com:5060 - capacité 0

L'I-CSCF utilise une sélection **round-robin** ou **aléatoire** pour distribuer la charge de manière uniforme entre tous les S-CSCF correspondants.

Consultez la distribution de charge via : Interface Web → I-CSCF → Liste S-CSCF (montre tous les serveurs configurés)

Opérations de l'interface Web

Accéder à la page I-CSCF

Naviguez vers : `https://<control-panel>/icscf`

Mise en page de la page

La page I-CSCF a quatre onglets principaux :

1. **Serveurs S-CSCF** - S-CSCF configurés et capacités
2. **Domaines de confiance NDS** - Sécurité du domaine réseau
3. **Sessions** - Sessions I-CSCF actives avec sélection S-CSCF
4. **Tables de hachage** - Tables de mémoire partagée

Affichage des serveurs S-CSCF

Objectif : Voir quels S-CSCF sont disponibles pour l'attribution aux utilisateurs

Colonnes d'affichage :

- **ID** : ID de la base de données
- **Nom** : Nom descriptif
- **URI S-CSCF** : URI SIP du S-CSCF
- **Capacités** : IDs de capacité séparés par des virgules

Exemple de sortie :

```
ID   Nom                    URI S-CSCF
Capacités
1    S-CSCF principal
sip:scscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org:5060   0, 1
2    S-CSCF secondaire
sip:scscf2.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org:5060  0, 1
```

Opérations :

- Voir la liste des S-CSCF
- Vérifier les capacités configurées
- Vérifier les URIs S-CSCF

Remarque : Pour ajouter/modifier des S-CSCF, coordonnez-vous avec les administrateurs système. Les nouvelles entrées S-CSCF nécessitent :

- Un nom (étiquette descriptive comme "Nouveau S-CSCF")
- L'URI S-CSCF (par exemple, sip:scscf3.example.com:5060;transport=tcp)
- Les IDs de capacités associées (par exemple, capacités 0 et 1)

Affichage des domaines de confiance NDS

Objectif : Surveiller quels domaines réseau sont de confiance pour le peering

Colonnes d'affichage :

- **ID** : ID de la base de données
- **Domaine de confiance** : FQDN du réseau de confiance

Exemple de sortie :

```
ID   Domaine de confiance
1    ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
2    ims.mnc002.mcc001.3gppnetwork.org
3    carrier.example.com
```

Opérations :

- Voir les domaines de confiance
- Vérifier les relations de peering

Ajout de domaines de confiance : Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour ajouter de nouveaux domaines de confiance. Chaque entrée nécessite le nom de domaine entièrement qualifié (FQDN) du réseau de confiance (par exemple, partner.example.com).

Surveillance des sessions actives

Objectif : Voir en temps réel la prise de décision de l'I-CSCF et la sélection du S-CSCF

Informations d'affichage :

- **Call-ID** : SIP Call-ID

- **Identité utilisateur** : Identité publique étant interrogée
- **S-CSCF sélectionné** : Quel S-CSCF a été choisi
- **Correspondance des capacités** : Capacités qui ont correspondu
- **Résultat UAR/LIR** : Code de résultat Diameter
- **Horodatage** : Quand la session a été créée

Cas d'utilisation :

1. Vérifier que la sélection S-CSCF fonctionne
2. Dépanner les problèmes de routage
3. Surveiller la distribution de charge entre les S-CSCF
4. Analyser l'adéquation des capacités

Exemple :

```
Call-ID: 3c26700857a87f84@10.4.12.165
Utilisateur: sip:12015551234@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
S-CSCF sélectionné:
sip:scscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org:5060
Capacités: obligatoire=[0,1], optionnel=[]
Opération: UAR (Enregistrement)
Résultat: 2001 (FIRST_REGISTRATION)
Horodatage: 2025-11-29 14:35:22
```

Gestion des tables de hachage

Semblable au P-CSCF, l'I-CSCF peut utiliser des tables de hachage pour la mise en cache ou la logique personnalisée.

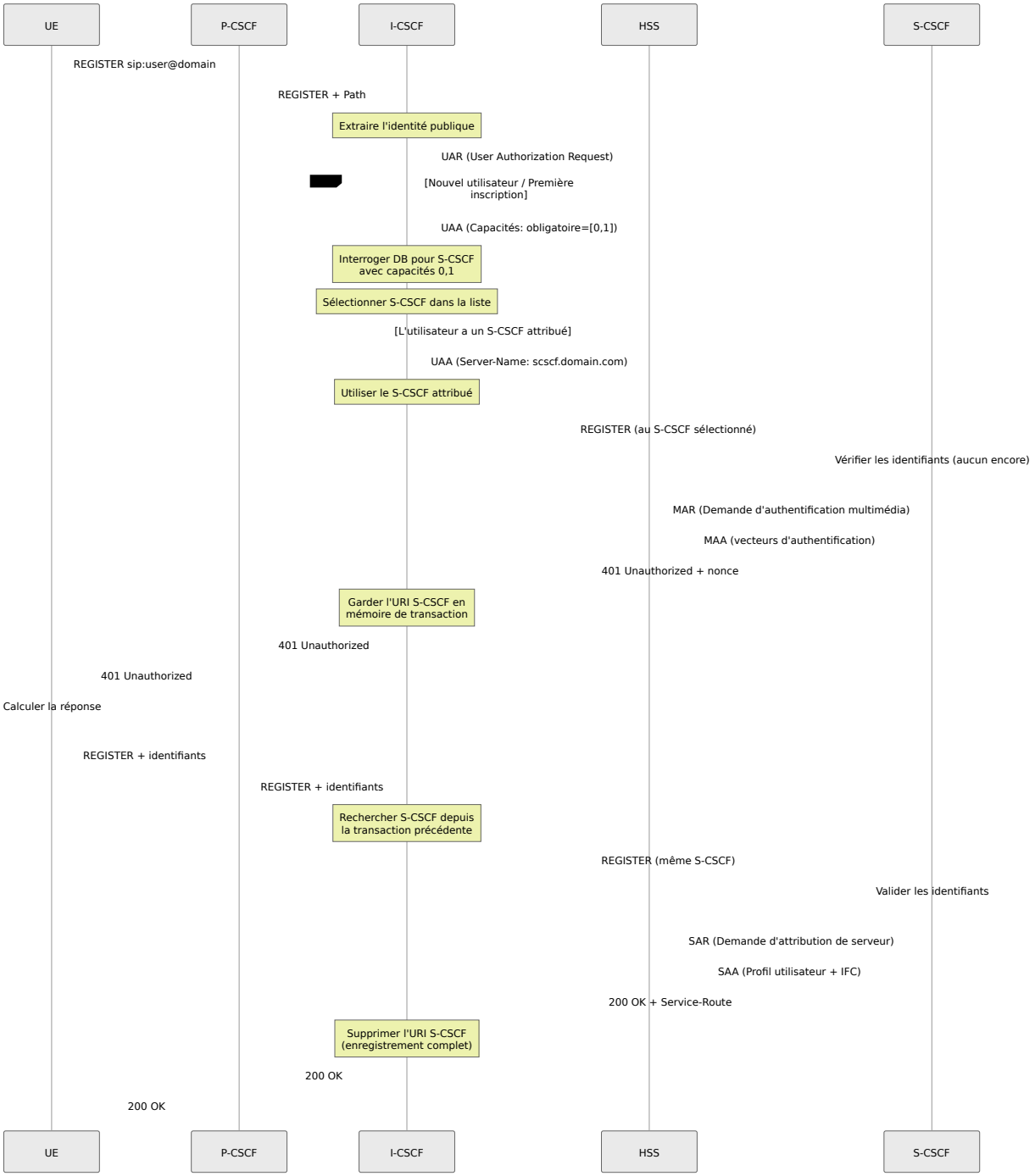
Cas d'utilisation courants :

- Mise en cache des résultats UAR/LIR (TTL court)
- Limitation de taux par IP source
- Décisions de routage personnalisées

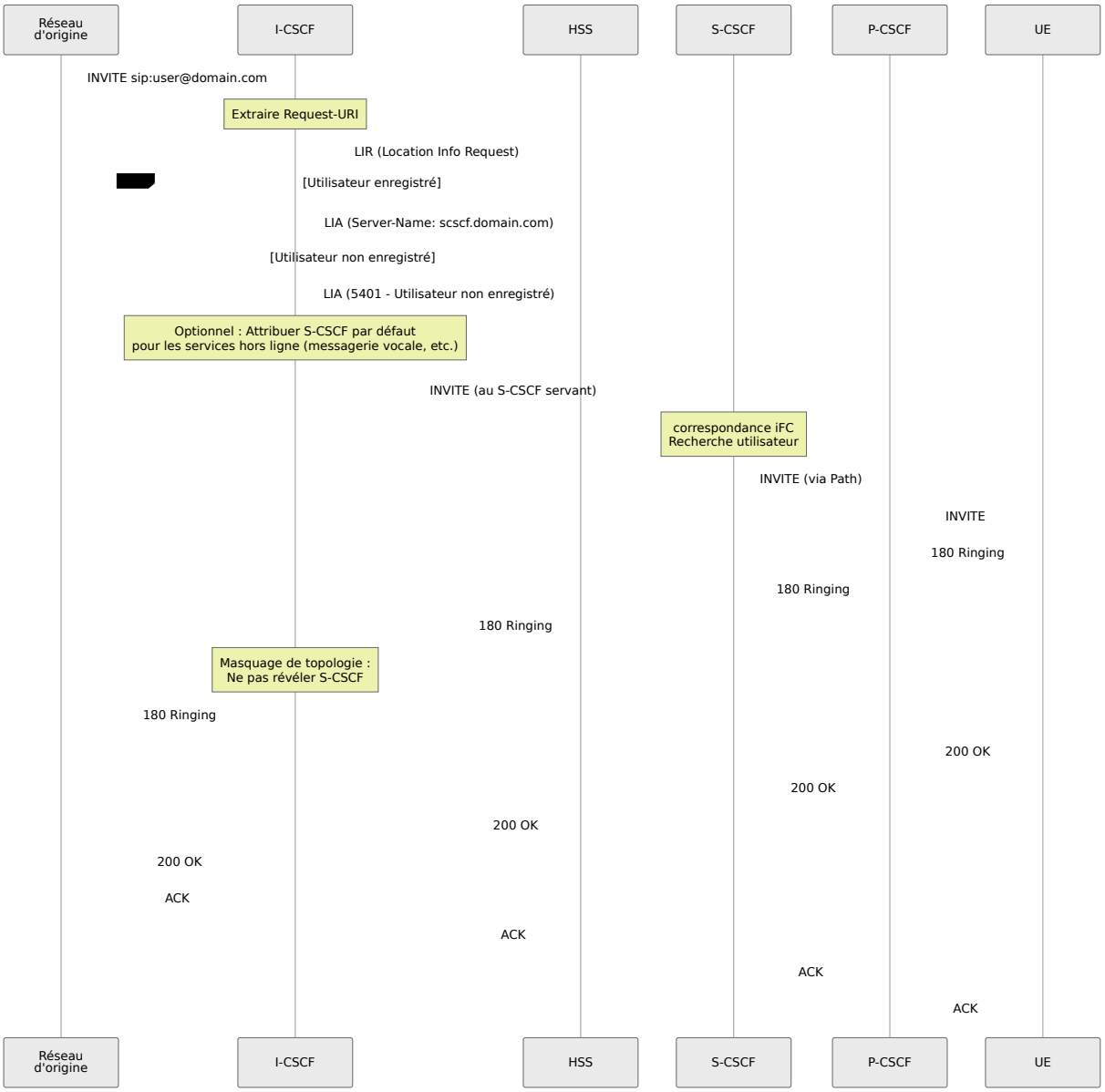
Opérations : Identiques à celles du P-CSCF (liste, vidage, suppression, nettoyage)

Flux d'appels

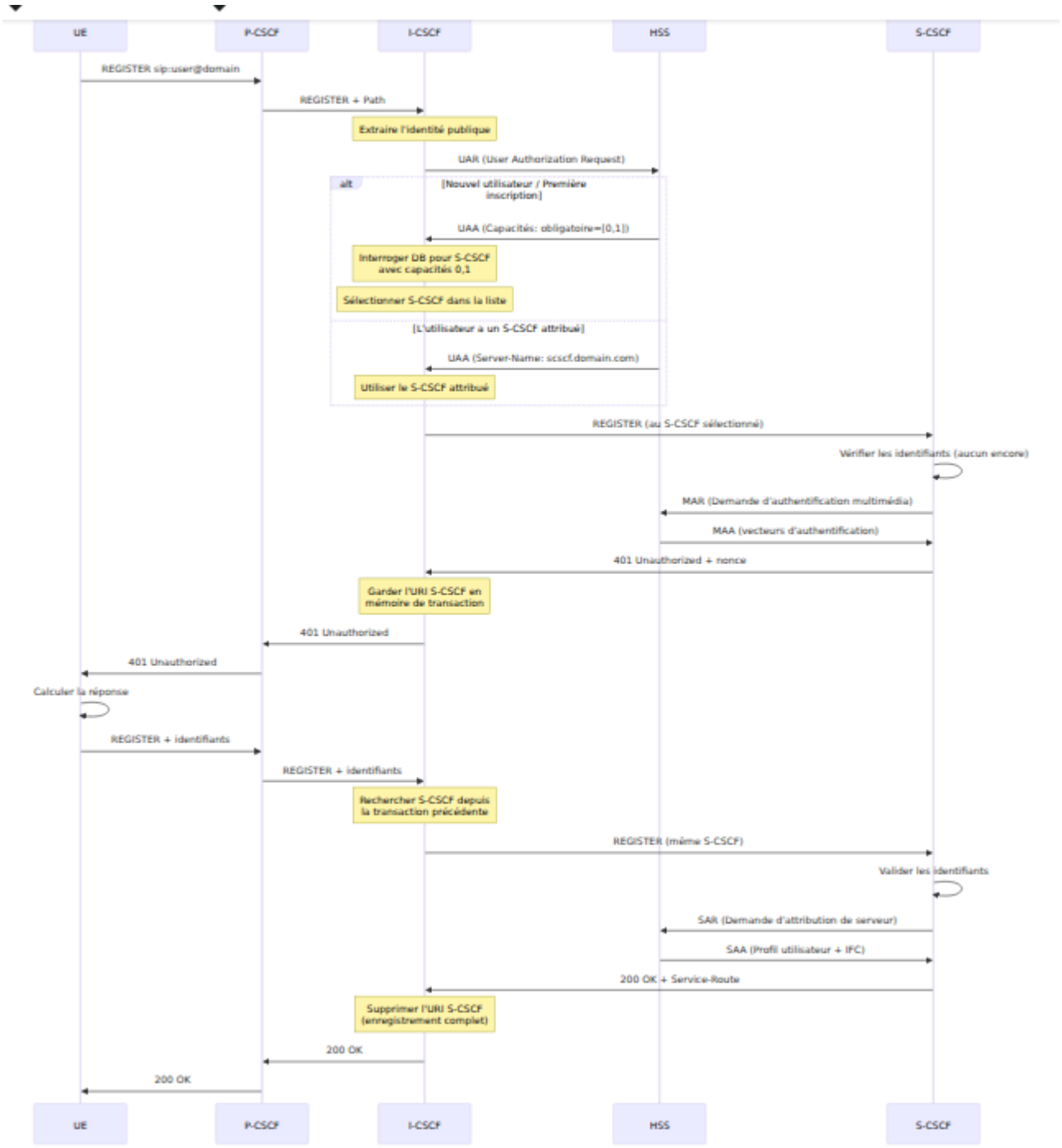
Flux d'enregistrement avec I-CSCF



Flux d'appel terminant via I-CSCF



Flux de basculement S-CSCF



Dépannage

Problèmes de connectivité HSS

Pair Diameter fermé

Symptômes : Impossible d'interroger le HSS, tous les enregistrements échouent

Étapes de diagnostic :

1. Vérifiez l'état du pair Diameter dans l'interface Web :
    - Naviguez vers la page Diameter
    - Sélectionnez le nœud I-CSCF
    - Vérifiez l'état du pair HSS
2. Vérifiez la connectivité réseau vers le HSS (coordonnez-vous avec l'équipe réseau si nécessaire)
3. Essayez d'activer le pair via le panneau de contrôle :
    - Naviguez vers la page Diameter
    - Trouvez le pair HSS
    - Cliquez sur le bouton "Activer"
4. Consultez les journaux système via la page Journaux du panneau de contrôle pour les messages CER/CEA (Capabilities Exchange) et les erreurs Diameter
5. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour vérifier la configuration Diameter si nécessaire

Délai d'attente UAR/LIR

Symptômes : Les enregistrements/appels expirent, les journaux montrent un délai d'attente Diameter

Causes possibles :

- HSS surchargé
- Latence réseau
- Domaine de routage incorrect
- HSS ne répond pas à cet I-CSCF

Solutions :

1. Consultez les journaux système pour les erreurs de délai d'attente Diameter
2. Vérifiez que le pair HSS est connecté via le panneau de contrôle (page Diameter)
3. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour :
    - Augmenter le délai d'attente de transaction Diameter si nécessaire
    - Vérifier la configuration du domaine de destination
    - Vérifier les journaux HSS si accessibles
4. Surveillez le flux de messages Diameter via la page Journaux du panneau de contrôle
5. Coordonnez-vous avec l'équipe réseau pour v��rifier qu'il n'y a pas de latence réseau ou de problèmes de routage vers le HSS

Problèmes de sélection S-CSCF

Aucun S-CSCF sélectionné

Symptômes : 503 Service Unavailable, les journaux montrent "Aucun S-CSCF disponible"

Étapes de diagnostic :

1. Vérifiez la liste des S-CSCF via le panneau de contrôle :
    - Naviguez vers I-CSCF → Onglet Serveurs S-CSCF
    - Vérifiez que les S-CSCF sont configurés avec les capacités appropriées
2. Consultez les journaux système pour les capacités UAA (User Authorization Answer) du HSS
3. Vérifiez l'adéquation des capacités entre ce que renvoie le HSS et ce qui est configuré dans la base de données I-CSCF
4. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour :

- Vérifier la connectivité à la base de données
- Ajouter des entrées S-CSCF manquantes si nécessaire
- Vérifier que la configuration des capacités correspond aux attentes du HSS

Mauvais S-CSCF sélectionné

Symptômes : Les appels sont acheminés vers un S-CSCF inattendu

Causes possibles :

- Mismatch de capacité
- Problème d'équilibrage de charge
- Base de données désynchronisée avec le HSS

Solutions :

1. Surveillez le suivi des sessions via le panneau de contrôle :
   - Naviguez vers I-CSCF → Onglet Sessions
   - Consultez les décisions de sélection S-CSCF
2. Consultez les journaux système pour vérifier si le HSS attribue un nom de S-CSCF spécifique (ce qui remplacerait la logique de sélection)
3. Vérifiez que la liste de S-CSCF de la base de données I-CSCF et les capacités correspondent aux attentes du HSS
4. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour examiner la configuration de l'adéquation des capacités

Problèmes de routage

Les demandes ne sont pas transférées au S-CSCF

Symptômes : L'I-CSCF reçoit la demande mais ne la transfère pas

Étapes de diagnostic :

1. Consultez les journaux système via la page Journaux du panneau de contrôle pour les erreurs de routage
2. Vérifiez que l'URI de destination S-CSCF est correctement définie (vérifiez les journaux pour les décisions de routage)
3. Vérifiez la connectivité réseau vers le S-CSCF (coordonnez-vous avec l'équipe réseau)
4. Vérifiez que le S-CSCF sélectionné est réellement accessible et répond
5. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour activer la journalisation de débogage si nécessaire pour une analyse plus approfondie

Le S-CSCF répond mais l'I-CSCF ne relaie pas

Symptômes : Wireshark montre une réponse à l'I-CSCF mais pas transférée

Causes possibles :

- Délai d'attente de transaction
- Mismatch d'en-tête Via
- Boucle Record-Route

Solutions :

1. Consultez les journaux système pour les erreurs de correspondance de transaction ou de détection de boucle
2. Vérifiez que les en-têtes Via sont traités correctement (vérifiez les journaux)
3. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour :
    - Augmenter le délai d'attente de transaction si nécessaire
    - Vérifier qu'il n'y a pas de boucles de routage SIP

Problèmes de base de données

Connexion à la base de données perdue

Symptômes : "Erreur de connexion à la base de données" dans les journaux

Solutions :

1. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour :
    - Vérifier que le service de base de données est en cours d'exécution
    - Tester la connectivité à la base de données
    - Activer la reconnexion automatique si ce n'est pas déjà configuré
    - Redémarrer le service I-CSCF si nécessaire

Mismatch de schéma de base de données

Symptômes : Erreurs SQL dans les journaux concernant des colonnes/tables manquantes

Solutions :

1. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour :
    - Vérifier que le schéma de la base de données correspond à la structure attendue
    - Vérifier que les tables s_cscf, s_cscf_capabilities et nds_trusted_domains existent et ont les bonnes colonnes
    - Recréer le schéma de la base de données si nécessaire

Meilleures pratiques

Haute disponibilité

1. **Déployer plusieurs instances I-CSCF** :
    - Utiliser DNS SRV pour l'équilibrage de charge
    - Chaque instance se connecte au même HSS
    - Partager la base de données (lecture seule pour la liste S-CSCF)
2. **Configuration DNS SRV** :

```
_sip._udp.ims.example.com. SRV 10 50 5060 icscf01.example.com.
_sip._udp.ims.example.com. SRV 10 50 5060 icscf02.example.com.
_sip._tcp.ims.example.com. SRV 10 50 5060 icscf01.example.com.
_sip._tcp.ims.example.com. SRV 10 50 5060 icscf02.example.com.
```

3. **Fonctionnement sans état** : L'I-CSCF ne maintient pas l'état du dialogue, rendant le basculement transparent

Optimisation des performances

1. **Processus de travail** : Définir un nombre élevé de travailleurs pour un débit de requête optimal
    - children=64 (valeur élevée optimisée pour la charge de travail lourde en requêtes de l'I-CSCF)
    - tcp_children=8 pour gérer les connexions TCP
2. **Mise en pool de connexions à la base de données** : Utiliser des connexions persistantes pour réduire la surcharge de connexion
3. **Désactiver les fonctionnalités inutiles** pour réduire la surcharge de traitement :
    - Pas de gestion RTP (l'I-CSCF est uniquement de signalisation)
    - Pas de services de présence
    - Journalisation minimale en production (définir au niveau info ou avertissement uniquement)
4. **Optimiser Diameter** pour une interface Cx à haut débit :
    - sessions_hash_size=4096 (table de hachage plus grande pour de meilleures performances de recherche de session)
    - workers=4 (threads de travail Diameter dédiés pour des opérations Cx concurrentes)

Sécurité

1. **Valider les domaines de confiance** : Vérifier Via/P-Visited-Network-ID

2. **Limitation de taux** : Prévenir les attaques DoS sur le HSS en limitant les requêtes UAR/LIR par IP source
    - Utiliser le module pike pour vérifier le taux de demande
    - Si la limite de taux est dépassée, répondre avec 503 Too Many Requests
    - Protège le HSS d'être submergé par des inondations de requêtes malveillantes
3. **TLS vers HSS** : Utiliser Diameter sur TLS (DTLS)
4. **Assainir les en-têtes** : Supprimer les P-en-têtes non fiables des réseaux externes

Surveillance

1. **Métriques clés** :
    - Taux de réussite UAR
    - Taux de réussite LIR
    - Latence moyenne des requêtes
    - Distribution S-CSCF (équilibrage de charge)
    - Disponibilité du pair Diameter
2. **Requêtes Prometheus** :

```
# Taux de réussite UAR
rate(icscf_uar_success[5m]) / rate(icscf_uar_total[5m])

# Latence moyenne Diameter
rate(diameter_request_duration_sum[5m]) /
rate(diameter_request_duration_count[5m])
```

3. **Alertes** :
    - Pair HSS hors ligne
    - Tous les S-CSCF indisponibles
    - Taux d'erreur élevé (>5%)

Maintenance de la base de données

La maintenance de la base de données est gérée par les administrateurs système. Les tâches de maintenance clés comprennent :

1. **Tenir à jour la liste S-CSCF** : Coordonnez-vous avec les administrateurs pour garantir que la liste S-CSCF dans la base de données correspond aux déploiements réels
    - Vérifiez via l'interface Web : Naviguez vers I-CSCF → Onglet Liste S-CSCF
    - Vérifiez que tous les serveurs S-CSCF actifs sont répertoriés avec les capacités correctes
2. **Élaguer les anciennes sessions** : Si les résultats UAR/LIR sont mis en cache, les anciennes entrées doivent être nettoyées périodiquement

Référence

Spécifications 3GPP

- **TS 23.228** : Architecture IMS
- **TS 29.228** : Interface Cx (I-CSCF à HSS)
- **TS 29.229** : Protocole Cx/Dx

RFC Diameter

- **RFC 6733** : Protocole de base Diameter
- **RFC 7155** : Traversée NAT Diameter

Référence des Métriques IMS CSCF

Ce document fournit une référence complète pour toutes les métriques exportées par les composants P-CSCF, I-CSCF et S-CSCF.

Accès aux Métriques

Tous les composants CSCF exposent des métriques Prometheus sur le port 9090 :

```
http://<host>:9090/metrics
```

Chaque hôte CSCF (P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF) exporte ses propres métriques. Configurez votre serveur Prometheus pour scrapper tous les hôtes afin d'assurer une couverture de surveillance complète.

Exemple de Configuration Prometheus :

```
scrape_configs:
  - job_name: 'cscf_pcscf'
    static_configs:
      - targets: ['pcscf1.example.com:9090',
'pcscf2.example.com:9090']

  - job_name: 'cscf_icscf'
    static_configs:
      - targets: ['icscf1.example.com:9090']

  - job_name: 'cscf_scscf'
    static_configs:
      - targets: ['scscf1.example.com:9090',
'scscf2.example.com:9090']
```

Pour des conseils opérationnels sur la surveillance et l'alerte, voir :

- Guide des Opérations de l'Interface Web
- Guide de Capacité et de Dimensionnement

Surveillance via le Panneau de Contrôle

Le Panneau de Contrôle OmniCall CSCF fournit une visibilité en temps réel sur l'état opérationnel qui génère ces métriques. Bien que les métriques soient exportées via Prometheus pour une analyse historique et des alertes, le panneau de contrôle montre l'état actuel des enregistrements, des dialogues et des pairs Diameter.

Gestion S-CSCF

Voir les enregistrements actifs et les données de localisation des utilisateurs :

Le nombre d'enregistrements visible dans l'UI correspond à des métriques comme `ims_usrloc_scscf_active_impus` et `ims_usrloc_scscf_active_contacts`.

Surveillance des Pairs Diameter

Surveillez l'état des pairs Diameter et les longueurs de file d'attente :

La longueur de la file d'attente affichée ici correspond à la métrique `cdp_queuelength`. L'état du pair "I_Open" indique des connexions saines.

Chaque pair affiche les applications Diameter prises en charge. Par exemple :

- **16777216:10415 (Cx/Dx)** - Utilisé par I-CSCF et S-CSCF pour la communication HSS (UAR, LIR, MAR, SAR)
- **16777236:10415 (Rx)** - Utilisé par P-CSCF pour la politique QoS PCRF
- **4 (Ro)** - Utilisé par S-CSCF pour la facturation en ligne

Ceci correspond à des métriques comme `ims_icscf_uar_*`, `ims_icscf_lir_*`, `ims_auth_mar_*`, `ims_registrar_scscf_sar_*`, et `ims_qos_*`.

Métriques P-CSCF

Métriques CDP (Diameter)

Nom de la Métrique	Signification
`cdp_average_response_time`	Temps de réponse moyen pour les requêtes Diameter en millisecondes (calculé comme replies_response_time / replies_received)
`cdp_queuelength`	Longueur actuelle de la file d'attente des tâches du worker Diameter
`cdp_replies_received`	Nombre total de réponses Diameter reçues
`cdp_replies_response_time`	Temps total passé à attendre les réponses Diameter en millisecondes
`cdp_timeout`	Nombre d'événements de timeout sur les requêtes Diameter

Statistiques SIP de Base

Compteurs de Requêtes

Nom de la Métrique	Signification
`core_rcv_requests`	Nombre total de requêtes SIP reçues
`core_rcv_requests_ack`	Nombre de requêtes ACK reçues
`core_rcv_requests_bye`	Nombre de requêtes BYE reçues
`core_rcv_requests_cancel`	Nombre de requêtes CANCEL reçues
`core_rcv_requests_info`	Nombre de requêtes INFO reçues
`core_rcv_requests_invite`	Nombre de requêtes INVITE reçues
`core_rcv_requests_message`	Nombre de requêtes MESSAGE reçues
`core_rcv_requests_notify`	Nombre de requêtes NOTIFY reçues
`core_rcv_requests_options`	Nombre de requêtes OPTIONS reçues
`core_rcv_requests_prack`	Nombre de requêtes PRACK reçues
`core_rcv_requests_publish`	Nombre de requêtes PUBLISH reçues
`core_rcv_requests_refer`	Nombre de requêtes REFER reçues
`core_rcv_requests_register`	Nombre de requêtes REGISTER reçues
`core_rcv_requests_subscribe`	Nombre de requêtes SUBSCRIBE reçues
`core_rcv_requests_update`	Nombre de requêtes UPDATE reçues

Compteurs de Réponses (Général)

Nom de la Métrique	Signification
`core_rcv_replies`	Nombre total de réponses SIP reçues
`core_rcv_replies_18x`	Nombre de réponses provisoires 180/181/183/186/187/189 reçues
`core_rcv_replies_1xx`	Nombre de réponses 1xx (provisoires) reçues
`core_rcv_replies_2xx`	Nombre de réponses 2xx (succès) reçues
`core_rcv_replies_3xx`	Nombre de réponses 3xx (redirection) reçues
`core_rcv_replies_4xx`	Nombre de réponses 4xx (erreur client) reçues
`core_rcv_replies_5xx`	Nombre de réponses 5xx (erreur serveur) re��ues
`core_rcv_replies_6xx`	Nombre de réponses 6xx (échec global) reçues

Compteurs de Réponses par Méthode (1xx)

Nom de la Métrique	Signification
`core_rcv_replies_1xx_bye`	Nombre de réponses 1xx aux requêtes BYE
`core_rcv_replies_1xx_cancel`	Nombre de réponses 1xx aux requêtes CANCEL
`core_rcv_replies_1xx_invite`	Nombre de réponses 1xx aux requêtes INVITE
`core_rcv_replies_1xx_message`	Nombre de réponses 1xx aux requêtes MESSAGE
`core_rcv_replies_1xx_prack`	Nombre de réponses 1xx aux requêtes PRACK
`core_rcv_replies_1xx_refer`	Nombre de réponses 1xx aux requêtes REFER
`core_rcv_replies_1xx_reg`	Nombre de réponses 1xx aux requêtes REGISTER
`core_rcv_replies_1xx_update`	Nombre de réponses 1xx aux requêtes UPDATE

Compteurs de Réponses par Méthode (2xx)

Nom de la Métrique	Signification
`core_rcv_replies_2xx_bye`	Nombre de réponses 2xx (succès) aux requêtes BYE
`core_rcv_replies_2xx_cancel`	Nombre de réponses 2xx (succès) aux requêtes CANCEL
`core_rcv_replies_2xx_invite`	Nombre de réponses 2xx (succès) aux requêtes INVITE
`core_rcv_replies_2xx_message`	Nombre de réponses 2xx (succès) aux requêtes MESSAGE
`core_rcv_replies_2xx_prack`	Nombre de réponses 2xx (succès) aux requêtes PRACK
`core_rcv_replies_2xx_refer`	Nombre de réponses 2xx (succès) aux requêtes REFER
`core_rcv_replies_2xx_reg`	Nombre de réponses 2xx (succès) aux requêtes REGISTER
`core_rcv_replies_2xx_update`	Nombre de réponses 2xx (succès) aux requêtes UPDATE

Compteurs de Réponses par Méthode (3xx)

Nom de la Métrique	Signification
`core_rcv_replies_3xx_bye`	Nombre de réponses 3xx (redirection) aux requêtes BYE
`core_rcv_replies_3xx_cancel`	Nombre de réponses 3xx (redirection) aux requêtes CANCEL
`core_rcv_replies_3xx_invite`	Nombre de réponses 3xx (redirection) aux requêtes INVITE
`core_rcv_replies_3xx_message`	Nombre de réponses 3xx (redirection) aux requêtes MESSAGE
`core_rcv_replies_3xx_prack`	Nombre de réponses 3xx (redirection) aux requêtes PRACK
`core_rcv_replies_3xx_refer`	Nombre de réponses 3xx (redirection) aux requêtes REFER
`core_rcv_replies_3xx_reg`	Nombre de réponses 3xx (redirection) aux requêtes REGISTER
`core_rcv_replies_3xx_update`	Nombre de réponses 3xx (redirection) aux requêtes UPDATE

Compteurs de Réponses par Méthode (4xx)

Nom de la Métrique	Signification
`core_rcv_replies_4xx_bye`	Nombre de réponses 4xx (erreur client) aux requêtes BYE
`core_rcv_replies_4xx_cancel`	Nombre de réponses 4xx (erreur client) aux requêtes CANCEL
`core_rcv_replies_4xx_invite`	Nombre de réponses 4xx (erreur client) aux requêtes INVITE
`core_rcv_replies_4xx_message`	Nombre de réponses 4xx (erreur client) aux requêtes MESSAGE
`core_rcv_replies_4xx_prack`	Nombre de réponses 4xx (erreur client) aux requêtes PRACK
`core_rcv_replies_4xx_refer`	Nombre de réponses 4xx (erreur client) aux requêtes REFER
`core_rcv_replies_4xx_reg`	Nombre de réponses 4xx (erreur client) aux requêtes REGISTER
`core_rcv_replies_4xx_update`	Nombre de réponses 4xx (erreur client) aux requêtes UPDATE

Compteurs de Réponses par Méthode (5xx)

Nom de la Métrique	Signification
`core_rcv_replies_5xx_bye`	Nombre de réponses 5xx (erreur serveur) aux requêtes BYE
`core_rcv_replies_5xx_cancel`	Nombre de réponses 5xx (erreur serveur) aux requêtes CANCEL
`core_rcv_replies_5xx_invite`	Nombre de réponses 5xx (erreur serveur) aux requêtes INVITE
`core_rcv_replies_5xx_message`	Nombre de réponses 5xx (erreur serveur) aux requêtes MESSAGE
`core_rcv_replies_5xx_prack`	Nombre de réponses 5xx (erreur serveur) aux requêtes PRACK
`core_rcv_replies_5xx_refer`	Nombre de réponses 5xx (erreur serveur) aux requêtes REFER
`core_rcv_replies_5xx_reg`	Nombre de réponses 5xx (erreur serveur) aux requêtes REGISTER
`core_rcv_replies_5xx_update`	Nombre de réponses 5xx (erreur serveur) aux requêtes UPDATE

Compteurs de Réponses par Méthode (6xx)

Nom de la Métrique	Signification
`core_rcv_replies_6xx_bye`	Nombre de réponses 6xx (échec global) aux requêtes BYE
`core_rcv_replies_6xx_cancel`	Nombre de réponses 6xx (échec global) aux requêtes CANCEL
`core_rcv_replies_6xx_invite`	Nombre de réponses 6xx (échec global) aux requêtes INVITE
`core_rcv_replies_6xx_message`	Nombre de réponses 6xx (échec global) aux requêtes MESSAGE
`core_rcv_replies_6xx_prack`	Nombre de réponses 6xx (échec global) aux requêtes PRACK
`core_rcv_replies_6xx_refer`	Nombre de réponses 6xx (échec global) aux requêtes REFER
`core_rcv_replies_6xx_reg`	Nombre de réponses 6xx (échec global) aux requêtes REGISTER
`core_rcv_replies_6xx_update`	Nombre de réponses 6xx (échec global) aux requêtes UPDATE

Compteurs de Codes d'État Spécifiques

Nom de la Métrique	Signification
`core_rcv_replies_400`	Nombre de réponses 400 Bad Request reçues
`core_rcv_replies_401`	Nombre de réponses 401 Unauthorized reçues
`core_rcv_replies_402`	Nombre de réponses 402 Payment Required reçues
`core_rcv_replies_403`	Nombre de réponses 403 Forbidden reçues
`core_rcv_replies_404`	Nombre de réponses 404 Not Found reçues
`core_rcv_replies_405`	Nombre de réponses 405 Method Not Allowed reçues
`core_rcv_replies_406`	Nombre de réponses 406 Not Acceptable reçues
`core_rcv_replies_407`	Nombre de réponses 407 Proxy Authentication Required reçues
`core_rcv_replies_408`	Nombre de réponses 408 Request Timeout reçues
`core_rcv_replies_409`	Nombre de réponses 409 Conflict reçues
`core_rcv_replies_410`	Nombre de réponses 410 Gone reçues
`core_rcv_replies_411`	Nombre de réponses 411 Length Required reçues
`core_rcv_replies_413`	Nombre de réponses 413 Request Entity Too Large reçues
`core_rcv_replies_414`	Nombre de réponses 414 Request-URI Too Long reçues
`core_rcv_replies_415`	Nombre de réponses 415 Unsupported Media Type reçues

Nom de la Métrique	Signification
`core_rcv_replies_420`	Nombre de réponses 420 Bad Extension reçues
`core_rcv_replies_480`	Nombre de réponses 480 Temporarily Unavailable reçues
`core_rcv_replies_481`	Nombre de réponses 481 Call/Transaction Does Not Exist reçues
`core_rcv_replies_482`	Nombre de réponses 482 Loop Detected reçues
`core_rcv_replies_483`	Nombre de réponses 483 Too Many Hops reçues
`core_rcv_replies_484`	Nombre de réponses 484 Address Incomplete reçues
`core_rcv_replies_485`	Nombre de réponses 485 Ambiguous reçues
`core_rcv_replies_486`	Nombre de réponses 486 Busy Here reçues
`core_rcv_replies_487`	Nombre de réponses 487 Request Terminated reçues
`core_rcv_replies_488`	Nombre de réponses 488 Not Acceptable Here reçues
`core_rcv_replies_489`	Nombre de réponses 489 Bad Event reçues
`core_rcv_replies_491`	Nombre de réponses 491 Request Pending reçues
`core_rcv_replies_493`	Nombre de réponses 493 Undecipherable reçues

Statistiques de Transfert et d'Erreur

Nom de la Métrique	Signification
`core_fwd_replies`	Nombre de réponses SIP transférées
`core_fwd_requests`	Nombre de requêtes SIP transférées
`core_drop_replies`	Nombre de réponses SIP abandonnées
`core_drop_requests`	Nombre de requêtes SIP abandonnées
`core_err_replies`	Nombre de réponses d'erreur
`core_err_requests`	Nombre de requêtes d'erreur
`core_bad_URIs_rcvd`	Nombre de messages avec des URI malformés reçus
`core_bad_msg_hdr`	Nombre de messages avec des en-têtes mauvais/malformés
`core_unsupported_methods`	Nombre de requêtes avec des méthodes SIP non prises en charge

Suivi des Dialogues

Nom de la Métrique	Signification
`dialog_ng_active`	Nombre de dialogues actuellement actifs (répondu/confirmé)
`dialog_ng_early`	Nombre de dialogues précoces (sonnant/état provisoire)
`dialog_ng_expired`	Nombre de dialogues qui ont expiré ou ont été forcés à se terminer
`dialog_ng_processed`	Nombre total de dialogues traités depuis le démarrage

Statistiques DNS

Nom de la Métrique	Signification
`dns_failed_dns_request`	Nombre de requêtes DNS échouées
`dns_slow_dns_request`	Nombre de requêtes DNS lentes (dépassant le seuil)

P-CSCF IPSec IMS

Nom de la Métrique	Signification
`ims_ipsec_pcscf_spi_free`	Nombre de valeurs SPI (Security Parameter Index) libres disponibles pour allocation
`ims_ipsec_pcscf_spi_total`	Capacité totale SPI configurée pour le système
`ims_ipsec_pcscf_spi_used`	Nombre de valeurs SPI actuellement allouées/utilisées
`ims_ipsec_pcscf_spi_utilization_pct`	Pourcentage d'utilisation du pool SPI
`ims_ipsec_pcscf_worker_cache_size`	Taille du cache IPSec du processus worker

QoS IMS (Interface Rx)

Métriques AAR d'Enregistrement

Nom de la Métrique	Signification
`ims_qos_active_registration_rx_sessions`	Nombre de sessions d'enregistrement Rx actuellement actives
`ims_qos_registration_aars`	Nombre total de messages AAR (Authorization-Authentication Request) d'enregistrement envoyés
`ims_qos_successful_registration_aars`	Nombre de transactions AAR d'enregistrement réussies
`ims_qos_failed_registration_aars`	Nombre de transactions AAR d'enregistrement échouées
`ims_qos_registration_aar_avg_response_time`	Temps de réponse moyen pour les messages AAR d'enregistrement en millisecondes
`ims_qos_registration_aar_response_time`	Temps total de réponse pour tous les messages AAR d'enregistrement en millisecondes
`ims_qos_registration_aar_replies_received`	Nombre total de réponses AAR d'enregistrement reçues

Nom de la Métrique	Signification
`ims_qos_registration_aar_timeouts`	Nombre de timeouts de requêtes AAR d'enregistrement

Métriques AAR de Média

Nom de la Métrique	Signification
`ims_qos_active_media_rx_sessions`	Nombre de sessions de média Rx actuellement actives
`ims_qos_media_rx_sessions`	Nombre total de sessions de média Rx créées
`ims_qos_media_aars`	Nombre total de messages AAR de média envoyés
`ims_qos_successful_media_aars`	Nombre de transactions AAR de média réussies
`ims_qos_failed_media_aars`	Nombre de transactions AAR de média échouées
`ims_qos_media_aar_avg_response_time`	Temps de réponse moyen pour les messages AAR de média en millisecondes
`ims_qos_media_aar_response_time`	Temps total de réponse pour tous les messages AAR de média en millisecondes
`ims_qos_media_aar_replies_received`	Nombre total de réponses AAR de média reçues
`ims_qos_media_aar_timeouts`	Nombre de timeouts de requêtes AAR de média

Métriques ASR

Nom de la Métrique	Signification
`ims_qos_asrs`	Nombre total de messages ASR (Abort-Session-Request) reçus du PCRF

USRLOC P-CSCF

Nom de la Métrique	Signification
`ims_usrloc_pcscf_expired_contacts`	Nombre de liaisons de contact expirées
`ims_usrloc_pcscf_registered_contacts`	Nombre de liaisons de contact actuellement enregistrées
`ims_usrloc_pcscf_registered_impus`	Nombre d'IMPUs (IMS Public User Identities) actuellement enregistrés

Base de Données MySQL

Nom de la Métrique	Signification
`mysql_driver_errors`	Nombre d'erreurs de pilote/connexion MySQL

Module Pike (Blocage IP)

Nom de la Métrique	Signification
`pike_blocked_ips`	Nombre d'adresses IP actuellement bloquées (détection d'inondation)

Module Registrar

Nom de la Métrique	Signification
`registrar_accepted_regs`	Nombre de requêtes REGISTER acceptées (module de registrar hérité)
`registrar_rejected_regs`	Nombre de requêtes REGISTER rejetées (module de registrar hérité)
`registrar_default_expire`	Temps d'expiration par défaut pour les enregistrements en secondes
`registrar_default_expires_range`	Paramètre de plage d'expiration par défaut
`registrar_expires_range`	Plage d'expiration configurée
`registrar_max_contacts`	Nombre maximum de contacts autorisés par AOR
`registrar_max_expires`	Temps d'expiration maximum autorisé en secondes

Statistiques de Script

Nom de la Métrique	Signification
`script_register_failed`	Nombre de tentatives d'enregistrement échouées dans la logique de script de routage
`script_register_success`	Nombre d'enregistrements réussis traités par le script de routage
`script_register_time`	Temps total passé à traiter les enregistrements dans le script de routage (millisecondes)

Transport SCTP

Nom de la Métrique	Signification
`sctp_assoc_shutdown`	Nombre de fermetures d'association SCTP initiées localement
`sctp_comm_lost`	Nombre d'associations SCTP perdues en raison d'une défaillance de communication
`sctp_connect_failed`	Nombre de tentatives de connexion SCTP sortantes échouées
`sctp_current_opened_connections`	Nombre d'associations SCTP actuellement ouvertes
`sctp_current_tracked_connections`	Nombre d'associations SCTP actuellement suivies
`sctp_established`	Nombre total d'associations SCTP établies
`sctp_local_reject`	Nombre d'associations SCTP entrantes rejetées localement
`sctp_remote_shutdown`	Nombre de fermetures d'association SCTP initiées par le pair
`sctp_send_failed`	Nombre d'opérations d'envoi SCTP échouées
`sctp_send_force_retry`	Nombre de nouvelles tentatives forcées sur des envois SCTP échoués

Nom de la Métrique	Signification
`sctp_sendq_full`	Nombre de tentatives d'envoi échouées en raison d'une file d'envoi pleine

Mémoire Partagée

Nom de la Métrique	Signification
`shmem_fragments`	Nombre de fragments dans le pool de mémoire partagée (indique la fragmentation)
`shmem_free_size`	Montant de mémoire partagée libre en octets
`shmem_max_used_size`	Taille maximale de mémoire partagée utilisée depuis le démarrage en octets
`shmem_real_used_size`	Mémoire partagée réellement utilisée y compris la surcharge de l'allocateur en octets
`shmem_total_size`	Taille totale du pool de mémoire partagée en octets
`shmem_used_size`	Mémoire partagée actuellement utilisée (données utilisateur uniquement) en octets

Module SL (Sans État)

Compteurs de Réponses Sans État par Classe

Nom de la Métrique	Signification
`sl_1xx_replies`	Nombre de réponses sans état 1xx envoyées
`sl_2xx_replies`	Nombre de réponses sans état 2xx envoyées
`sl_3xx_replies`	Nombre de réponses sans état 3xx envoyées
`sl_4xx_replies`	Nombre de réponses sans état 4xx envoyées
`sl_5xx_replies`	Nombre de réponses sans état 5xx envoyées
`sl_6xx_replies`	Nombre de réponses sans état 6xx envoyées
`sl_xxx_replies`	Nombre d'autres réponses sans état envoyées

Compteurs de Réponses Sans État Spécifiques

Nom de la Métrique	Signification
`sl_200_replies`	Nombre de réponses sans état 200 OK envoyées
`sl_202_replies`	Nombre de réponses sans état 202 Accepted envoyées
`sl_300_replies`	Nombre de réponses sans état 300 Multiple Choices envoyées
`sl_301_replies`	Nombre de réponses sans état 301 Moved Permanently envoyées
`sl_302_replies`	Nombre de réponses sans état 302 Moved Temporarily envoyées
`sl_400_replies`	Nombre de réponses sans état 400 Bad Request envoyées
`sl_401_replies`	Nombre de réponses sans état 401 Unauthorized envoyées
`sl_403_replies`	Nombre de réponses sans état 403 Forbidden envoyées
`sl_404_replies`	Nombre de réponses sans état 404 Not Found envoyées
`sl_407_replies`	Nombre de réponses sans état 407 Proxy Authentication Required envoyées
`sl_408_replies`	Nombre de réponses sans état 408 Request Timeout envoyées
`sl_483_replies`	Nombre de réponses sans état 483 Too Many Hops envoyées

Nom de la Métrique	Signification
`sl_500_replies`	Nombre de réponses sans état 500 Server Internal Error envoyées

Statistiques Générales Sans État

Nom de la Métrique	Signification
`sl_sent_replies`	Nombre total de réponses sans état envoyées
`sl_sent_err_replies`	Nombre de réponses d'erreur sans état envoyées
`sl_received_ACKs`	Nombre de messages ACK reçus pour des transactions sans état
`sl_failures`	Nombre d'échecs d'envoi de réponses sans état

Transport TCP

Nom de la Métrique	Signification
`tcp_con_reset`	Nombre de connexions TCP réinitialisées (RST reçu sur une connexion établie)
`tcp_con_timeout`	Nombre de connexions TCP fermées en raison d'un timeout d'inactivité
`tcp_connect_failed`	Nombre de tentatives de connexion TCP sortantes échouées
`tcp_connect_success`	Nombre de connexions TCP sortantes réussies
`tcp_current_opened_connections`	Nombre de connexions TCP actuellement ouvertes
`tcp_current_write_queue_size`	Taille totale actuelle des files d'écriture TCP à travers toutes les connexions
`tcp_established`	Nombre total de connexions TCP établies (entrantes et sortantes)
`tcp_local_reject`	Nombre de connexions TCP entrantes rejetées localement
`tcp_passive_open`	Nombre de connexions TCP entrantes acceptées
`tcp_send_timeout`	Nombre d'opérations d'envoi TCP qui ont expiré (mode asynchrone)

Nom de la Métrique	Signification
`tcp_sendq_full`	Nombre de tentatives d'envoi échouées parce que la file d'envoi était pleine

Module TM/TMX (Transaction)

Compteurs de Type de Transaction

Nom de la Métrique	Signification
`tmx_UAC_transactions`	Nombre de transactions UAC (client) créées
`tmx_UAS_transactions`	Nombre de transactions UAS (serveur) créées
`tmx_active_transactions`	Nombre de transactions actuellement actives
`tmx_inuse_transactions`	Nombre de transactions actuellement en cours d'utilisation

Achèvement de Transaction par État

Nom de la Métrique	Signification
`tmx_2xx_transactions`	Nombre de transactions complétées avec une réponse 2xx
`tmx_3xx_transactions`	Nombre de transactions complétées avec une réponse 3xx
`tmx_4xx_transactions`	Nombre de transactions complétées avec une réponse 4xx
`tmx_5xx_transactions`	Nombre de transactions complétées avec une réponse 5xx
`tmx_6xx_transactions`	Nombre de transactions complétées avec une réponse 6xx

Statistiques de Réponse de Transaction

Nom de la Métrique	Signification
`tmx_rpl_absorbed`	Nombre de réponses absorbées par la couche de transaction (doublons)
`tmx_rpl_generated`	Nombre de réponses générées localement par le module de transaction
`tmx_rpl_received`	Nombre de réponses reçues pour des transactions
`tmx_rpl_relayed`	Nombre de réponses relayées par le module de transaction
`tmx_rpl_sent`	Nombre de réponses envoyées par le module de transaction

USRLOC (Localisation de l'Utilisateur)

Nom de la Métrique	Signification
`usrloc_location_contacts`	Nombre de contacts dans le domaine 'location' (module usrloc standard)
`usrloc_location_expires`	Nombre de contacts expirés dans le domaine 'location'
`usrloc_registered_users`	Nombre d'utilisateurs/AORs enregistrés (Address of Records)

Métriques I-CSCF

L'I-CSCF partage la plupart des statistiques SIP de base avec le P-CSCF (voir la section Statistiques SIP de Base P-CSCF ci-dessus). Les métriques suivantes sont spécifiques à la fonctionnalité I-CSCF.

Contexte Opérationnel I-CSCF

L'I-CSCF maintient une liste d'instances S-CSCF disponibles pour l'équilibrage de charge :

L'I-CSCF interroge le HSS pour sélectionner les instances S-CSCF appropriées pour les nouveaux enregistrements. Le succès de ces opérations est suivi dans les métriques UAR et LIR ci-dessous.

IMS I-CSCF (Interface Cx - Communication HSS)

L'I-CSCF utilise l'interface Diameter Cx pour communiquer avec le HSS (Home Subscriber Server) pour les requêtes de localisation et d'autorisation des utilisateurs.

Métriques UAR (User-Authorization-Request)

Nom de la Métrique	Signification
`ims_icscf_uar_avg_response_time`	Temps de réponse moyen pour les messages UAR en millisecondes (calculé comme uar_replies_response_time / uar_replies_received)
`ims_icscf_uar_replies_received`	Nombre total de réponses UAA (User-Authorization-Answer) reçues du HSS
`ims_icscf_uar_replies_response_time`	Temps total de réponse pour tous les messages UAR en millisecondes
`ims_icscf_uar_timeouts`	Nombre de timeouts de requêtes UAR

Métriques LIR (Location-Info-Request)

Nom de la Métrique	Signification
`ims_icscf_lir_avg_response_time`	Temps de réponse moyen pour les messages LIR en millisecondes (calculé comme lir_replies_response_time / lir_replies_received)
`ims_icscf_lir_replies_received`	Nombre total de réponses LIA (Location-Info-Answer) reçues du HSS
`ims_icscf_lir_replies_response_time`	Temps total de réponse pour tous les messages LIR en millisecondes
`ims_icscf_lir_timeouts`	Nombre de timeouts de requêtes LIR

Métriques Communes

L'I-CSCF exporte également les métriques communes suivantes (documentées dans la section P-CSCF ci-dessus) :

- **Métriques CDP (Diameter)** - Statistiques du protocole Diameter
- **Statistiques SIP de Base** - Compteurs de requêtes/réponses par méthode et code d'état
- **Statistiques DNS** - Métriques des requêtes DNS
- **Base de Données MySQL** - Erreurs de connexion à la base de données
- **Module Pike** - Statistiques de blocage IP
- **Mémoire Partagée** - Statistiques d'utilisation de la mémoire
- **Module SL (Sans État)** - Compteurs de réponses sans état
- **Transport TCP** - Statistiques de connexion TCP
- **Module TM/TMX (Transaction)** - Suivi de l'état des transactions

---

Métriques S-CSCF

Le S-CSCF partage la plupart des statistiques SIP de base avec le P-CSCF et l'I-CSCF (voir la section Statistiques SIP de Base P-CSCF ci-dessus). Les métriques suivantes sont spécifiques à la fonctionnalité S-CSCF.

Contexte Opérationnel S-CSCF

Le S-CSCF fournit des informations détaillées sur la localisation des utilisateurs et la gestion des IFC (Critères de Filtrage Initiaux) :

La recherche de localisation des utilisateurs montre les IMPUs enregistrés avec des liaisons de contact et des profils de service. Le nombre de contacts et d'IMPUs actifs est suivi par les métriques `ims_usrloc_scscf_active_contacts` et `ims_usrloc_scscf_active_impus`.

L'IFC (Critères de Filtrage Initiaux) détermine quels serveurs d'application traitent les sessions SIP. Le panneau de contrôle permet de décharger et de tester les règles IFC. La performance de l'évaluation IFC peut avoir un impact sur les temps de configuration des appels suivis dans les métriques de transaction (`tmx_*`).

IMS ISC (Contrôle de Service IMS)

Le module IMS ISC gère l'évaluation des Critères de Filtrage Initiaux (iFC) pour déterminer quels serveurs d'application doivent traiter les sessions SIP. Ces métriques suivent la performance et l'efficacité des opérations de correspondance iFC.

Nom de la Métrique	Signification
`ims_isc_ifc_match_attempts`	Nombre total de tentatives de correspondance iFC effectuées
`ims_isc_ifc_match_time_total`	Temps cumulé passé à effectuer des opérations de correspondance iFC en millisecondes
`ims_isc_ifc_nomatch_count`	Nombre de tentatives de correspondance iFC où aucun critère de déclenchement n'a correspondu
`ims_isc_ifc_match_avg_time`	Temps moyen par opération de correspondance iFC en millisecondes (calculé comme ifc_match_time_total / ifc_match_attempts)

Surveillance de la Performance : Des valeurs élevées pour `ifc_match_avg_time` peuvent indiquer des critères de filtrage complexes ou des goulets d'étranglement de performance dans la sélection des serveurs d'application. Un ratio élevé de `ifc_nomatch_count` par rapport à `ifc_match_attempts` peut indiquer des points de déclenchement mal configurés ou des modèles de trafic inattendus.

Authentification IMS (Interface Cx - MAR)

Le S-CSCF utilise l'interface Diameter Cx pour authentifier les utilisateurs avec le HSS via MAR (Multimedia-Auth-Request).

Nom de la Métrique	Signification
`ims_auth_mar_avg_response_time`	Temps de réponse moyen pour les messages MAR en millisecondes (calculé comme mar_replies_response_time / mar_replies_received)
`ims_auth_mar_replies_received`	Nombre total de réponses MAA (Multimedia-Auth-Answer) reçues du HSS
`ims_auth_mar_replies_response_time`	Temps total de réponse pour tous les messages MAR en millisecondes
`ims_auth_mar_timeouts`	Nombre de timeouts de requêtes MAR

Registrar IMS S-CSCF

Statistiques d'Enregistrement

Nom de la Métrique	Signification
`ims_registrar_scscf_accepted_regs`	Nombre de requêtes REGISTER acceptées avec succès
`ims_registrar_scscf_rejected_regs`	Nombre de requêtes REGISTER rejetées
`ims_registrar_scscf_default_expire`	Temps d'expiration par défaut pour les enregistrements en secondes
`ims_registrar_scscf_default_expires_range`	Configuration de la plage d'expiration par défaut
`ims_registrar_scscf_max_contacts`	Nombre maximum de contacts autorisés par enregistrement
`ims_registrar_scscf_max_expires`	Temps d'expiration maximum autorisé en secondes
`ims_registrar_scscf_notifies_in_q`	Nombre de messages NOTIFY en attente dans la file d'attente

Métriques SAR (Server-Assignment-Request)

Nom de la Métrique	Signification
`ims_registrar_scscf_sar_avg_response_time`	Temps de réponse moy pour les messages SAR en millisecondes (calcu comme sar_replies_response_ti / sar_replies_received)
`ims_registrar_scscf_sar_replies_received`	Nombre total de répons SAA (Server-Assignmen Answer) reçues du HSS
`ims_registrar_scscf_sar_replies_response_time`	Temps total de réponse pour tous les messages SAR en millisecondes
`ims_registrar_scscf_sar_timeouts`	Nombre de timeouts de requêtes SAR

USRLOC S-CSCF

Nom de la Métrique	Signification
`ims_usrloc_scscf_active_contacts`	Nombre de liaisons de contact enregistrées actuellement actives
`ims_usrloc_scscf_active_impus`	Nombre d'IMPUs (IMS Public User Identities) enregistrés actuellement actifs
`ims_usrloc_scscf_active_subscriptions`	Nombre d'abonnements actuellement actifs
`ims_usrloc_scscf_contact_collisions`	Nombre de collisions de hachage dans la table de hachage des contacts
`ims_usrloc_scscf_impu_collisions`	Nombre de collisions de hachage dans la table de hachage des IMPU
`ims_usrloc_scscf_subscription_collisions`	Nombre de collisions de hachage dans la table de hachage des abonnements

Suivi des Dialogues

Le S-CSCF suit l'état des dialogues pour les appels actifs :

Nom de la Métrique	Signification
`dialog_ng_active`	Nombre de dialogues actuellement actifs (répondu/confirmé)
`dialog_ng_early`	Nombre de dialogues précoces (sonnant/état provisoire)
`dialog_ng_expired`	Nombre de dialogues qui ont expiré ou ont été forcés à se terminer
`dialog_ng_processed`	Nombre total de dialogues traités depuis le démarrage

Métriques Communes

Le S-CSCF exporte également les métriques communes suivantes (documentées dans la section P-CSCF ci-dessus) :

- **Métriques CDP (Diameter)** - Statistiques du protocole Diameter
- **Statistiques SIP de Base** - Compteurs de requêtes/réponses par méthode et code d'état (note : le S-CSCF a généralement plus de fwd_requests et fwd_replies car il route entre les points de terminaison)
- **Statistiques DNS** - Métriques des requêtes DNS
- **Base de Données MySQL** - Erreurs de connexion à la base de données
- **Module Pike** - Statistiques de blocage IP
- **Mémoire Partagée** - Statistiques d'utilisation de la mémoire
- **Module SL (Sans État)** - Compteurs de réponses sans état
- **Transport TCP** - Statistiques de connexion TCP
- **Module TM/TMX (Transaction)** - Suivi de l'état des transactions (note : le S-CSCF a généralement à la fois des transactions UAC et UAS car il agit à la fois comme client et serveur)

Guide des opérations P-CSCF/E-CSCF

Table des matières

Aperçu

Le **P-CSCF** (Proxy Call Session Control Function) est le premier point de contact pour l'équipement utilisateur (UE) dans le réseau IMS. Il sert de proxy de bord qui gère la sécurité, l'application de la QoS et le routage des appels d'urgence. Dans cette mise en œuvre, le P-CSCF fonctionne également comme l'**E-CSCF** (Emergency CSCF) pour les services d'urgence.

Important : Dans nos déploiements, **le P-CSCF ne relaie pas les médias par défaut**. Les flux multimédias vont directement entre l'UE et **OmniTAS** (Serveur d'application de téléphonie) ou d'autres points de terminaison multimédias. Le P-CSCF est purement un proxy de signalisation SIP.

Spécifications 3GPP

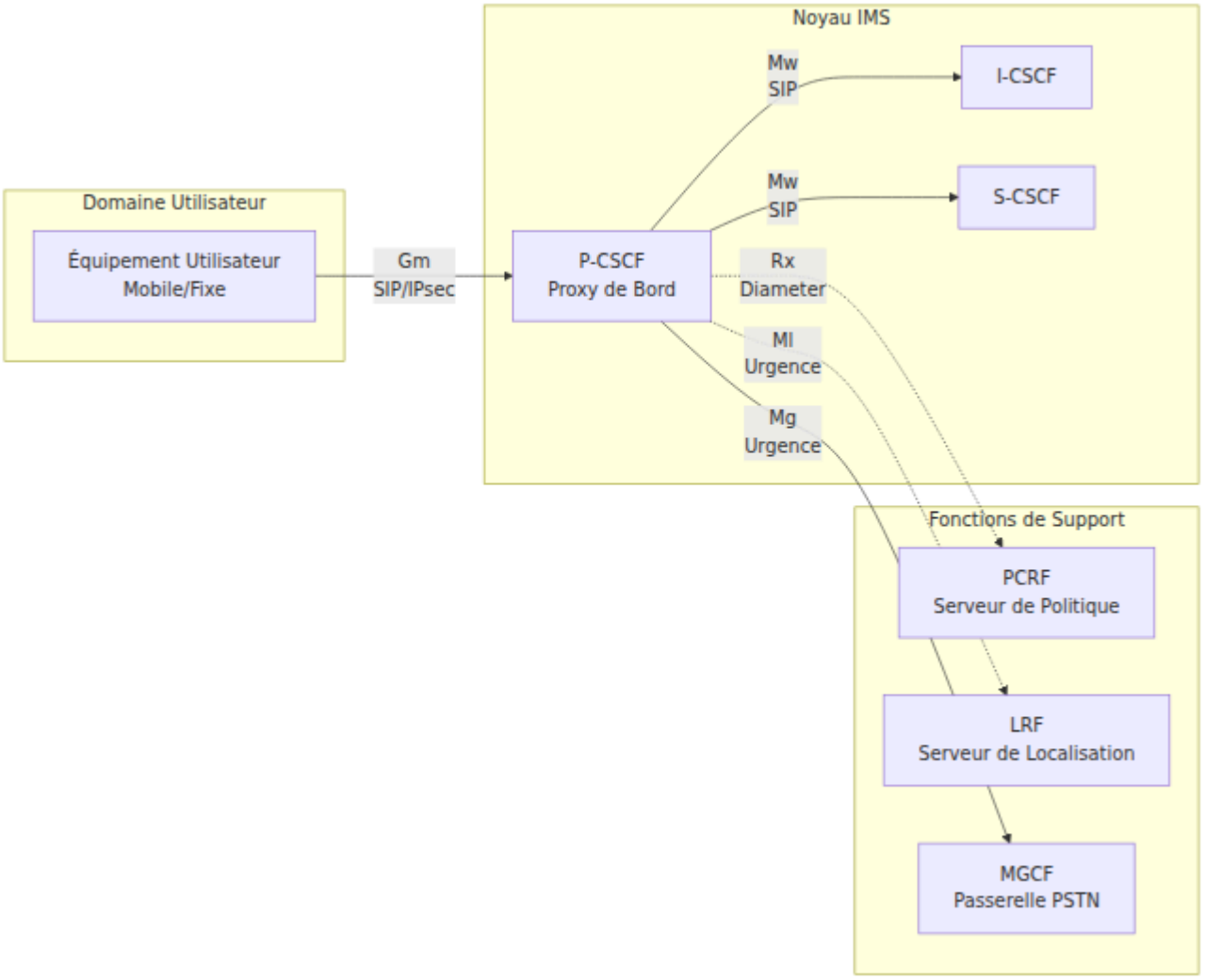
- **3GPP TS 23.228** : Système multimédia IP (IMS) Étape 2
- **3GPP TS 24.229** : Protocole de contrôle d'appel IMS
- **3GPP TS 33.203** : Sécurité d'accès pour IMS
- **3GPP TS 23.167** : Sessions d'urgence du système multimédia IP (IMS)

Responsabilités clés

1. **Premier point de contact** : Proxy SIP initial de l'UE dans IMS
2. **Application de la sécurité** : Établissement et gestion de tunnels IPsec
3. **Contrôle de la QoS** : Interfaces avec PCRF via Rx pour l'application des politiques
4. **Services d'urgence** : Routage des appels d'urgence et fourniture de la recherche IMEI vers MSISDN (fonction E-CSCF)
5. **Compression** : Support SigComp pour l'optimisation de la bande passante
6. **Support de transport** : Supporte UDP et TCP

Rôle dans l'architecture IMS

Position dans le réseau



Points de référence 3GPP

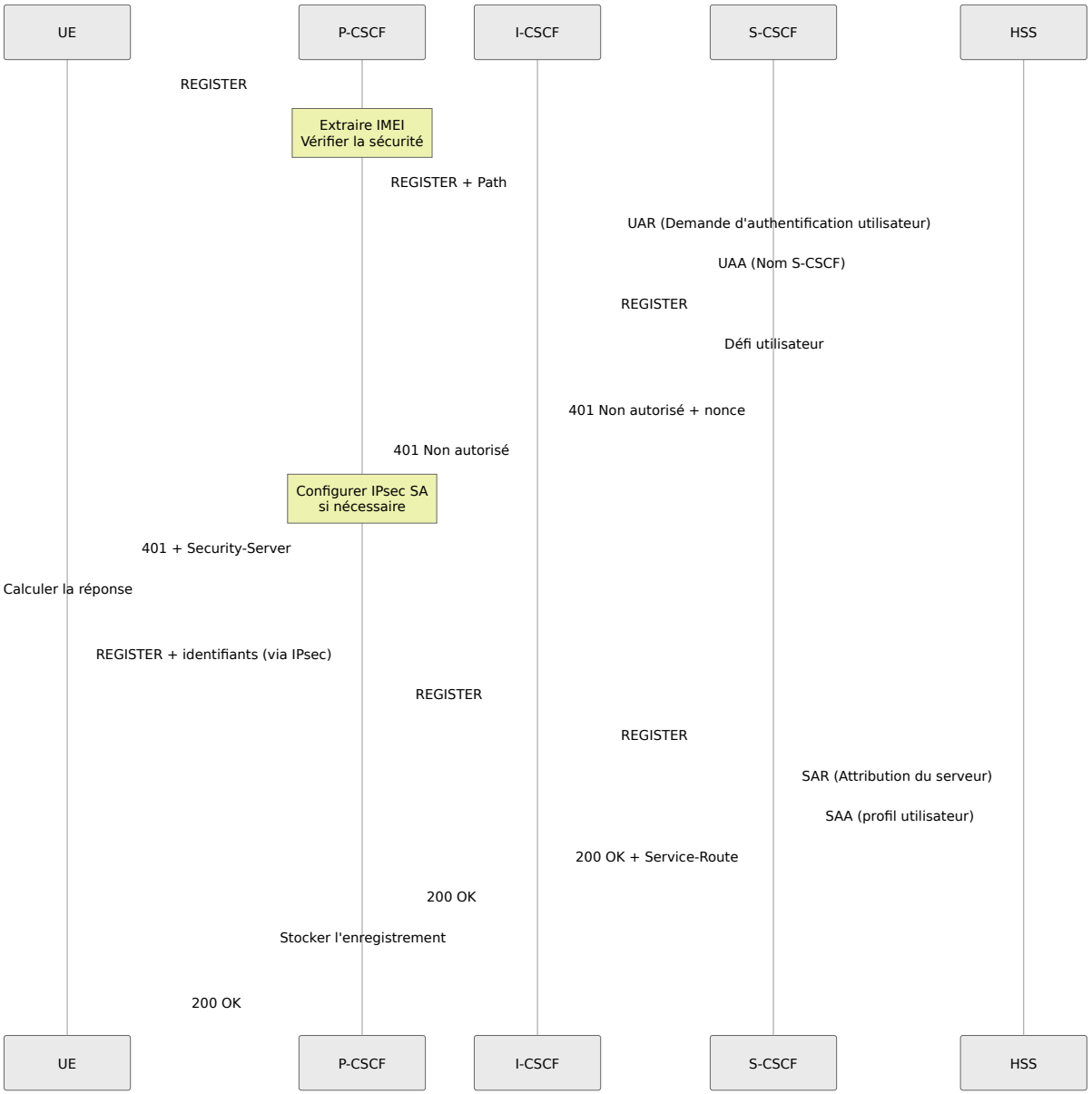
Interface	Protocole	Objectif	Connecté à
Gm	SIP/IPsec	UE vers P-CSCF	Équipement Utilisateur
Mw	SIP	P-CSCF vers I-CSCF/S-CSCF	Noyau IMS
Rx	Diameter	Contrôle de la QoS/Politique	PCRF
Ml	HTTP/HELD	Récupération de localisation	LRF (E-CSCF)
Mg	SIP	Appels d'urgence	MGCF/E-CSCF

Fonctions du P-CSCF

1. Gestion des enregistrements

Le P-CSCF est le premier saut pour les messages SIP REGISTER provenant des UE.

Flux d'enregistrement



Caractéristiques clés

Insertion de l'en-tête Path :

```
Path: <sip:term@pcscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org:5060;lr>
```

- Assure que les requêtes suivantes sont routées à nouveau via le P-CSCF
- Requis selon la RFC 3327 pour l'IMS

Application du minuteur d'enregistrement :

- Force l'expiration de l'enregistrement à 599 secondes

- Remplace les valeurs demandées par l'UE pour le contrôle du réseau

Extraction de l'IMEI :

- Extrait l'IMEI de l'en-tête Contact : `+sip.instance="<urn:gsma:imei:...>"`
- Stocke dans une table de hachage pour le mappage des appels d'urgence

Gestion spécifique au transport :

- Appareils iOS : Prolonge la durée de vie TCP pour éviter une déconnexion prématurée

2. Fonctions de sécurité

Gestion des tunnels IPsec

Le P-CSCF établit des tunnels IPsec ESP avec les UE pour une signalisation SIP sécurisée.

Configuration IPsec :

La fonctionnalité IPsec est configurée avec les paramètres suivants :

- **Adresse d'écoute** : 10.4.12.165 (adresse IP du P-CSCF pour les points de terminaison IPsec)
- **Port client (de base)** : 5100 (port de départ pour le trafic UE → P-CSCF)
- **Port serveur (de base)** : 6100 (port de départ pour le trafic P-CSCF → UE)
- **Plage de ports** : Pool de ports configurable (typiquement 1000-10000 ports)
- **Début de l'ID SPI** : 4096 (valeur de départ pour l'allocation de l'index de paramètres de sécurité)
- **Plage d'ID SPI** : 100000 (nombre de paires SPI disponibles pour allocation)
- **Max connexions** : 20 (nombre maximum d'associations de sécurité IPsec simultanées par travailleur)

Gestion des SPI et des ports

Chaque tunnel IPsec entre un UE et le P-CSCF nécessite des identifiants uniques pour garder le trafic séparé et sécurisé. Le système gère deux types de

ressources :

Index de paramètres de sécurité (SPI) :

Chaque tunnel IPsec utilise DEUX SPIs - un pour chaque direction :

- **spi-c** (SPI client) : Identifie les paquets envoyés de l'UE vers le P-CSCF
- **spi-s** (SPI serveur) : Identifie les paquets envoyés du P-CSCF vers l'UE

Les SPIs sont attribués par paires à partir d'un pool configuré. Le système est généralement configuré avec :

- Valeur SPI de départ : 4096
- Plage disponible : 100000 valeurs SPI
- Cela fournit une capacité pour 50000 tunnels simultanés (les paires sont attribuées comme des nombres consécutifs pairs/impairs)

Allocation de ports :

Chaque tunnel utilise également des ports UDP uniques sur le P-CSCF :

- **port client** : Port du P-CSCF où il reçoit des paquets IPsec de l'UE
- **port serveur** : Port du P-CSCF où il envoie des paquets IPsec à l'UE

Configuration typique des ports :

- Valeur de départ du port client : 5100
- Valeur de départ du port serveur : 6100
- Plage de ports : 10000 ports disponibles
- Les ports reviennent au début lorsque la plage est épuisée

Comment fonctionne l'allocation des ressources :

Lorsqu'un UE s'enregistre et demande une protection IPsec :

1. **Premier enregistrement** : Obtient spi-c=4096, spi-s=4097, port client=5100, port serveur=6100
2. **Deuxième enregistrement** : Obtient spi-c=4098, spi-s=4099, port client=5101, port serveur=6101

3. **Troisième enregistrement** : Obtient spi-c=4100, spi-s=4101, port client=5102, port serveur=6102

Et ainsi de suite...

Après 10000 enregistrements, les ports reviennent au début (5100, 6100), tandis que les SPIs continuent d'incrémenter. Cela permet d'avoir plus de tunnels que de ports disponibles, tant que les UE ont des adresses IP différentes.

Limites de ressources :

Le nombre maximum de tunnels IPsec simultanés est déterminé par la limite atteinte en premier :

- Capacité de la plage SPI (typiquement 50000 paires)
- Capacité de la plage de ports (typiquement 10000 ports)
- Mémoire système et capacité de traitement

Surveillance via l'interface Web :

Naviguez vers la page P-CSCF → Statistiques IPsec (si disponible) pour voir :

- Nombre de tunnels IPsec actifs
- Nombre de paires SPI/port disponibles
- Pourcentage d'utilisation

Si vous voyez des échecs d'enregistrement avec des erreurs liées à IPsec, cela peut indiquer :

- Épuisement du pool SPI (toutes les 50000 paires en cours d'utilisation)
- Épuisement du pool de ports (tous les 10000 ports en cours d'utilisation)
- Anciens tunnels qui ne sont pas nettoyés correctement

Lorsque les ressources sont libérées :

Les SPIs et les ports sont retournés au pool disponible lorsque :

- Un UE se désenregistre (envoie REGISTER avec Expires: 0)

- Un enregistrement expire sans être rafraîchi
- Un tunnel IPsec est détruit manuellement via l'interface Web
- L'administrateur système nettoie les tunnels obsolètes

Planification de la capacité :

Pour la planification des déploiements :

- Chaque tunnel actif utilise environ 1 Ko de mémoire
- Un déploiement de production typique prend en charge 10000-50000 tunnels simultanés
- Surveillez les tendances d'utilisation pour prédire quand une expansion de capacité est nécessaire
- Si vous dépassez régulièrement 80 % d'utilisation, coordonnez-vous avec les administrateurs système pour augmenter les plages SPI/port

Configuration de l'association de sécurité (SA) :

1. L'UE envoie REGISTER avec l'en-tête `Security-Client` :

   ```
   Security-Client: ipsec-3gpp; alg=hmac-sha-1-96; ealg=null;
                    spi-c=12345; spi-s=67890; port-c=5100; port-
   s=6100
   ```

2. Le P-CSCF répond avec `Security-Server` :

   ```
   Security-Server: ipsec-3gpp; alg=hmac-sha-1-96; ealg=null;
                    spi-c=11111; spi-s=22222; port-c=5100; port-
   s=6100
   ```

3. Le P-CSCF crée des politiques IPsec en utilisant `setkey` :

```
# Client vers Serveur
spdadd <ue-ip>[5100] <pcscf-ip>[6100] any -P out ipsec
esp/transport//require;

# Serveur vers Client
spdadd <pcscf-ip>[6100] <ue-ip>[5100] any -P in ipsec
esp/transport//require;
```

4. Tous les messages SIP suivants utilisent le tunnel IPsec

Algorithmes supportés :

- **Authentification** : hmac-md5-96, hmac-sha-1-96
- **Chiffrement** : null, des-ede3-cbc, aes-cbc (préféré : null pour LTE)

3. Gestion des médias

Note importante : Dans nos déploiements, **le P-CSCF ne relaie PAS les médias par défaut**. Les médias (RTP/SRTP) circulent directement de l'UE à **OmniTAS** (Serveur d'application de téléphonie) ou d'autres points de terminaison multimédias. Le P-CSCF ne gère que la signalisation SIP.

Les médias circulent directement entre les UE et l'OmniTAS (Serveur d'application de téléphonie), contournant complètement le P-CSCF pour le trafic RTP/SRTP :

```
UE <------ SIP ------> P-CSCF <------ SIP ------> S-CSCF <------
SIP ------> OmniTAS
    <---------------------- RTP/SRTP (direct vers TAS) ----------
------------>
```

Le P-CSCF ne gère que la signalisation SIP. Tous les médias (voix, vidéo) sont établis directement entre l'UE et OmniTAS.

4. Application de la QoS et des politiques (Interface Rx)

Intégration Diameter Rx

Objectif : Coordonner la QoS avec PCRF pour l'établissement de porteurs

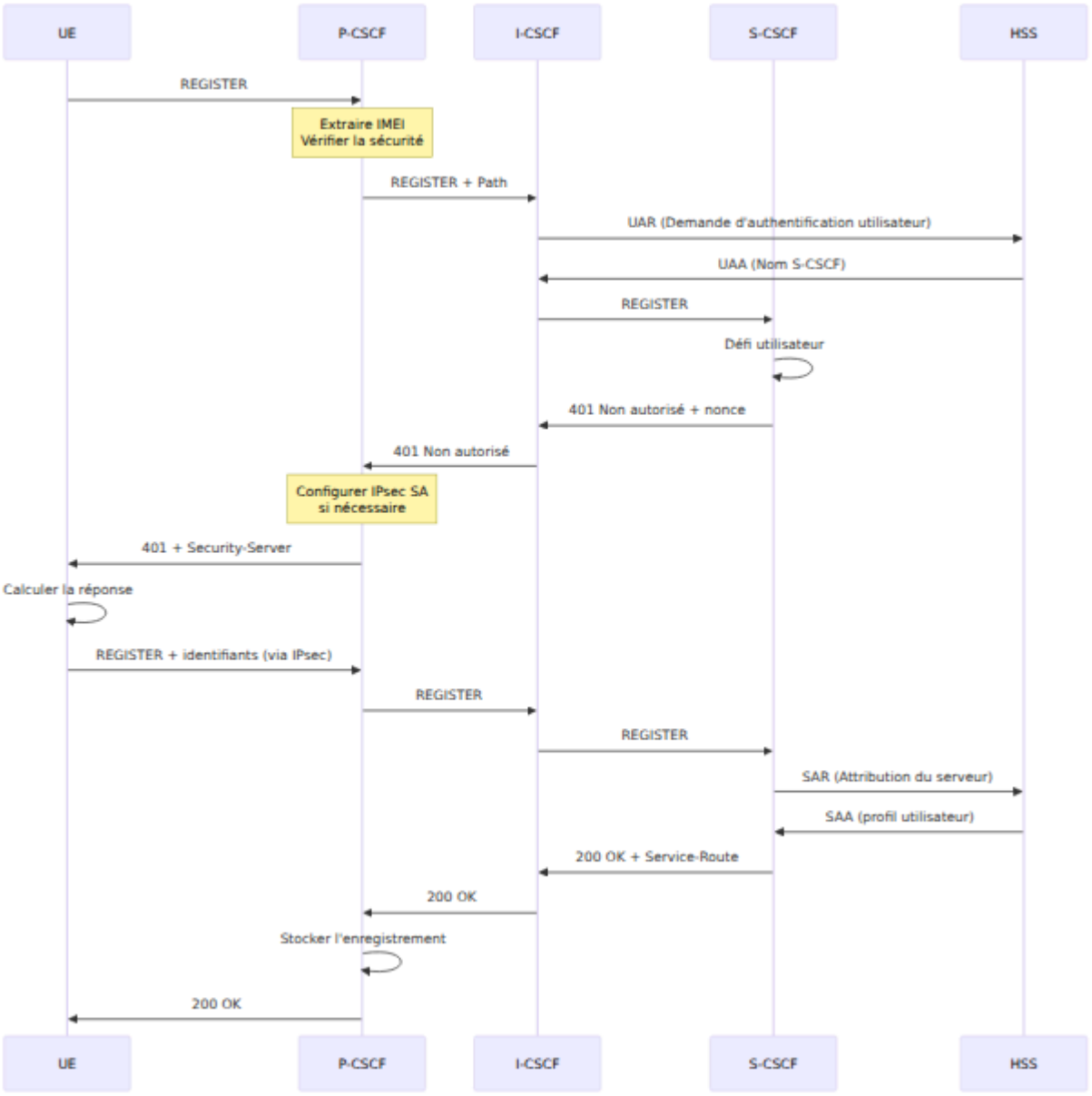
Configuration Diameter :

Le P-CSCF se connecte au PCRF via Diameter sur le port 3868 en utilisant l'application Rx (ID d'application 16777236, ID de fournisseur 3GPP 10415).

Opérations Rx :

1. **AAR (Demande d'authentification d'autorisation)** : Demande de QoS pour le flux multimédia
2. **AAA (Réponse d'authentification d'autorisation)** : PCRF accorde/refuse
3. **STR (Demande de terminaison de session)** : Libération de la QoS à la fin de l'appel

Flux de message AAR



Informations multimédias envoyées au PCRF :

- Description du flux (IP, port, protocole)
- Exigences de bande passante (montant/descendant)
- Type de média (audio, vidéo)
- État du flux (activé, désactivé)

5. Protection contre les inondations

Configuration du module Pike (Limitation de taux) : Le module pike fournit une protection contre les inondations avec ces paramètres :

- **Unité de temps d'échantillonnage** : 2 secondes - fenêtre de temps pour mesurer le taux de demande
- **Densité des demandes par unité** : 16 demandes autorisées par fenêtre de 2 secondes d'une seule IP
- **Latence de suppression** : 300 secondes (5 minutes) - durée pendant laquelle une IP est bloquée après avoir dépassé la limite

Suivi des authentifications échouées : Le P-CSCF suit les tentatives d'authentification échouées pour prévenir les attaques par force brute :

- Maintient un compteur de table de hachage pour les tentatives d'authentification échouées par IP source
- Incrémente le compteur en cas d'échec d'authentification avec une expiration de 120 secondes
- Si une IP dépasse 10 tentatives échouées dans les 120 secondes, bloque l'IP avec 403 Trop de tentatives échouées
- Empêche les attaquants de deviner les identifiants des utilisateurs

Fonctions de l'E-CSCF

Le P-CSCF inclut la fonctionnalité E-CSCF pour la gestion des appels d'urgence.

Détection des appels d'urgence

URI SIP reconnues :

- `urn:service:sos` (urgence générale)
- `urn:service:sos.police`
- `urn:service:sos.ambulance`
- `urn:service:sos.fire`
- `urn:service:sos.marine`
- `urn:service:sos.mountain`

Logique de détection : Les appels d'urgence sont détectés en examinant le Request-URI :

- Vérifie si la méthode est INVITE (demande de configuration d'appel)
- Vérifie si le Request-URI correspond aux modèles d'urgence :
  - Format URN : urn:service:sos* (URNs SOS définis dans la RFC 5031)
  - Urgence nord-américaine : 911
  - Urgence européenne/internationale : 112
- Si un appel d'urgence est détecté, il est routé vers le bloc de gestion des URGENCES pour un traitement spécial

Mappage IMEI vers MSISDN pour les appels d'urgence

Pourquoi cela est nécessaire : Lorsque les utilisateurs passent des appels d'urgence (par exemple, 911, 112, urn:service:sos), l'UE ne **fournit souvent pas le MSISDN (numéro de téléphone)** dans le message SIP. Les services d'urgence (PSAP - Point d'Accès à la Sécurité Publique) doivent connaître le numéro de téléphone de l'appelant à des fins de rappel. Pour résoudre ce problème, le P-CSCF/E-CSCF maintient un mappage de l'IMEI (identifiant de l'appareil) vers le MSISDN.

Comment cela fonctionne :

1. **Lors de l'enregistrement** (lorsque le MSISDN est connu) :
   - Extrait l'IMEI de l'en-tête Contact du paramètre +sip.instance (format : urn:gsma:imei:123456-78-901234-5)
   - Extrait le MSISDN de l'identité publique de l'utilisateur (IMPU) dans le nom d'utilisateur de l'en-tête From
   - Stocke le mappage IMEI → MSISDN dans une table de hachage avec un TTL de 24 heures (86400 secondes)
   - Exemple : imei_msisdn["urn:gsma:imei:123456789012345"] = "12015551234"
   - **Dans les déploiements en cluster** : Réplique automatiquement le mappage à tous les autres nœuds P-CSCF dans le cluster
2. **Lors d'un appel d'urgence** (lorsque le MSISDN pourrait être manquant) :
   - Extrait l'IMEI de l'en-tête Contact de l'appel d'urgence +sip.instance

    - Effectue une recherche dans la table de hachage pour récupérer le MSISDN associé à cet IMEI
    - Si le MSISDN est trouvé dans le mappage :
        - Ajoute l'en-tête P-Asserted-Identity avec le MSISDN complet (sip:+12015551234@domain)
        - Cela fournit au PSAP le numéro de rappel pour l'appelant d'urgence

Haute disponibilité - Synchronisation multi-nœuds :

Dans les déploiements de production avec plusieurs nœuds P-CSCF pour la redondance, les mappages IMEI→MSISDN sont automatiquement synchronisés entre tous les nœuds :

Comportement de réplication de cluster :

Lorsqu'un UE s'enregistre sur **le nœud P-CSCF 1** :

1. Le nœud 1 crée le mappage IMEI→MSISDN localement
2. Le nœud 1 diffuse immédiatement le mappage à tous les autres nœuds P-CSCF dans le cluster
3. **Le nœud P-CSCF 2**, **nœud 3**, etc. reçoivent la mise à jour et créent des copies locales identiques
4. Tous les nœuds ont maintenant le même mappage IMEI→MSISDN

Pourquoi cela est important :

Si un UE s'est enregistré via le nœud P-CSCF 1 mais passe un appel d'urgence qui est routé vers le nœud P-CSCF 2 (en raison de l'équilibrage de charge ou de la bascule), le nœud 2 a déjà le mappage IMEI→MSISDN et peut fournir le numéro de rappel au PSAP.

Mécanisme de synchronisation :

La synchronisation se fait via des messages basés sur SIP entre les nœuds P-CSCF :

- Utilise des messages SIP personnalisés pour propager les mises à jour de la table de hachage

- Les messages sont envoyés au format JSON contenant l'IMEI, le MSISDN et le TTL
- La transmission est automatique et transparente - aucune intervention de l'opérateur n'est nécessaire
- Les mises à jour sont diffusées à tous les membres du cluster en quelques millisecondes

Impact sur les opérations :

- **Résilience** : Les appels d'urgence fonctionnent correctement, quel que soit le nœud P-CSCF qui gère l'appel
- **Pas de point de défaillance unique** : Tout nœud P-CSCF peut fournir le numéro de rappel pour tout UE enregistré
- **Automatique** : La synchronisation est intégrée et nécessite aucune configuration ou intervention manuelle
- **Surveillance** : Via l'interface Web, naviguez vers P-CSCF → Tables de hachage → imei_msisdn pour voir les mappages sur chaque nœud

Exigences de configuration de cluster :

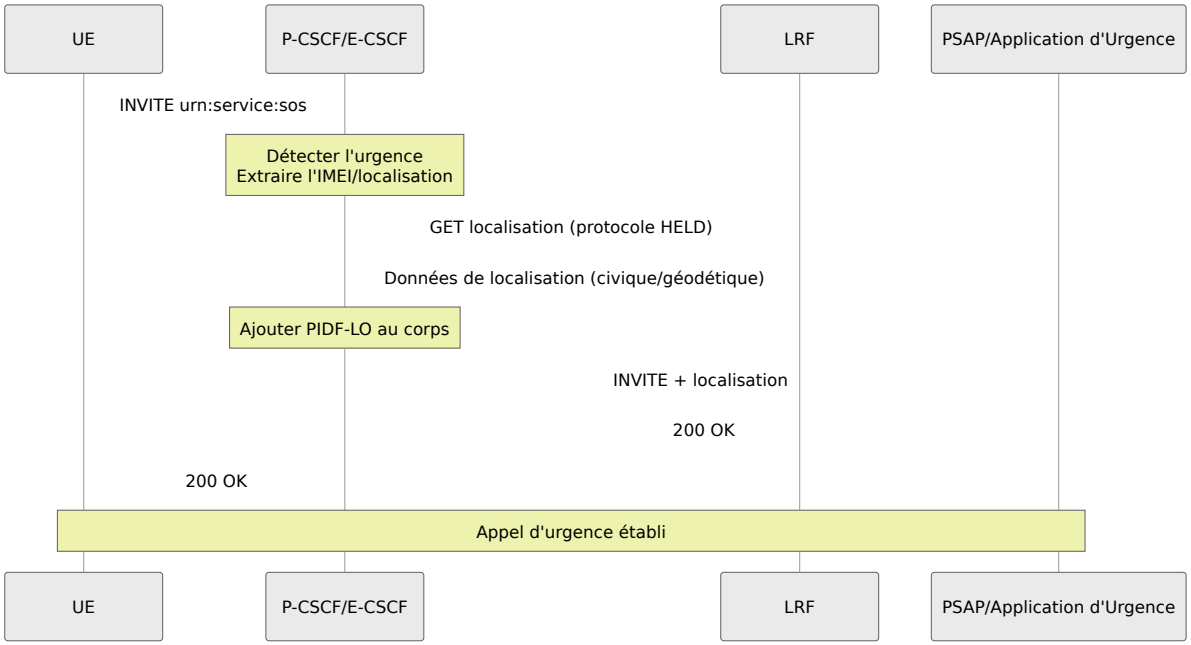
Pour que la synchronisation de la table de hachage fonctionne :

- Tous les nœuds P-CSCF doivent être configurés avec les adresses des autres
- Les nœuds se découvrent automatiquement via des notifications de disponibilité
- La connectivité réseau doit permettre le trafic SIP entre tous les nœuds P-CSCF
- Si la synchronisation échoue, vérifiez que les règles de pare-feu permettent la communication inter-nœuds

Scénario d'exemple :

```
1. L'utilisateur s'enregistre : IMEI=123456789012345,
MSISDN=12015551234
   → Stocké : imei_msisdn[123456789012345] = 12015551234

2. L'utilisateur compose le 911 : INVITE urn:service:sos (MSISDN
non dans l'en-tête From)
   → Le P-CSCF extrait l'IMEI de Contact : 123456789012345
   → Le P-CSCF recherche : imei_msisdn[123456789012345] →
12015551234
   → Le P-CSCF ajoute l'en-tête : P-Asserted-Identity:
<sip:+12015551234@...>
   → Le PSAP reçoit l'appel avec le numéro de rappel :
+12015551234
```

Routage d'urgence



Fonctionnalités des appels d'urgence :

- Contourne la vérification d'enregistrement
- Ajoute PIDF-LO (Format de données de présence - Objet de localisation)
- Routage vers le serveur d'application d'urgence ou PSAP
- Gestion des priorités (prévient les appels normaux)
- Informations de localisation du LRF ou de l'UE

Opérations de l'interface Web

Accéder à la page P-CSCF

Naviguez vers : `https://<control-panel>/pcscf`

Mise en page de la page

La page P-CSCF a trois onglets principaux :

1. **Contacts enregistrés** - Enregistrements actifs
2. **Localisation de l'utilisateur** - Recherche par IMSI/IP
3. **Tables de hachage** - Tables de mémoire partagée

Affichage des contacts enregistrés

Colonnes d'affichage :

- **AoR** (Adresse d'enregistrement) : Identité SIP de l'utilisateur
- **Contact** : URI de contact de l'appareil
- **Expires** : Horodatage d'expiration de l'enregistrement
- **IP publique** : Adresse IP publique de l'UE
- **Reçu** : IP réellement reçue (si différente du Contact)
- **Path** : En-tête Path pour le routage
- **ID de session Rx** : Session Diameter Rx (si QoS active)

Fonctionnalités :

- Actualisation automatique toutes les 5 secondes
- Recherche par AoR ou Contact partiel
- Tri par colonne (cliquer sur l'en-tête)
- Lignes extensibles pour les détails complets

Exemple de sortie :

```
AoR: sip:12015551234@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
Contact: sip:12015551234@10.4.12.100:5060;transport=udp
Expires: 2025-11-29 14:30:15
IP publique: 10.4.12.100
Reçu: 10.4.12.100:52341
Path: <sip:term@pcscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org:5060;lr>
ID de session Rx: rx-pcscf-session-12345
```

Recherche de la localisation de l'utilisateur

Options de recherche :

- Par IMSI : `imsi:310150123456789`
- Par IP : `10.4.12.100`

Cas d'utilisation :

1. Trouver quel utilisateur utilise une IP spécifique
2. Vérifier si l'IMSI est enregistré
3. Vérifier l'état du tunnel IPsec
4. Vérifier les routes de service

Gestion des tables de hachage

Tables courantes :

Table	Objectif	Taille typique
`imei_msisdn`	Mappage d'urgence IMEI→MSISDN	100-1000 entrées
`service_routes`	Routes de service mises en cache	Par enregistrement
`dialog_out`	Suivi des dialogues sortants	Par appel

Opérations :

- **Lister les tables** : Cliquez sur l'onglet "Tables de hachage"

- **Dumper la table** : Cliquez sur le nom de la table pour voir le contenu
- **Supprimer une entrée** : Cliquez sur "Supprimer" à côté de l'entrée
- **Vider la table** : Cliquez sur "Vider" pour effacer toute la table (utilisez avec prudence !)

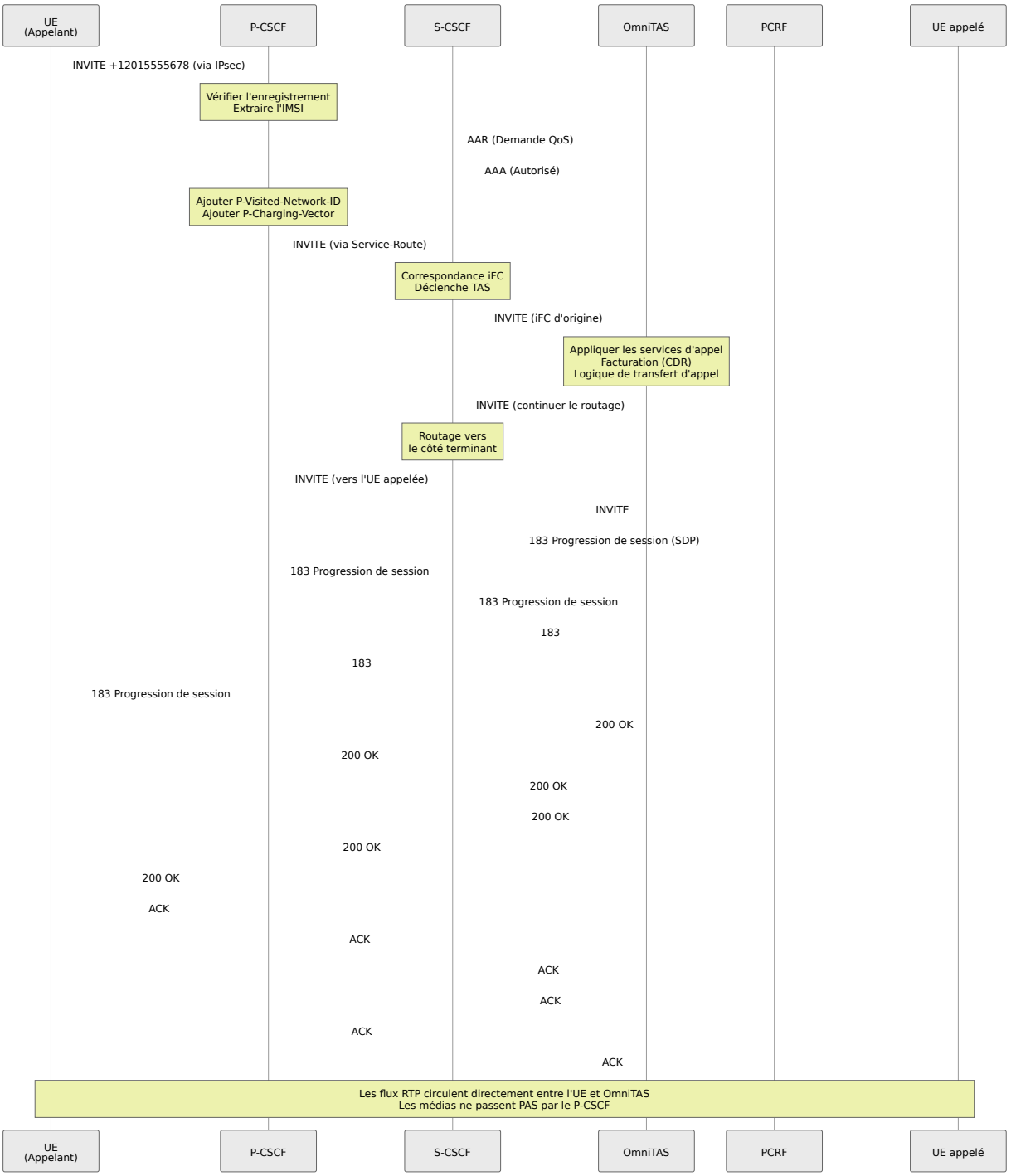
Exemple d'entrée :

```
Clé:   urn:gsma:imei:123456-78-901234-5
Valeur: 310150123456789
TTL:   86400 secondes (24 heures)
```

Flux d'appels

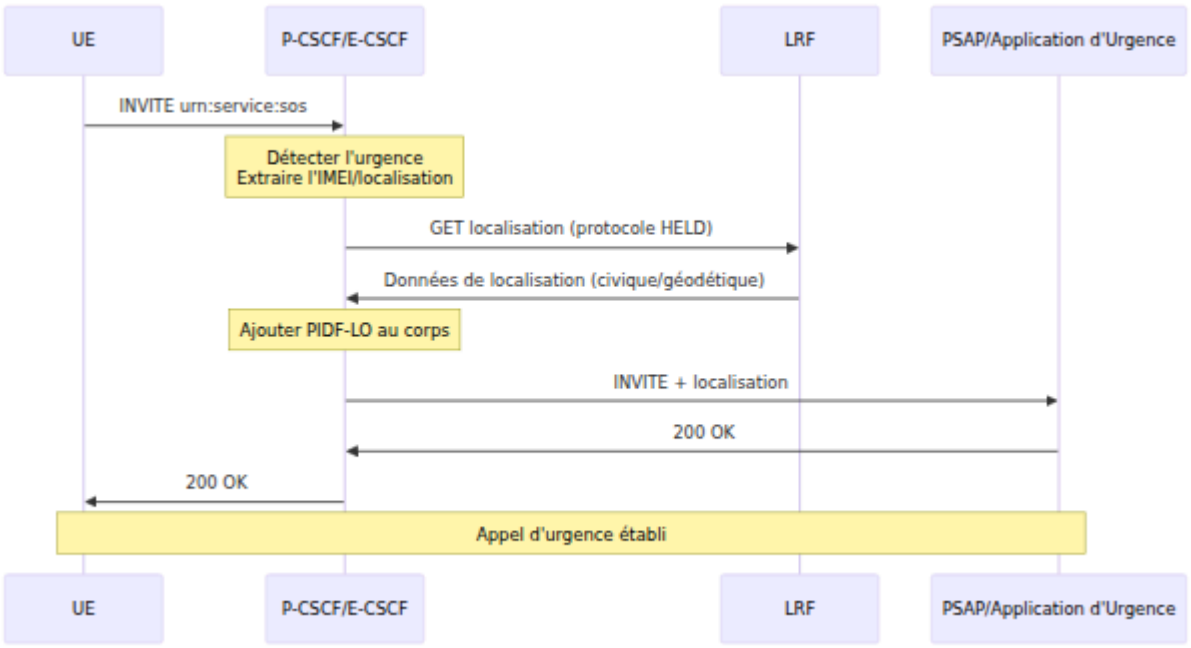
Appel d'origine mobile (MO)

Tous les appels d'origine sont routés via le TAS (OmniTAS) pour la logique de service et la facturation :

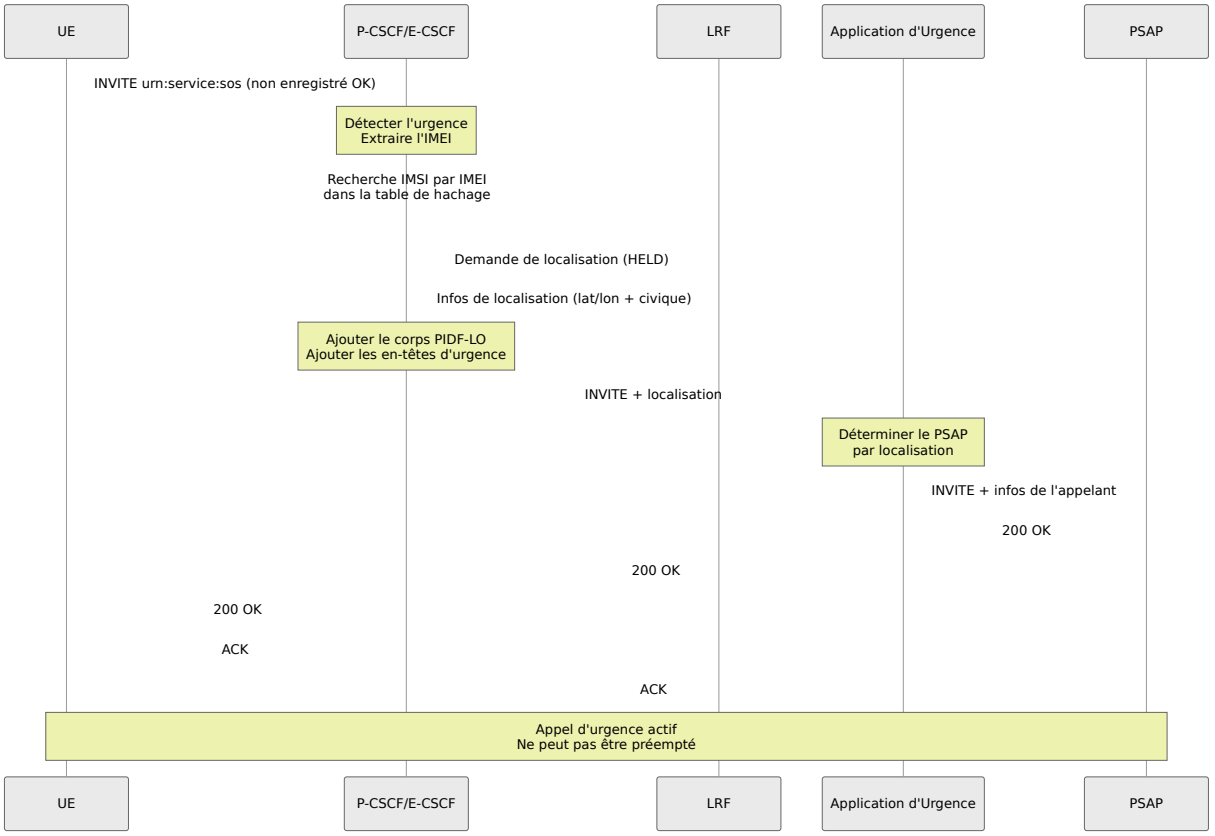


Appel terminant mobile (MT)

Les appels terminants passent également par le TAS pour la logique de service :



Flux d'appel d'urgence



Dépannage

Problèmes d'enregistrement

L'UE ne peut pas s'enregistrer

Symptômes : L'UE reçoit 408 Timeout ou aucune réponse

Étapes de diagnostic :

1. Vérifiez l'état de l'enregistrement via le panneau de contrôle :
    - Naviguez vers la page P-CSCF
    - Vérifiez l'onglet "Contacts enregistrés"
    - Vérifiez que l'utilisateur apparaît dans la liste
2. Consultez les journaux système via la page Journaux du panneau de contrôle pour des erreurs
3. Vérifiez la connectivité réseau entre l'UE et le P-CSCF
4. Vérifiez que les règles de pare-feu permettent le trafic SIP (port 5060 UDP/TCP)
5. Coordonnez-vous avec les administrateurs système si le service P-CSCF semble être hors service

Tunnel IPsec non établi

Symptômes : défi 401 envoyé mais re-REGISTER échoue

Étapes de diagnostic :

1. Consultez les journaux système via la page Journaux du panneau de contrôle pour des erreurs liées à IPsec
2. Vérifiez que l'UE envoie l'en-tête Security-Client dans le REGISTER initial
3. Vérifiez que l'UE utilise les ports IPsec (5100 client, 6100 serveur) dans le re-REGISTER

4. Vérifiez que l'adresse reçue correspond au point de terminaison IPsec attendu

5. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour vérifier que les modules du noyau IPsec sont chargés et qu'aucun conflit de port n'existe

Problèmes d'appels

Les appels ne sont pas routés vers l'UE

Symptômes : INVITE au P-CSCF mais l'UE ne sonne pas

Étapes de diagnostic :

1. Vérifiez que l'enregistrement existe via le panneau de contrôle :
    - Naviguez vers la page P-CSCF
    - Vérifiez l'onglet "Contacts enregistrés"
    - Recherchez l'utilisateur et vérifiez que l'enregistrement est actif
2. Vérifiez que l'en-tête Path a été stocké dans l'enregistrement
3. Vérifiez que les appels sont envoyés à la bonne adresse de contact
4. Consultez les journaux système pour des erreurs de routage
5. Vérifiez que le chemin réseau du P-CSCF vers l'UE est accessible

Audio unidirectionnel

Symptômes : Une partie ne peut pas entendre l'autre

Note : Dans nos déploiements, **le P-CSCF ne relaie pas les médias**. Les médias circulent directement entre l'UE et OmniTAS. Si vous rencontrez un audio unidirectionnel, le problème est probablement aux points de terminaison ou dans le routage réseau, pas au P-CSCF.

Étapes de diagnostic :

1. Vérifiez que le SDP dans INVITE/200 OK contient les bonnes adresses IP et ports (revoyez via les journaux système ou la capture de paquets si disponible pour les administrateurs)

2. Vérifiez que les règles de pare-feu permettent le trafic RTP/SRTP entre l'UE et OmniTAS

3. Vérifiez la configuration NAT si l'UE est derrière un NAT

4. Vérifiez que le point de terminaison multimédia OmniTAS est accessible depuis l'UE (connectivité réseau)

5. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour une analyse de capture de paquets si nécessaire

Les appels d'urgence échouent

Symptômes : Les appels urn:service:sos sont rejetés

Étapes de diagnostic :

1. Vérifiez la table de hachage IMEI→MSISDN via le panneau de contrôle :
    - Naviguez vers P-CSCF → Onglet Tables de hachage
    - Vérifiez que la table `imei_msisdn` contient des entrées
    - Vérifiez que l'IMEI de l'appelant a un mappage

2. Testez d'abord avec un utilisateur enregistré effectuant un appel d'urgence (pour isoler les problèmes d'enregistrement par rapport aux problèmes de routage d'urgence)

3. Consultez les journaux système via la page Journaux du panneau de contrôle pour des erreurs de routage d'urgence

4. Vérifiez la configuration du serveur d'application d'urgence

5. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour examiner la configuration du routage d'urgence si nécessaire

Problèmes de performance

Utilisation élevée du CPU

Causes possibles :

- Trop d'enregistrements
- Déclenchement de l'anti-inondation Pike
- Requêtes lentes de la base de données

Solutions :

1. Vérifiez le nombre d'enregistrements via le panneau de contrôle :
    - Naviguez vers P-CSCF → Onglet Contacts enregistrés
    - Examinez le nombre total d'enregistrements actifs
2. Consultez les journaux système pour des blocages d'anti-inondation Pike
3. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour une mise à l'échelle horizontale (ajouter plus d'instances P-CSCF) si nécessaire

Utilisation élevée de la mémoire

Causes possibles :

- Croissance de la table de hachage
- Table de dialogue non nettoyée
- Fuite de mémoire

Solutions :

1. Consultez les tables de hachage via le panneau de contrôle :
    - Naviguez vers P-CSCF → Onglet Tables de hachage
    - Vérifiez les tailles des tables et les comptes d'entrées
2. Effacez les anciennes entrées via le panneau de contrôle :
    - Sélectionnez la table de hachage problématique

    - Utilisez l'opération "Vider" si nécessaire (utilisez avec prudence - efface toute la table)

3. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour redémarrer le service P-CSCF si une fuite de mémoire est suspectée

Problèmes Diameter/Rx

Pair PCRF fermé

Symptômes : Le pair Diameter montre l'état "Fermé" dans l'interface Web

Étapes de diagnostic :

1. Vérifiez l'état du pair Diameter via le panneau de contrôle :
    - Naviguez vers la page Diameter
    - Sélectionnez le nœud P-CSCF
    - Vérifiez l'état du pair PCRF (devrait être "I_Open" lorsqu'il est connecté)
2. Vérifiez la connectivité réseau vers le PCRF (coordonnez-vous avec l'équipe réseau si nécessaire)
3. Essayez d'activer le pair via le panneau de contrôle :
    - Naviguez vers la page Diameter
    - Trouvez le pair PCRF
    - Cliquez sur le bouton "Activer"
4. Consultez les journaux système via la page Journaux du panneau de contrôle pour des erreurs de connexion Diameter
5. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour vérifier la configuration Diameter si nécessaire

QoS non fonctionnelle

Symptômes : Les appels se connectent mais aucun porteur QoS n'est établi

Étapes de diagnostic :

1. Consultez les journaux système via le panneau de contrôle pour les messages AAR (Demande d'authentification d'autorisation) et AAA (Réponse d'authentification d'autorisation)

2. Vérifiez le code de résultat de la réponse PCRF (devrait être 2001 pour le succès)

3. Vérifiez que le pair PCRF est connecté (voir section précédente)

4. Vérifiez que les informations multimédias dans le SDP sont correctement envoyées au PCRF

5. Coordonnez-vous avec les administrateurs système pour vérifier la configuration QoS si nécessaire

Meilleures pratiques

Sécurité

1. **Utilisez toujours IPsec** pour les appareils mobiles (LTE/5G)
2. **Activez TLS** pour les clients fixes/entreprises
3. **Configurez l'anti-inondation** (Pike) pour la protection contre les DoS
4. **Limitez les tentatives d'authentification échouées** pour prévenir les attaques par force brute
5. **Utilisez des chiffres forts** pour TLS (désactivez SSLv2/v3)
6. **Faites régulièrement tourner** les clés IPsec (via le re-enregistrement)

Performance

1. **Ajustez hash_size** en fonction des enregistrements attendus :

    - 1000 utilisateurs : hash_size=10 (crée 2^10 = 1024 seaux de hachage)
    - 10000 utilisateurs : hash_size=13 (crée 2^13 = 8192 seaux de hachage)
    - 100000 utilisateurs : hash_size=16 (crée 2^16 = 65536 seaux de hachage)

2. **Ajustez les processus de travail** en fonction des cœurs CPU :
    - Réglez les enfants pour correspondre au nombre de cœurs CPU pour le traitement SIP
    - Réglez tcp_children à 2× cœurs CPU pour la gestion des connexions TCP
3. **Utilisez mlock_pages** pour éviter l'échange :
    - Activez mlock_pages=yes pour verrouiller les pages de mémoire partagée dans la RAM
    - Empêche la dégradation des performances due à l'échange de mémoire sur disque
4. **Désactivez le cache DNS** pour les environnements IMS :
    - Réglez dns_cache_init=off pour utiliser des recherches DNS fraîches
    - Nécessaire pour l'équilibrage de charge dynamique basé sur DNS SRV
5. **Activez l'équilibrage de charge SRV** :
    - Réglez dns_srv_lb=yes pour distribuer le trafic entre plusieurs serveurs
    - Utilise les enregistrements DNS SRV pour la distribution automatique de la charge

Surveillance

1. **Activez les métriques Prometheus** (port 9090 dans la config) - Voir Référence des métriques pour toutes les métriques P-CSCF disponibles
2. **Surveillez les tendances du nombre d'enregistrements**
3. **Suivez la santé des pairs Diameter** (Rx vers PCRF)
4. **Alertez sur les taux d'erreur élevés** dans les journaux
5. **Surveillez le nombre de dialogues** (sessions actives)
6. **Vérifiez régulièrement l'utilisation de la mémoire**

Haute disponibilité

1. **Déployez plusieurs instances P-CSCF**

2. **Utilisez DNS SRV** pour l'équilibrage de charge :

```
_sip._udp.pcscf.example.com. SRV 10 50 5060
pcscf01.example.com.
_sip._udp.pcscf.example.com. SRV 10 50 5060
pcscf02.example.com.
```

3. **Évitez l'état** lorsque cela est possible (proxy sans état)

4. **Utilisez une base de données partagée** pour les données persistantes (si nécessaire)

5. **Surveillez via l'interface Web** en utilisant les vérifications de santé du panneau de contrôle

Services d'urgence

1. **Toujours autoriser** les appels d'urgence même s'ils ne sont pas enregistrés
2. **Stockez le mappage IMEI→MSISDN** lors de l'enregistrement
3. **Définissez le TTL** pour la table de hachage d'urgence (86400 = 24 heures)
4. **Testez régulièrement** avec un PSAP de test
5. **Assurez-vous de la connectivité LRF** pour la localisation
6. **Gestion des priorités** pour les appels d'urgence

Référence

Ressources techniques supplémentaires

Pour les administrateurs système et les développeurs, la documentation technique des modules est disponible en ligne pour les composants logiciels sous-jacents.

Spécifications 3GPP

- **TS 23.228** : Architecture IMS
- **TS 24.229** : Profil SIP IMS
- **TS 33.203** : Sécurité d'accès
- **TS 23.167** : Services d'urgence
- **TS 29.214** : Interface Rx (PCRF)

RFCs

- **RFC 3261** : SIP
- **RFC 3327** : En-tête Path
- **RFC 3608** : En-tête Service-Route
- **RFC 3GPP-IMS** : En-têtes P (P-Asserted-Identity, etc.)
- **RFC 5626** : Sortant (gestion de connexion)

Guide des opérations S-CSCF

Table des matières

Aperçu

Le **S-CSCF** (Serving Call Session Control Function) est le serveur central de contrôle de session dans le cœur IMS. Il effectue l'enregistrement, l'authentification, le routage des sessions et le déclenchement des services. Le S-CSCF est le registraire autoritaire pour les utilisateurs de son réseau domestique et maintient un état de session complet pour tous les appels.

Spécifications 3GPP

- **3GPP TS 23.228** : Système multimédia IP (IMS) Étape 2
- **3GPP TS 24.229** : Protocole de contrôle d'appel IMS
- **3GPP TS 29.228** : Interface Cx (S-CSCF vers HSS)
- **3GPP TS 29.229** : Protocoles Cx et Dx
- **3GPP TS 23.218** : Interface ISC (S-CSCF vers AS)
- **3GPP TS 32.260** : Facturation IMS

Responsabilités clés

1. **Autorité d'enregistrement** : Registraire SIP autoritaire pour les utilisateurs du réseau domestique
2. **Authentification** : Valide les informations d'identification de l'utilisateur via HSS
3. **Routage des sessions** : Route les appels d'origine et de terminaison
4. **Déclenchement de services** : Invoque les serveurs d'application en fonction de l'iFC (critères de filtrage initiaux)
5. **Gestion des profils utilisateurs** : Stocke et applique les profils de service provenant du HSS
6. **Présence** : Gère SUBSCRIBE/PUBLISH/NOTIFY pour les services de présence
7. **Interconnexion PSTN** : Route vers/depuis les réseaux PSTN hérités

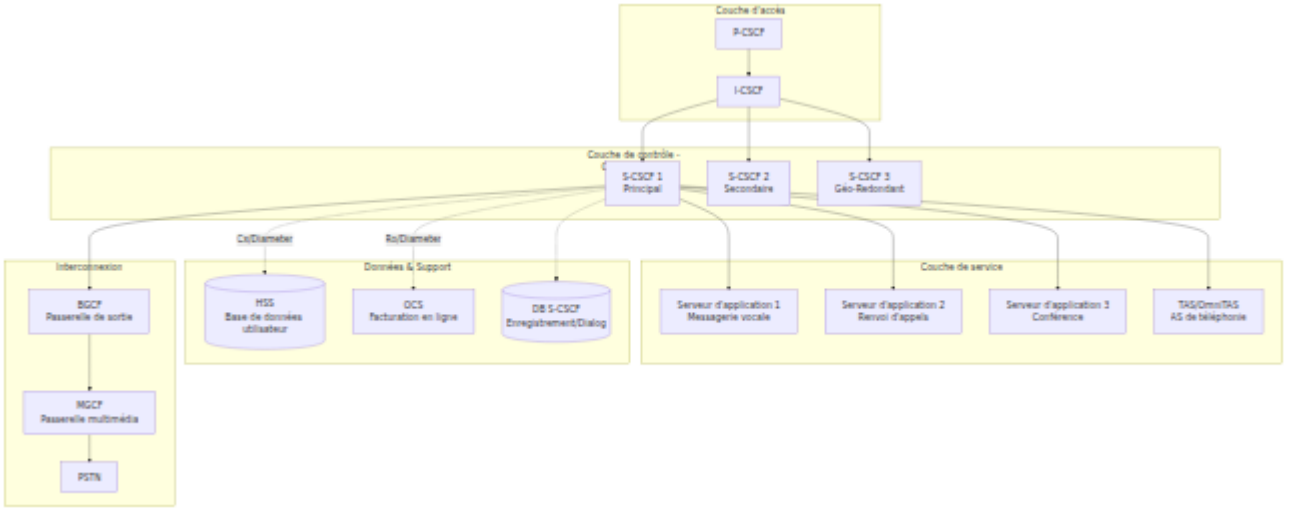
Remarque sur la facturation : Bien que le S-CSCF ait la capacité d'effectuer une facturation en ligne via l'interface Ro vers un OCS (Système de facturation en ligne), **dans nos déploiements, cette fonctionnalité est généralement désactivée**. La facturation est plutôt gérée par le **TAS (Serveur d'application de téléphonie)** où elle peut correctement tenir compte de scénarios complexes tels que le renvoi d'appels, le transfert d'appels, l'itinérance sur les réseaux 2G/3G, et d'autres services supplémentaires que le S-CSCF seul ne peut pas suivre avec précision.

Caractéristiques clés

- **Avec état** : Maintient l'état complet du dialogue
- **Logique de service** : Exécute des règles de routage complexes et des déclencheurs de service
- **Intégration HSS** : Synchronisation continue avec la base de données utilisateur
- **Interface de serveur d'application** : ISC (Contrôle de service IMS)
- **CSCF le plus complexe** : Configuration la plus grande et le plus de fonctionnalités

Rôle dans l'architecture IMS

Position dans le réseau



Points de référence 3GPP

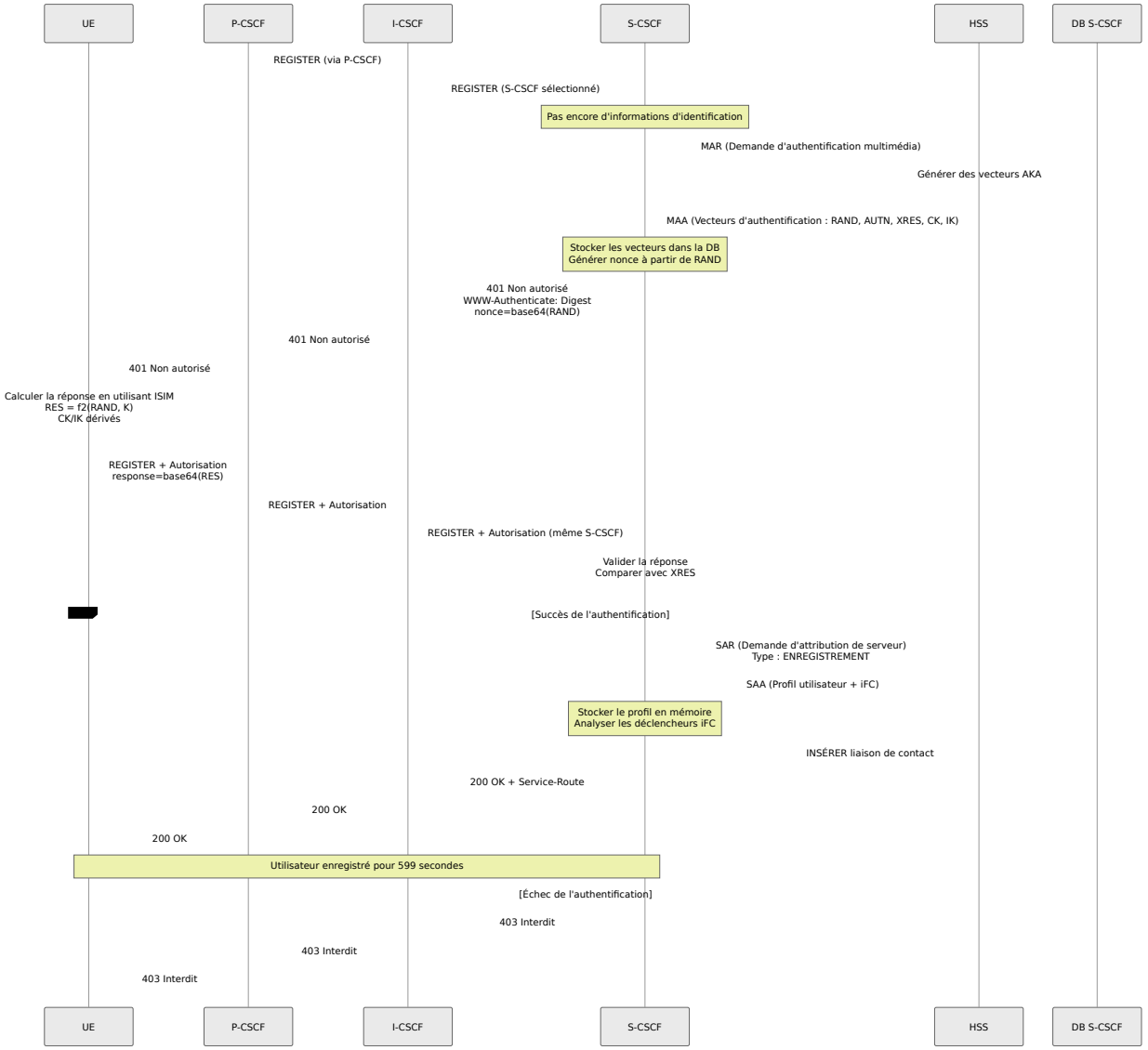
Interface	Protocole	Objectif	Connecté à
Mw	SIP	I-CSCF/P-CSCF vers S-CSCF	I-CSCF, P-CSCF
ISC	SIP	S-CSCF vers Serveur d'application	AS, TAS
Cx	Diameter	Données utilisateur, authentification, enregistrement	HSS
Ro	Diameter	Facturation en ligne (temps réel)	OCS
Rf	Diameter	Facturation hors ligne (CDR)	CDF/CGF
Mi	SIP	S-CSCF vers BGCF	BGCF (routage PSTN)

Fonctions S-CSCF

1. Enregistrement et authentification

Le S-CSCF est le registraire autoritaire qui valide les informations d'identification des utilisateurs et stocke les liaisons d'enregistrement.

Flux d'enregistrement avec authentification



Algorithmes d'authentification pris en charge

Configuration : Le S-CSCF est configuré avec les paramètres d'authentification suivants :

- Délai d'expiration du vecteur d'authentification : 599 secondes

- Taille de hachage des données d'authentification : 1024 seaux
- Vérifie uniquement l'IMPU pour l'authentification (pas d'IMPI)

Algorithmes pris en charge :

- **AKAv1-MD5** : 3GPP AKA avec MD5 (le plus courant pour LTE/5G)
- **AKAv2-MD5** : AKA amélioré
- **MD5** : Digest HTTP
- **CableLabs-Digest** : PacketCable/IMS pour les réseaux câblés
- **3GPP-Digest** : Variante Digest-MD5
- **TISPAN-HTTP_DIGEST_MD5** : ETSI TISPAN
- **HSS-Selected** : Laisser HSS choisir l'algorithme

Flux AKA :

1. **RAND** : Défi aléatoire (128 bits)
2. **AUTN** : Jeton d'authentification pour prouver l'identité du HSS
3. **XRES** : Réponse attendue de l'UE
4. **CK/IK** : Clé de chiffrement / Clé d'intégrité pour IPsec

Génération de nonce :

```
nonce = base64(RAND) + ":" + algorithm_indicator
```

Validation de la réponse :

```
UE_response = base64(RES)
Expected = base64(XRES)

if (UE_response == Expected) {
    # Succès de l'authentification
} else {
    # Échec de l'authentification
}
```

Ré-synchronisation AKA

Si le numéro de séquence (SQN) de l'UE est désynchronisé avec le HSS :

Processus :

1. L'UE envoie AUTS (jeton de synchronisation d'authentification) dans l'en-tête d'autorisation
2. Le S-CSCF extrait AUTS de l'en-tête
3. Le S-CSCF envoie MAR (Demande d'authentification multimédia) avec AUTS au HSS
4. Le HSS resynchronise son numéro de séquence et envoie de nouveaux vecteurs d'authentification
5. Le S-CSCF reçoit de nouveaux vecteurs et continue le flux d'authentification

Paramètres d'enregistrement

Le S-CSCF est configuré avec les paramètres d'enregistrement suivants :

Temps d'expiration de l'enregistrement :

- Expiration par défaut/min/max : 599 secondes (environ 10 minutes)
- Expiration par défaut/min/max de l'abonnement : 599 secondes

Gestion des contacts :

- Contacts maximum par IMPU : 1 (enregistrement d'un seul appareil)
- Comportement de contact maximum : Écraser le plus ancien (lorsque la limite est dépassée, supprimer le contact le plus ancien)

2. Base de données de localisation utilisateur (USRLOC)

Le S-CSCF maintient une base de données des utilisateurs enregistrés et de leurs liaisons de contact.

Structure de la base de données

Le S-CSCF maintient plusieurs tables de base de données pour stocker les informations d'enregistrement et d'utilisateur :

Table IMPU : Stocke les identités publiques multimédia IP (les URI SIP avec lesquelles les utilisateurs s'enregistrent). Chaque IMPU a des attributs tels que :

- Identité publique (sip:user@domain.com)
- Type (identité utilisateur publique vs. identité de service public)
- Statut de barring
- État d'enregistrement (enregistré/non enregistré)
- Adresses de fonction de facturation (CCF1, CCF2, ECF1, ECF2)

Table de contact IMPU : Stocke les liaisons de contact réelles pour chaque IMPU, y compris :

- URI de contact (où atteindre l'appareil)
- Temps d'expiration
- En-tête de chemin (route de retour via P-CSCF)
- Chaîne User-Agent
- Adresse reçue (IP réelle d'où provient l'enregistrement)

Table des abonnés : Mappe les IMPIs (Identités privées) à leurs IMPUs associés. Une identité privée peut avoir plusieurs identités publiques.

Table de profil de service : Stocke le profil utilisateur XML reçu du HSS lors de l'enregistrement, y compris les critères de filtrage initiaux (iFC) pour le déclenchement de services.

Configuration de la table de hachage

Le S-CSCF utilise une table de hachage en mémoire pour des recherches d'enregistrement rapides. Pour les déploiements avec plus de 20 000 utilisateurs, la taille du hachage doit être ajustée en conséquence (par exemple, 8 192 seaux pour ~50 000 utilisateurs) afin de maintenir la performance de recherche.

Gestion des enregistrements via l'interface Web

Toutes les opérations de localisation utilisateur peuvent être effectuées via l'**interface web du panneau de contrôle** à `/scscf` :

- **Onglet Liste d'enregistrement** : Voir tous les utilisateurs enregistrés avec pagination et recherche
- **Onglet Localisation utilisateur** : Interroger des détails spécifiques sur l'IMPU, y compris toutes les liaisons de contact
- **Actions rapides** : Recherche, désenregistrement, vidage IFC et test des opérations IFC

L'interface web fournit une vue en temps réel de l'état d'enregistrement, des liaisons de contact, et permet des actions administratives comme le désenregistrement forcé lorsque cela est nécessaire pour le dépannage.

3. Critères de filtrage initiaux (iFC) et déclenchement de services

Le S-CSCF évalue les **iFC** (critères de filtrage initiaux) du profil de service de l'utilisateur pour déterminer quand invoquer les serveurs d'application.

Structure iFC (XML)

Exemple du profil utilisateur HSS :

```
<IMSSubscription>
  <PrivateID>user@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org</PrivateID>
  <ServiceProfile>
    <PublicIdentity>

<Identity>sip:user@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org</Identity>
      <IdentityType>0</IdentityType>  <!-- 0=identité utilisateur
publique -->
    </PublicIdentity>

    <InitialFilterCriteria>
      <Priority>0</Priority>  <!-- Plus bas = plus haute priorité
-->
      <TriggerPoint>
        <ConditionTypeCNF>1</ConditionTypeCNF>  <!-- 0=DNF, 1=CNF
-->
        <SPT>
          <ConditionNegated>0</ConditionNegated>
          <Group>0</Group>
          <Method>INVITE</Method>
        </SPT>
        <SPT>
          <ConditionNegated>0</ConditionNegated>
          <Group>0</Group>
          <SessionCase>0</SessionCase>  <!-- 0=originaire -->
        </SPT>
      </TriggerPoint>
      <ApplicationServer>

<ServerName>sip:tas.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org</ServerName>
        <DefaultHandling>0</DefaultHandling>  <!--
0=SESSION_CONTINUED, 1=SESSION_TERMINATED -->
      </ApplicationServer>
    </InitialFilterCriteria>

    <InitialFilterCriteria>
      <Priority>1</Priority>
      <TriggerPoint>
        <ConditionTypeCNF>0</ConditionTypeCNF>  <!-- DNF -->
        <SPT>
          <ConditionNegated>0</ConditionNegated>
          <Group>0</Group>
          <RequestURI>^sip:\+1800.*</RequestURI>  <!-- Numéro
```

```
gratuit -->
        </SPT>
      </TriggerPoint>
      <ApplicationServer>
        <ServerName>sip:tollfree-as.example.com</ServerName>
        <DefaultHandling>0</DefaultHandling>
      </ApplicationServer>
    </InitialFilterCriteria>
  </ServiceProfile>
</IMSSubscription>
```

Déclencheurs de points de service (SPT)

Types de SPT :

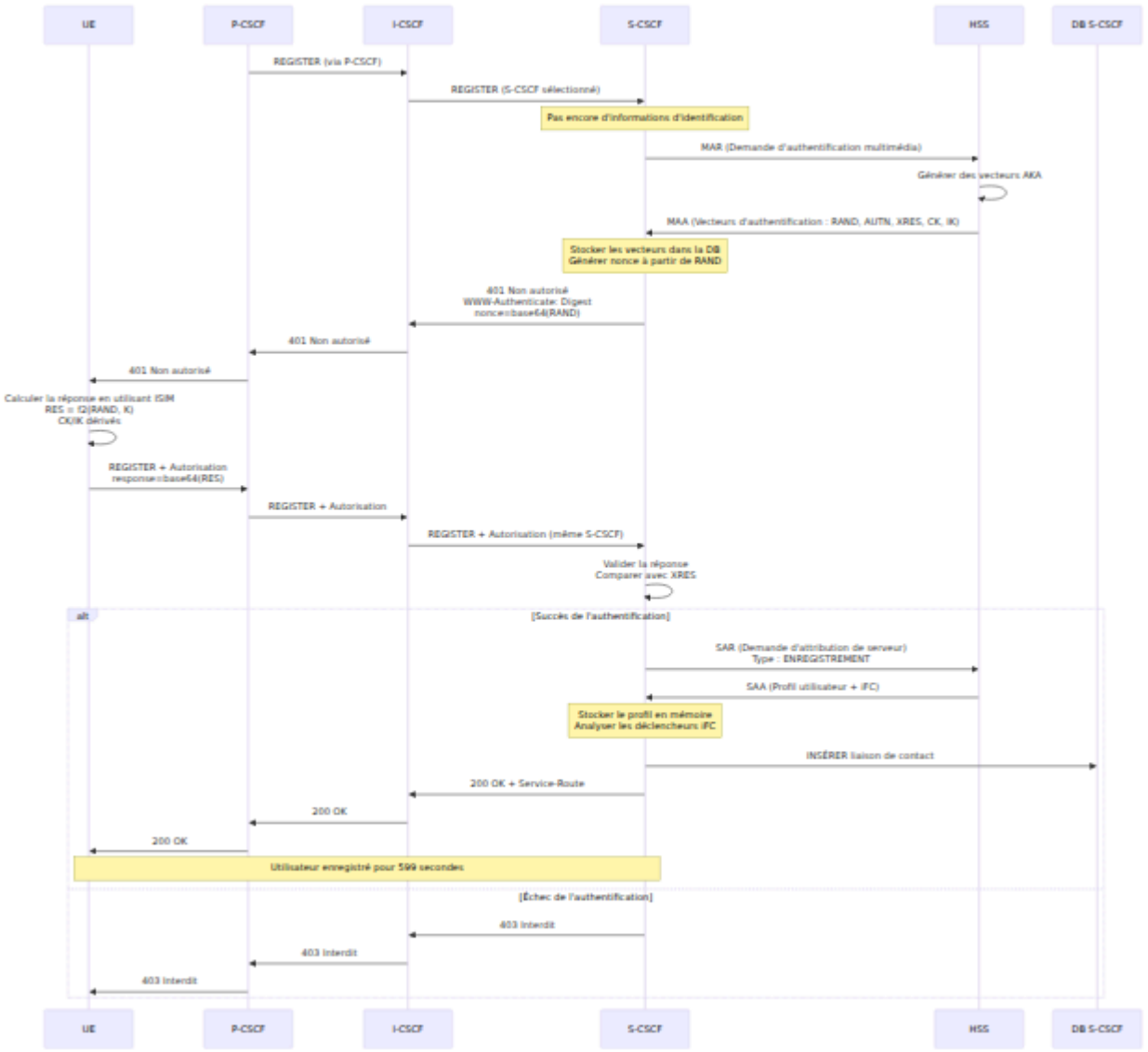
1. **Méthode** : Méthode SIP (INVITE, MESSAGE, SUBSCRIBE, etc.)
2. **RequestURI** : Regex sur Request-URI
3. **SIPHeader** : Vérifier la présence/la valeur de l'en-tête SIP
4. **SessionCase** : Originaire (0), Terminant (1), Terminant non enregistré (2)
5. **SessionDescription** : Contenu SDP (type de média, codec, etc.)

Logique :

- **CNF** (Forme normale conjonctive) : ET de OU - `(A OU B) ET (C OU D)`
- **DNF** (Forme normale disjonctive) : OU de ET - `(A ET B) OU (C ET D)`

Groupe : Les SPT avec le même numéro de groupe sont OR'd ensemble, puis les groupes sont AND'd (pour CNF).

Flux de correspondance iFC



Test des iFC via l'interface Web

Le panneau de contrôle fournit deux opérations via l'interface web :

1. **Dump iFC** : Afficher tous les iFC pour un utilisateur - affiche la structure XML complète des points de déclenchement et du routage des serveurs d'application

2. **Test iFC** : Simuler un appel pour voir quel AS serait déclenché - teste un scénario d'appel hypothétique avec l'IMPU spécifié, l'URI d'origine et l'URI de destination pour déterminer quel iFC correspondrait

Flux de travail de l'interface Web :

1. Naviguer vers la page S-CSCF

2. Cliquer sur l'onglet "IFC"
3. Entrer l'IMPU
4. Choisir "Dump IFC" ou "Test IFC"
5. Voir la structure détaillée des iFC avec les points de déclenchement et le routage AS

4. Gestion des dialogues

Le S-CSCF maintient l'état complet du dialogue SIP pour tous les appels actifs.

Base de données de dialogue

Le S-CSCF maintient une table de dialogue qui suit les appels actifs avec les informations suivantes :

- Call-ID (identifiant unique pour le dialogue SIP)
- URIs et tags From/To
- Numéros de séquence de l'appelant et du destinataire (CSeq)
- Ensembles de routes pour les deux parties
- Adresses de contact
- Informations de socket
- État du dialogue et horodatages
- Valeurs de délai d'expiration

États de dialogue

Les dialogues passent par trois états :

- **Précoce** : Réponse provisoire reçue (par exemple, 180 Ringing)
- **Confirmé** : 200 OK reçu et ACK envoyé/reçu (appel actif)
- **Supprimé** : BYE envoyé/reçu (appel terminé)

Configuration du dialogue

Le module de dialogue est configuré pour :

- Détecter le routage en spirale (même demande passant plusieurs fois)

- Maintenir des profils séparés pour les côtés d'origine et de terminaison
- Persister les dialogues dans la base de données (mode d'écriture avec mises à jour périodiques)
- Définir des délais d'expiration spécifiques au dialogue
- Suivre les ensembles de routes pour un routage approprié en dialogue

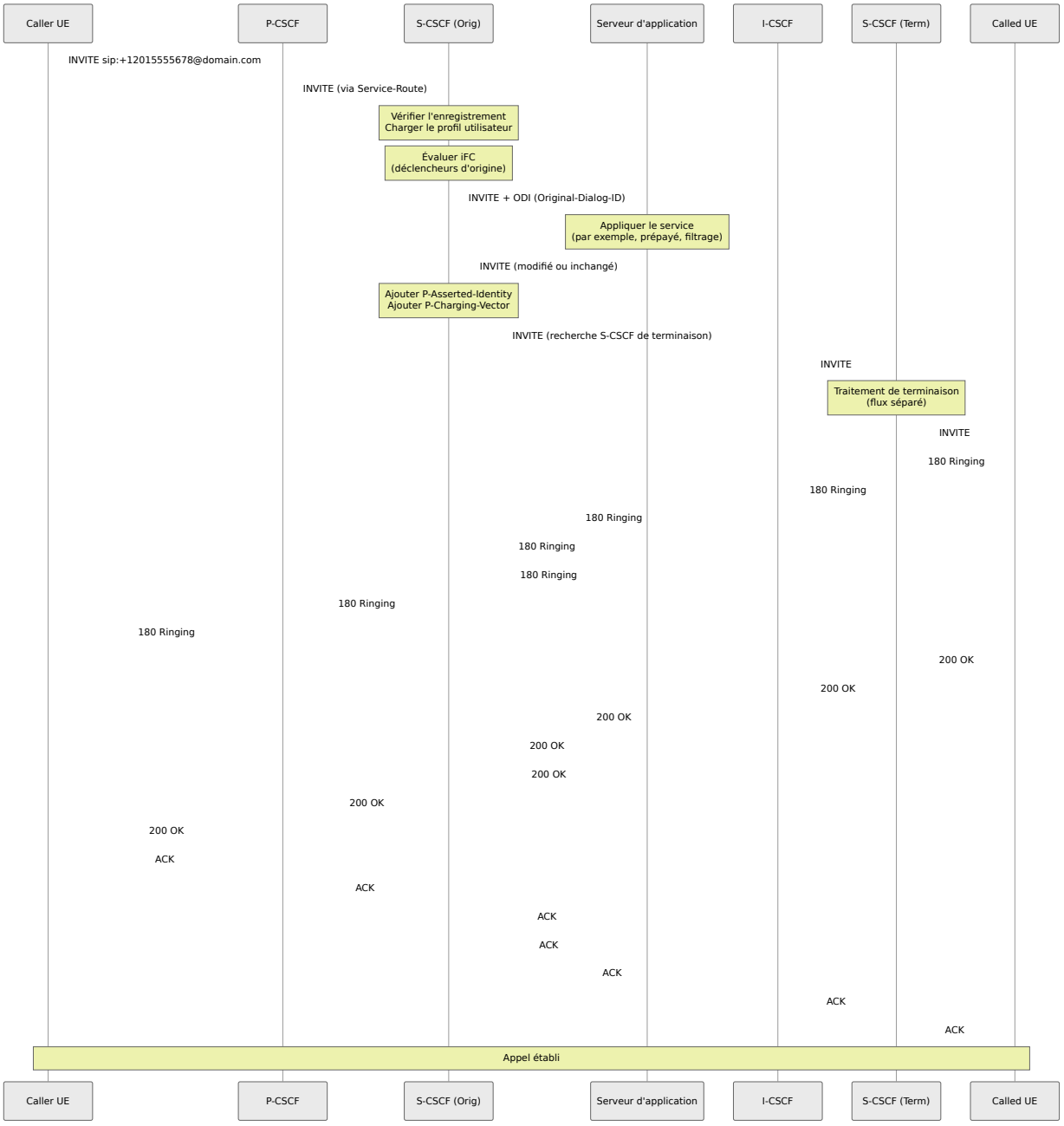
Opérations de l'interface Web :

1. Naviguer vers S-CSCF → Onglet Dialogues
2. Voir les appels actifs avec :
    - Call-ID
    - URIs From/To
    - État (Précoce/Confirmé)
    - Heure de début
    - Délai d'expiration
3. Cliquer sur "Finir le dialogue" pour terminer un appel spécifique
4. Cliquer sur "Finir tous les dialogues actifs" pour une terminaison de masse d'urgence

5. Gestion des appels d'origine

Lorsqu'un utilisateur enregistré initie un appel, le S-CSCF le traite comme une session **d'origine**.

Flux d'appel d'origine



Configuration de la route d'origine

Traitement des appels d'origine : Le S-CSCF effectue plusieurs étapes de validation et de routage lors du traitement des appels d'origine :

1. **Vérification de l'enregistrement** : Vérifie que l'utilisateur appelant est actuellement enregistré. Sinon, l'appel est rejeté avec une réponse 403 Interdit.

2. **Gestion de l'en-tête d'identité** :

    - Supprime tous les en-têtes P-Asserted-Identity existants de la demande

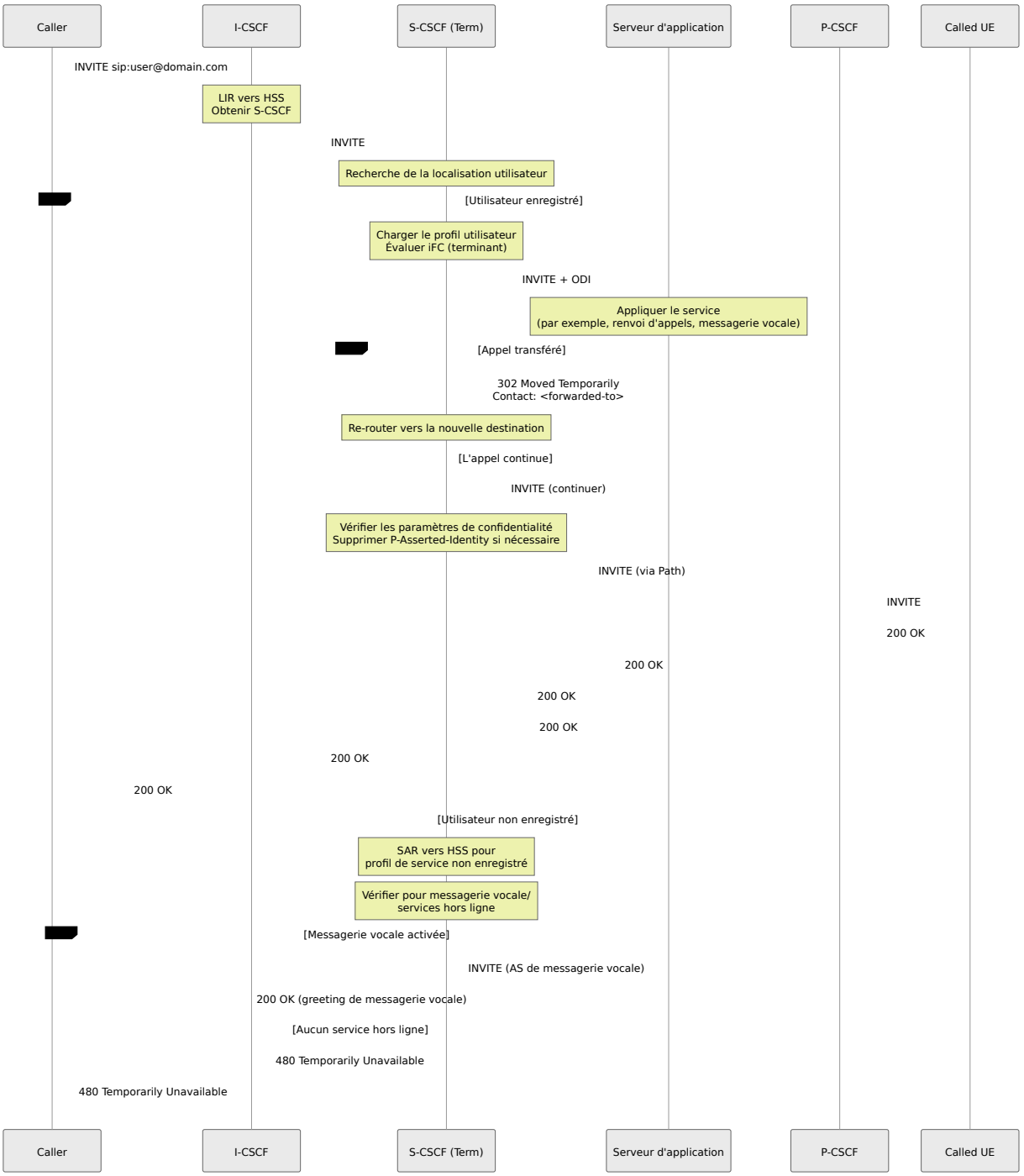
- Ajoute un nouvel en-tête P-Asserted-Identity contenant l'identité de l'appelant authentifié

3. **Corrélation de facturation** : Crée et ajoute un en-tête P-Charging-Vector contenant :
   - Identifiant de facturation IMS (icid) généré à partir du Call-ID et de l'horodatage
   - Identifiant d'inter-opérateur d'origine (orig-ioi) pour la facturation multi-opérateur
4. **Déclenchement de service** : Évalue les critères de filtrage initiaux (iFC) pour les déclencheurs de session d'origine afin de déterminer si des serveurs d'application doivent être invoqués
5. **Facturation en ligne** (si activée) : Initie une demande de contrôle de crédit Diameter Ro (CCR) avec le type d'événement "0" (demande initiale) pour les appels d'origine
6. **Suivi de dialogue** : Assigne l'appel au profil de dialogue "orig" (d'origine) à des fins de suivi
7. **Décision de routage** : Route l'appel soit vers le traitement PSTN (si la destination est un numéro de téléphone), soit vers l'ICSCF de terminaison pour le routage IMS

6. Gestion des appels de terminaison

Lorsqu'un appel est destiné à un utilisateur enregistré, le S-CSCF le traite comme une session **de terminaison**.

Flux d'appel de terminaison



Configuration de la route de terminaison

Traitement des appels de terminaison : Le S-CSCF gère les appels de terminaison en tentant d'abord de localiser l'utilisateur appelé, puis en appliquant la logique de service appropriée :

1. **Recherche de localisation utilisateur** : Interroge la base de données d'enregistrement pour déterminer si l'utilisateur appelé est actuellement enregistré

- Utilise le nom d'utilisateur et le domaine de la Request-URI pour construire l'IMPU
- Récupère les liaisons de contact et les informations de routage si enregistré

2. **Si l'utilisateur n'est PAS enregistré** :

   - Tente de récupérer le profil de service non enregistré du HSS via une demande d'attribution de serveur (SAR)
   - Si réussi, évalue iFC pour les déclencheurs de session "terminante non enregistrée" (par exemple, messagerie vocale, services hors ligne)
   - Si aucun service non enregistré n'est disponible, répond avec 480 Temporarily Unavailable

3. **Si l'utilisateur EST enregistré** :

   - Évalue iFC pour les déclencheurs de session "terminante" afin de déterminer l'invocation du serveur d'application
   - Initie la facturation en ligne (si activée) en envoyant un CCR Diameter Ro avec le type d'événement "0" pour les appels de terminaison
   - Assigne l'appel au profil de dialogue "term" (de terminaison) pour le suivi
   - Transmet l'INVITE au P-CSCF enregistré en utilisant l'en-tête Path stocké lors de l'enregistrement

7. Interconnexion PSTN via OmniTAS

Le S-CSCF route les appels vers/depuis le PSTN via l'**interface Mi** vers le **BGCF (Fonction de contrôle de passerelle de sortie)**, qui est intégré dans OmniTAS dans notre déploiement.

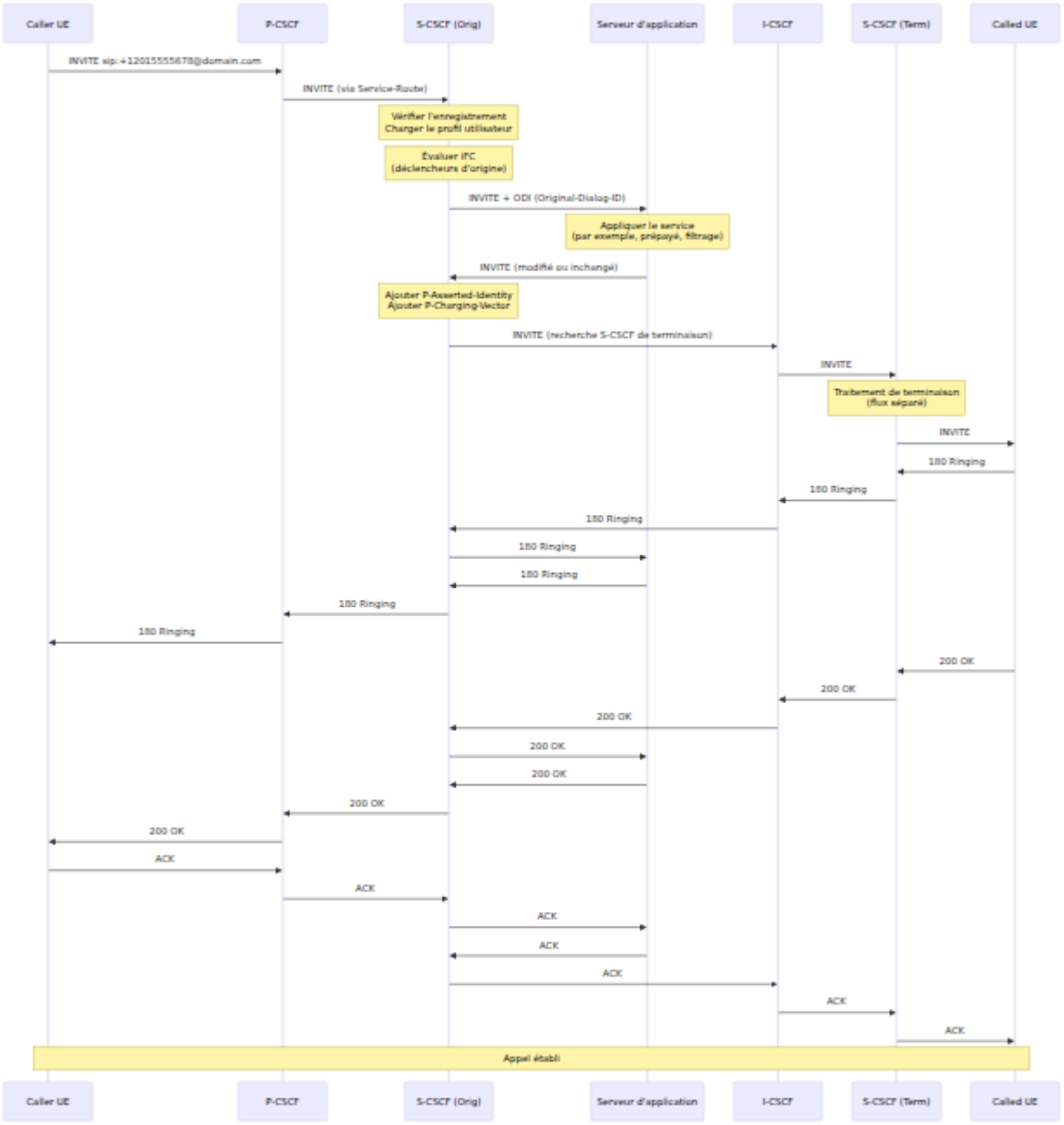
Interface Mi - S-CSCF vers BGCF

Point de référence 3GPP : Mi (interface SIP entre S-CSCF et BGCF)

L'interface Mi est utilisée lorsque le S-CSCF détermine qu'un appel doit sortir vers le PSTN. Dans notre architecture, la fonctionnalité BGCF est intégrée

directement dans OmniTAS, donc tous les appels d'origine mobile (MO) destinés aux numéros PSTN sont routés vers OmniTAS.

Flux de routage PSTN



Comment fonctionne le routage PSTN :

1. **Détection du numéro de destination** : Le S-CSCF examine la Request-URI pour déterminer si la destination est un numéro de téléphone (format E.164 comme +12015551234)

2. **Route vers OmniTAS** : Pour les destinations PSTN, le S-CSCF route l'appel via l'interface Mi vers OmniTAS, qui inclut une fonctionnalité BGCF intégrée

3. **Traitement BGCF dans OmniTAS** : OmniTAS détermine le point de sortie PSTN approprié en fonction de :
    - Analyse du numéro de destination (code pays, code régional)
    - Règles de routage à moindre coût
    - Groupes de troncs disponibles
    - Sélection de transporteur
4. **Sortie PSTN** : OmniTAS gère l'interaction réelle de la passerelle multimédia pour compléter l'appel vers le réseau PSTN

Détails de l'interface Mi :

- **Protocole** : SIP
- **Objectif** : Routage des appels destinés au PSTN du S-CSCF vers le BGCF
- **Direction** : S-CSCF → OmniTAS (avec BGCF)
- **Types d'appels** : Appels d'origine mobile (MO) vers des numéros PSTN

Configuration : Le S-CSCF est configuré pour reconnaître les destinations PSTN (numéros de téléphone) et les router vers OmniTAS. Lorsque OmniTAS est utilisé comme TAS (Serveur d'application de téléphonie), il inclut intrinsèquement des capacités BGCF, éliminant ainsi le besoin d'un composant BGCF séparé.

8. Architecture de facturation

Le S-CSCF a la capacité intégrée d'interfacer avec un OCS (Système de facturation en ligne) via l'interface Diameter Ro pour le contrôle de crédit en temps réel. Cependant, **dans nos déploiements, la facturation S-CSCF est généralement désactivée** en faveur de la facturation au niveau du **TAS (Serveur d'application de téléphonie)**.

Pourquoi la facturation est-elle effectuée au niveau du TAS plutôt qu'au S-CSCF

Avantages de la facturation basée sur le TAS :

1. **Scénarios de renvoi d'appels** : Lorsque un appel est transféré, le S-CSCF ne voit que l'INVITE initial vers la destination d'origine. Il n'a pas de

visibilité sur la logique de transfert ou la destination finale. Le TAS, cependant, gère le service de transfert et sait :

- Qui a initié l'appel
- Qui était à l'origine de l'appel
- Où l'appel a été transféré
- Durée de l'appel transféré
- Partie appropriée à facturer (appelant, transféré, ou les deux)

2. **Itinérance 2G/3G** : Lorsque les abonnés itinèrent sur des réseaux 2G/3G hérités, les appels peuvent contourner complètement le cœur IMS et passer par une infrastructure commutée. Le TAS s'intègre aux domaines IMS et CS (Commuté) et peut :

   - Détecter quand un abonné est en itinérance sur 2G/3G
   - Appliquer les frais d'itinérance appropriés
   - Suivre la durée des appels à travers les types de réseaux
   - Gérer les transferts entre les domaines IMS et CS

3. **Transfert d'appels** : Semblable au renvoi d'appels, les transferts d'appels impliquent des changements en cours d'appel que le S-CSCF ne suit pas :

   - Transferts aveugles (transfert immédiat)
   - Transferts assistés (consultation puis transfert)
   - Transfert vers la messagerie vocale
   - Transferts multi-parties

4. **Appels en conférence** : Les conférences multi-parties nécessitent une logique de facturation spéciale :

   - Qui a initié la conférence
   - Combien de participants
   - Durée pendant laquelle chaque participant était en ligne
   - Taux différents pour l'initiateur de la conférence par rapport aux participants

5. **Services supplémentaires** : Des services comme l'attente d'appel, la mise en attente et l'appel à trois nécessitent que le TAS comprenne l'état

du service :

   - Plusieurs appels simultanés par utilisateur
   - Événements de mise en attente/reprise
   - Appels fusionnés

6. **Logique prépayée vs. postpayée** : Le TAS peut appliquer différentes stratégies de facturation :

   - Prépayé : Vérifications de crédit en temps réel et coupure d'appel
   - Postpayé : Génération de CDR pour la facturation mensuelle
   - Hybride : Taux différents pour différentes fonctionnalités de service

7. **Flexibilité de tarification** : Le TAS a tout le contexte pour appliquer des règles de tarification complexes :

   - Tarification en fonction de l'heure de la journée
   - Tarification basée sur la destination (locale, longue distance, internationale)
   - Remises sur volume
   - Tarifs promotionnels
   - Minutes groupées vs. frais de dépassement

Limitations de la facturation S-CSCF :

- Ne voit que le dialogue SIP de base (INVITE → 200 OK → BYE)
- Pas de connaissance des services supplémentaires
- Ne peut pas suivre les changements d'état d'appel en cours d'appel
- Contexte limité pour les décisions de tarification
- Ne comprend pas l'activité du domaine CS

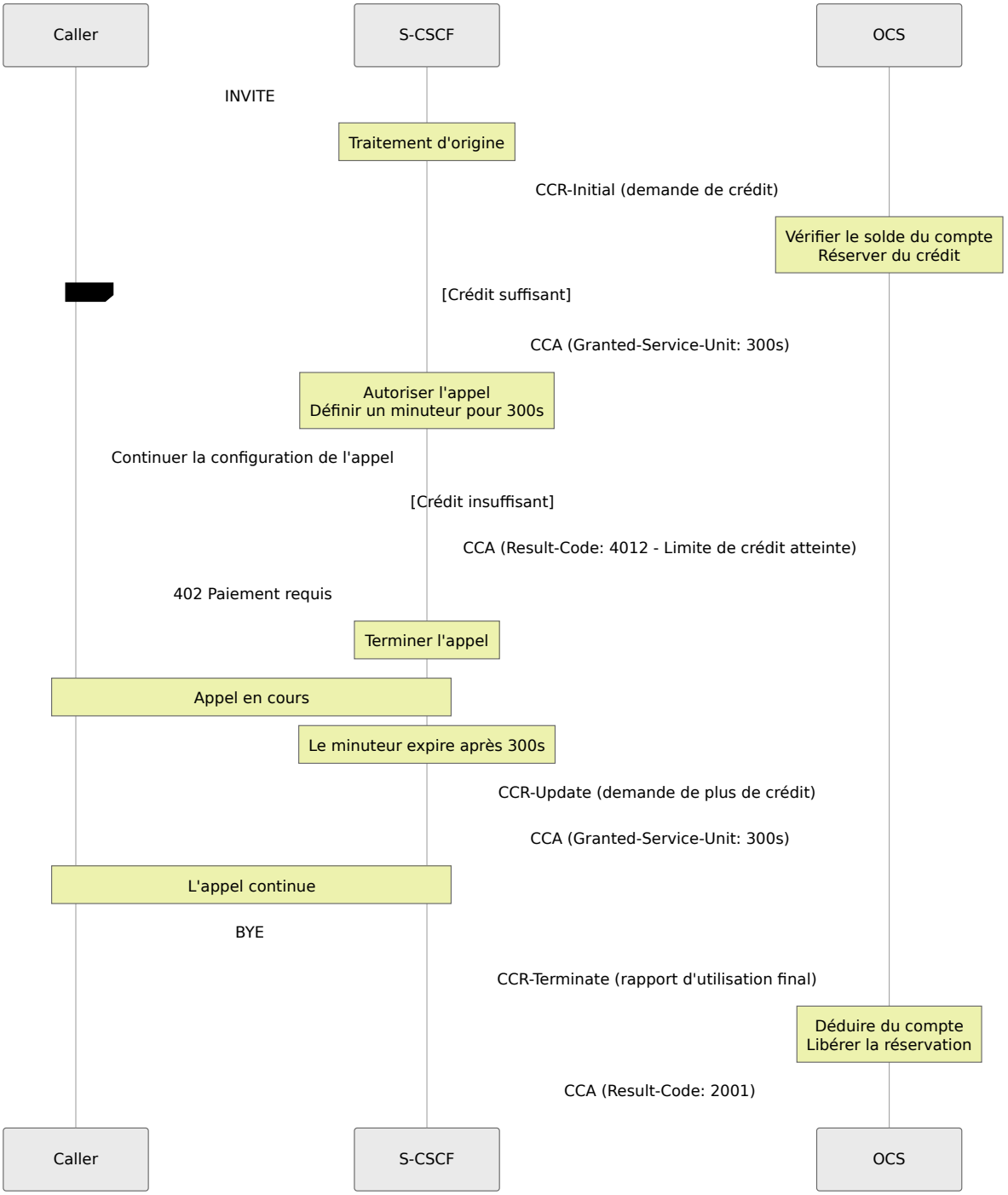
Interface Ro S-CSCF (Disponible mais désactivée par défaut)

Bien qu'elle ne soit pas utilisée en production, le S-CSCF prend en charge la facturation en ligne via Diameter Ro. Cette capacité reste dans la configuration mais est désactivée.

Comment la facturation S-CSCF fonctionnerait (si activée)

Si la facturation S-CSCF était activée, le système utiliserait l'interface Diameter Ro (ID d'application 4) pour communiquer avec un OCS. Le S-CSCF serait configuré avec les informations de pair OCS (FQDN, domaine, port 3868) et enverrait des demandes de contrôle de crédit (CCR) à trois points clés dans le cycle de vie de l'appel :

Flux CCR (si activé) :



Quand la facturation serait-elle déclenchée :

1. **CCR-Initial** : Envoyé lorsque l'INVITE est reçu, avant de permettre à l'appel de se poursuivre. L'OCS vérifie le solde du compte et accorde ou refuse le crédit (permettant ou rejetant l'appel avec 402 Paiement requis).

2. **CCR-Update** : Envoyé périodiquement pendant l'appel en fonction du temps Granted-Service-Unit de l'OCS (par exemple, toutes les 300 secondes). Cela garantit que les longs appels ne dépassent pas le crédit disponible.

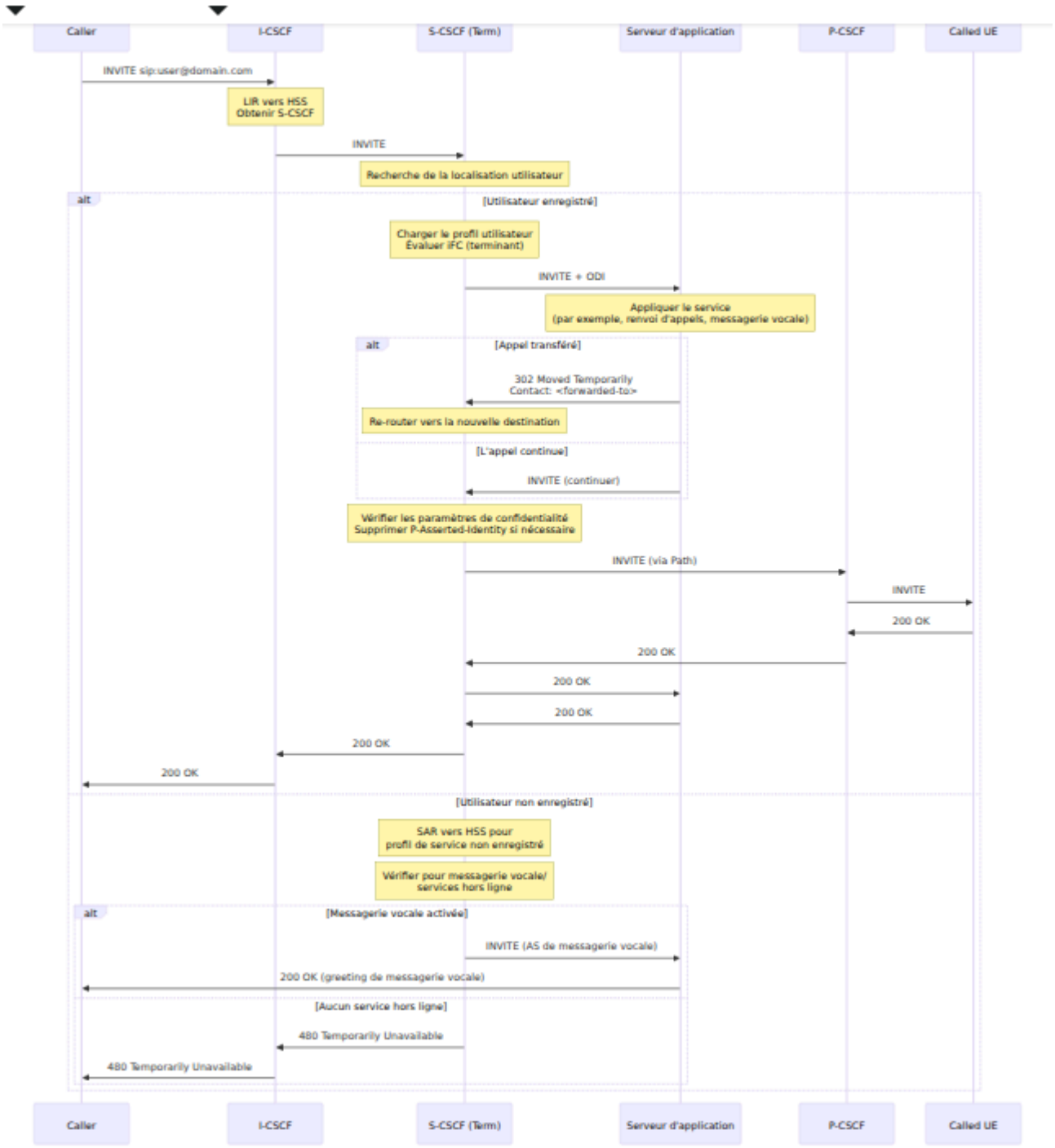
3. **CCR-Terminate** : Envoyé lorsque l'appel se termine (BYE reçu ou délai d'expiration du dialogue), rapportant l'utilisation finale à l'OCS pour déduction du compte.

Déploiement réel : Étant donné que cette fonctionnalité de facturation est désactivée dans nos déploiements, le S-CSCF route simplement les appels sans aucune vérification de contrôle de crédit. Toute la logique de facturation est gérée en aval par le TAS, qui a une visibilité complète sur l'ensemble du flux d'appel et le contexte de service.

9. Présence et SUBSCRIBE/PUBLISH

Le S-CSCF gère la présence SIP pour l'état de disponibilité des utilisateurs.

Architecture de présence



Configuration de la présence

La fonctionnalité de présence du S-CSCF est configurée avec :

- **Expiration maximum** : 3600 secondes (1 heure) - durée maximale d'abonnement
- **État par défaut** : "actif" - l'état de présence par défaut est actif
- **Support PIDF** : Activé - permet la modification des documents PIDF (Format de données de présence)

Gestion de PUBLISH

Traitement de publication de présence : Lorsque le S-CSCF reçoit une demande PUBLISH (utilisée pour mettre à jour l'état de présence) :

1. **Détection de méthode** : Vérifie si la demande entrante est une méthode PUBLISH
2. **Vérification d'autorisation** : Vérifie que l'utilisateur est actuellement enregistré dans la base de données de localisation. S'il n'est pas enregistré, répond avec 403 Interdit
3. **Mise à jour de présence** : Traite la demande PUBLISH pour mettre à jour les informations de présence de l'utilisateur dans la base de données de présence
4. **Gestion des erreurs** : Si le traitement de présence échoue (par exemple, erreur de base de données, document de présence mal formé), répond avec 500 Erreur serveur

Gestion de SUBSCRIBE

Traitement de l'abonnement à la présence : Lorsque le S-CSCF reçoit une demande SUBSCRIBE (utilisée pour surveiller la présence d'un autre utilisateur) :

1. **Détection de méthode** : Vérifie si la demande entrante est une méthode SUBSCRIBE
2. **Vérification du type d'événement** : Examine l'en-tête Event pour déterminer le type d'abonnement
   - Si l'événement est "reg" (package d'événement d'enregistrement), il s'agit d'un abonnement aux changements d'état d'enregistrement
   - Pour les abonnements d'événements d'enregistrement, effectue une demande d'attribution de serveur (SAR) au HSS si l'utilisateur n'est pas enregistré, pour obtenir le profil de service
   - Évalue iFC pour les déclencheurs "subscribe" afin de déterminer si des serveurs d'application doivent gérer l'abonnement
3. **Traitement de l'abonnement à la présence** : Gère la demande SUBSCRIBE pour créer ou actualiser un abonnement de surveillance de présence

4. **Gestion des erreurs** : Si le traitement de l'abonnement échoue, répond avec 500 Erreur serveur

Opérations de l'interface Web

Accéder à la page S-CSCF

Naviguer vers : `https://<panneau-de-contrôle>/scscf`

Mise en page de la page

La page S-CSCF a cinq onglets principaux :

1. **Liste d'enregistrement** - Liste paginée des utilisateurs enregistrés
2. **Localisation utilisateur** - Interroger des détails spécifiques sur l'IMPU
3. **Dialogues** - Sessions d'appels actives
4. **IFC** - Gestion et test des critères de filtrage initiaux
5. **Tables de hachage** - Tables de mémoire partagée

Onglet Liste d'enregistrement

Objectif : Voir tous les utilisateurs enregistrés avec pagination

Colonnes d'affichage :

- **IMPU** : Identité publique multimédia IP (URI SIP)
- **Contacts** : Nombre de liaisons de contact enregistrées
- **État** : État d'enregistrement (Enregistré/Non enregistré)
- **Expire** : Horodatage d'expiration de l'enregistrement

Fonctionnalités :

- Pagination (50 utilisateurs par page)
- Recherche par IMPU ou contact
- Tri par colonne
- Cliquer sur la ligne pour développer et voir les détails du contact

Exemple :

```
IMPU: sip:12015551234@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
Contacts: 1
État: Enregistré
Expire: 2025-11-29 15:45:30

[Développer pour voir :]
  Contact: sip:12015551234@10.4.12.100:5060;transport=tcp
  Path: <sip:term@pcscf.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org:5060;lr>
  User-Agent: Android IMS Client v1.0
  Reçu: 10.4.12.100:52341
```

Actions rapides :

- **Recherche** : Recherche rapide pour un IMPU spécifique
- **Dump IFC** : Voir les critères de filtrage initiaux pour l'utilisateur
- **Test IFC** : Simuler un appel pour tester le déclenchement de l'AS
- **Désenregistrer** : Forcer le désenregistrement (à utiliser avec précaution !)

Onglet Localisation utilisateur

Objectif : Interrogation détaillée d'un IMPU spécifique

Opérations :

1. Entrer l'IMPU (par exemple, `sip:user@domain.com`)
2. Cliquer sur "Lookup"
3. Voir les informations détaillées :
    - Tous les contacts enregistrés
    - En-tête Service-Route
    - Horodatages d'enregistrement
    - En-têtes de chemin
    - IMPIs associés (Identités privées)

Cas d'utilisation :

- Dépanner pourquoi l'utilisateur ne peut pas recevoir d'appels
- Vérifier les détails d'enregistrement
- Vérifier les liaisons de contact
- Vérifier les routes de service

Onglet Dialogues

Objectif : Surveiller et gérer les sessions d'appels actives

Colonnes d'affichage :

- **Call-ID** : SIP Call-ID
- **From URI** : Identité de l'appelant
- **To URI** : Identité appelée
- **État** : Précoce (sonnerie) ou Confirmé (répondu)
- **Heure de début** : Quand le dialogue a été créé
- **Délai d'expiration** : Valeur de délai d'expiration du dialogue

Opérations :

- **Rafraîchir** : Rafraîchissement manuel (rafraîchissement automatique toutes les 5s)
- **Finir le dialogue** : Terminer un appel spécifique (envoie BYE)
- **Finir tous les dialogues actifs** : Terminaison de masse d'urgence

Exemple :

```
Call-ID: 3c26700857a87f84@10.4.12.165
From: sip:12015551234@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
To: sip:+12015555678@ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
État: Confirmé
Heure de début: 2025-11-29 15:30:15
Délai d'expiration: 360000 secondes

[Bouton Finir le dialogue]
```

Avertissement : Finir des dialogues mettra immédiatement fin aux appels actifs. Utiliser uniquement pour le dépannage ou les situations d'urgence.

Onglet IFC

Objectif : Voir et tester les critères de filtrage initiaux pour le déclenchement de services

L'onglet IFC fournit deux opérations principales : Dump IFC (récupérer et afficher un iFC d'un utilisateur depuis le HSS) et Test IFC (simuler un scénario d'appel pour voir quels serveurs d'application seraient déclenchés).

Opération Dump IFC

1. Entrer l'IMPU : `sip:user@domain.com`
2. Cliquer sur "Dump IFC"
3. Voir la structure détaillée iFC :
    - Ordre de priorité
    - Points de déclenchement (conditions SPT)
    - URIs des serveurs d'application
    - Gestion par défaut

Exemple de sortie :

```
<InitialFilterCriteria>
  <Priority>0</Priority>
  <TriggerPoint>
    <ConditionTypeCNF>1</ConditionTypeCNF>
    <SPT>
      <Group>0</Group>
      <Method>INVITE</Method>
    </SPT>
    <SPT>
      <Group>0</Group>
      <SessionCase>0</SessionCase>  <!-- Originaire -->
    </SPT>
  </TriggerPoint>
  <ApplicationServer>

<ServerName>sip:tas.ims.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org</ServerName>
    <DefaultHandling>0</DefaultHandling>
  </ApplicationServer>
</InitialFilterCriteria>
```

Opération Test IFC

1. Entrer l'IMPU : `sip:user@domain.com`
2. Entrer l'URI d'origine : `sip:user@domain.com` (partie appelante)
3. Entrer l'URI de destination : `sip:+12015555678@domain.com` (partie appelée)
4. Cliquer sur "Test IFC"
5. Voir les résultats :
   - Quel iFC a correspondu
   - Quels serveurs d'application seraient invoqués
   - Dans quel ordre (priorité)

Cas d'utilisation :

- Vérifier la configuration du déclenchement de service
- Dépanner pourquoi l'AS n'est pas invoqué
- Tester un nouvel iFC avant de le déployer en production
- Comprendre le flux d'appel pour des scénarios spécifiques

Onglet Tables de hachage

Similaire au P-CSCF et à l'ICSCF, gérer les tables de hachage de mémoire partagée.

Tables de hachage S-CSCF courantes :

- `auth` : Cache des vecteurs d'authentification
- `profile` : Profils utilisateur mis en cache (si utilisé)
- Tables personnalisées pour la logique de service

Flux d'appels

Flux d'enregistrement complet

Voir la section "1. Enregistrement et authentification" ci-dessus pour le diagramme de séquence détaillé.

Flux d'appel d'origine complet

Voir la section "5. Gestion des appels d'origine" ci-dessus pour le diagramme de séquence détaillé.

Flux d'appel de terminaison complet

Voir la section "6. Gestion des appels de terminaison" ci-dessus pour le diagramme de séquence détaillé.

Dépannage

Problèmes d'enregistrement

L'utilisateur ne peut pas s'enregistrer - 403 Interdit

Causes possibles :

- Utilisateur non provisionné dans le HSS
- HSS injoignable
- Échec de l'authentification
- Barrage appliqué

Étapes de diagnostic :

1. Vérifier la connectivité HSS via le panneau de contrôle :
    - Naviguer vers la page Diameter
    - Sélectionner le nœud S-CSCF
    - Vérifier que le pair HSS apparaît comme "I_Open" (connecté)
2. Examiner les journaux S-CSCF pour le flux de messages MAR/MAA (Demande/Réponse d'authentification multimédia)
3. Vérifier que l'utilisateur existe dans le HSS (si accessible)
4. Vérifier les journaux S-CSCF pour les vecteurs d'authentification reçus du HSS
5. Tester avec un algorithme d'authentification différent si pris en charge

L'utilisateur ne peut pas s'enregistrer - 500 Erreur serveur

Causes possibles :

- Connexion à la base de données perdue
- Échec de SAR/SAA
- Erreur de module

Solutions :

1. Vérifier la connectivité de la base de données depuis le serveur S-CSCF (vérifier que la base de données est joignable et que les informations d'identification sont correctes)
2. Examiner les journaux S-CSCF pour le flux de messages SAR/SAA (Demande/Réponse d'attribution de serveur) Diameter

3. Redémarrer le service S-CSCF si nécessaire pour récupérer des erreurs de module

Problèmes de routage d'appels

Les appels ne sont pas routés vers l'utilisateur

Symptômes : L'INVITE atteint le S-CSCF mais ne forwarde pas vers le P-CSCF

Étapes de diagnostic :

1. Vérifier que l'utilisateur est enregistré via l'interface web du panneau de contrôle :
    - Naviguer vers S-CSCF → Onglet Localisation utilisateur
    - Entrer l'IMPU et cliquer sur "Lookup"
    - Vérifier que l'utilisateur apparaît comme enregistré avec des liaisons de contact
2. Vérifier que des liaisons de contact existent et que l'en-tête Path est présent
3. Examiner les journaux S-CSCF pour le traitement de la route de terminaison
4. Tester avec une destination différente pour isoler le problème

Serveur d'application non déclenché

Symptômes : iFC devrait correspondre mais AS non invoqué

Étapes de diagnostic :

1. Dump iFC via l'interface web du panneau de contrôle :
    - Naviguer vers S-CSCF → Onglet IFC
    - Entrer l'IMPU
    - Cliquer sur "Dump IFC"
    - Examiner les points de déclenchement et les URIs des serveurs d'application

2. Tester la correspondance iFC via l'interface web :
    - Naviguer vers S-CSCF → Onglet IFC
    - Entrer l'IMPU, l'URI d'origine et l'URI de destination
    - Cliquer sur "Test IFC"
    - Vérifier quel iFC aurait dû correspondre
3. Vérifier si le profil utilisateur a été chargé depuis le HSS en examinant les journaux
4. Vérifier que le SAA (Réponse d'attribution de serveur) du HSS contenait le XML du profil utilisateur
5. Examiner les journaux S-CSCF pour les erreurs d'analyse iFC

Problèmes de dialogue

Les dialogues ne se terminent pas après BYE

Symptômes : Le dialogue reste dans la base de données après la fin de l'appel

Solutions :

1. Vérifier les dialogues actifs via le panneau de contrôle :
    - Naviguer vers S-CSCF → Onglet Dialogues
    - Examiner le nombre de dialogues actifs et leurs états
2. Vérifier la détection de BYE dans les journaux du module de dialogue
3. Vérifier les paramètres de délai d'expiration du dialogue dans la configuration
4. Terminer manuellement le dialogue via le panneau de contrôle :
    - Naviguer vers S-CSCF → Onglet Dialogues
    - Trouver le dialogue bloqué
    - Cliquer sur "Finir le dialogue"

5. Examiner la base de données pour les entrées de dialogue orphelines et nettoyer si nécessaire

Problèmes de facturation

Délai d'attente CCR

Remarque : Dans nos déploiements, la facturation S-CSCF est généralement désactivée. La facturation est gérée par le TAS. Si vous voyez des erreurs liées à la facturation, vérifiez que la facturation S-CSCF n'a pas été accidentellement activée.

Symptômes : Les appels échouent avec des erreurs de facturation (si la facturation est activée)

Causes possibles :

- OCS injoignable
- Pair Diameter Ro hors service
- Délai de transaction trop court

Solutions :

1. Vérifier l'état du pair OCS via le panneau de contrôle :
    - Naviguer vers la page Diameter
    - Sélectionner le nœud S-CSCF
    - Vérifier si le pair OCS apparaît comme "I_Open" (connecté)
2. Tester la connectivité réseau OCS depuis le serveur S-CSCF
3. Examiner la configuration du délai d'attente de transaction Diameter
4. Vérifier les journaux S-CSCF pour le flux de messages CCR/CCA et les erreurs

Crédit insuffisant - Tous les appels échouent

Remarque : Ce problème ne s'applique que si la facturation S-CSCF est activée (ce qui n'est généralement pas le cas dans nos déploiements).

Symptômes : Les utilisateurs reçoivent 402 Paiement requis pour tous les appels

Solutions :

1. Vérifier que la facturation S-CSCF doit effectivement être activée (généralement elle doit être désactivée)
2. Vérifier le solde OCS pour les comptes de test si la facturation est intentionnellement activée
3. Examiner les codes de résultat CCA (Réponse de contrôle de crédit) dans les journaux S-CSCF
4. Envisager de désactiver la facturation S-CSCF et d'utiliser la facturation basée sur le TAS à la place

Problèmes PSTN

Les appels vers le PSTN échouent - 503 Aucun passerelle disponible

Causes possibles :

- Pas de MGCF/passerelle configurée
- Toutes les passerelles hors service
- Dispatcher non chargé

Solutions :

1. Coordonner avec les administrateurs système pour vérifier que les passerelles PSTN sont configurées
2. Tester la connectivité de la passerelle depuis le serveur S-CSCF (accessibilité réseau, réponse SIP)
3. Examiner la configuration de la passerelle avec les administrateurs système
4. Ajouter les passerelles manquantes si nécessaire via les administrateurs système

Problèmes de performance

Utilisation élevée du CPU

Causes possibles :

- Trop de dialogues
- Requêtes lentes de la base de données
- Surcharge d'évaluation iFC

Solutions :

1. Vérifier le nombre de dialogues via le panneau de contrôle :
    - Naviguer vers S-CSCF → Onglet Dialogues
    - Examiner le nombre de dialogues actifs
2. Optimiser les tables de base de données (dialogue, impu, impu_contact) si les requêtes de base de données sont lentes
3. Ajouter des index de base de données si nécessaire (sur impu.impu, dialog.callid, etc.)
4. Ajuster le nombre de processus de travail dans la configuration si nécessaire (augmenter de 4 par défaut à 8 pour une charge élevée)

Meilleures pratiques

Haute disponibilité

1. **Déployer plusieurs S-CSCF** avec une base de données partagée
2. **Utiliser des capacités** pour la sélection de S-CSCF au niveau de l'I-CSCF
3. **Réplication de base de données** : Master-master ou master-slave
4. **Persistance de session** : Mode de dialogue en écriture
5. **Vérifications de santé** : Surveiller les enregistrements et les comptes de dialogue

Sécurité

1. **Toujours authentifier** les utilisateurs via HSS
2. **Valider P-Asserted-Identity** uniquement à partir de sources de confiance
3. **Limiter le taux** d'enregistrements et d'appels par utilisateur
4. **Assainir les en-têtes** des réseaux non fiables
5. **Utiliser TLS** pour Diameter (Cx, Ro)

Performance

1. **Ajuster la taille de hachage pour la localisation utilisateur** : La taille de hachage doit être définie en fonction du nombre d'utilisateurs attendus. Par exemple, hash_size=13 (ce qui équivaut à 2^13 = 8192 seaux) est approprié pour environ 50 000 utilisateurs

2. **Mettre en cache les profils utilisateur** : Si le HSS le prend en charge, activer la mise en cache des profils pour réduire les demandes SAR Diameter

3. **Optimiser iFC** : Garder les conditions de point de déclenchement (SPT) simples et minimiser le nombre de règles iFC par utilisateur pour réduire la surcharge d'évaluation

4. **Utiliser des opérations asynchrones pour Diameter** : Configurer le traitement asynchrone pour MAR (authentification), SAR (enregistrement) et CCR (facturation) pour éviter de bloquer les processus de travail

5. **Surveiller régulièrement les performances de la base de données** : Suivre les temps d'exécution des requêtes, optimiser les index et s'assurer que le pool de connexions fonctionne efficacement

Surveillance

Pour une liste complète de toutes les métriques S-CSCF, voir la **Référence des métriques**.

Métriques clés à suivre :

- Taux de succès d'enregistrement
- Taux de succès MAR/SAR/LIR
- Nombre de dialogues (appels actifs)
- Temps d'évaluation iFC
- Latence des requêtes de base de données
- Disponibilité des pairs Diameter
- Temps de configuration d'appel

Référence

Spécifications 3GPP

- **TS 23.228** : Architecture IMS
- **TS 24.229** : Protocole SIP IMS
- **TS 29.228** : Interface Cx
- **TS 23.218** : Interface ISC
- **TS 32.260** : Facturation IMS

Guide des opérations de l'interface Web

Table des matières

Aperçu

L'interface Web OmniCall CSCF fournit un panneau de contrôle complet pour la surveillance et la gestion en temps réel de tous les composants CSCF (P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF). L'interface est construite sur Phoenix LiveView et offre :

- **Visibilité en temps réel** sur les enregistrements, les appels actifs et l'état du système
- **Gestion des tables de hachage** pour des structures de données en mémoire critiques pour la performance
- **Surveillance et contrôle des pairs Diameter**
- **Métriques Prometheus** pour la surveillance du système
- **Visualisation des journaux en direct** pour le dépannage

Architecture

Le panneau de contrôle communique avec les instances backend CSCF pour :

- Interroger les enregistrements d'utilisateurs et les données de localisation
- Inspecter les dialogues actifs (appels)
- Gérer les pairs Diameter
- Voir et manipuler les tables de hachage
- Accéder à la configuration des critères de filtrage initiaux (IFC)

Accéder au panneau de contrôle

Accès par défaut

Le panneau de contrôle est accessible via HTTP sur le serveur CSCF :

```
http://<cscf-server>:4000/
```

Port par défaut : 4000 (configurable dans `ControlPanel.Supervisor`)

Configuration

Le panneau de contrôle nécessite la configuration de l'hôte CSCF dans `config/config.exs` ou `config/runtime.exs` :

```
config :cscf, :cscf_hosts,
  pcscf: [
    {host: "10.4.12.165", port: 9060, label: "P-CSCF 1"}
  ],
  icscf: [
    {host: "10.4.12.166", port: 9060, label: "I-CSCF 1"}
  ],
  scscf: [
    {host: "10.4.12.167", port: 9060, label: "S-CSCF 1"}
  ]
```

Navigation

Le panneau de contrôle fournit des onglets de navigation pour chaque composant CSCF :

- **P-CSCF** - `/pcscf` - Contacts d'enregistrement et tables de hachage
- **I-CSCF** - `/icscf` - Liste des S-CSCF, domaines NDS, sessions
- **S-CSCF** - `/scscf` - Enregistrements, dialogues, gestion des IFC
- **Diameter** - `/diameter` - État et contrôle des pairs Diameter
- **Journaux** - `/logs` - Visualisation des journaux en direct

Gestion du P-CSCF

URL : `/pcscf`

Fonctionnalités

Le panneau P-CSCF affiche les contacts enregistrés et les informations sur les tables de hachage des instances P-CSCF.

Onglet Contacts enregistrés

Affiche tous les enregistrements IMS actuels visibles par le P-CSCF :

Colonne	Description
IMSI	IMSI de l'abonné ou identifiant de contact
État	État de l'enregistrement (enregistré, non enregistré)
Expire	Temps jusqu'à l'expiration de l'enregistrement
Chemin	En-tête SIP Path pour le routage

Opérations :

- **Cliquez sur la ligne** pour développer et voir les informations détaillées sur le contact, y compris :
  - AoR complet (Adresse de l'enregistrement)
  - Adresse IP de l'UE
  - Détails du chemin
  - Statistiques (slots max, enregistrements)

Onglet Tables de hachage

Gérez les tables de hachage P-CSCF. Voir Opérations sur les tables de hachage ci-dessous.

Mises à jour en temps réel

La vue P-CSCF se rafraîchit automatiquement toutes les 5 secondes pour montrer l'état actuel des enregistrements.

Gestion de l'I-CSCF

URL : `/icscf`

Fonctionnalités

Le panneau I-CSCF fournit une surveillance des opérations I-CSCF, y compris la sélection S-CSCF et le suivi des sessions.

Onglet Liste des S-CSCF

Affiche tous les serveurs S-CSCF configurés connus de l'I-CSCF :

- **ID** : Identifiant S-CSCF
- **Nom** : FQDN S-CSCF
- **Capacités** : Nombre de capacités prises en charge

Onglet Domaines NDS

Montre les domaines NDS (Network Domain Security) de confiance configurés sur l'I-CSCF.

Onglet Sessions

Affiche les sessions I-CSCF actives, y compris :

- **Call-ID** : SIP Call-ID
- **Candidats S-CSCF** : Liste des serveurs S-CSCF considérés pour l'attribution
  - Nom S-CSCF
  - Score de sélection
  - Âge (temps écoulé depuis l'ajout du candidat)

Onglet Tables de hachage

Gérez les tables de hachage I-CSCF. Voir Opérations sur les tables de hachage ci-dessous.

Gestion du S-CSCF

URL : `/scscf`

Le panneau S-CSCF est le plus riche en fonctionnalités, offrant une gestion complète des enregistrements, des dialogues et des IFC.

Onglet Liste des enregistrements

Parcourez tous les enregistrements actifs avec pagination :

Fonctionnalités :

- **Contrôles de pagination** : Décalage et limite pour de grandes bases de données d'enregistrements
- **Détails de l'enregistrement** pour chaque IMPU :
  - Identité publique de l'utilisateur (IMPU)
  - État de l'enregistrement

- Numéro de slot
- Détails du contact avec User-Agent et expiration
- Call-ID

Actions rapides pour chaque enregistrement :

- **Recherche** : Voir les informations détaillées de l'IMPU
- **Dump IFC** : Voir les critères de filtrage initiaux pour l'utilisateur
- **Test IFC** : Tester la correspondance des IFC pour des appels simulés
- **Désenregistrer** : Supprimer administrativement l'enregistrement

Onglet Localisation de l'utilisateur

Interrogez et inspectez les données de localisation de l'utilisateur :

- Voir l'état brut de la localisation de l'utilisateur depuis le S-CSCF
- **Formulaire de recherche IMPU** : Interroger une identité publique spécifique
- Affiche les détails complets de l'enregistrement, y compris les contacts, l'état et les métadonnées

Onglet Dialogues

Gérez les sessions d'appels actives (dialogues) :

Colonne	Description
Dialog ID	Identifiant h_entry:h_id
Call-ID	SIP Call-ID
De	URI de la partie appelante
À	URI de la partie appelée
État	État du dialogue

Opérations :

- **Terminer le dialogue** : Mettre fin à un appel spécifique (envoie BYE)
- **Terminer tous** : Mettre fin à tous les appels actifs (avec confirmation)

Onglet IFC

Outils de critères de filtrage initiaux pour la gestion des déclenchements de services :

Dump IFC

Récupérer et afficher toutes les règles IFC pour un IMPU donné :

- Identité publique
- Identité privée
- Nombre de profils de service
- **Critères de filtrage** pour chaque profil de service :
  - Priorité (ordre d'exécution)
  - Gestion par défaut (SESSION_CONTINUED vs SESSION_TERMINATED)
  - Nom du serveur d'application
  - Drapeaux d'inclusion REGISTER
  - **Détails du point de déclenchement** :
    - Type de condition (DNF ou CNF)
    - Déclencheurs de points de service (SPTs) :
      - METHOD, HEADER, SESSION_CASE, REQUEST_URI, etc.
      - Drapeaux de négation

L'affichage de l'IFC comprend :

- Badges de priorité codés par couleur
- Explications logiques des points de déclenchement extensibles
- DNF (Forme Normale Disjonctive) = OU de ET
- CNF (Forme Normale Conjonctive) = ET de OU

Test IFC

Tester quels serveurs d'application seraient déclenchés pour une session simulée :

Entrée :

- URI (identité publique de l'abonné)
- Direction (originant ou terminant)
- Méthode (INVITE, REGISTER, MESSAGE, SUBSCRIBE)
- URI de la demande (destination)

Sortie :

- État de l'enregistrement
- Nombre d'IFC correspondants
- Liste des serveurs d'application déclenchés avec l'index IFC

Onglet Tables de hachage

Gérez les tables de hachage S-CSCF. Voir Opérations sur les tables de hachage ci-dessous.

Gestion des pairs Diameter

URL : `/diameter`

Fonctionnalités

Surveillez et contrôlez les connexions des pairs Diameter (interfaces Cx, Rx, Ro).

Informations Résumées

Le tableau de bord affiche :

- **Royaume** : Royaume Diameter
- **Identité** : Origin-Host Diameter
- **Nombre de pairs** : Nombre de pairs configurés

- **Travailleurs** : Nombre de travailleurs CDP
- **Longueur de la file d'attente** : Transactions en attente
- **Délai de connexion** : Délai de connexion (secondes)
- **Délai de transaction** : Délai de transaction (secondes)
- **Accepter les pairs inconnus** : Drapeau de politique

Liste des pairs

Tableau de tous les pairs Diameter :

Colonne	Description
FQDN	Nom de domaine pleinement qualifié du pair
État	État de connexion (I_Open, Closed, etc.)
Statut	Activé ou Désactivé
Dernière utilisation	Temps écoulé depuis la dernière transaction
Applications	Nombre d'applications Diameter prises en charge

Opérations :

- **Activer le pair** : Activer un pair désactivé
- **Désactiver le pair** : Désactiver le pair (avec confirmation)
- **Cliquez sur la ligne** : Développez pour voir les applications prises en charge

Mappage des applications

Le panneau de contrôle mappe automatiquement les ID d'application Diameter aux noms d'interface 3GPP :

- **Cx/Dx** (16777216:10415) - Abonnement/Autorisation IMS
- **Sh/Dh** (16777217:10415) - Accès aux données utilisateur
- **Rx** (16777236:10415) - Contrôle du plan média IMS

- **Ro** (16777238:10415/0) - Facturation en ligne
- **Gx** (16777224:10415) - Contrôle de la politique
- **S6a/S6d** (16777251:10415) - LTE/EPC MME-HSS
- Et bien d'autres (voir source : `diameter_live.ex`)

Mises à jour en temps réel

L'état des pairs Diameter se rafraîchit automatiquement toutes les 5 secondes.

Opérations sur les tables de hachage

Aperçu

Les composants CSCF utilisent des tables de hachage en mémoire pour des données critiques pour la performance. Le panneau de contrôle fournit une visibilité et une gestion de ces tables.

Tables de hachage disponibles

Les tables varient selon le type de CSCF. Exemples courants :

Table de hachage	CSCF	Objectif
`imei_msisdn`	P-CSCF	Mappage des rappels d'urgence
`service_routes`	P-CSCF	Routes de service mises en cache
`auth`	S-CSCF	Vecteurs d'authentification
Divers	Tous	Mise en cache spécifique au composant

Les tables de hachage sont des structures de données en mémoire utilisées pour des opérations critiques pour la performance.

Visualisation des tables de hachage

Accès : Naviguer vers n'importe quel panneau CSCF → Onglet Tables de hachage

1. Voir la liste de toutes les tables de hachage avec des statistiques :
    - Nom de la table
    - Nombre d'éléments
    - Taille
2. **Sélectionner la table** pour voir les entrées
3. **Trier** par nom, éléments ou taille

Visualisation des contenus de la table de hachage

Cliquez sur une table pour inspecter toutes les entrées :

- **Clé** : Clé de la table de hachage
- **Valeur** : Valeur stockée
- **Actions** : Bouton de suppression

Gestion des entrées de hachage

Supprimer une seule entrée

1. Sélectionner la table de hachage
2. Localiser l'entrée
3. Cliquez sur le bouton **Supprimer** (icône de poubelle)
4. Confirmer l'action

Résultat : Entrée supprimée de la table de hachage

Vider toute la table

1. Sélectionner la table de hachage

2. Cliquez sur le bouton **Vider la table**
3. **AVERTISSEMENT** : Confirme avant de vider TOUTES les entrées
4. Confirmer l'action

Résultat : Toutes les entrées supprimées de la table

Attention : Vider les tables peut provoquer une interruption temporaire du service :

- Vidage de `imei_msisdn` : Les rappels d'urgence peuvent échouer jusqu'à la nouvelle inscription
- Vidage de `auth` : Les défis d'authentification en cours échoueront
- Vidage de `service_routes` : La prochaine demande sera routée via la découverte I-CSCF

Visualisation des journaux

URL : `/logs`

Fonctionnalités

Voir les journaux d'application en temps réel depuis le panneau de contrôle.

Fonctionnalités (implémentation dans la dépendance ControlPanel) :

- Diffusion en direct des journaux
- Filtrage par niveau de journal
- Capacités de recherche et de filtrage

Surveillance et métriques

Intégration Prometheus

OmniCall CSCF expose des métriques Prometheus pour la surveillance et l'alerte.

Point de terminaison des métriques :

```
http://<host>:9090/metrics
```

Chaque hôte CSCF (P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF) expose des métriques sur le port 9090. Configurez Prometheus pour interroger tous les hôtes pour une visibilité complète.

Pour une référence complète de toutes les métriques P-CSCF, I-CSCF et S-CSCF, voir la **Référence des métriques**.

Métriques disponibles

Les métriques suivantes sont exposées par l'application de panneau de contrôle OmniCall CSCF. Pour les métriques des composants CSCF (SIP, Diameter, IMS, etc.), voir la **Référence des métriques**.

Métriques VM

- `vm_memory_total` - Mémoire totale de la VM Erlang (octets)
- `vm_memory_processes_used` - Mémoire utilisée par les processus (octets)
- `vm_memory_binary` - Mémoire binaire (octets)
- `vm_memory_ets` - Mémoire de la table ETS (octets)
- `vm_total_run_queue_lengths_total` - Longueur totale de la file d'attente d'exécution
- `vm_system_counts_process_count` - Nombre de processus
- `vm_system_counts_atom_count` - Nombre d'atomes
- `vm_system_counts_port_count` - Nombre de ports

Métriques HTTP Phoenix

- `phoenix_endpoint_stop_duration` - Durée de la demande HTTP (millisecondes)
- `phoenix_router_dispatch_stop_duration` - Durée de dispatch du routeur (millisecondes)

Métriques LiveView

- `phoenix_live_view_mount_stop_duration` - Durée de montage de LiveView (millisecondes)

Métriques d'intégration backend CSCF

- `cscf_backend_request_count` - Nombre de requêtes RPC backend
  - Tags : `host`, `command`, `result`
- `cscf_backend_request_duration` - Durée RPC backend (millisecondes)
  - Tags : `host`, `command`
- `cscf_backend_error_count` - Nombre d'erreurs RPC backend
  - Tags : `host`, `error_type`

Tableaux de bord Grafana

État actuel : Les métriques sont exposées via le point de terminaison Prometheus. Des tableaux de bord Grafana préconçus ne sont pas actuellement inclus, mais peuvent être créés à l'aide des métriques disponibles.

Panneaux de tableau de bord recommandés :

- Latence RPC backend par commande
- Tendances du nombre d'enregistrements
- Tendances du nombre de dialogues
- Taux d'erreurs backend
- Utilisation de la mémoire de la VM Erlang
- Performance de montage de LiveView

Intégration

Configurez Prometheus pour interroger les métriques de tous les hôtes CSCF :

```
scrape_configs:
  - job_name: 'cscf_pcscf'
    static_configs:
      - targets: ['pcscf1.example.com:9090',
'pcscf2.example.com:9090']

  - job_name: 'cscf_icscf'
    static_configs:
      - targets: ['icscf1.example.com:9090',
'icscf2.example.com:9090']

  - job_name: 'cscf_scscf'
    static_configs:
      - targets: ['scscf1.example.com:9090',
'scscf2.example.com:9090']
```

Meilleures pratiques

Directives opérationnelles

Surveillance :

- Surveillez les métriques Prometheus pour la santé du système
- Surveillez les erreurs RPC backend
- Suivez la croissance de la mémoire de la VM Erlang

Gestion des tables de hachage :

- Évitez de vider les tables en production, sauf si absolument nécessaire
- Surveillez la croissance de la taille des tables pour des problèmes de mémoire potentiels
- Utilisez la suppression sélective au lieu d'un vidage complet de la table

Dépannage :

- Utilisez les journaux en direct pour le débogage en temps réel

- Vérifiez l'état des pairs Diameter avant d'enquêter sur les échecs d'enregistrement
- Vérifiez la connectivité backend CSCF si le panneau de contrôle affiche des erreurs

Performance :

- Le rafraîchissement automatique du panneau de contrôle est de 5 secondes par défaut
- Les grandes listes d'enregistrements utilisent la pagination pour éviter les problèmes de performance
- Les opérations sur les tables de hachage sont principalement en lecture ; minimisez les opérations d'écriture pendant les heures de pointe

Documentation connexe

- **Guide des opérations P-CSCF** - Opérations spécifiques au P-CSCF
- **Guide des opérations I-CSCF** - Opérations spécifiques à l'I-CSCF
- **Guide des opérations S-CSCF** - Opérations spécifiques au S-CSCF
- **Guide des opérations Diameter** - Gestion des pairs Diameter
- **Guide des opérations CSCF** - Opérations générales CSCF et dépannage

Guide des opérations CSCF d'OmniCall

Table des matières

Aperçu

OmniCall CSCF est une solution IMS (IP Multimedia Subsystem) complète qui fournit des fonctions de contrôle de session d'appel de qualité opérateur pour les **fournisseurs de services mobiles et de lignes fixes**. Basé sur une technologie open-source éprouvée et enrichi de capacités de gestion de niveau entreprise, OmniCall CSCF fournit l'infrastructure de contrôle de session essentielle requise pour VoLTE, VoWiFi, RCS et les services VoIP traditionnels de ligne fixe.

Qu'est-ce que l'IMS ?

Le système IP Multimedia Subsystem (IMS) est l'architecture standardisée par 3GPP pour la fourniture de services multimédias basés sur IP. Il fournit :

- **Contrôle de session** pour les services vocaux, vidéo et de messagerie
- Gestion de la **Qualité de Service (QoS)** pour les communications en temps réel

- **Convergence des services** à travers les réseaux mobiles, fixes et WiFi
- **Interopérabilité basée sur des normes** avec d'autres opérateurs et réseaux
- Capacités de **Rich Communication Services (RCS)**
- **Convergence Fixe-Mobile (FMC)** pour une livraison de services unifiée

OmniCall CSCF implémente toutes les fonctions de base CSCF définies dans 3GPP TS 23.228, fournissant une solution de réseau central IMS complète et prête pour la production.

Composants d'OmniCall CSCF

OmniCall CSCF fournit une gestion complète de tous les éléments du réseau CSCF :

- **P-CSCF** (Proxy-CSCF) - Proxy de sécurité et de bord, orienté utilisateur
- **E-CSCF** (Emergency-CSCF) - Routage des services d'urgence (intégré avec P-CSCF)
- **I-CSCF** (Interrogating-CSCF) - Point d'entrée du réseau et masquage de topologie
- **S-CSCF** (Serving-CSCF) - Contrôle de session central, enregistrement et déclenchement de services

Capacités clés

Fonctions réseau :

- Contrôle de session IMS entièrement conforme aux normes 3GPP
- **Conforme à GSMA IR.92/IR.94** - Fonctionne avec tout appareil conforme aux normes, sans bundles personnalisés requis
- Support VoLTE, VoWiFi et RCS
- Intégration des services SIP de ligne fixe
- Support des services d'urgence (E911/E112) avec services de localisation
- Masquage de topologie et sécurité réseau
- Associations de sécurité basées sur IPsec
- Intégration AAA et politique basée sur Diameter

Fonctionnalités de service :

- Gestion de session d'appel en temps réel
- Déclenchement de service via des critères de filtre initiaux (IFC)
- Intégration du serveur d'application (AS) via l'interface ISC
- Intégration de la facturation (en ligne et hors ligne)
- Application des politiques QoS via l'intégration PCRF
- Support de multi-location pour les scénarios MVNO

Gestion et opérations :

- Surveillance en temps réel via un panneau de contrôle basé sur le web
- Intégration des métriques Prometheus (voir Référence des métriques)
- API RESTful pour l'automatisation
- Clustering distribué pour haute disponibilité
- Dépannage et diagnostics en direct

Composants intégrés :

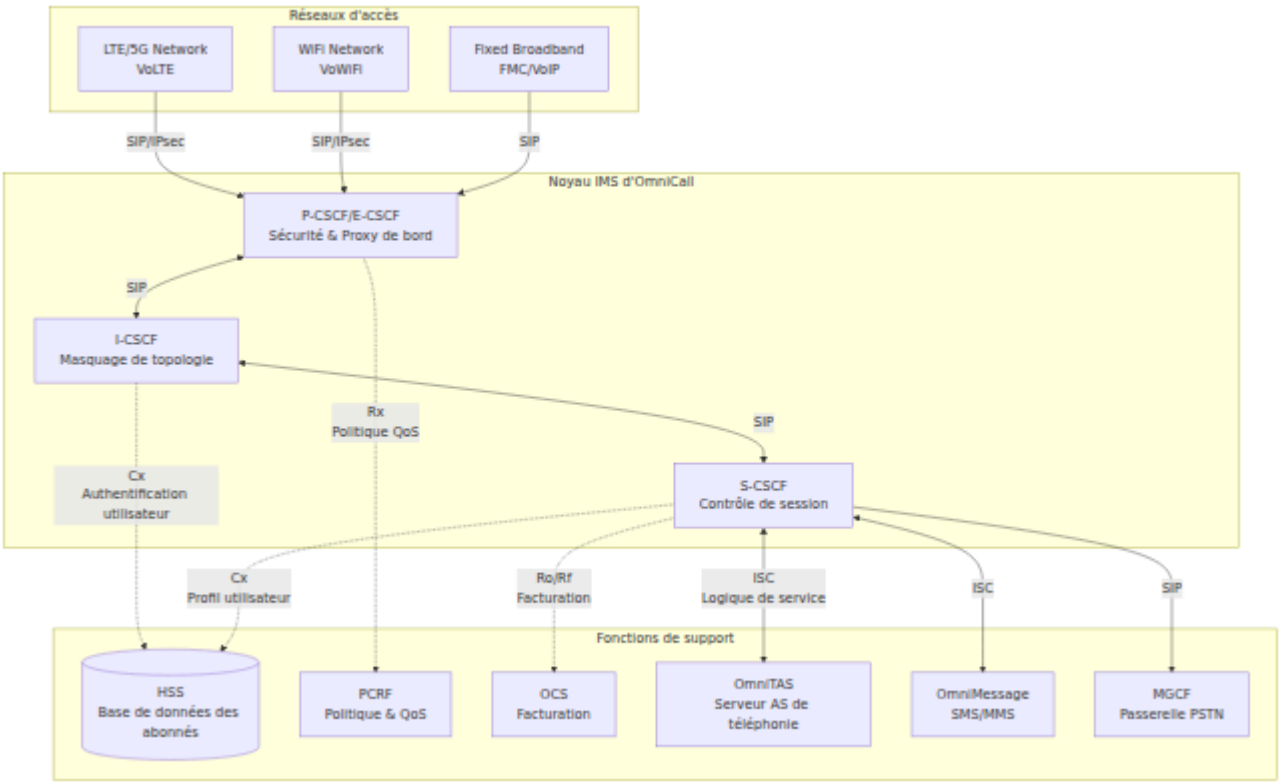
- **OmniePDG** : Passerelle de données par paquet évoluée pour VoWiFi (conforme à IR.94)
- **OmniTAS** : Serveur d'application de téléphonie pour services supplémentaires
- **OmniMessage** : Serveur d'application SMS/MMS (3GPP TS 24.341)

Pour des instructions détaillées sur l'utilisation du panneau de contrôle, voir Opérations de l'interface Web.

Comprendre l'architecture IMS

Architecture du réseau IMS

La solution OmniCall CSCF se situe au cœur de l'architecture IMS, fournissant la couche de contrôle de session qui connecte l'équipement utilisateur aux services et gère toutes les sessions d'appel.



Comment les CSCF fonctionnent ensemble

Les fonctions CSCF travaillent comme un système coordonné pour gérer les sessions IMS :

1. **P-CSCF** - Premier point de contact
    - L'équipement utilisateur (appareils mobiles, WiFi ou fixes) établit des connexions sécurisées avec le P-CSCF
    - Fournit des associations de sécurité IPsec pour les appareils mobiles
    - Agit comme point d'application de la politique QoS via l'intégration PCRF
    - Gère le passage NAT et l'ancrage des médias
    - Achemine les appels d'urgence vers la fonctionnalité E-CSCF
    - Maintient les informations de localisation de l'utilisateur
2. **I-CSCF** - Passerelle réseau & Équilibreur de charge
    - Masque la topologie interne du réseau des réseaux externes
    - Interroge le HSS pour sélectionner le S-CSCF approprié pour les utilisateurs

- Effectue l'équilibrage de charge S-CSCF basé sur les capacités
- Agit comme point d'entrée/sortie pour les scénarios de roaming
- Applique la sécurité du domaine réseau (NDS/TLS)

3. **S-CSCF** - Contrôleur de session central

   - Effectue l'enregistrement et l'authentification des utilisateurs
   - Maintient l'état de session pour tous les appels actifs
   - Applique les politiques de routage et la logique de service
   - Déclenche les serveurs d'application en fonction de l'IFC (Critères de filtre initiaux)
   - S'intègre avec les systèmes de facturation (en ligne et hors ligne)
   - Gère les services supplémentaires

Intégration avec les systèmes de support

OmniCall CSCF s'intègre aux fonctions de support IMS via des interfaces Diameter standard 3GPP :

Interface	De → À	Objectif	Spécification 3GPP
Cx	I-CSCF/S-CSCF ↔ HSS	Authentification utilisateur, récupération de profil, affectation S-CSCF	TS 29.228
Dx	I-CSCF ↔ SLF	Localisateur d'abonnement pour environnements multi-HSS	TS 29.229
Rx	P-CSCF ↔ PCRF	Autorisation de politique QoS, contrôle de flux multimédia	TS 29.214
Ro	S-CSCF → OCS	Facturation en ligne (contrôle de crédit)	TS 32.299
Rf	S-CSCF → CDF	Facturation hors ligne (génération de CDR)	TS 32.299
ISC	S-CSCF ↔ AS	Déclenchement de service et invocation du serveur d'application	TS 23.228
Sh	AS ↔ HSS	Accès du serveur d'application aux données utilisateur	TS 29.328

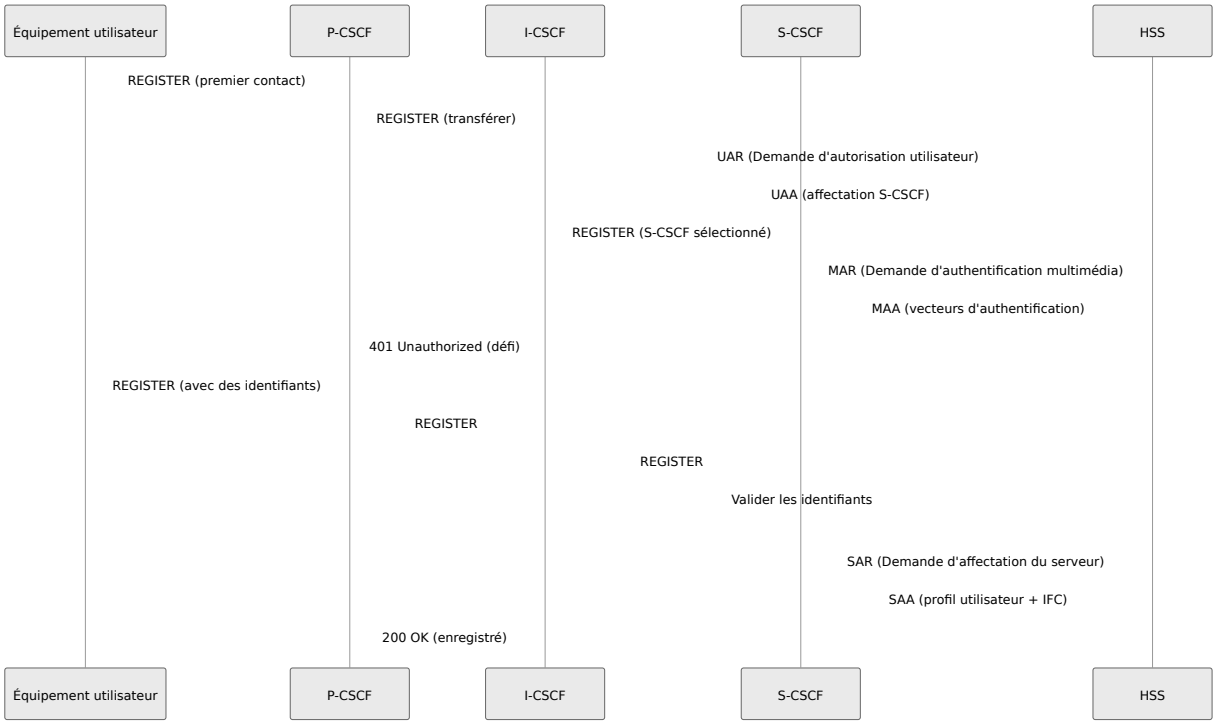
Pour la gestion des pairs Diameter, voir Opérations Diameter.

Flux de session d'appel

Comprendre comment les CSCF traitent différents types de sessions est essentiel pour les opérations et le dépannage.

Flux d'enregistrement IMS

Lorsqu'un appareil s'enregistre sur le réseau IMS, les CSCF se coordonnent pour authentifier et autoriser l'utilisateur :

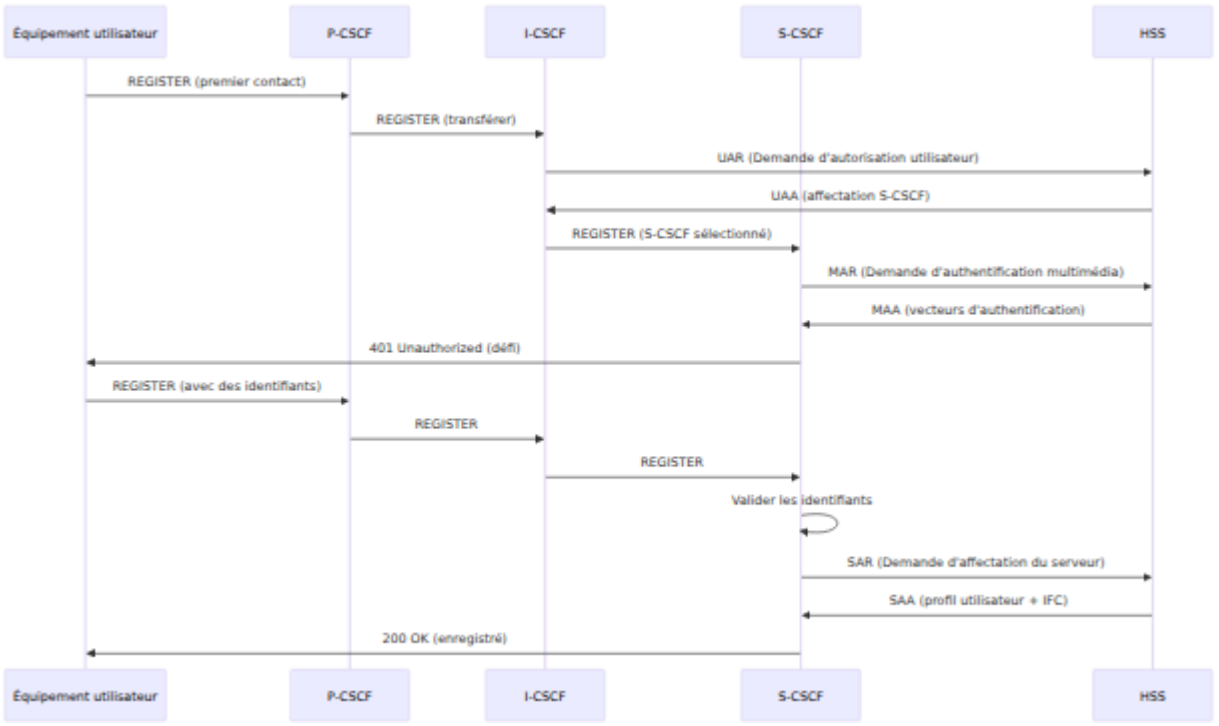


Points clés :

- P-CSCF maintient l'association de sécurité IPsec avec l'UE
- I-CSCF interroge le HSS pour trouver/affecter le S-CSCF
- S-CSCF effectue l'authentification et stocke le profil utilisateur
- Le profil de service de l'utilisateur (IFC) détermine quels serveurs d'application seront déclenchés

Flux d'appel d'origine mobile

Lorsqu'un utilisateur enregistré initie un appel :

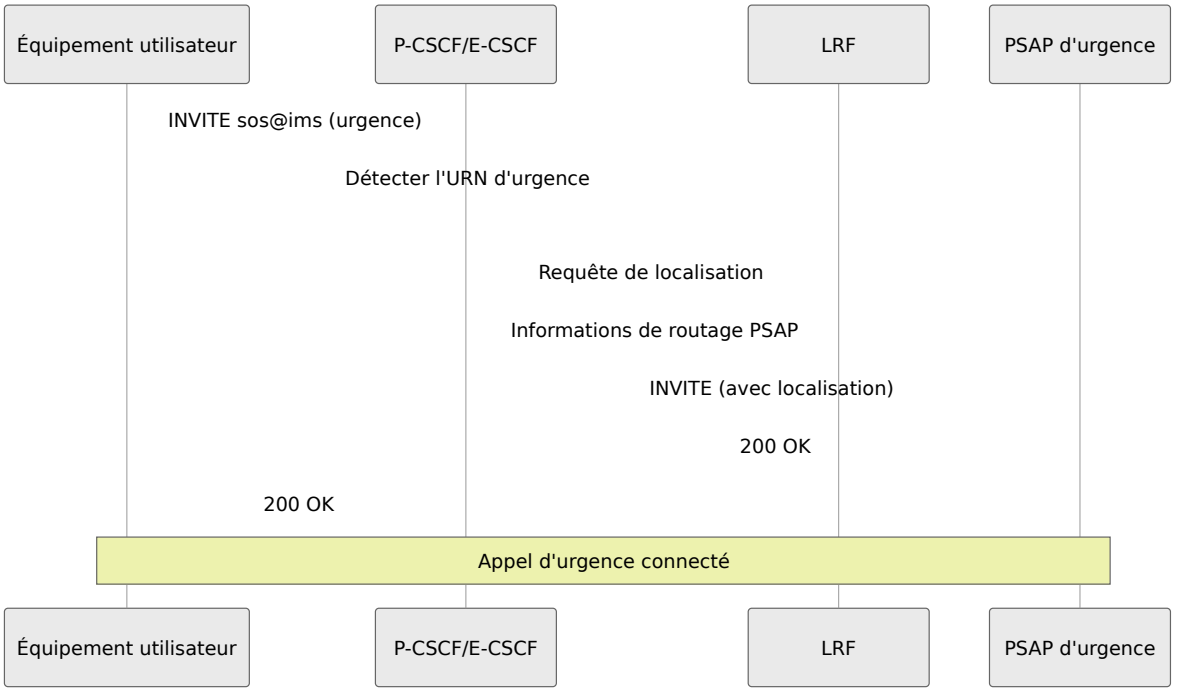


Points clés :

- P-CSCF coordonne avec le PCRF pour l'établissement du porteur QoS
- S-CSCF évalue l'IFC pour déterminer le déclenchement du service
- **OmniTAS** fournit des services d'application de téléphonie (renvoi d'appel, filtrage, etc.)
- **OmniMessage** gère le trafic SMS/MMS lorsqu'il est déclenché par l'IFC
- Pour surveiller les appels actifs, voir Gestion des dialogues S-CSCF

Flux d'appel d'urgence (E-CSCF)

Les appels d'urgence reçoivent un traitement spécial pour garantir la connectivité même sans enregistrement IMS complet :

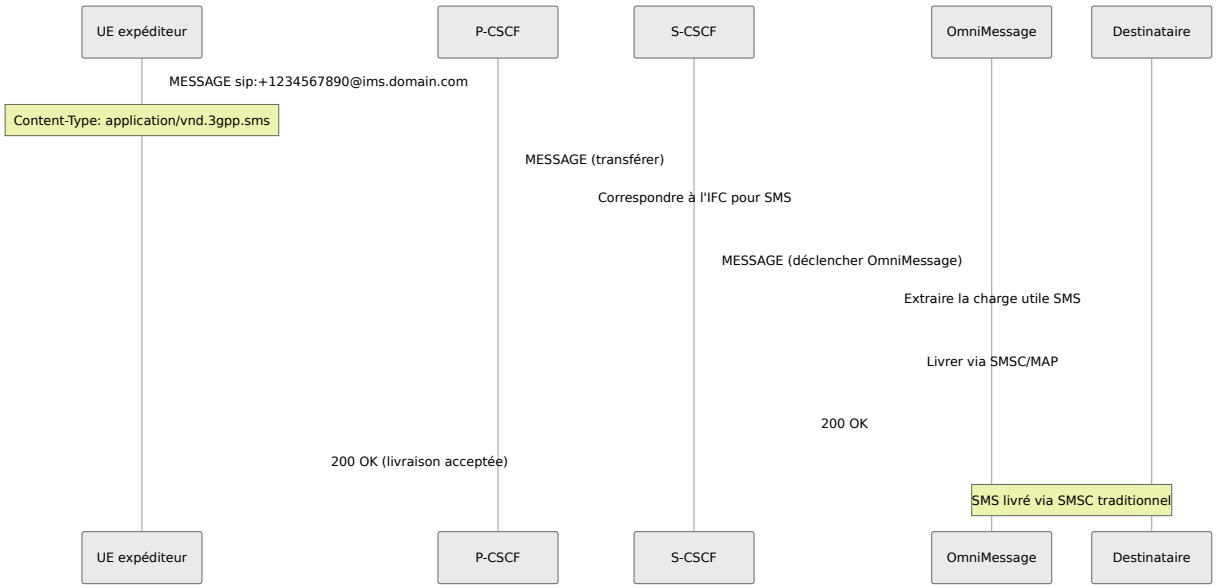


Points clés :

- La fonctionnalité E-CSCF est intégrée dans P-CSCF
- Fonctionne même pour les utilisateurs non enregistrés ou en roaming
- Inclut le stockage du numéro de rappel pour les services d'urgence
- Pour les opérations d'urgence, voir Services d'urgence P-CSCF

SMS sur IMS - Origine mobile (3GPP TS 24.341)

Lorsqu'un utilisateur envoie un SMS via IMS, OmniMessage gère la livraison du message :



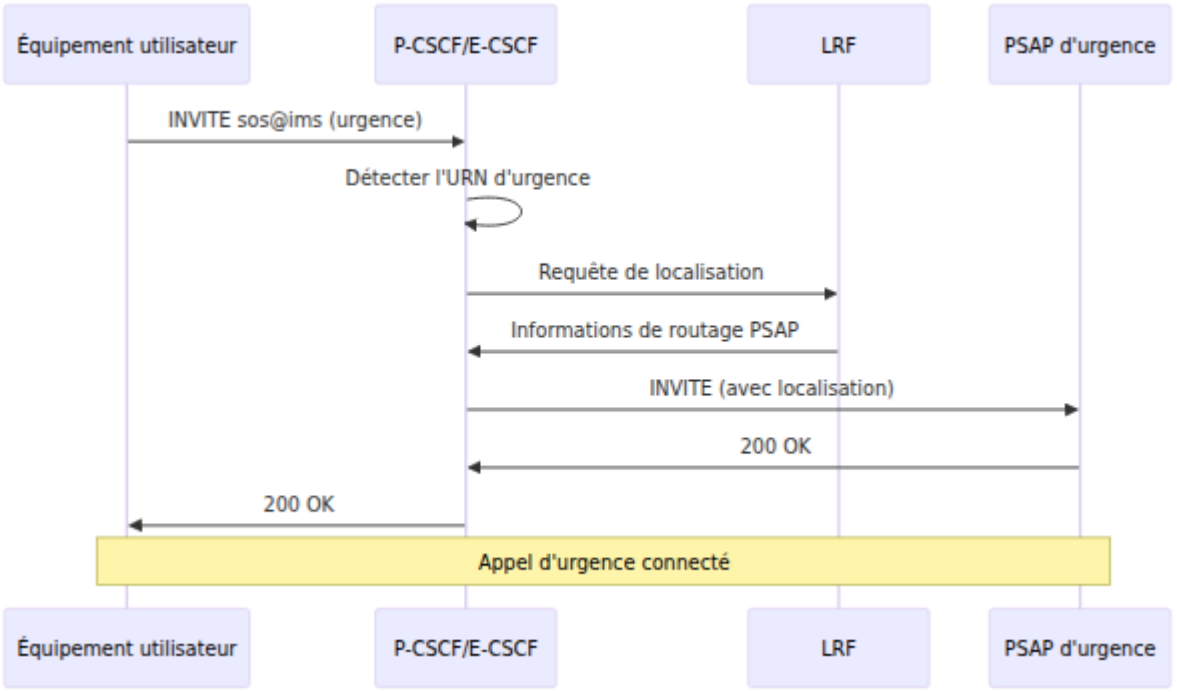
Points clés :

- SMS codé dans la méthode SIP MESSAGE selon 3GPP TS 24.341
- Content-Type: `application/vnd.3gpp.sms` identifie la charge utile SMS
- S-CSCF déclenche **OmniMessage** pour le trafic SMS
- OmniMessage s'interface avec l'infrastructure SMSC traditionnelle
- Supporte à la fois les jeux de caractères GSM-7, UCS-2 et les messages concaténés

---

SMS sur IMS - Terminé mobile (3GPP TS 24.341)

Lorsqu'un SMS arrive pour un utilisateur enregistré IMS, OmniMessage le route via IMS :



Points clés :

- SMSC transfère le SMS à **OmniMessage** via des protocoles traditionnels (MAP/SMPP)
- OmniMessage le convertit en méthode SIP MESSAGE
- S-CSCF route en fonction de l'IMPU enregistré
- Supporte les rapports de livraison et les notifications de statut
- Repli sur SMS traditionnel si l'utilisateur n'est pas enregistré IMS

Pour les opérations et le suivi des SMS, voir Gestion IFC S-CSCF.

Scénarios de roaming

OmniCall CSCF prend en charge le **roaming routé à domicile** tel que mandaté par les normes 3GPP/GSMA :

Roaming routé à domicile : Lorsque les utilisateurs se déplacent vers un réseau visité, toutes les sessions IMS sont routées à nouveau via le S-CSCF du réseau d'origine. Cela garantit :

- Une expérience de service cohérente, quel que soit l'emplacement

- Contrôle du réseau d'origine sur le déclenchement de services et la facturation
- Accords de roaming simplifiés entre opérateurs
- Conformité aux normes GSMA PRD IR.92 et IR.94

Le I-CSCF du réseau visité interroge le HSS d'origine et achemine les demandes d'enregistrement/session vers le S-CSCF d'origine, qui invoque ensuite les serveurs d'application du réseau d'origine (OmniTAS, OmniMessage, etc.).

Pour des détails de configuration de roaming, voir Sécurité du domaine réseau I-CSCF.

Composants CSCF

P-CSCF/E-CSCF - Proxy de bord et ancre de sécurité

Le **Proxy-CSCF** est le premier élément IMS que l'équipement utilisateur contacte. Il sert de frontière de sécurité et de point d'application des politiques.

Fonctions principales :

- **Gestion des associations de sécurité** : Établit et maintient des tunnels IPsec avec les appareils mobiles pour la signalisation et la protection des médias
- **Application de la politique QoS** : Coordonne avec le PCRF via l'interface Rx pour autoriser et appliquer les porteurs QoS
- **Passage NAT** : Gère le passage NAT à distance pour les appareils derrière NAT/pare-feu
- **Compression** : Support SigComp pour les réseaux à bande passante limitée
- **Route de service** : Maintient la route de service pour les demandes ultérieures

Services d'urgence (E-CSCF) :

- Routage d'appels d'urgence intégré sans nécessiter un enregistrement IMS complet
- Gestion des informations de localisation pour E911/E112
- Mappage IMEI-vers-numéro de rappel pour les rappels d'urgence
- Intégration avec LRF (Fonction de récupération de localisation)

Types d'accès pris en charge :

- LTE/5G (VoLTE) via IPsec
- WiFi (VoWiFi) via IPsec
- Large bande fixe via SIP
- Passerelles résidentielles câble/DSL

Pour des opérations détaillées, voir **Documentation P-CSCF**.

I-CSCF - Masquage de topologie et équilibrage de charge

Le **Interrogating-CSCF** agit comme le point de contact au sein du réseau d'un opérateur pour les connexions provenant d'autres réseaux ou du même réseau.

Fonctions principales :

- **Masquage de topologie** : Protège la structure interne du réseau des réseaux externes
- **Affectation S-CSCF** : Interroge le HSS via l'interface Cx pour affecter un S-CSCF aux nouveaux utilisateurs
- **Sélection S-CSCF** : Sélectionne le S-CSCF approprié en fonction des capacités et de la charge
- **Proxy de routage** : Achemine les demandes entrantes vers le S-CSCF affecté
- **Sécurité du domaine réseau** : Applique NDS/TLS pour la sécurité inter-opérateur

Caractéristiques clés :

- **Support multi-S-CSCF** : Distribue les utilisateurs sur plusieurs instances S-CSCF
- **Correspondance des capacités** : Associe les exigences des utilisateurs aux capacités S-CSCF
- **Support de roaming** : Gère à la fois les scénarios routés à domicile et les sorties locales
- **Localisateur d'abonnement** : Support de l'interface Dx pour les environnements multi-HSS

Cas d'utilisation :

- Point d'interconnexion pour les partenaires de roaming
- Distribution de charge à travers le cluster S-CSCF
- Routage géographique pour la récupération après sinistre
- Ségrégation du trafic MVNO

Pour des opérations détaillées, voir **Documentation I-CSCF**.

S-CSCF - Contrôleur de session central

Le **Serving-CSCF** est le composant central du réseau IMS, fournissant le contrôle de session et l'intelligence de service.

Fonctions principales :

- **Enregistrement** : Authentifie les utilisateurs et maintient les liaisons d'enregistrement
- **Contrôle de session** : Gère tous les états d'appel (établissement de dialogue, modification, terminaison)
- **Déclenchement de service** : Évalue les critères de filtre initiaux (IFC) pour invoquer les serveurs d'application
- **Routage** : Achemine les demandes SIP en fonction de la logique de service et des préférences utilisateur
- **Intégration de la facturation** : Coordonne avec les systèmes de facturation en ligne (OCS) et hors ligne (CDF)

Déclenchement de service via IFC : Le S-CSCF utilise des critères de filtre initiaux basés sur XML téléchargés depuis le HSS pour déterminer quand acheminer les appels à travers les serveurs d'application (tels que **OmniTAS** pour les services de téléphonie et **OmniMessage** pour SMS/MMS) :

- **Points de déclenchement** : Correspondre sur la méthode SIP, l'URI de demande, le cas de session (originaire/terminant)
- **Basé sur la priorité** : IFC traité par ordre de priorité
- **Chaînage de services** : Plusieurs AS peuvent être invoqués en séquence (par exemple, OmniTAS → OmniMessage)
- **Gestion par défaut** : Comportement configurable lorsque l'AS est inaccessible

Services pris en charge :

- Renvoi d'appel (occupé, pas de réponse, inconditionnel)
- Interdiction d'appel (sortant, entrant, roaming)
- Filtrage et screening d'appels
- Traduction et routage de numéros
- Facturation prépayée/postpayée
- Suivi d'utilisation et application de quotas
- Services supplémentaires (attente d'appel, mise en attente, transfert)

Fonctionnalités de scalabilité :

- Stockage de dialogue distribué
- Gestion d'état de session
- Profils utilisateur basés sur une base de données
- Scalabilité horizontale via distribution I-CSCF

Pour des opérations détaillées, voir **Documentation S-CSCF**.

Gestion de l'interface Diameter

OmniCall CSCF fournit une gestion complète des pairs Diameter à travers tous les composants CSCF.

Applications Diameter prises en charge :

Application	Interface	ID App	Utilisé par	Objectif
3GPP Cx	Cx	16777216	I-CSCF, S-CSCF	Authentification utilisateur, récupération de profil
3GPP Dx	Dx	16777216	I-CSCF	Localisation d'abonnement dans un environnement multi-HSS
3GPP Rx	Rx	16777236	P-CSCF	Autorisation de politique, contrôle QoS
3GPP Ro	Ro	4 (CC)	S-CSCF	Facturation en ligne (contrôle de crédit)
3GPP Rf	Rf	3 (Comptabilité)	S-CSCF	Facturation hors ligne (CDR)
3GPP Sh	Sh	16777217	AS	Accès aux données utilisateur depuis l'AS

Capacités Diameter :

- Découverte automatique des pairs via DNS
- Support de basculement et de redondance
- Gestion de la connexion et surveillance
- Statistiques et suivi par pair

- Activation/désactivation dynamique des pairs

Pour les opérations Diameter et le dépannage, voir **Guide de gestion Diameter**.

Opérations courantes

OmniCall CSCF fournit des capacités opérationnelles complètes via son panneau de contrôle basé sur le web. Cette section couvre les tâches opérationnelles courantes et leur signification.

Gestion des enregistrements

Comprendre les enregistrements IMS :

L'enregistrement IMS est un processus en deux étapes :

- **Contact P-CSCF** : L'équipement utilisateur établit une connexion IPsec/SIP avec le P-CSCF
- **Enregistrement S-CSCF** : Enregistrement IMS complet avec authentification via HSS

Opérations d'enregistrement clés :

- **Afficher les enregistrements actifs** à travers P-CSCF et S-CSCF
- **Interroger des utilisateurs spécifiques** par IMPU, IMSI ou adresse IP
- **Surveiller l'état de l'enregistrement** (authentifié, actif, expiré)
- **Forcer la désinscription** pour le dépannage ou des raisons administratives
- **Suivre l'expiration de l'enregistrement** pour identifier les problèmes de réenregistrement

Pour des procédures d'enregistrement détaillées, voir :

- Gestion des contacts P-CSCF
- Opérations d'enregistrement S-CSCF

Surveillance des sessions d'appel

Gestion des dialogues (sessions) :

Le S-CSCF maintient l'état de toutes les sessions IMS actives (appels). Les opérateurs peuvent :

- **Surveiller les dialogues actifs** y compris Call-ID, participants et état de session
- **Afficher les détails du dialogue** tels que SDP (paramètres multimédias), ensembles de routes et minuteries
- **Terminer des dialogues** pour le dépannage ou des situations d'urgence
- **Suivre la durée de session** et détecter les sessions de longue durée ou bloquées

États de session :

- **Précoce** : L'appel sonne, pas encore répondu
- **Confirmé** : Appel actif avec flux multimédia
- **Terminé** : Appel terminé normalement

Pour les procédures de surveillance des appels, voir Gestion des dialogues S-CSCF.

Déclenchement de service et gestion des IFC

Les critères de filtre initiaux (IFC) déterminent quand et comment le S-CSCF achemine les sessions vers des serveurs d'application comme **OmniTAS** et **OmniMessage**.

Opérations IFC :

- **Déverser l'IFC de l'utilisateur** pour afficher le profil de service configuré depuis le HSS
- **Tester la correspondance IFC** avec des scénarios d'appel simulés
- **Vérifier le routage AS** pour garantir l'invocation correcte du service

- **Déboguer les échecs de service** en examinant l'évaluation des points de déclenchement

Exemple de structure IFC :

```
<InitialFilterCriteria>
  <Priority>10</Priority>
  <TriggerPoint>
    <SPT><Method>INVITE</Method></SPT>
    <SPT><SessionCase>0</SessionCase><!-- Originaire --></SPT>
  </TriggerPoint>
  <ApplicationServer>
    <ServerName>sip:omnitas.ims.example.com</ServerName>
    <DefaultHandling>0</DefaultHandling><!-- Doit invoquer -->
  </ApplicationServer>
</InitialFilterCriteria>
```

Pour les tests et le dépannage des IFC, voir Opérations IFC S-CSCF.

Gestion des pairs Diameter

Surveillance de la connectivité Diameter :

OmniCall CSCF s'appuie sur des interfaces Diameter pour l'HSS, le PCRF et l'intégration de facturation. Les opérateurs peuvent :

- **Surveiller l'état des pairs** (I_Open = connecté, Closed = déconnecté)
- **Afficher les capacités des pairs** (applications Diameter prises en charge)
- **Activer/désactiver des pairs** pour maintenance ou tests de basculement
- **Suivre les statistiques des pairs** (demandes, échecs, délais d'attente)

Connexions Diameter critiques :

- **Cx vers HSS** (I-CSCF, S-CSCF) : Authentification utilisateur et profils
- **Rx vers PCRF** (P-CSCF) : Politique QoS et contrôle de porteur
- **Ro vers OCS** (S-CSCF) : Facturation en ligne et contrôle de crédit

Pour le dépannage Diameter, voir Guide des opérations Diameter.

Gestion des services d'urgence

Opérations E-CSCF :

Le traitement des appels d'urgence nécessite une attention opérationnelle particulière :

- **Surveiller les mappages IMEI-vers-numéro de rappel** pour les rappels d'urgence
- **Vérifier la disponibilité des informations de localisation** pour E911/E112
- **Tester le routage des appels d'urgence** sans connexion PSAP réelle
- **Gérer l'enregistrement d'urgence** pour les appareils non provisionnés

Les services d'urgence fonctionnent même pour :

- Utilisateurs non enregistrés
- Utilisateurs sans SIM/identifiants invalides
- Utilisateurs en roaming d'autres réseaux

Pour les opérations d'urgence, voir Services d'urgence P-CSCF.

Gestion des tables de hachage

Structures de données en mémoire partagée :

Les nœuds CSCF utilisent des tables de hachage en mémoire pour des données critiques en termes de performance :

Table de hachage	CSCF	Objectif	TTL
`imei_msisdn`	P-CSCF	Mappage de rappel d'urgence	24 heures
`service_routes`	P-CSCF	Routes de service mises en cache	Expiration de l'enregistrement
`auth`	S-CSCF	Vecteurs d'authentification	Délai d'attente de défi

Opérations :

- **Afficher le contenu des tables** pour le dépannage
- **Supprimer des entrées spécifiques** pour effacer les données obsolètes
- **Vider des tables entières** pour la récupération d'urgence (à utiliser avec précaution)

Pour des opérations détaillées de l'interface utilisateur, voir le Guide des opérations de l'interface Web.

Dépannage

Cette section couvre les problèmes opérationnels courants et leurs stratégies de résolution.

Échecs d'enregistrement

Symptômes : Les utilisateurs ne peuvent pas s'enregistrer sur le réseau IMS, délais d'enregistrement

Causes profondes courantes :

1. **Problèmes de connectivité HSS**
    - Vérifiez l'état du pair Diameter Cx sur I-CSCF et S-CSCF

- Vérifiez que le HSS est accessible et répond aux demandes UAR/MAR
- Vérifiez les problèmes de routage Diameter

2. **Échecs d'authentification**
   - Vérifiez que les identifiants utilisateur sont provisionnés dans le HSS
   - Vérifiez la génération de vecteurs d'authentification (MAR/MAA)
   - Vérifiez la compatibilité de l'algorithme AKA (Milenage)
3. **Connectivité P-CSCF**
   - Vérifiez l'établissement de l'AS IPsec pour les appareils mobiles
   - Vérifiez le passage NAT pour les appareils derrière NAT
   - Vérifiez la découverte P-CSCF (DNS, DHCP ou configuration statique)
4. **Affectation S-CSCF**
   - Vérifiez la logique de sélection S-CSCF de l'I-CSCF
   - Vérifiez que les capacités S-CSCF correspondent aux exigences utilisateur
   - Vérifiez la capacité S-CSCF (limites d'enregistrement)

Pour un dépannage détaillé, voir les guides spécifiques aux composants :

- Dépannage P-CSCF
- Dépannage I-CSCF
- Dépannage S-CSCF

Échecs de configuration d'appel

Symptômes : Les appels échouent à s'établir, reçoivent des erreurs SIP 4xx/5xx

Causes profondes courantes :

1. **Utilisateur non enregistré**

- Vérifiez que les utilisateurs d'origine et de destination sont tous deux enregistrés IMS
- Vérifiez l'état de l'enregistrement via S-CSCF

2. **Problèmes de déclenchement IFC/service**
   - Vérifiez l'IFC téléchargé depuis le HSS (vérifiez SAR/SAA)
   - Testez la correspondance IFC pour le scénario d'appel
   - Vérifiez la disponibilité d'OmniTAS/OmniMessage si déclenché
3. **Problèmes QoS/PCRF**
   - Vérifiez l'état du pair Diameter Rx sur P-CSCF
   - Vérifiez l'autorisation de politique QoS du PCRF
   - Vérifiez que les ressources de porteur sont disponibles dans le réseau d'accès
4. **Échecs de routage**
   - Vérifiez le routage de destination (ENUM, traduction de numéro)
   - Vérifiez la configuration d'interconnexion/MGCF pour les appels PSTN
   - Vérifiez le routage de roaming pour les appels hors réseau

---

Problèmes de connectivité Diameter

Symptômes : Le pair Diameter montre un état "Closed", les opérations expirent

Étapes de diagnostic :

1. **Vérifiez l'état du pair** : Utilisez le panneau de contrôle pour voir l'état du pair Diameter
2. **Vérifiez la connectivité réseau** : Testez l'accessibilité IP au pair Diameter (port 3868)
3. **Vérifiez les capacités** : Vérifiez que les ID d'application correspondent entre les pairs

4. **Examinez le watchdog** : Vérifiez les échanges de watchdog Diameter (DWR/DWA)

Interfaces Diameter critiques :

Interface	Impact si hors service	Priorité de récupération
Cx (HSS)	Pas de nouveaux enregistrements, pas de mises à jour IFC	Critique - immédiat
Rx (PCRF)	Pas de QoS pour les nouveaux appels	Élevé - dans quelques minutes
Ro (OCS)	Pas de facturation prépayée, le service peut continuer	Élevé - dépend de la politique

Pour le dépannage Diameter, voir Guide des opérations Diameter.

Problèmes de livraison SMS

Symptômes : SMS non livrés via IMS, repli sur SMSC hérité

Causes profondes courantes :

1. **OmniMessage non déclenché**
   - Vérifiez que l'IFC est configuré pour déclencher OmniMessage pour les demandes MESSAGE
   - Vérifiez la priorité de l'IFC (doit être supérieure à celle des autres AS)
   - Testez la correspondance IFC avec un SMS simulé
2. **Intégration SMSC**
   - Vérifiez la connectivité OmniMessage vers SMSC (MAP/SMPP)
   - Vérifiez la conversion du format de message (SIP MESSAGE ↔ SMS PDU)
   - Vérifiez le routage des abonnés dans le SMSC

3. **Problèmes de type de contenu**
    - Vérifiez `Content-Type: application/vnd.3gpp.sms` dans SIP MESSAGE
    - Vérifiez l'encodage des jeux de caractères (GSM-7, UCS-2)

Pour le dépannage SMS, voir Gestion IFC S-CSCF.

Problèmes d'appel d'urgence

Symptômes : Les appels d'urgence ne sont pas routés vers le PSAP, la localisation n'est pas incluse

Causes profondes courantes :

1. **Détection E-CSCF**
    - Vérifiez la détection de l'URN d'urgence (urn:service:sos)
    - Vérifiez les règles de routage d'urgence sur P-CSCF
    - Vérifiez la connectivité LRF
2. **Informations de localisation**
    - Vérifiez l'en-tête de localisation dans SIP INVITE
    - Vérifiez le mappage IMEI-vers-numéro de rappel pour les rappels
    - Testez la récupération de localisation depuis LRF
3. **Routage PSAP**
    - Vérifiez la configuration de la table de routage PSAP
    - Vérifiez la génération de l'ESQK (Clé de requête de service d'urgence)
    - Vérifiez le trunk/interconnexion vers le PSAP

Pour les opérations de services d'urgence, voir Services d'urgence P-CSCF.

Dégradation des performances

Symptômes : Configuration d'appel lente, délais d'enregistrement, latence élevée

Diagnostic :

1. **Surveillez les métriques Prometheus** : Vérifiez les métriques de performance CSCF (voir Référence des métriques pour des définitions complètes des métriques)
2. **Performance de la base de donn��es** : Vérifiez les temps de requête de la base de données S-CSCF
3. **Latence réseau** : Vérifiez la latence entre les nœuds CSCF
4. **Utilisation des ressources** : Surveillez le CPU, la mémoire et le réseau sur les serveurs CSCF

Considérations de scalabilité :

- **P-CSCF** : ~50 000 SAs IPsec par instance (VoLTE) ; 100 000+ via OmniePDG (VoWiFi)
- **I-CSCF** : Stateless, évolue horizontalement (1 000-5 000 enregistrements/sec par instance)
- **S-CSCF** : 100 000-500 000 enregistrements par instance ; 20 000-100 000 dialogues simultanés

Pour un dimensionnement détaillé et une planification de capacité, voir le **Guide de capacité et de dimensionnement**.

Pour la surveillance des performances et des métriques, voir le Guide des opérations de l'interface Web.

Documentation supplémentaire

Guides d'opérations spécifiques aux composants

Pour des opérations détaillées et le dépannage pour chaque composant CSCF :

- **Guide des opérations P-CSCF/E-CSCF** - Proxy de bord, associations de sécurité, services d'urgence
- **Guide des opérations I-CSCF** - Sélection S-CSCF, masquage de topologie, roaming
- **Guide des opérations S-CSCF** - Enregistrement, gestion des dialogues, opérations IFC
- **Guide des opérations Diameter** - Gestion et dépannage des pairs Diameter
- **Guide des opérations de l'interface Web** - Utilisation du panneau de contrôle, surveillance et administration
- **Référence des métriques** - Référence complète de toutes les métriques Prometheus P-CSCF, I-CSCF et S-CSCF
- **Guide de capacité et de dimensionnement** - Dimensionnement de déploiement, planification de capacité, optimisation des performances

Conformité réglementaire

- **Conformité à l'interception ANSSI R226** - Capacités d'interception légale comme exigé par les autorités réglementaires françaises

Référence des normes 3GPP

OmniCall CSCF implémente les spécifications 3GPP suivantes :

Spécification	Titre	Pertinence
TS 23.228	Système IP Multimedia (IMS) - Étape 2	Architecture IMS centrale
TS 24.229	Protocole de contrôle d'appel multimédia IP (SIP)	Profil SIP IMS
TS 29.228	Interfaces Cx et Dx (CSCF-HSS)	Données utilisateur et authentification
TS 29.214	Interface Rx (P-CSCF-PCRF)	Contrôle de politique QoS
TS 32.299	Facturation - Applications Diameter	Facturation en ligne/hors ligne
TS 24.341	SMS sur réseaux IP	SMS sur IMS
TS 23.167	Services d'urgence	E-CSCF et appels d'urgence

Conformité aux normes GSMA

OmniCall CSCF est entièrement conforme aux profils IMS GSMA, garantissant l'interopérabilité avec des appareils disponibles dans le commerce :

IR.92 - Profil IMS pour la voix et les SMS (VoLTE)

GSMA PRD IR.92 définit le profil IMS obligatoire pour les services VoLTE, garantissant que les appareils commerciaux fonctionnent sans configuration spécifique à l'opérateur ou bundles d'appareils personnalisés.

Principaux avantages IR.92 pour OmniCall CSCF :

✓ **Support des appareils du marché ouvert** : Tout smartphone conforme à IR.92 fonctionne immédiatement - aucun bundle personnalisé d'opérateur, APN propriétaire ou provisionnement spécial requis

✓ **Profil SIP standardisé** : Les appareils utilisent des en-têtes SIP standard, l'authentification et les flux d'enregistrement tels que définis dans 3GPP TS 24.229

✓ **Interopérabilité des codecs** : Le support des codecs obligatoires (AMR-WB pour la voix HD) garantit une qualité vocale cohérente sur tous les appareils

✓ **SMS sur IMS** : L'intégration avec **OmniMessage** fournit une livraison SMS conforme aux normes (TS 24.341) à tout appareil conforme à IR.92

✓ **Services d'urgence** : La gestion des numéros d'urgence E.164 (911, 112, etc.) fonctionne sur tous les appareils conformes sans configuration spéciale

✓ **Cohérence en roaming** : Le roaming routé à domicile garantit que les utilisateurs bénéficient de la même expérience VoLTE lorsqu'ils visitent d'autres réseaux conformes à IR.92

Ce que cela signifie : Les opérateurs peuvent lancer des services VoLTE immédiatement avec des appareils consommateurs existants (iPhone, Samsung, Google Pixel, etc.) sans attendre la certification personnalisée des appareils ou les mises à jour des bundles d'opérateurs.

IR.94 - Profil IMS pour la voix, la vidéo et les SMS (VoWiFi)

GSMA PRD IR.94 étend IR.92 pour inclure la voix sur WiFi, permettant des services VoLTE sur des réseaux WiFi non fiables.

Architecture VoWiFi avec OmniCall :

Composants VoWiFi :

- **OmniePDG** : Passerelle de données par paquet évoluée - Fournit la terminaison de tunnel IPsec pour l'accès WiFi non fiable
- **OmniCall P-CSCF** : Gère les enregistrements VoWiFi de manière identique à VoLTE (mêmes routes de service, même déclenchement IFC)
- **Transfert transparent** : Les appareils peuvent passer entre LTE et WiFi sans interruption d'appel

Avantages IR.94 :

- Les mêmes avantages IR.92 s'appliquent à VoWiFi
- Les appareils découvrent automatiquement l'ePDG via DNS (pas de configuration manuelle)
- Un enregistrement IMS unique couvre à la fois VoLTE et VoWiFi
- Extension de la couverture intérieure sans femtocells ou DAS

Pour les opérations ePDG et le dépannage VoWiFi, voir **Documentation OmniePDG**.

Autres normes GSMA

- **IR.51** - Structure de base de données de roaming GSMA
- **IR.88** - Directives de roaming LTE
- **AA.80** - Configuration des appareils IMS/RCS et services de support

Différenciation des produits

Pourquoi choisir OmniCall CSCF ?

✓ **Support des appareils Plug-and-Play** : Conforme à GSMA IR.92/IR.94 - fonctionne avec des iPhones, des téléphones Android et des appareils de ligne fixe disponibles dans le commerce sans bundles personnalisés d'opérateur ou retards de certification d'appareil

✓ **Solution IMS complète** : Tous les composants CSCF (P/I/S/E) plus OmniePDG pour VoWiFi dans une plateforme unifiée

✓ **Convergence Fixe-Mobile** : Noyau IMS unifié pour les services mobiles (VoLTE/VoWiFi), large bande fixe et services de téléphonie par câble

✓ **Provisionnement sans intervention** : La découverte des appareils basée sur des normes (DNS, DHCP) signifie que les utilisateurs peuvent échanger des cartes SIM entre des appareils sans support informatique

✓ **Gestion d'entreprise** : Panneau de contrôle basé sur le web avec surveillance en temps réel, diagnostics et dépannage

✓ **Scalabilité de qualité opérateur** : Scalabilité horizontale pour prendre en charge des millions d'abonnés avec des temps de configuration d'appel inférieurs à une seconde

✓ **Écosystème de serveurs d'application** : Intégration transparente avec OmniTAS (services de téléphonie) et OmniMessage (SMS/MMS)

✓ **Services d'urgence** : E-CSCF intégré avec support E911/E112, services de localisation et gestion des rappels

✓ **Interopérabilité d'abord** : Conformité complète aux normes 3GPP et GSMA garantit que les accords de roaming et d'interconnexion fonctionnent immédiatement

✓ **Prouvé en production** : Déployé dans des réseaux de niveau 1, de niveau 2 et MVNO dans le monde entier, servant des millions d'abonnés

Glossaire

Termes de l'architecture IMS

- **3GPP** : 3rd Generation Partnership Project - Organisme de normalisation pour les télécommunications mobiles
- **AKA** : Authentication and Key Agreement - Mécanisme de sécurité pour l'IMS
- **AoR** : Address of Record - Identité SIP (par exemple, sip:user@domain.com)
- **CSCF** : Call Session Control Function - Entité de contrôle de session IMS
- **DAS** : Distributed Antenna System - Solution de couverture intérieure
- **E-CSCF** : Emergency CSCF - Fonction de routage des appels d'urgence
- **ePDG** : Evolved Packet Data Gateway - Point de terminaison de tunnel IPsec pour l'accès WiFi non fiable
- **ENUM** : E.164 Number Mapping - Traduction de numéro basée sur DNS
- **ESQK** : Emergency Service Query Key - Identifiant d'appel d'urgence
- **FMC** : Fixed-Mobile Convergence - Services unifiés à travers les types d'accès

- **GSMA** : GSM Association - Organisation de normalisation de l'industrie mobile
- **HD Voice** : High Definition Voice - Audio large bande utilisant le codec AMR-WB
- **HSS** : Home Subscriber Server - Base de données des abonnés et authentification
- **I-CSCF** : Interrogating CSCF - Point d'entrée du réseau et masquage de topologie
- **IFC** : Initial Filter Criteria - Règles de déclenchement de service basées sur XML
- **IMS** : IP Multimedia Subsystem - Architecture 3GPP pour les services basés sur IP
- **IMPU** : IP Multimedia Public Identity - Identité publique de l'utilisateur (URI SIP ou URI tel)
- **IMSI** : International Mobile Subscriber Identity - Identifiant de l'abonné
- **IR.92** : GSMA IMS Profile for Voice and SMS - Norme d'interopérabilité VoLTE
- **IR.94** : GSMA IMS Profile for Conversational Video - Norme d'interopérabilité VoWiFi
- **ISC** : IMS Service Control - Interface entre S-CSCF et serveurs d'application
- **LRF** : Location Retrieval Function - Services de localisation d'urgence
- **MGCF** : Media Gateway Control Function - Interconnexion PSTN
- **MVNO** : Mobile Virtual Network Operator - Opérateur sans infrastructure radio propre
- **NDS** : Network Domain Security - Sécurité inter-opérateur (TLS/IPsec)
- **P-CSCF** : Proxy CSCF - Proxy de bord et premier point de contact
- **PSAP** : Public Safety Answering Point - Centre d'appels des services d'urgence
- **RCS** : Rich Communication Services - Services de messagerie améliorés
- **S-CSCF** : Serving CSCF - Contrôle de session central et enregistrement
- **SPT** : Service Point Trigger - Condition de correspondance dans l'IFC (Méthode, URI de demande, etc.)
- **SWu** : Interface 3GPP entre UE et ePDG (IPsec/IKEv2)
- **UE** : User Equipment - Appareil de l'utilisateur (téléphone, tablette, terminal fixe)

- **VoLTE** : Voice over LTE - Services vocaux via le réseau de données LTE
- **VoWiFi** : Voice over WiFi - Services vocaux via des réseaux WiFi non fiables

Termes du protocole Diameter

- **AAA** : Authentication, Authorization, Accounting
- **AVP** : Attribute-Value Pair - Élément de données du message Diameter
- **CCR/CCA** : Credit-Control-Request/Answer - Messages de facturation en ligne
- **CDF** : Charging Data Function - Collecteur de facturation hors ligne
- **Cx** : Interface Diameter entre I-CSCF/S-CSCF et HSS
- **Diameter** : Protocole AAA utilisé dans l'IMS (évolution de RADIUS)
- **Dx** : Interface Diameter entre I-CSCF et SLF (localisateur d'abonnement)
- **DWR/DWA** : Device-Watchdog-Request/Answer - Vérification de l'état du pair
- **MAR/MAA** : Multimedia-Auth-Request/Answer - Demande de vecteur d'authentification
- **OCS** : Online Charging System - Facturation en temps réel et contrôle de crédit
- **PCRF** : Policy and Charging Rules Function - Serveur de politique QoS
- **Rf** : Interface Diameter pour la facturation hors ligne (comptabilité)
- **Ro** : Interface Diameter pour la facturation en ligne (contrôle de crédit)
- **Rx** : Interface Diameter entre P-CSCF et PCRF (autorisation QoS)
- **SAR/SAA** : Server-Assignment-Request/Answer - Téléchargement du profil utilisateur
- **Sh** : Interface Diameter entre AS et HSS (accès aux données utilisateur)
- **SLF** : Subscription Locator Function - Localisation HSS dans un environnement multi-HSS
- **UAR/UAA** : User-Authorization-Request/Answer - Sélection S-CSCF

Termes de produit OmniCall

- **OmniCall CSCF** : Solution CSCF IMS complète (ce produit)

- **OmniePDG** : Passerelle de données par paquet évoluée pour VoWiFi (conforme à IR.94)
- **OmniTAS** : Serveur d'application de téléphonie - Fournit des services vocaux supplémentaires
- **OmniMessage** : Serveur d'application de messagerie - SMS/MMS sur IMS (TS 24.341)

Termes du protocole SIP

- **Dialogue** : État de session SIP entre deux points de terminaison
- **INVITE** : Méthode SIP pour l'établissement de session (appels)
- **MESSAGE** : Méthode SIP pour la messagerie instantanée (y compris SMS sur IMS)
- **REGISTER** : Méthode SIP pour l'enregistrement utilisateur
- **SDP** : Session Description Protocol - Paramètres multimédias (codecs, ports)
- **SIP** : Session Initiation Protocol - Protocole de signalisation pour l'IMS