Guide des Opérations OmniSGW

OmniSGW - Passerelle de Service (SGW)

par Omnitouch Network Services

Table des Matières

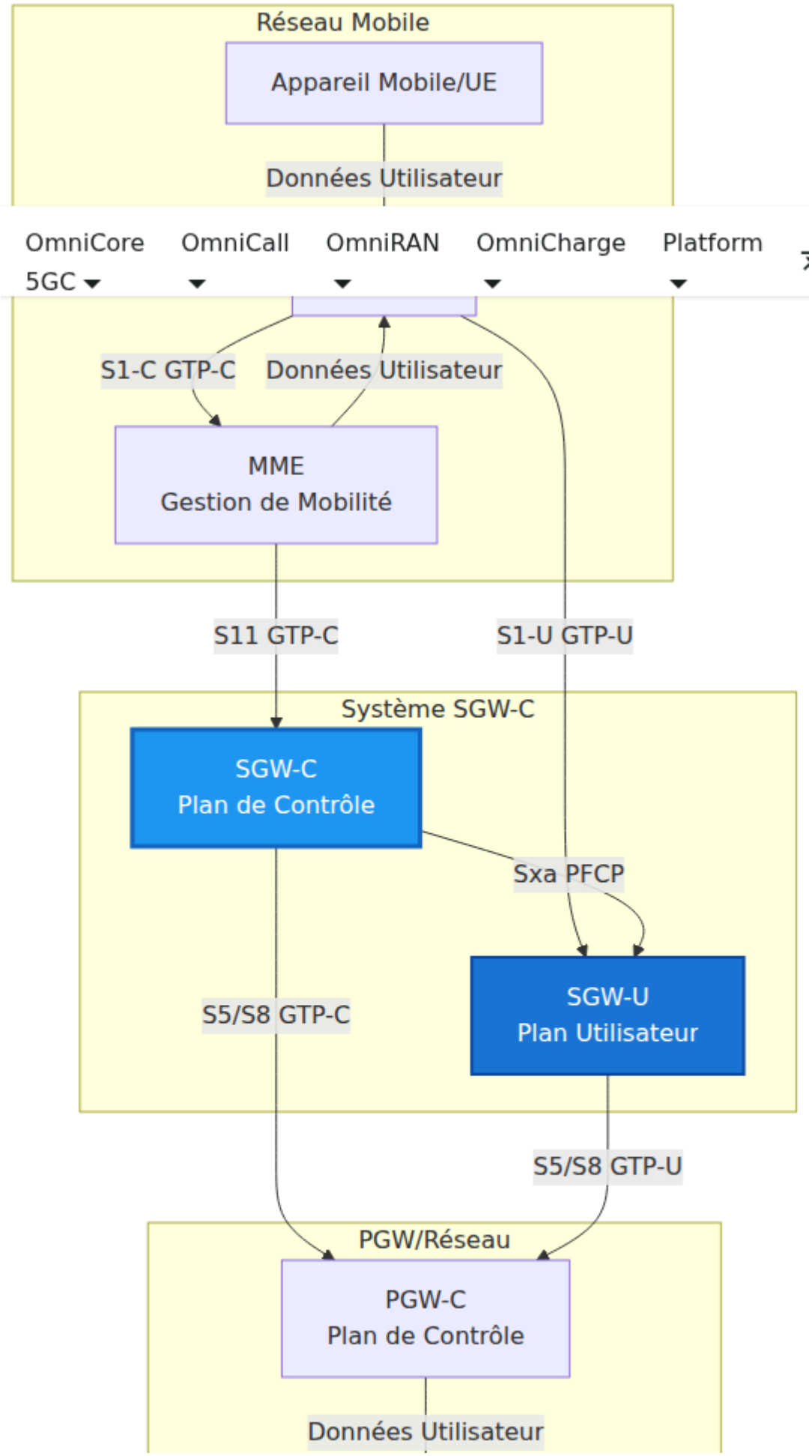
1. Aperçu
2. Architecture
3. Interfaces Réseau
4. Concepts Clés
5. Prise en Main
6. Configuration
7. Interface Web - Tableau de Bord des Opérations en Temps Réel
8. Surveillance & Métriques
9. Documentation Détailée
10. Ressources Supplémentaires

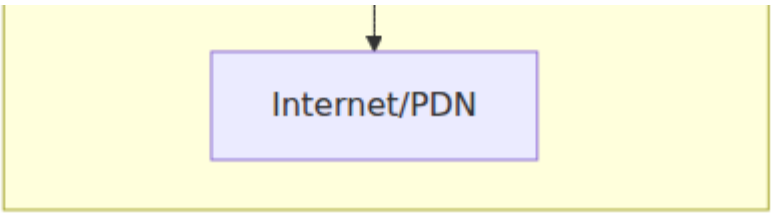
Aperçu

OmniSGW est une implémentation de Passerelle de Service (SGW) haute performance pour les réseaux 3GPP LTE Evolved Packet Core (EPC), développée par Omnitouch Network Services. Il gère les fonctions de mobilité UE et de gestion des porteurs, y compris :

- **Gestion de Session** - Création, modification et terminaison des sessions de données UE (Équipement Utilisateur)

- **Coordination de Mobilité** - Gestion des transferts entre eNodeBs avec transfert de données
- **Gestion des Porteurs** - Création et modification de porteurs dédiés pour différentes exigences de QoS
- **Informations de Facturation** - Suivi des événements de session pour la facturation hors ligne
- **Coordination du Plan Utilisateur** - Contrôle du SGW-U (Plan Utilisateur) pour le transfert de paquets


Réseau Mobile
Appareil Mobile/UE
Données Utilisateur
OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
S1-C GTP-C
Données Utilisateur
MME
Gestion de Mobilité
S11 GTP-C
S1-U GTP-U
Système SGW-C
SGW-C
Plan de Contrôle
Sxa PFCP
SGW-U
Plan Utilisateur
S5/S8 GTP-C
S5/S8 GTP-U
PGW/Réseau
PGW-C
Plan de Contrôle
Données Utilisateur



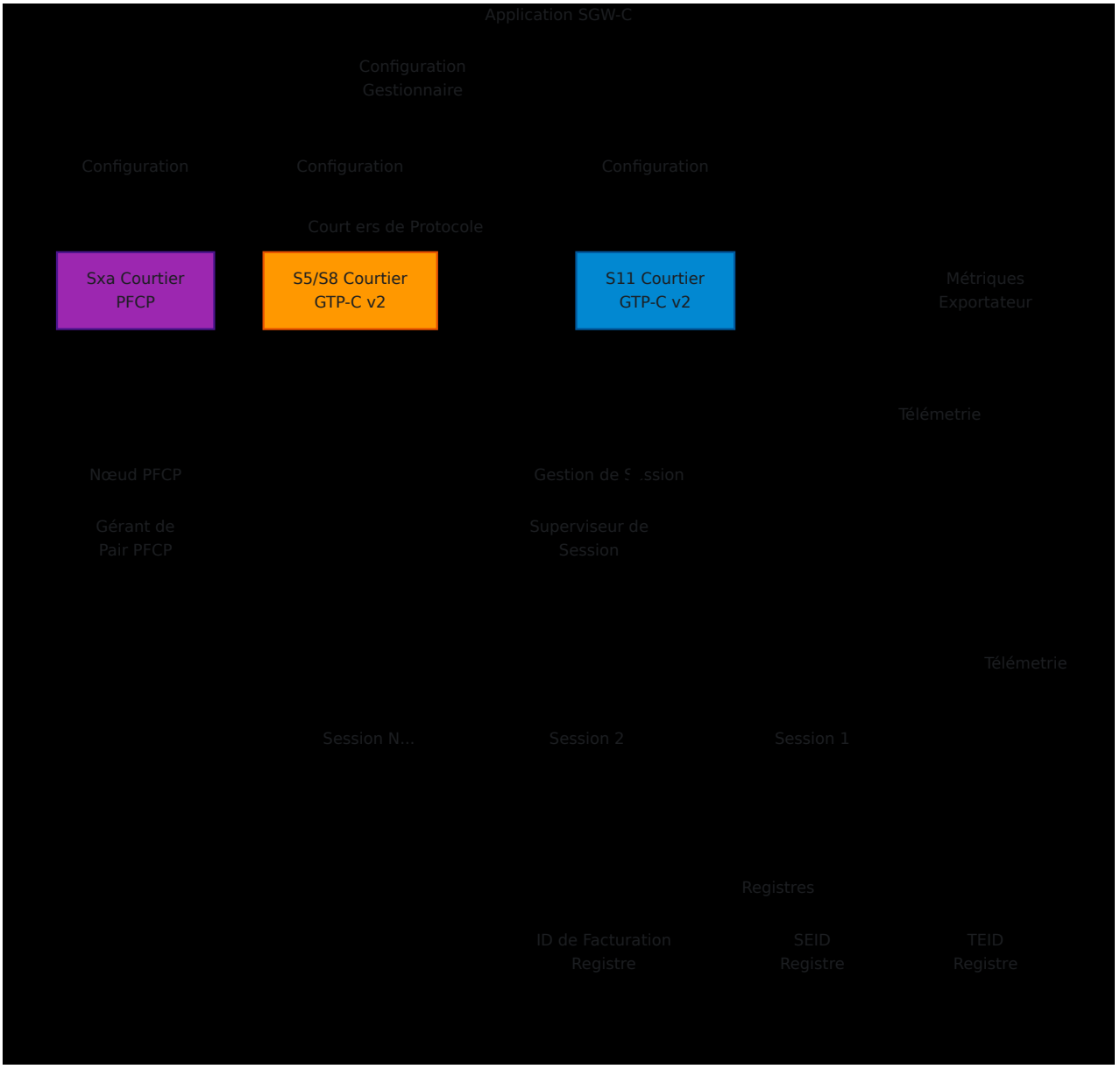
Ce que fait SGW-C

- **Accepte les demandes de session** de MME via l'interface S11 (GTP-C)
- **Coordonne avec PGW-C** pour la connectivité PDN via l'interface S5/S8 (GTP-C)
- **Gère le cycle de vie des porteurs** y compris la création, la modification et la suppression
- **Programme les règles de transfert** dans SGW-U via l'interface Sxa (PFCP)
- **Gère la mobilité UE** en administrant les transferts entre eNodeBs
- **Fournit la pagination des données descendantes** pour les sessions suspendues
- **Suit les informations de facturation** pour les systèmes de facturation hors ligne

---

Architecture

Aperçu des Composants



Architecture des Processus

SGW-C est construit sur Elixir/OTP et utilise une architecture de processus supervisée :

- **Superviseur d'Application** - Superviseur de niveau supérieur gérant tous les composants

- **Courtiers de Protocole** - Gèrent les messages de protocole entrants/sortants (S11, S5/S8, Sxa)
- **Processus de Session** - Un GenServer par session UE active
- **Registres** - Suivent les ressources allouées (TEIDs, SEIDs, IDs de Facturation, etc.)
- **Gestionnaire de Nœud PFCP** - Maintient les associations PFCP avec les pairs SGW-U

Chaque composant est supervisé et redémarrera automatiquement en cas d'échec, garantissant la fiabilité du système.

Les métriques de santé du système en temps réel peuvent être surveillées via la page d'application de l'interface Web :

Interfaces Réseau

SGW-C implémente trois interfaces 3GPP principales :

Interface S11 (GTP-C v2)

Objectif : Signalisation du plan de contrôle entre MME et SGW-C

Protocole : GTP-C Version 2 sur UDP

Messages Clés :

- Demande/Réponse de Création de Session
- Demande/Réponse de Suppression de Session
- Demande/Réponse de Modification de Porteur
- Demande/Réponse de Création de Porteur
- Demande/Réponse de Suppression de Porteur
- Notification/Acknowledgment de Données Descendantes

Configuration : Voir Documentation de l'Interface S11

Interface Sxa (PFCP)

Objectif : Signalisation du plan de contrôle entre SGW-C et SGW-U

Protocole : PFCP (Protocole de Contrôle de Transfert de Paquets) sur UDP

Messages Clés :

- Demande/Réponse de Configuration d'Association
- Demande/Réponse d'Établissement de Session
- Demande/Réponse de Modification de Session
- Demande/Réponse de Suppression de Session
- Demande/Réponse de Rapport de Session
- Demande/Réponse de Heartbeat

Configuration : Voir Documentation de l'Interface PFCP/Sxa

Interface S5/S8 (GTP-C v2)

Objectif : Signalisation du plan de contrôle entre SGW-C et PGW-C pour la connectivité PDN

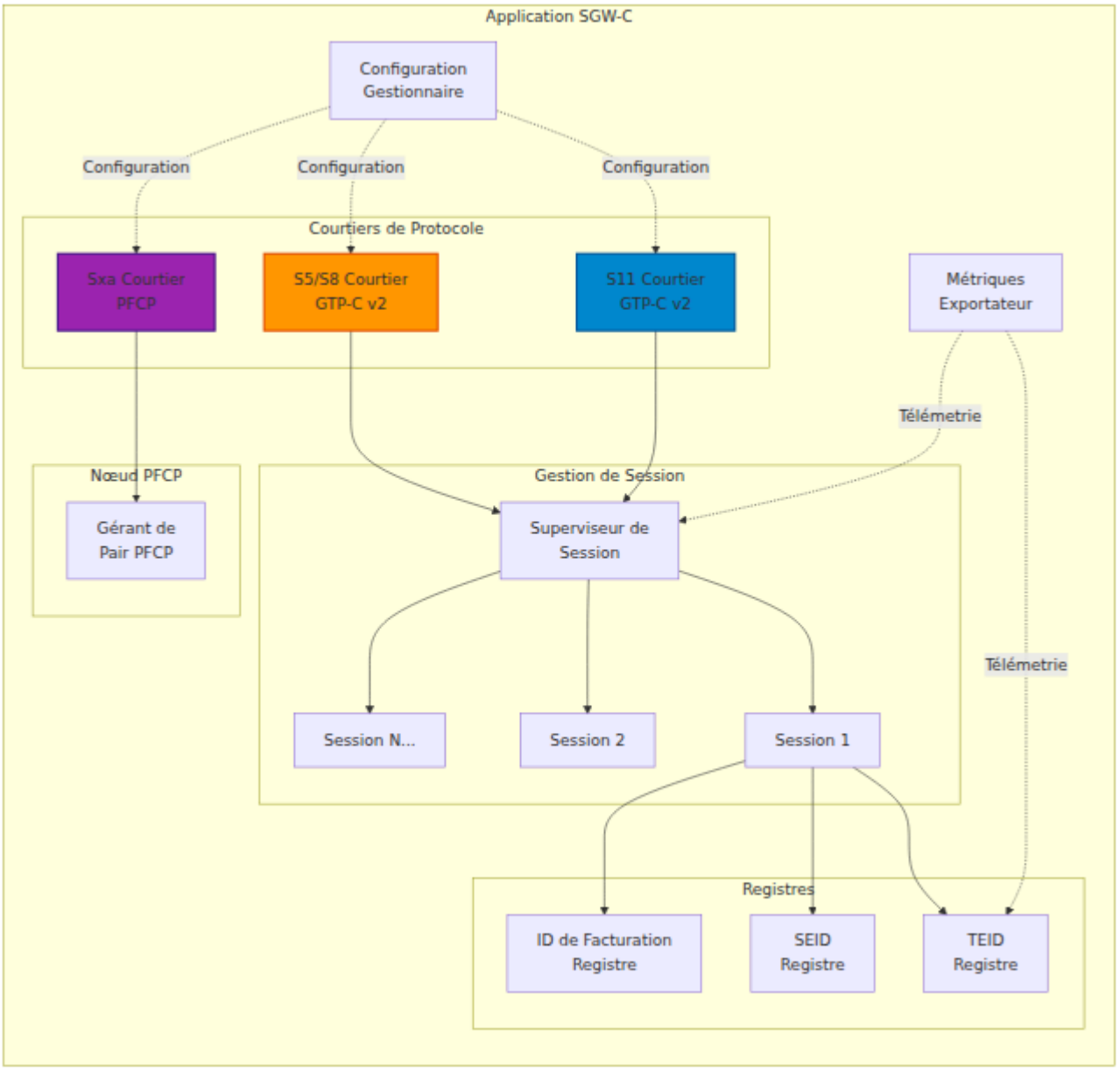
Protocole : GTP-C Version 2 sur UDP

Messages Clés :

- Demande/Réponse de Création de Session
- Demande/Réponse de Suppression de Session

- Demande/Réponse de Modification de Porteur
- Demande/Réponse de Création de Porteur
- Demande/Réponse de Suppression de Porteur

Configuration : Voir Documentation de l'Interface S5/S8



Concepts Clés

Session UE

Une Session UE représente un appareil mobile actif connecté au réseau. Chaque session gère :

- **IMSI** (Identité Internationale de Souscripteur Mobile) - Identifiant unique de l'abonné
- **GUTI** (Identifiant Temporaire Globalement Unique) - Identifiant temporaire de l'UE provenant du MME
- **MSISDN** - Numéro de téléphone mobile
- **TAI** (Identifiant de Zone de Suivi) - Zone de localisation actuelle
- **TEIDs de Session** - Identifiants de point de terminaison de tunnel pour S11 et S5/S8
- **Porteurs Actifs** - Liste des porteurs de données associés

Connexion PDN

Une Connexion PDN (Réseau de Données de Paquets) représente la connexion de données d'un UE à travers un PGW-C spécifique. Chaque session a :

- **APN** (Nom de Point d'Accès) - Identifie le réseau externe
- **ID de Facturation** - Identifiant unique pour la facturation à travers SGW et PGW
- **TEID** (Identifiant de Point de Terminaison de Tunnel) - Identifiant de tunnel de l'interface S5/S8
- **SEID** (Identifiant de Point de Terminaison de Session) - Identifiant de session de l'interface Sxa
- **Porteur par Défaut** - Créé avec chaque connexion PDN
- **Porteurs Dédiés** - Porteurs supplémentaires pour des besoins spécifiques de QoS

Contexte de Porteur

Un porteur représente un flux de trafic avec des caractéristiques de QoS spécifiques :

- **Porteur par Défaut** - Créé avec chaque connexion PDN pour le trafic en mode meilleur effort
- **Porteurs Dédiés** - Porteurs supplémentaires pour des exigences de service spécifiques (voix, vidéo, etc.)
- **EBI** (Identifiant de Porteur EPS) - Identifiant unique pour chaque porteur au sein d'une session
- **Paramètres de QoS** - QCI (Identifiant de Classe de QoS), ARP (Priorité d'Allocation et de Conservation), débits (MBR, GBR)

Règles PFCP

Le SGW-C programme le SGW-U avec des règles de traitement de paquets :

- **PDR** (Règle de Détection de Paquet) - Correspond aux paquets (montant/descendant)
- **FAR** (Règle d'Action de Transfert) - Spécifie le comportement de transfert
- **QER** (Règle d'Application de QoS) - Applique des limites de débit
- **BAR** (Règle d'Action de Mise en Tampon) - Contrôle la mise en tampon des paquets lors des transferts

Voir Documentation de l'Interface Sxa pour plus de détails.

Mobilité & Transfert

SGW-C prend en charge la mobilité UE à travers les eNodeBs :

- **Transfert Intra-MME** - Transfert au sein du même MME (pas de changement de SGW)
- **Transfert Inter-MME** - Transfert entre MMEs avec relocalisation de SGW
- **Transfert de Données** - Mise en tampon et transfert de données pendant le transfert

- **Mise à Jour de Zone de Suivi** - Réenregistrement de l'UE lors du déplacement entre les zones

---

Prise en Main

Prérequis

- Elixir ~1.16
- Erlang/OTP 26+
- Connectivité réseau vers MME, SGW-U et PGW-C
- Compréhension de l'architecture EPC LTE

Vérification de l'Opération

Vérifiez les journaux pour un démarrage réussi :

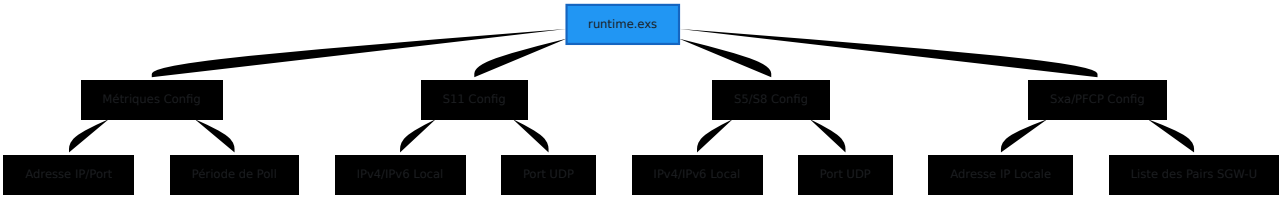
```
[info] Démarrage d'OmniSGW...
[info] Démarrage de l'Exportateur de Métriques sur
127.0.0.40:42068
[info] Démarrage du Courtier S11 sur 127.0.0.10
[info] Démarrage du Courtier S5/S8 sur 127.0.0.15
[info] Démarrage du Courtier Sxa sur 127.0.0.20
[info] Démarrage du Gestionnaire de Nœud PFCP
[info] OmniSGW démarré avec succès
```

Accédez aux métriques à `http://127.0.0.40:42068/metrics` (adresse configurée).

Configuration

Toute la configuration d'exécution est définie dans `config/runtime.exs`. La configuration est structurée en plusieurs sections :

Aperçu de la Configuration



Référence Rapide de Configuration

Section	Objectif	Documentation
metrics	Exportateur de métriques Prometheus	Guide de Surveillance
s11	Interface GTP-C vers MME	Configuration S11
s5s8	Interface GTP-C vers PGW-C	Configuration S5/S8
sxa	Interface PFCP vers SGW-U	Configuration Sxa

Voir le Guide de Configuration Complet pour des informations détaillées.

Interface Web - Tableau de Bord des Opérations en Temps Réel

OmniSGW inclut une **Interface Web** intégrée pour la surveillance et les opérations en temps réel, fournissant une visibilité instantanée sur l'état du système sans avoir besoin d'outils en ligne de commande ou de requêtes de métriques.

Accès à l'Interface Web

```
http://<omnisgw-ip>:<web-port>/
```

Pages Disponibles :

Page	URL	Objectif	Taux de Rafraîchissement
Sessions UE	`/ue_sessions`	Voir toutes les sessions UE actives et les porteurs	2 secondes
Sessions PFCP	`/pfcp_sessions`	Voir les sessions PFCP avec SGW-U	2 secondes
État SGW-U	`/sgwu_status`	Surveiller les associations de pairs PFCP	2 secondes
Journaux	`/logs`	Streaming de journaux en temps réel	En direct

Fonctionnalités Clés

Mises à Jour en Temps Réel :

- Toutes les pages se rafraîchissent automatiquement (pas besoin de rechargement manuel)
- Streaming de données en direct des processus OmniSGW
- Indicateurs de statut codés par couleur (vert/rouge)

Recherche & Filtre :

- Rechercher des sessions par IMSI, GUTI, numéro de téléphone
- Filtrage instantané sans rechargement de page

Détails Expandables :

- Cliquez sur n'importe quelle ligne pour voir les détails complets de la session
- Inspectez tous les porteurs actifs et leurs paramètres de QoS
- Voir la configuration et les capacités des pairs

Aucune Authentification Requise (Utilisation Interne) :

- Accès direct depuis le réseau de gestion
- Conçu pour l'utilisation de l'équipe NOC/opérations
- Lier uniquement à l'IP de gestion pour la sécurité

Flux de Travail Opérationnels

Dépannage de Session :

```
1. L'utilisateur signale un problème de connectivité
2. Ouvrir la page des Sessions UE
3. Rechercher par IMSI ou numéro de téléphone
4. Vérifier que la session existe et a le bon :
   - Zone de Suivi
   - Porteurs actifs et leur QoS
   - Points de terminaison de tunnel établis
   - Association PGW-C correcte
5. Si aucune session trouvée → Vérifier les journaux pour la
raison de rejet
```

Vérification de la Santé du Système :

```
1. Ouvrir la page État SGW-U → Vérifier que tous les pairs SGW-U
sont "Associés"
2. Ouvrir les Sessions UE → Vérifier le nombre de sessions actives
par rapport à la capacité
3. Surveiller la distribution des porteurs à travers les APNs
```

Surveillance de la Capacité :

- Jeter un œil au nombre de Sessions UE
- Comparer à la capacité sous licence/attendue

- Identifier les pics d'utilisation
- Surveiller la distribution par type de service

Interface Web vs. Métriques

Utilisez l'Interface Web pour :

- Détails individuels de session et de porteur
- État des pairs en temps réel
- Vérifications de santé rapides
- Dépannage d'utilisateurs spécifiques
- Vérification de la configuration

Utilisez les Métriques Prometheus pour :

- Tendances historiques
- Alertes et notifications
- Graphiques de planification de capacité
- Analyse de performance
- Surveillance à long terme

Meilleure Pratique : Utilisez les deux ensemble - Interface Web pour les opérations immédiates, Prometheus pour les tendances et alertes.

Surveillance & Métriques

En plus de l'Interface Web, OmniSGW expose des métriques compatibles avec Prometheus pour la surveillance :

Métriques Disponibles

- **Métriques de Session**
  - `teid_registry_count` - TEIDs S11/S5S8 actifs
  - `seid_registry_count` - Sessions PFCP actives

    - `charging_id_registry_count` - IDs de facturation actifs
    - `active_ue_sessions` - Total des sessions UE actives
    - `active_bearers` - Total des porteurs actifs à travers toutes les sessions

- **Métriques de Message**
    - `s11_inbound_messages_total` - Messages GTP-C reçus sur S11
    - `s5s8_inbound_messages_total` - Messages GTP-C reçus sur S5/S8
    - `sxa_inbound_messages_total` - Messages PFCP reçus
    - Durées de traitement des messages

- **Métriques d'Erreur**
    - `s11_inbound_errors_total` - Erreurs de protocole S11
    - `s5s8_inbound_errors_total` - Erreurs de protocole S5/S8
    - `sxa_inbound_errors_total` - Erreurs de protocole Sxa

Accès aux Métriques

Les métriques sont exposées via HTTP à l'endpoint configuré :

```
curl http://127.0.0.40:42068/metrics
```

Voir Guide de Surveillance & Métriques pour la configuration du tableau de bord et des alertes.

Documentation Détailée

Cette section fournit un aperçu complet de toute la documentation d'OmniSGW. Les documents sont organisés par sujet et cas d'utilisation.

Structure de la Documentation

```
Documentation OmniSGW
├── OPERATIONS.md (Ce Guide)
│
└── docs/
    ├── Configuration & Mise en Place
    │   ├── configuration.md          Référence complète de
runtime.exs
    │
    ├── Interfaces Réseau
    │   ├── sxa-interface.md          Interface Sxa/PFCP
(communication SGW-U)
    │   ├── s11-interface.md          Interface S11 (communication
MME)
    │   └── s5s8-interface.md         Interface S5/S8
(communication PGW-C)
    │
    └── Opérations
        ├── session-management.md     Cycle de vie de la session
UE
        ├── bearer-management.md      Opérations sur les porteurs
        ├── cdr-format.md             Formats des enregistrements
de facturation hors ligne
        └── monitoring.md             Métriques Prometheus &
alertes
```

Documentation par Sujet

🚀 Prise en Main

Document	Description	Objectif
OPERATIONS.md	Guide principal des opérations (ce document)	Aperçu et démarrage rapide

⚙️ Configuration

Document	Description
configuration.md	Référence complète de la configuration runtime.exs

□ Interfaces Réseau

Document	Description
sxa-interface.md	Interface PFCP/Sxa vers SGW-U
s11-interface.md	Interface GTP-C S11 vers MME
s5s8-interface.md	Interface GTP-C S5/S8 vers PGW-C

□ Opérations & Surveillance

Document	Description
session-management.md	Cycle de vie et opérations de session UE
bearer-management.md	Création, modification, suppression de porteurs
cdr-format.md	Format des données d'enregistrement de facturation hors ligne
monitoring.md	Métriques Prometheus, tableaux de bord Grafana, alertes

Chemins de Lecture

Pour les Opérateurs Réseau

1. OPERATIONS.md - Aperçu (ce document)

2. configuration.md - Mise en place
3. monitoring.md - Surveillance
4. session-management.md - Opérations quotidiennes

Pour les Ingénieurs Réseau

1. OPERATIONS.md - Aperçu de l'architecture (ce document)
2. sxa-interface.md - Contrôle du plan utilisateur
3. s11-interface.md - Gestion mobile
4. s5s8-interface.md - Connectivité PDN
5. session-management.md - Cycle de vie de la session
6. bearer-management.md - Opérations sur les porteurs

Pour la Configuration & le Déploiement

1. configuration.md - Référence complète
2. monitoring.md - Configurer la surveillance

Ressources Supplémentaires

Spécifications 3GPP

Spécification	Titre
TS 29.274	GTP-C v2 (Interfaces S11 et S5/S8)
TS 29.244	PFCP (Interface Sxa)
TS 32.251	Facturation du domaine de Paquets
TS 32.298	Encodage CDR
TS 23.401	Architecture EPC

Format du Dossier de Données de Facturation (CDR)

Facturation Hors Ligne pour SGW-C

OmniSGW par Omnitouch Network Services

Table des Matières

1. Aperçu
2. Format de Fichier CDR
3. Champs CDR
4. Événements CDR
5. Structure de Fichier
6. Configuration
7. Flux de Génération CDR
8. Détails des Champs
9. Exemples
10. Intégration

Aperçu

Le **format CDR (Dossier de Données de Facturation)** fournit des capacités de facturation hors ligne pour le Plan de Contrôle de la Passerelle de Service (SGW-C). Les CDR sont générés pour enregistrer les événements de session de porteur, l'utilisation des données et les informations sur les abonnés à des fins de facturation et d'analyse.

Ce format commun est compatible avec les CDR PGW-C, garantissant la cohérence des enregistrements de facturation à travers l'infrastructure EPC.

Caractéristiques Clés

- **Format basé sur CSV** - Valeurs séparées par des virgules simples et lisibles par l'homme
- **Enregistrement basé sur des événements** - Capture les événements de début, de mise à jour et de fin de porteur
- **Mesure de volume** - Enregistre l'utilisation des données en amont et en aval
- **Rotation automatique** - Rotation de fichier configurable basée sur des intervalles de temps
- **Conforme à 3GPP** - Suit 3GPP TS 32.251 (facturation du domaine PS) et TS 32.298 (encodage CDR)

Cas d'Utilisation

Cas d'Utilisation	Description
Facturation Hors Ligne	Générer des CDR pour la facturation postpayée
Analyse	Analyser les modèles d'utilisation des abonnés
Piste de Vérification	Suivre tous les événements de session de porteur
Planification de Capacité	Surveiller l'utilisation des ressources réseau
Dépannage	Déboguer les problèmes de session et de porteur

Format de Fichier CDR

Convention de Nommage de Fichier

```
<epoch_timestamp>
```

Exemple :

```
1726598022
```

Le nom du fichier est le timestamp Unix epoch (en secondes) du moment où le fichier a été créé.

Emplacement du Fichier

Répertoire par défaut :

- SGW-C : `/var/log/sgw_c/cdrs/`

Configuré via le paramètre `directory` dans la configuration du rapporteur CDR.

En-tête de Fichier

Chaque fichier CDR commence par un en-tête multi-lignes contenant des métadonnées :

```
# Fichier CDR de Données :
# Heure de Début du Fichier : HH:MM:SS (unix_timestamp)
# Heure de Fin du Fichier : HH:MM:SS (unix_timestamp)
# Nom de la Passerelle : <gateway_name>
#
epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,eci
```

Champs d'En-tête :

- **Heure de Début du Fichier** - Quand le fichier CDR a été créé (lisible par l'homme et timestamp Unix)
- **Heure de Fin du Fichier** - Quand la rotation de fichier aura lieu (lisible par l'homme et timestamp Unix)
- **Nom de la Passerelle** - Identifiant pour l'instance SGW-C
- **En-têtes de Colonne** - Noms de champs CSV pour les enregistrements de données

---

Champs CDR

Résumé des Champs

Position	Nom du Champ	Type	Description
0	epoch	entier	Timestamp de l'événement (secondes Unix epoch)
1	imsi	chaîne	Identité Internationale de l'Abonné Mobile
2	event	chaîne	Type d'événement CDR (par exemple, "default_bearer_start")
3	charging_id	entier	Identifiant de facturation unique pour le porteur
4	msisdn	chaîne	Numéro ISDN de la Station Mobile (numéro de téléphone)
5	ue_imei	chaîne	Identité Internationale de l'Équipement Mobile
6	timezone_raw	chaîne	Fuseau horaire UE (réservé, actuellement vide)
7	plmn	entier	Identifiant du Réseau Mobile Terrestre Public
8	tac	entier	Code de Zone de Suivi
9	eci	entier	Identifiant de Cellule E-UTRAN

Position	Nom du Champ	Type	Description
10	sgw_ip	chaîne	Adresse IP du Plan de Contrôle S5/S8 de SGW-C
11	ue_ip	chaîne	Adresse IP de l'UE (format IPv4
12	pgw_ip	chaîne	Adresse IP du Plan de Contrôle S5/S8 de PGW-C
13	apn	chaîne	Nom de Point d'Accès
14	qci	entier	Identifiant de Classe QoS
15	octets_in	entier	Volume de données en aval (octets)
16	octets_out	entier	Volume de données en amont (octets)

Événements CDR

Types d'Événements

Les CDR sont générés pour trois types d'événements :

Type d'Événement	Format	Description	Quand Généré
Début de Porteur	`<type>_bearer_start`	Établissement du porteur	Réponse de Création de Session envoyée
Mise à Jour de Porteur	`<type>_bearer_update`	Rapport d'utilisation pendant la session	Rapports d'utilisation périodiques du plan utilisateur
Fin de Porteur	`<type>_bearer_end`	Terminaison du porteur	Demande/Répons de Suppression d Session

Types de Porteurs :

- `default` - Porteur par défaut (un par connexion PDN)
- `dedicated` - Porteur dédié (zéro ou plusieurs par connexion PDN)

Exemples d'Événements

```
default_bearer_start      - Porteur par défaut établi
default_bearer_update     - Mise à jour de l'utilisation du
porteur par défaut
default_bearer_end        - Porteur par défaut terminé
dedicated_bearer_start    - Porteur dédié établi
dedicated_bearer_update   - Mise à jour de l'utilisation du
porteur dédié
dedicated_bearer_end      - Porteur dédié terminé
```

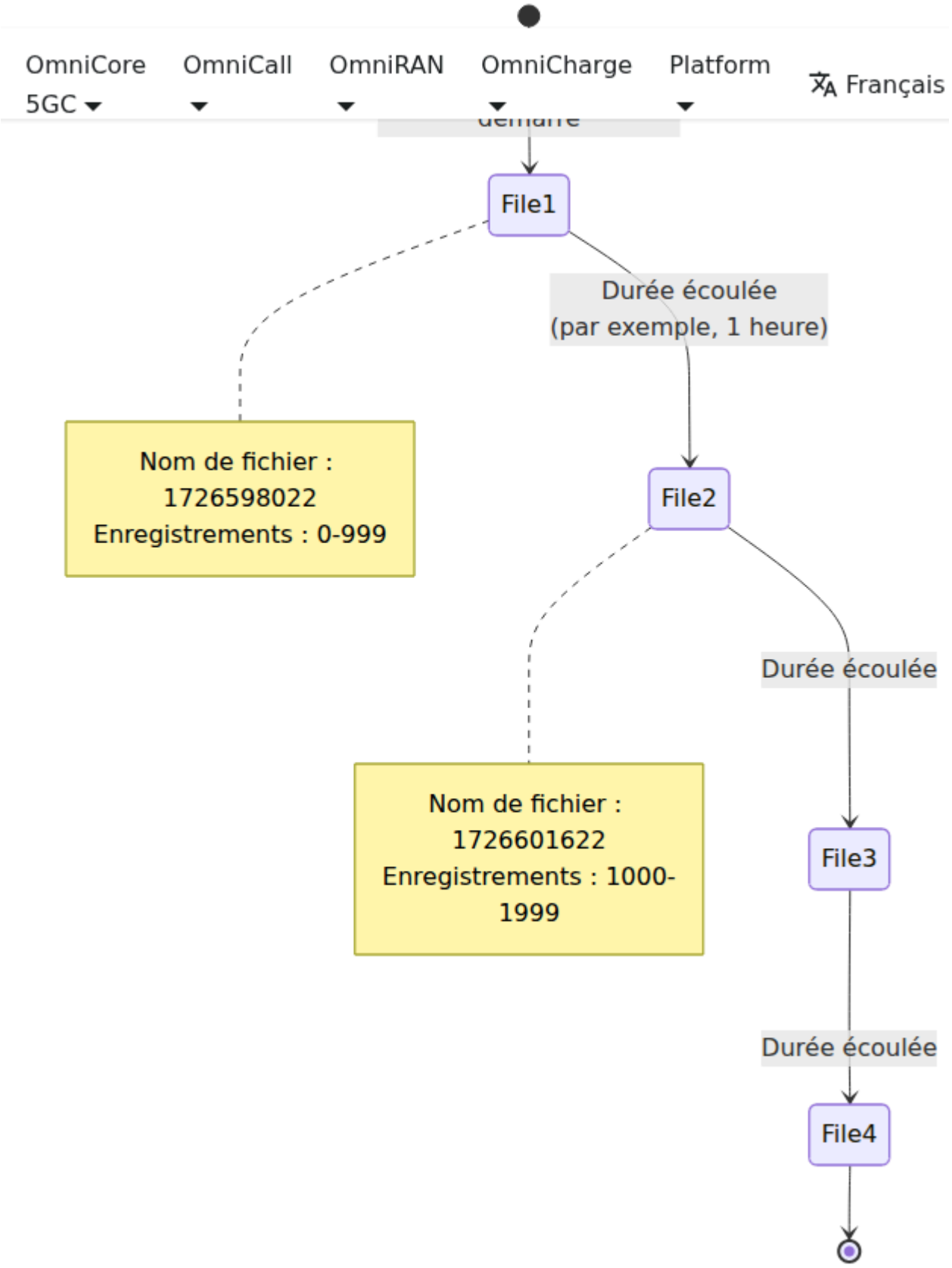
Structure de Fichier

Exemple de Fichier CDR

```
# Fichier CDR de Données :
# Heure de Début du Fichier : 18:53:42 (1726598022)
# Heure de Fin du Fichier : 19:53:42 (1726601622)
# Nom de la Passerelle : sgw-c-prod-01
# epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,e
1726598022,310260123456789,default_bearer_start,12345,15551234567,123
1726598322,310260123456789,default_bearer_update,12345,15551234567,12
1726598622,310260123456789,default_bearer_update,12345,15551234567,12
1726598922,310260123456789,default_bearer_end,12345,15551234567,12345
```

Rotation de Fichier

Les fichiers CDR sont automatiquement tournés en fonction de la durée configurée :



Processus de Rotation :

1. Fermer le fichier CDR actuel
2. Créer un nouveau fichier avec le timestamp actuel

3. Écrire l'en-tête dans le nouveau fichier
4. Continuer à enregistrer les CDR dans le nouveau fichier

Configuration

Paramètres de Configuration

Paramètre	Type	Description	Par Défaut	Recommandé
`gateway_name`	chaîne	Identifiant de l'instance SGW-C	-	Utiliser le nom d'hôte ou l'ID de l'instance
`duration`	entier	Intervalle de rotation de fichier (ms)	-	3600000 (1 heure)
`directory`	chaîne	Chemin du répertoire de sortie CDR	-	`/var/log/sgw_c/cdrs`

Exemples de Configuration

Production :

- **gateway_name :** "sgw-c-prod-01"
- **duration :** 3 600 000 ms (rotation de 1 heure)
- **directory :** "/var/log/sgw_c/cdrs"

Développement :

- **gateway_name :** "sgw-c-dev"
- **duration :** 300 000 ms (rotation de 5 minutes pour les tests)

- **directory :** "/tmp/sgw_c_cdrs"

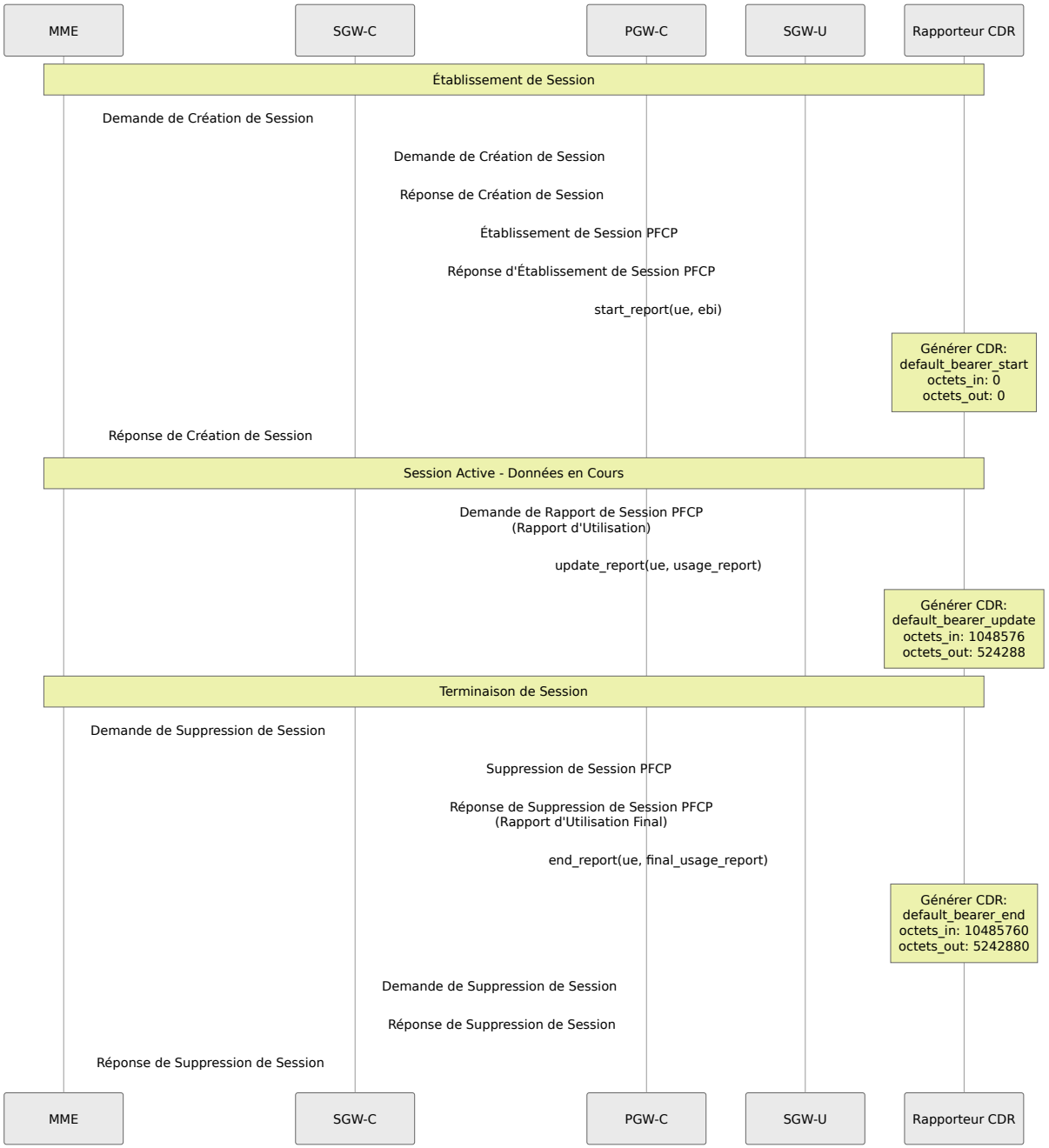
Haut Volume :

- **gateway_name :** "sgw-c-prod-heavy"
- **duration :** 1 800 000 ms (rotation de 30 minutes)
- **directory :** "/mnt/fast-storage/cdrs"

Flux de Génération CDR

Événements CDR du Cycle de Vie du Porteur

Génération CDR SGW-C :



Événements de Génération CDR

1. Début de Porteur :

- **Quand :** La Réponse de Création de Session est envoyée
- **But :** Enregistre l'établissement du porteur avec une utilisation nulle
- **octets_in :** 0
- **octets_out :** 0

2. Mise à Jour de Porteur :

- **Quand :** Demande de Rapport de Session PFCP reçue du plan utilisateur
- **But :** Enregistre l'utilisation des données incrémentales
- **octets_in :** Octets en aval cumulés depuis le début du porteur
- **octets_out :** Octets en amont cumulés depuis le début du porteur

3. Fin de Porteur :

- **Quand :** Réponse de Suppression de Session PFCP reçue (avec utilisation finale)
- **But :** Enregistre l'utilisation finale des données avant la terminaison de la session
- **octets_in :** Octets en aval totaux finaux
- **octets_out :** Octets en amont totaux finaux

Détails des Champs

1. epoch (Timestamp)

Type : Timestamp Unix epoch (secondes)

Description : Le moment où l'événement CDR a eu lieu

Exemple :

```
1726598022  → 2025-09-17 18:53:42 UTC
```

---

2. imsi (Identité de l'Abonné)

Type : Chaîne (jusqu'à 15 chiffres)

Format : MCCMNC + MSIN

Description : Identité Internationale de l'Abonné Mobile identifiant de manière unique l'abonné

Exemple :

```
310260123456789
  └─┬─┘└─┬─┘└───────┬───┘
   MCC  MNC     MSIN
   (310)(260) (123456789)
```

Source : Contexte UE, reçu dans la Demande de Création de Session

---

3. event (Type d'Événement CDR)

Type : Chaîne

Format : `<bearer_type>_bearer_<event>`

Valeurs :

- `default_bearer_start`
- `default_bearer_update`
- `default_bearer_end`
- `dedicated_bearer_start`
- `dedicated_bearer_update`
- `dedicated_bearer_end`

Détermination :

- Si EBI (EPS Bearer ID) est égal à LBI (Linked Bearer ID) : `default`
- Si EBI n'est pas égal à LBI : `dedicated`

Source : Contexte de porteur (comparaison EBI vs LBI)

---

4. charging_id (Identifiant de Facturation)

Type : Entier non signé 32 bits

Description : Identifiant unique pour la corrélation de facturation à travers les éléments du réseau

Exemple :

```
12345
```

Source : Assigné par PGW-C, reçu dans la Réponse de Création de Session

Utilisation :

- Corrèle les événements de facturation à travers SGW et PGW
- Utilisé dans les interfaces de facturation Diameter Gy/Gz
- Unique par porteur

---

5. msisdn (Numéro de Téléphone)

Type : Chaîne (format E.164)

Description : Numéro ISDN de la Station Mobile (numéro de téléphone de l'abonné)

Format : Code pays + numéro national

Exemple :

```
15551234567
 └┬┘└────┬────┘
  CC  National
  (1) (5551234567)
```

Source : Contexte UE, typiquement de l'HSS via MME

---

6. ue_imei (Identité de l'Équipement)

Type : Chaîne (15 chiffres)

Format : TAC (8) + SNR (6) + Spare (1)

Description : Identité Internationale de l'Équipement Mobile (identifiant de l'appareil)

Exemple :

```
123456789012345
└────────┘└────┘└
    TAC    SNR S
```

Source : Contexte UE, reçu de MME

---

7. timezone_raw (Fuseau Horaire UE)

Type : Chaîne (actuellement réservée/vide)

Description : Champ réservé pour les informations de fuseau horaire de l'UE

Statut Actuel : Non peuplé (champ vide dans le CSV)

Utilisation Future : Peut inclure le décalage horaire et le drapeau d'heure d'été

Exemple :

```
,  (champ vide)
```

---

8. plmn (Identifiant du Réseau)

Type : Entier (format hérité)

Description : Identifiant du Réseau Mobile Terrestre Public encodé en hexadécimal little-endian

Processus d'Encodage :

```
MCC: 505, MNC: 57
  ↓
"50557"
  ↓
Échanger les paires : "055570"
  ↓
Hex à décimal : 0x055570 = 349552
```

Exemple :

```
349552  → MCC: 505, MNC: 57
```

Source : Informations de localisation UE de MME

Remarque : C'est un format d'encodage hérité pour la compatibilité ascendante

---

9. tac (Code de Zone de Suivi)

Type : Entier non signé 16 bits

Description : Le Code de Zone de Suivi identifie la zone de suivi où se trouve l'UE

Plage : 0 - 65535

Exemple :

```
1234
```

Source : Informations de localisation UE, reçues de MME dans la Demande de Création de Session

Utilisation :

- Identifie la zone de gestion de mobilité
- Utilisé pour la pagination et les mises à jour de localisation
- Partie de TAI (Identité de Zone de Suivi)

---

10. eci (Identifiant de Cellule E-UTRAN)

Type : Entier non signé 28 bits

Description : L'Identifiant de Cellule E-UTRAN identifie de manière unique la cellule servant l'UE

Format : ID eNodeB (20 bits) + ID de Cellule (8 bits)

Plage : 0 - 268,435,455

Exemple :

```
5678
```

Source : Informations de localisation UE de MME

Utilisation :

- Identifie une tour de cellule spécifique et un secteur
- Utilisé pour le transfert et la gestion de mobilité
- Informations de localisation granulaires

---

11. sgw_ip (IP du Plan de Contrôle SGW)

Type : Chaîne (adresse IPv4 ou IPv6)

Description : Adresse IP du Plan de Contrôle S5/S8 de SGW-C (F-TEID)

Format : Décimal pointé (IPv4) ou hexadécimal par deux-points (IPv6)

Exemple :

```
10.0.0.15       (IPv4)
2001:db8::15    (IPv6)
```

Source : Configuration locale, assignée à l'interface S5/S8

---

12. ue_ip (Adresse IP de l'UE)

Type : Chaîne (format IPv4|IPv6)

Description : Adresse IP assignée à l'UE pour la connexion PDN

Format : `<ipv4>|<ipv6>`

Exemples :

```
172.16.1.100|                       (IPv4 uniquement)
|2001:db8::1                        (IPv6 uniquement)
172.16.1.100|2001:db8::1          (Double pile)
```

Source : Allocation d'Adresse PDN (PAA) de PGW-C

Remarques :

- IPv4 vide : Aucune adresse IPv4 allouée
- IPv6 vide : Aucune adresse IPv6 allouée
- Les deux présents : Connexion PDN à double pile

---

13. pgw_ip (IP du Plan de Contrôle PGW)

Type : Chaîne (adresse IPv4 ou IPv6)

Description : Adresse IP du Plan de Contrôle S5/S8 de PGW-C (F-TEID distant)

Format : Décimal pointé (IPv4) ou hexadécimal par deux-points (IPv6)

Exemple :

```
10.0.0.20       (IPv4)
2001:db8::20    (IPv6)
```

Source : Reçu dans la Réponse de Création de Session de PGW-C

---

14. apn (Nom de Point d'Accès)

Type : Chaîne (jusqu'à 100 caractères)

Description : Nom de Point d'Accès identifiant le réseau externe (PDN)

Format : Format d'étiquette semblable à DNS

Exemples :

```
internet
ims
mms
enterprise.corporate
```

Source : Reçu dans la Demande de Création de Session de MME

Utilisation :

- Détermine à quel réseau externe se connecter
- Conduit les règles de politique et de facturation
- Peut déterminer le pool d'adresses IP

---

15. qci (Identifiant de Classe QoS)

Type : Entier non signé 8 bits

Description : L'Identifiant de Classe QoS définit la qualité de service du porteur

Plage : 1 - 9 (normalisé), 128-254 (spécifique à l'opérateur)

Valeurs QCI Normalisées :

QCI	Type de Ressource	Priorité	Délai de Paquet	Perte de Paquet	Service Exemple
1	GBR	2	100 ms	10^-2	Voix Conversationnelle
2	GBR	4	150 ms	10^-3	Vidéo Conversationnelle
3	GBR	3	50 ms	10^-3	Jeux en Temps Réel
4	GBR	5	300 ms	10^-6	Vidéo Non Conversationnelle
5	Non-GBR	1	100 ms	10^-6	Signalisation IMS
6	Non-GBR	6	300 ms	10^-6	Vidéo (tamponnée)
7	Non-GBR	7	100 ms	10^-3	Voix, Vidéo, Jeux
8	Non-GBR	8	300 ms	10^-6	Vidéo (tamponnée)
9	Non-GBR	9	300 ms	10^-6	Porteur par Défaut

Exemple :

```
9  → Porteur par défaut (meilleur effort)
```

Source : Paramètres QoS de porteur de PGW-C

---

16. octets_in (Volume en Aval)

Type : Entier non signé 64 bits

Description : Nombre d'octets transmis dans la direction aval (réseau → UE)

Unités : Octets

Exemple :

```
1048576  → 1 Mo en aval
```

Source : Mesure de Volume PFCP de SGW-U

Remarques :

- Cumulatif pour les événements `update`
- Total final pour les événements `end`
- Toujours 0 pour les événements `start`

---

17. octets_out (Volume en Amont)

Type : Entier non signé 64 bits

Description : Nombre d'octets transmis dans la direction amont (UE → réseau)

Unités : Octets

Exemple :

```
524288  → 512 Ko en amont
```

Source : Mesure de Volume PFCP de SGW-U

Remarques :

- Cumulatif pour les événements `update`
- Total final pour les événements `end`
- Toujours 0 pour les événements `start`

Exemples

Exemple 1 : Session de Base avec Mise à Jour Unique

Chronologie :

1. Porteur établi
2. 5 minutes plus tard : Mise à jour d'utilisation (10 Mo en aval, 5 Mo en amont)
3. Session terminée

Sortie CDR :

```
# Fichier CDR de Données :
# Heure de Début du Fichier : 10:00:00 (1726570800)
# Heure de Fin du Fichier : 11:00:00 (1726574400)
# Nom de la Passerelle : sgw-c-01
# epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,e
1726570800,310260111111111,default_bearer_start,10001,15551111111,111
1726571100,310260111111111,default_bearer_update,10001,15551111111,11
1726571400,310260111111111,default_bearer_end,10001,15551111111,11111
```

Exemple 2 : Session à Double Pile avec Plusieurs Mises à Jour

Chronologie :

1. Porteur à double pile établi (IPv4 + IPv6)
2. Plusieurs mises à jour d'utilisation
3. Session terminée

Sortie CDR :

```
1726570800,310260222222222,default_bearer_start,10002,15552222222,222
1726571100,310260222222222,default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726571400,310260222222222,default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726571700,310260222222222,default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726572000,310260222222222,default_bearer_end,10002,15552222222,22222
```

Exemple 3 : Session avec Porteur Dédié

Chronologie :

1. Porteur par défaut établi (QCI 9)
2. Porteur dédié créé pour la vidéo (QCI 6)
3. Mises à jour d'utilisation pour les deux porteurs
4. Porteur dédié supprimé
5. Porteur par défaut terminé

Sortie CDR :

```
1726570800,310260333333333,default_bearer_start,10003,15553333333,333
1726571100,310260333333333,dedicated_bearer_start,10004,15553333333,3
1726571400,310260333333333,default_bearer_update,10003,15553333333,33
1726571400,310260333333333,dedicated_bearer_update,10004,15553333333,
1726571700,310260333333333,dedicated_bearer_end,10004,15553333333,333
1726572000,310260333333333,default_bearer_end,10003,15553333333,33333
```

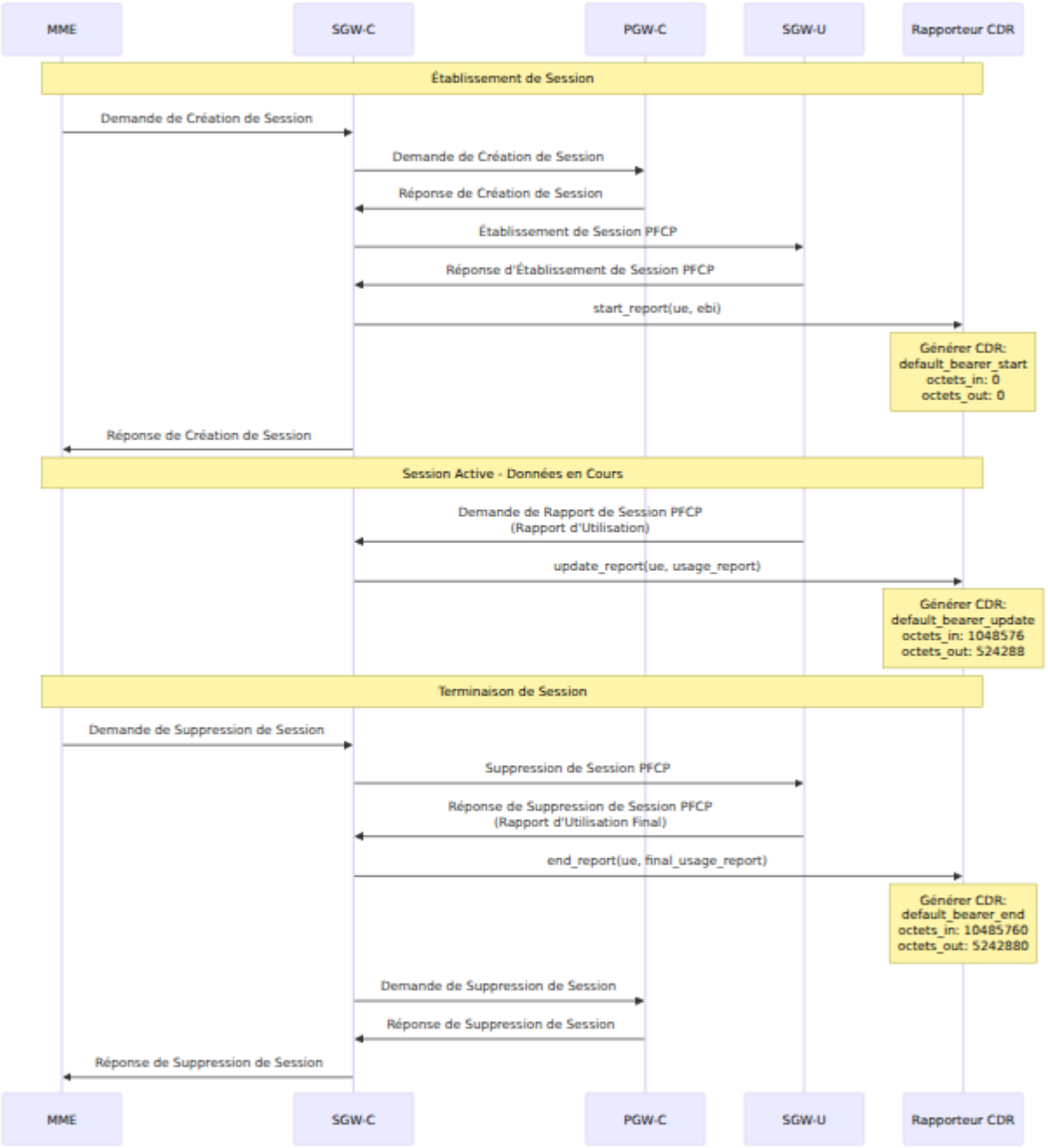
Analyse :

- Le porteur par défaut (10003) transporte le trafic de fond (10 Mo en aval, 4 Mo en amont)
- Le porteur dédié (10004) transporte le trafic vidéo (200 Mo en aval, 2 Mo en amont)
- Différentes valeurs QCI (9 contre 6) reflètent un traitement QoS différent

---

Intégration

Pipeline de Traitement CDR



Méthodes de Collecte CDR

1. Collecte Basée sur Fichier :

```
# Surveiller le répertoire CDR (SGW-C)
inotifywait -m /var/log/sgw_c/cdrs/ -e close_write | while read
path action file; do
    # Rotation de fichier terminée, traiter CDR
    process_cdr "$path$file"
done
```

2. Streaming en Temps Réel :

```
# Suivre et streamer vers le pipeline de traitement
tail -F /var/log/sgw_c/cdrs/* | process_cdr_stream
```

Documentation Connexe

- Gestion de Session - Cycle de vie de session
- Interface Sxa - Rapport d'utilisation de SGW-U
- Guide de Surveillance - Métriques et alertes

Références 3GPP

- TS 32.251 - Facturation du domaine de commutation de paquets (PS)
- TS 29.274 - Système de Paquet Évolué 3GPP (EPS) ; protocole GTP-C
- TS 29.244 - Interface entre les nœuds CP et UP (PFCP)
- TS 32.298 - Encodage CDR

Format CDR - *Enregistrements de Facturation Hors Ligne pour SGW-C*

Développé par Omnitouch Network Services

Version de Documentation : 1.0 **Dernière Mise à Jour :** 2025-12-10

Guide de Configuration SGW-C

Référence complète de runtime.exs

OmniSGW par Omnitouch Network Services

Table des Matières

1. Aperçu
2. Structure de Configuration
3. Configuration des Métriques
4. Configuration de l'Interface S11
5. Configuration de l'Interface S5/S8
6. Configuration de l'Interface Sxa
7. Configuration CDR
8. Exemples de Déploiement

Aperçu

Toute la configuration d'exécution d'OmniSGW est gérée via `config/runtime.exs`. Ce fichier est chargé au démarrage et contrôle :

- Les liaisons d'interface réseau et les ports
- La connectivité des pairs (MME, PGW-C, SGW-U)
- Les métriques et la surveillance
- La génération de CDR
- Les paramètres opérationnels

La configuration n'est PAS compilée dans le binaire - les modifications apportées à `runtime.exs` prennent effet au redémarrage sans recompilation.

Voir la configuration d'exécution actuelle via la page de configuration de l'interface Web :

Structure de Configuration

Structure de Base

```
# config/runtime.exs
import Config

config :sgw_c,
  metrics: %{ ... },
  s11: %{ ... },
  s5s8: %{ ... },
  sxa: %{ ... },
  cdr: %{ ... }
```

Configuration des Métriques

Configuration de Base

```
config :sgw_c,
  metrics: %{
    # Liaison HTTP de l'exportateur de métriques
    metrics_bind_address: "127.0.0.40",
    metrics_port: 42068,

    # Intervalle de sondage des métriques (millisecondes)
    poll_interval_ms: 10000
  }
```

Configuration de Production

```
config :sgw_c,
  metrics: %{
    # Lier à l'interface réseau de gestion (non public)
    metrics_bind_address: System.get_env("MGT_IP") || "10.0.0.40",
    metrics_port: 42068,

    # Sondage fréquent pour des tableaux de bord réactifs
    poll_interval_ms: 5000
  }
```

Accéder aux Métriques

```
# Exporter les métriques au format Prometheus
curl http://10.0.0.40:42068/metrics

# Métriques communes :
# - teid_registry_count: TEIDs S11/S5S8 actifs
# - seid_registry_count: Sessions PFCP actives
# - s11_inbound_messages_total: Nombre de messages S11
# - sxa_inbound_messages_total: Nombre de messages Sxa
```

Pour une référence détaillée des métriques, des tableaux de bord Prometheus et de la configuration des alertes, voir le Guide de Surveillance & Métriques.

Configuration de l'Interface S11

Configuration de Base

```
config :sgw_c,
  s11: %{
    # Adresse IPv4 locale pour S11 (interface MME)
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",

    # Optionnel : Adresse IPv6 locale (pour double pile)
    local_ipv6_address: nil,

    # Optionnel : Remplacer le port par défaut
    local_port: 2123,

    # Délai d'attente des messages (millisecondes)
    message_timeout_ms: 5000,

    # Configuration de la réessai
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

Sélection de l'Interface Réseau

```
# Interface unique (recommandée)
config :sgw_c,
  s11: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10"  # Interface unique pour S11
  }

# Interface double (réseaux de contrôle et de plan utilisateur
séparés)
config :sgw_c,
  s11: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10"    # Réseau de plan de
contrôle
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: "10.1.0.20"      # Réseau de plan
utilisateur
  }
```

Configuration du Timing des Messages

```
config :sgw_c,
  s11: %{
    # Pour les réseaux à haute latence (> 100ms RTT)
    message_timeout_ms: 10000,
    max_retries: 5,
    retry_backoff_ms: 2000,

    # Pour les réseaux à faible latence (< 50ms RTT)
    message_timeout_ms: 3000,
    max_retries: 2,
    retry_backoff_ms: 500
  }
```

Configuration de l'Interface S5/S8

Configuration de Base

```
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    # Adresse IPv4 locale pour S5/S8 (interface PGW)
    local_ipv4_address: "10.0.0.15",

    # Optionnel : Adresse IPv6 locale
    local_ipv6_address: nil,

    # Optionnel : Remplacer le port par défaut
    local_port: 2123,

    # Pairs PGW-C
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-primary"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.21",
        name: "pgw-c-secondary"
      }
    ],

    # Délais d'attente des messages
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

Configuration des Pairs PGW

```
# PGW unique
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-prod"
      }
    ]
  }

# PGWs redondants (répartition de charge)
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.22", name: "pgw-c-3"}
    ]
  }

# PGWs redondants (actif-passif)
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-primary"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-backup"}
    ]
  }
```

Configuration de l'Interface Sxa

Configuration de Base

```
config :sgw_c,
  sxa: %{
    # Adresse IP locale pour l'interface Sxa
    local_ip_address: "10.0.0.20",

    # Optionnel : Remplacer le port par défaut
    local_port: 8805,

    # Pairs SGW-U
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-1.example.com"
      }
    ],

    # Intervalle de battement (secondes)
    heartbeat_interval_s: 20,

    # Délai d'attente de session (millisecondes)
    session_timeout_ms: 5000,

    # Réessais
    max_retries: 3
  }
```

Configuration des Pairs SGW-U

```
# SGW-U unique
config :sgw_c,
  sxa: %{
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-prod-01"
      }
    ]
  }

# SGW-Us redondants
config :sgw_c,
  sxa: %{
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-prod-01"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.31",
        node_id: "sgw-u-prod-02"
      }
    ]
  }
```

Configuration du Battement

```
# Détection rapide (agressive)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 10,
    max_retries: 2
  }

# Détection normale (équilibrée)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 20,
    max_retries: 3
  }

# Détection lente (tolérante)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 40,
    max_retries: 5
  }
```

Configuration CDR

Configuration de Base

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    # Identifiant de la passerelle dans les CDR
    gateway_name: "sgw-c-prod-01",

    # Intervalle de rotation des fichiers (millisecondes)
    rotation_interval_ms: 3600000,  # 1 heure

    # Répertoire de sortie pour les fichiers CDR
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

Configuration de Production

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    # Utiliser le nom d'hôte ou l'ID d'instance du déploiement
    gateway_name: System.get_env("HOSTNAME") || "sgw-c-prod-01",

    # Rotation toutes les heures pour la gestion
    rotation_interval_ms: 3600000,

    # Utiliser un stockage rapide pour les CDR
    directory: System.get_env("CDR_DIR") || "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

Configuration à Volume Élevé

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    gateway_name: "sgw-c-prod-high-vol",

    # Rotation plus fréquente pour gérer la taille des fichiers
    rotation_interval_ms: 1800000,  # Rotation de 30 minutes

    # Utiliser un stockage rapide dédié
    directory: "/mnt/fast-ssd/sgw_c/cdrs"
  }
```

Exemples de Déploiement

Passerelle Unique (Minimale)

```
import Config

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: "127.0.0.40",
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 10000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",
    local_port: 2123,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-prod"}
    ],
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: "10.0.0.10",
    peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.30", node_id: "sgw-u-prod-01"}
    ],
    heartbeat_interval_s: 20,
    session_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3
  },
  cdr: %{
    gateway_name: "sgw-c-prod-01",
    rotation_interval_ms: 3600000,
```

```
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

Configuration de Haute Disponibilité

(Redondante)

```
import Config

sgw_s11_ip = System.get_env("SGW_S11_IP") || "10.0.0.10"
sgw_s5s8_ip = System.get_env("SGW_S5S8_IP") || "10.0.0.15"
sgw_sxa_ip = System.get_env("SGW_SXA_IP") || "10.0.0.20"
mgt_ip = System.get_env("MGT_IP") || "10.0.0.40"

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: mgt_ip,
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 5000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: sgw_s11_ip,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: sgw_s5s8_ip,
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.22", name: "pgw-c-3"}
    ],
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: sgw_sxa_ip,
    peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.30", node_id: "sgw-u-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.31", node_id: "sgw-u-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.32", node_id: "sgw-u-3"}
    ],
    heartbeat_interval_s: 20,
    session_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3
  },
```

```
  cdr: %{
    gateway_name: System.get_env("HOSTNAME") || "sgw-c-prod-01",
    rotation_interval_ms: 3600000,
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

Configuration à Volume Élevé de Type Carrier

Grade

```
import Config

# Charger tous les paramètres de l'environnement (nécessaire en
production)
sgw_s11_ip = System.fetch_env!("SGW_S11_IP")
sgw_s5s8_ip = System.fetch_env!("SGW_S5S8_IP")
sgw_sxa_ip = System.fetch_env!("SGW_SXA_IP")
mgt_ip = System.fetch_env!("MGT_IP")
hostname = System.get_env("HOSTNAME")

# Analyser les pairs PGW depuis l'environnement (format JSON)
pgw_peers_env = System.get_env("PGW_PEERS", "[]")
{:ok, pgw_peers} = Jason.decode(pgw_peers_env, keys: :atoms)

# Analyser les pairs SGW-U depuis l'environnement
sgwu_peers_env = System.get_env("SGWU_PEERS", "[]")
{:ok, sgwu_peers} = Jason.decode(sgwu_peers_env, keys: :atoms)

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: mgt_ip,
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 5000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: sgw_s11_ip,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: sgw_s5s8_ip,
    pgw_peers: pgw_peers,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: sgw_sxa_ip,
    peers: sgwu_peers,
    heartbeat_interval_s: 20,
```

```
    session_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3
  },
  cdr: %{
    gateway_name: hostname,
    rotation_interval_ms: 1800000,  # Rotation de 30 minutes
    directory: "/mnt/fast-ssd/sgw_c/cdrs"
  }
```

Référence des Variables d'Environnement

Variables Requises

Variable	Description	Exemple
`SGW_S11_IP`	IP de l'interface S11	`10.0.0.10`
`SGW_S5S8_IP`	IP de l'interface S5/S8	`10.0.0.15`
`SGW_SXA_IP`	IP de l'interface Sxa	`10.0.0.20`
`MGT_IP`	Adresse de liaison des métriques	`10.0.0.40`

Variables Optionnelles

Variable	Description	Par Défaut
`HOSTNAME`	Nom de la passerelle pour les CDR	Nom d'hôte du système
`PGW_PEERS`	Tableau JSON des pairs PGW	`[]`
`SGWU_PEERS`	Tableau JSON des pairs SGW-U	`[]`
`CDR_DIR`	Répertoire de sortie des CDR	`/var/log/sgw_c/cdrs`

Exemple de Déploiement

```
export SGW_S11_IP="10.0.0.10"
export SGW_S5S8_IP="10.0.0.15"
export SGW_SXA_IP="10.0.0.20"
export MGT_IP="10.0.0.40"
export HOSTNAME="sgw-c-prod-01"
export PGW_PEERS='[{"ip_address":"10.0.0.20","name":"pgw-c-1"}]'
export SGWU_PEERS='[{"ip_address":"10.0.0.30","node_id":"sgw-u-
1"}]'

mix run --no-halt
```

Vérification

Vérifier la Configuration au Démarrage

Surveiller les journaux de démarrage :

```
mix run --no-halt 2>&1 | grep -E "S11|S5/S8|Sxa|Metrics"

# Sortie attendue :
# [info] Démarrage de SGW-C...
# [info] Démarrage de l'exportateur de métriques sur
10.0.0.40:42068
# [info] Démarrage du courtier S11 sur 10.0.0.10
# [info] Démarrage du courtier S5/S8 sur 10.0.0.15
# [info] Démarrage du courtier Sxa sur 10.0.0.20
# [info] OmniSGW démarré avec succès
```

Vérifier la Configuration Active

```
# Vérifier que les métriques sont accessibles
curl http://10.0.0.40:42068/metrics | head -20

# Vérifier que le port S11 écoute
netstat -an | grep 2123

# Vérifier la connectivité des pairs S11 dans les journaux
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep "S11"
```

Problèmes de Configuration Courants

"Adresse déjà utilisée"

Problème : Échec de la liaison de port au démarrage

Solution :

```
# Trouver le processus utilisant le port
lsof -i :2123

# Tuer le processus existant ou utiliser un port différent
killall sgw_c
# ou
config :sgw_c, s11: %{local_port: 2124}
```

"Connexion refusée" au PGW

Problème : S5/S8 ne peut pas atteindre PGW-C

Solution :

```
# Vérifier l'IP du PGW
ping 10.0.0.20

# Vérifier les règles de pare-feu
iptables -L | grep 2123

# Tester la connectivité
nc -u -v 10.0.0.20 2123
```

"Impossible d'atteindre SGW-U"

Problème : Échec de l'association Sxa

Solution :

```
# Vérifier que le SGW-U est accessible
ping 10.0.0.30

# Vérifier le port PFCP
netstat -an | grep 8805

# Vérifier que le port PFCP est ouvert
iptables -L | grep 8805
```

Guide de Surveillance & de Métriques

Métriques Prometheus, Tableaux de Bord Grafana et Alertes

OmniSGW par Omnitouch Network Services

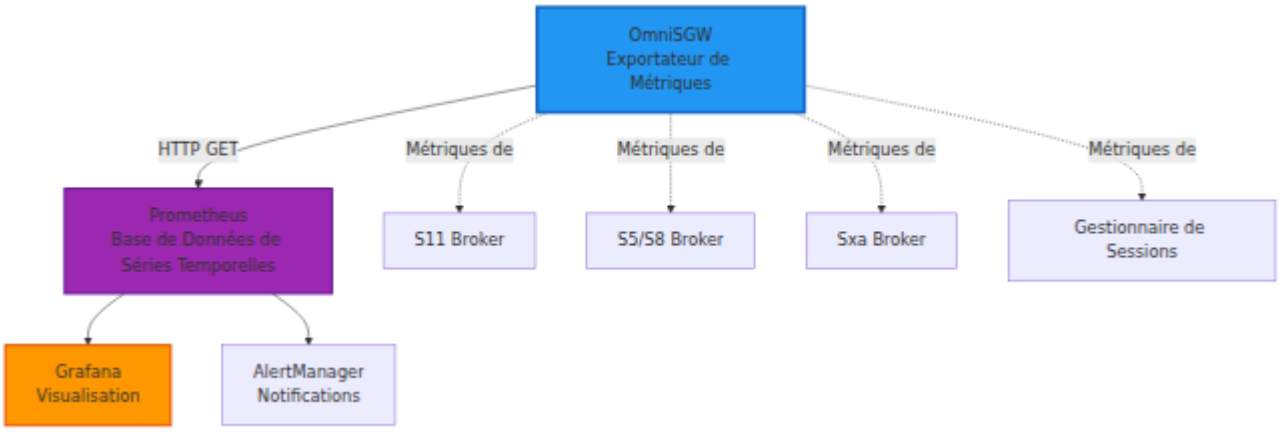
Table des Matières

1. Aperçu
2. Exportateur de Métriques
3. Métriques Disponibles
4. Configuration de Prometheus
5. Tableaux de Bord Grafana
6. Règles d'Alerte
7. Dépannage

Aperçu

OmniSGW expose des métriques compatibles avec Prometheus pour une surveillance complète des opérations réseau, de la gestion des sessions et de la santé du système.

Architecture des Métriques



Exportateur de Métriques

Accès aux Métriques

Les métriques sont exposées à l'endpoint HTTP configuré :

```
# Endpoint par défaut (si configuré)
curl http://127.0.0.40:42068/metrics

# Exporter vers un fichier
curl http://127.0.0.40:42068/metrics > metrics.txt

# Surveillance en temps réel
watch -n 5 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | head -30'
```

Pour la configuration de l'endpoint des métriques (adresse de liaison, port et intervalle de sondage), voir le Guide de Configuration.

Format des Métriques

Les métriques sont au format texte Prometheus :

```
# HELP teid_registry_count Nombre total de TEIDs alloués
# TYPE teid_registry_count gauge
teid_registry_count 1234

# HELP s11_inbound_messages_total Nombre total de messages S11
entrants
# TYPE s11_inbound_messages_total counter
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
5432
s11_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}
5100
s11_inbound_messages_total{message_type="modify_bearer_request"}
12000
```

Métriques Disponibles

Métriques de Gestion des Sessions

Sessions Actives :

```
teid_registry_count
├── Description: Allocations de TEID S11/S5S8 actives
├── Type: Gauge
├── Plage: 0 à capacité maximale licenciée
└── Exemple: 1234 (1234 sessions actives)

seid_registry_count
├── Description: Sessions PFCP actives (par pair SGW-U)
├── Type: Gauge
├── Étiquettes: peer_ip
└── Exemple: seid_registry_count{peer_ip="10.0.0.30"} 1234

active_ue_sessions
├── Description: Total des sessions UE actives
├── Type: Gauge
└── Exemple: 5000

active_bearers
├── Description: Total des bearers actifs (par défaut + dédiés)
├── Type: Gauge
└── Exemple: 5500 (1 par défaut + 0.1 dédié par session)

charging_id_registry_count
├── Description: IDs de facturation actifs
├── Type: Gauge
└── Exemple: 5000
```

Compteurs de Messages

S11 (Interface MME) :

```
s11_inbound_messages_total
├── Type: Counter (augmentation)
├── Étiquettes: message_type
├── Valeurs:
│   ├── create_session_request
│   ├── delete_session_request
│   ├── modify_bearer_request
│   ├── create_bearer_request
│   ├── delete_bearer_request
│   ├── release_access_bearers_request
│   ├── downlink_data_notification
│   └── echo_request
└── Exemple:
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
5432
```

S5/S8 (Interface PGW) :

```
s5s8_inbound_messages_total
├── Type: Counter
├── Étiquettes: message_type
├── Valeurs: (mêmes que les types de requêtes S11)
└── Exemple:
s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
4500
```

Sxa (Interface SGW-U) :

```
sxa_inbound_messages_total
├── Type: Counter
├── Étiquettes: message_type
├── Valeurs:
│   ├── session_establishment_request
│   ├── session_modification_request
│   ├── session_deletion_request
│   ├── session_report_request
│   ├── association_setup_request
│   └── heartbeat_request
└── Exemple:
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_report_request"}
67000
```

Métriques de Performance

Latence des Messages :

```
s11_inbound_duration_seconds
├── Type: Histogram (avec seaux)
├── Description: Temps de traitement des messages S11
├── Percentiles: _count, _sum, _bucket
└── Exemple: s11_inbound_duration_seconds_bucket{le="0.1"} 5000

s5s8_inbound_duration_seconds
├── Type: Histogram
├── Description: Temps de traitement des messages S5/S8

sxa_inbound_duration_seconds
├── Type: Histogram
├── Description: Temps de traitement des messages Sxa
```

Association PFCP :

```
pfcp_association_status
├── Type: Gauge
├── Valeurs: 1 (associé) ou 0 (non associé)
├── Étiquettes: peer_ip, node_id
└── Exemple: pfcp_association_status{peer_ip="10.0.0.30"} 1

pfcp_heartbeat_latency_ms
├── Type: Gauge
├── Description: Temps de réponse du heartbeat
├── Étiquettes: peer_ip
└── Exemple: pfcp_heartbeat_latency_ms{peer_ip="10.0.0.30"} 15
```

Métriques d'Erreur

Erreurs de Protocole :

```
s11_inbound_errors_total
├── Type: Counter
├── Étiquettes: error_type
├── Valeurs:
│   ├── parse_error
│   ├── validation_error
│   ├── timeout
│   └── other
└── Exemple: s11_inbound_errors_total{error_type="timeout"} 12

s5s8_inbound_errors_total
├── Type: Counter
├── Description: Erreurs S5/S8

sxa_inbound_errors_total
├── Type: Counter
├── Description: Erreurs Sxa
```

Échecs de Création de Session :

```
create_session_response_cause
├── Type: Counter
├── Étiquettes: cause_code
├── Valeurs: (codes de cause 3GPP)
├── Exemples:
│   ├── cause_code="0": Succès
│   ├── cause_code="16": Pas de ressources disponibles
│   ├── cause_code="25": Erreur de sémantique
│   └── cause_code="49": Pas de règle correspondante
```

Configuration de Prometheus

Installation

```
# Télécharger Prometheus
wget
https://github.com/prometheus/prometheus/releases/download/v2.45.0/pr
2.45.0.linux-amd64.tar.gz
tar xzf prometheus-2.45.0.linux-amd64.tar.gz
cd prometheus-2.45.0.linux-amd64
```

Fichier de Configuration

prometheus.yml :

```yaml
global:
  scrape_interval: 15s
  evaluation_interval: 15s
  external_labels:
    monitor: 'sgw-c-prod'

scrape_configs:
  - job_name: 'sgw-c'
    static_configs:
      - targets: ['127.0.0.40:42068']
        labels:
          instance: 'sgw-c-prod-01'

  - job_name: 'sgw-c-backup'
    static_configs:
      - targets: ['127.0.0.41:42068']
        labels:
          instance: 'sgw-c-prod-02'

alerting:
  alertmanagers:
    - static_configs:
        - targets: ['127.0.0.50:9093']
```

Démarrer Prometheus

```
./prometheus --config.file=prometheus.yml \
             --storage.tsdb.path=/var/lib/prometheus \
             --web.console.libraries=consoles \
             --web.console.templates=console_templates
```

Accéder à Prometheus

```
http://localhost:9090
```

Tableaux de Bord Grafana

Installation

```
# Docker (le plus simple)
docker run -d \
  --name=grafana \
  -p 3000:3000 \
  -e GF_SECURITY_ADMIN_PASSWORD=admin \
  grafana/grafana
```

Ajouter une Source de Données

1. **Ouvrir Grafana :** http://localhost:3000
2. **Configuration → Sources de Données**
3. **Ajouter → Prometheus**
4. **URL :** http://prometheus:9090

Tableau de Bord : Vue d'Ensemble des Sessions

Panneaux :

```
Ligne 1:
├── Sessions Actives (Gauge)
├── Bearers Actifs (Gauge)
├── Messages S11/sec (Graphique)
└── Messages S5/S8/sec (Graphique)

Ligne 2:
├── Messages Sxa/sec (Graphique)
├── Latence S11 p95 (Graphique)
├── Latence S5/S8 p95 (Graphique)
└── Latence Sxa p95 (Graphique)

Ligne 3:
├── Erreurs S11/min (Graphique)
├── Erreurs S5/S8/min (Graphique)
├── Erreurs Sxa/min (Graphique)
└── Associations PFCP (Statut)
```

Tableau de Bord : Santé de l'Interface

Panneaux :

```
Ligne 1:
├── Statut des Pairs S11 (Statut)
├── Statut des Pairs S5/S8 (Statut)
├── Statut des Pairs SGW-U (Liste de Statut)
└── Charge Système (Gauge)

Ligne 2:
├── Taux de Messages S11 (Graphique)
├── Taux de Messages S5/S8 (Graphique)
├── Taux de Messages Sxa (Graphique)
└── Taux d'Erreur (Graphique)

Ligne 3:
├── Histogramme de Latence des Messages (Carte de Chaleur)
├── Taux de Création de Sessions (Graphique)
├── Taux de Résiliation de Sessions (Graphique)
└── Taux de Création de Bearers (Graphique)
```

Tableau de Bord : Planification de Capacité

Panneaux :

```
Ligne 1:
├── Sessions vs Capacité (Gauge + Seuil)
├── Bearers vs Capacité (Gauge + Seuil)
├── Distribution des Sessions PFCP (Graphique à Barres)
└── Sessions par APN (Graphique en Secteurs)

Ligne 2:
├── Tendance de Croissance des Sessions (Graphique)
├── Tendance de Croissance des Bearers (Graphique)
├── Heure de Pic des Sessions (Carte de Chaleur)
└── Distribution de la Durée des Sessions (Histogramme)
```

Exemples de Requêtes de Tableau de Bord

Sessions Actives :

```
teid_registry_count
```

Taux de Création de Sessions :

```
rate(s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"
[5m])
```

Latence S11 (95ème percentile) :

```
histogram_quantile(0.95,
rate(s11_inbound_duration_seconds_bucket[5m]))
```

Taux d'Erreur :

```
rate(s11_inbound_errors_total[5m]) +
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m]) +
rate(sxa_inbound_errors_total[5m])
```

Statut de l'Association PFCP :

```
pfcp_association_status{peer_ip=~"10.0.0.3[0-2]"}
```

Règles d'Alerte

Fichier de Règles d'Alerte

sgw-c-alerts.yml :

```yaml
groups:
  - name: sgw-c-alerts
    interval: 30s
    rules:
      # Alertes de capacité de session
      - alert: SGWCapacityHigh
        expr: (teid_registry_count / 100000) > 0.8
        for: 5m
        annotations:
          summary: "Capacité de session SGW supérieure à 80%"
          description: "Sessions: {{ $value }} de 100000"

      # Alertes de santé de l'interface
      - alert: S11PeerDown
        expr: absent(s11_inbound_messages_total) > 0
        for: 2m
        annotations:
          summary: "Interface S11 inaccessible"

      - alert: PGWPeerDown
        expr: create_session_response_cause{cause_code="49"} > 100
        for: 2m
        annotations:
          summary: "Pair PGW-C inaccessible"

      - alert: SGWUAssociationDown
        expr: pfcp_association_status == 0
        for: 1m
        annotations:
          summary: "Association SGW-U perdue"
          description: "Pair: {{ $labels.peer_ip }}"

      # Alertes de latence des messages
      - alert: S11LatencyHigh
        expr: histogram_quantile(0.95,
rate(s11_inbound_duration_seconds_bucket[5m])) > 1
        for: 5m
        annotations:
          summary: "Latence S11 supérieure à 1 seconde"
          description: "p95: {{ $value }}s"

      - alert: S5S8LatencyHigh
        expr: histogram_quantile(0.95,
```

```
rate(s5s8_inbound_duration_seconds_bucket[5m])) > 1
        for: 5m
        annotations:
          summary: "Latence S5/S8 supérieure à 1 seconde"

      # Alertes de taux d'erreur
      - alert: S11ErrorRate
        expr: rate(s11_inbound_errors_total[5m]) > 10
        for: 3m
        annotations:
          summary: "Taux d'erreur S11 élevé"
          description: "{{ $value }} erreurs/sec"

      - alert: SessionEstablishmentFailure
        expr: rate(create_session_response_cause{cause_code!="0"}
[5m]) > 20
        for: 3m
        annotations:
          summary: "Taux d'échec de création de session élevé"
          description: "{{ $value }} échecs/sec"
```

Configurer AlertManager

alertmanager.yml :

```yaml
global:
  resolve_timeout: 5m

route:
  receiver: 'sgw-alerts'
  group_by: ['alertname', 'instance']
  group_wait: 30s
  group_interval: 5m
  repeat_interval: 12h

receivers:
  - name: 'sgw-alerts'
    webhook_configs:
      - url: 'http://slack-webhook-url'
    email_configs:
      - to: 'noc@example.com'
        from: 'sgw-alerts@example.com'
        smarthost: 'smtp.example.com:587'
```

Exemples de Notifications d'Alerte

Intégration Slack :

```
 Capacité SGW Élevée
Sévérité: Avertissement
Sessions Actives: 85,000 / 100,000 (85%)
Heure: 2025-12-10 15:30:00 UTC
Action: Surveiller pour augmentation de capacité
```

Intégration Email :

```
Sujet: [ALERTE] Pair S11 Inaccessible

L'interface S11 de SGW-C n'a pas reçu de messages depuis 2
minutes.
Cela peut indiquer :
- Problème de connectivité réseau MME
- Redémarrage de SGW-C requis
- Changement de configuration du port S11

Action Immédiate Requise : Vérifier l'état de S11
```

Dépannage

Métriques Non Apparentes

Problème : Endpoint des métriques vide ou 404

Diagnostic :

```
# Vérifier si l'endpoint des métriques est accessible
curl -v http://127.0.0.40:42068/metrics

# Vérifier les journaux pour les erreurs de l'exportateur de
métriques
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep -i metric

# Vérifier la configuration
cat config/runtime.exs | grep metrics
```

Solutions :

1. Redémarrer le processus SGW-C
2. Vérifier que l'IP/port des métriques n'est pas bloqué par un pare-feu
3. Vérifier la configuration de l'adresse de liaison
4. Assurer une mémoire suffisante pour la collecte de métriques

Métriques Manquantes pour une Interface Spécifique

Problème : Les métriques S11 apparaissent mais S5/S8 ou Sxa manquent

Diagnostic :

1. Vérifier que l'interface est configurée
2. Vérifier que l'interface est active
3. Surveiller les journaux pour les erreurs de connexion

Solution :

- Vérifier la connectivité des pairs
- Vérifier la liaison de l'interface
- Réviser la configuration

Utilisation Élevée de la Mémoire

Problème : L'exportateur de métriques consomme une mémoire excessive

Diagnostic :

```
# Vérifier la mémoire du processus
ps aux | grep sgw_c | grep -v grep | awk '{print $6}'

# Surveiller la croissance au fil du temps
watch -n 5 'ps aux | grep sgw_c'
```

Solutions :

1. Réduire l'intervalle de sondage des métriques
2. Limiter le nombre d'échantillons de métriques
3. Mettre en œuvre une politique de conservation des métriques
4. Échelonner vers plusieurs instances

Meilleures Pratiques

Collecte de Métriques

- **Intervalle de Sondage :** 15-30 secondes pour un équilibre
- **Conservation :** 15-30 jours de stockage des métriques
- **Agrégation :** Pré-agréger les métriques à haute cardinalité
- **Échantillonnage :** Utiliser des percentiles pour la latence, pas des valeurs brutes

Conception de Tableau de Bord

- **Contexte :** Inclure la plage horaire, l'instance, les informations sur les pairs
- **Superposition :** Vue d'ensemble → Détail → Débogage
- **Alerte :** Seuils visuels sur les graphiques de capacité
- **Corrélation :** Lier les métriques connexes

Stratégie d'Alerte

- **Hiérarchie :** Critique → Avertissement → Info
- **Escalade :** Pager l'appel en cas d'alertes critiques
- **Ajustement des Seuils :** Baseline puis +20% pour avertissement
- **Tests Réguliers :** Tester les chemins d'alerte mensuellement

---

Guide de Surveillance - *Métriques et Observabilité d'OmniSGW*

Développé par Omnitouch Network Services

Version de la Documentation : 1.0 **Dernière Mise à Jour :** 2025-12-10

Documentation de l'Interface S11

Communication GTP-C avec MME

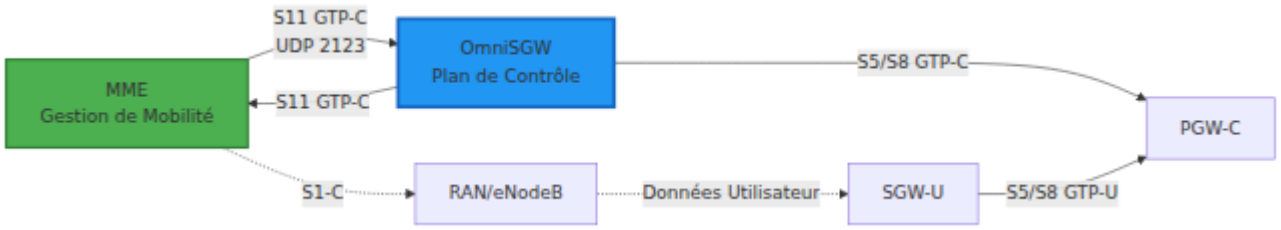
OmniSGW par Omnitouch Network Services

Table des Matières

1. Aperçu
2. Détails du Protocole
3. Configuration
4. Types de Messages
5. Établissement de Session
6. Modification de Session
7. Termination de Session
8. Opérations Réseau
9. Dépannage

Aperçu

L'**interface S11** connecte OmniSGW au MME (Mobility Management Entity) en utilisant le protocole **GTP-C v2** (GPRS Tunnelling Protocol - Control plane). Cette interface gère tous les signaux de contrôle pour la gestion des sessions UE, les opérations de porteur et les procédures de mobilité.



Caractéristiques Clés

- **Protocole GTP-C v2** - Signalisation des messages conforme aux normes
- **Routage basé sur TEID** - Identifiants de points de terminaison de tunnel pour le suivi des sessions
- **Gestion de Session Stateful** - Maintient le contexte UE à travers les messages
- **Support de Handover** - Coordonne la mobilité inter-MME et intra-MME
- **Opérations de Porteur** - Créer, modifier et supprimer des porteurs
- **Notifications de Données Descendantes** - Paging pour les sessions suspendues

---

Détails du Protocole

GTP-C Version 2

- **Protocole :** GTP-C v2 (3GPP TS 29.274)
- **Transport :** UDP
- **Port :** 2123 (standard)
- **Type d'Interface :** Plan de Contrôle
- **Direction :** Demande/réponse bidirectionnelle

TEID (Identifiant de Point de Terminaison de Tunnel)

Chaque session a des TEID uniques pour le routage des messages :

- **TEID Local** - Alloué par OmniSGW pour les messages entrants du MME

- **TEID Distant** - Alloué par le MME pour les messages sortants vers le MME

```
Routage des Messages :
  MME → SGW : Utilise le TEID Local d'OmniSGW dans l'en-tête du
message
  SGW → MME : Utilise le TEID Distant du MME dans l'en-tête du
message
```

Format du Message

Tous les messages S11 suivent le format GTP-C v2 :

```
En-tête GTP-C (12-16 octets)
├── Version (3 bits) : 0x2 (GTP-C v2)
├── Drapeau de Piggyback (1 bit)
├── Drapeau TEID (1 bit) : 1 (TEID présent)
├── Type de Message (8 bits) : Identifie le type de message
├── Longueur du Message (16 bits) : Longueur du contenu du message
├── TEID (32 bits) : Identifiant de Point de Terminaison de Tunnel
├── Numéro de Séquence (24 bits) : Pour la correspondance
demande/réponse
└── Réserve (8 bits) : Toujours 0

Contenu du Message (variable)
├── Éléments d'Information (IE)
│   ├── Type IE (8 bits)
│   ├── Longueur (16 bits)
│   └── Valeur (variable)
└── ... plus d'IE
```

Configuration

Configuration de Base

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  s11: %{
    # Adresse IPv4 locale pour l'interface S11
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",

    # Optionnel : Adresse IPv6 locale (pour double pile)
    local_ipv6_address: nil,

    # Optionnel : Remplacer le port par défaut
    local_port: 2123,

    # Délais d'attente des messages
    message_timeout_ms: 5000,

    # Configuration de réessai
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

Exigences Réseau

Règles de Pare-feu :

```
# Autoriser GTP-C depuis le réseau MME (entrant)
iptables -A INPUT -p udp --dport 2123 -s <mme_network>/24 -j
ACCEPT

# Autoriser GTP-C sortant vers MME
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 2123 -d <mme_network>/24 -j
ACCEPT
```

Routage :

```
# Assurer la route vers le réseau MME
ip route add <mme_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

Test Réseau :

```
# Tester la connectivité vers MME (utiliser le heartbeat GTP)
# Vérifier les journaux pour le message "S11 Broker connected"

# Surveiller les sessions S11 actives
curl http://127.0.0.40:42068/metrics | grep teid_registry_count
```

Types de Messages

Aperçu des Messages S11

Messages d'Établissement de Session

Demande de Création de Session (S11)

Direction : MME → OmniSGW

But : Établir une nouvelle session UE (attachement initial ou connectivité PDN)

Éléments d'Information Clés :

Nom IE	Type	Description
IMSI	Binaire	Identité Internationale de l'Abonné Mobile
MSISDN	BCD	Numéro de téléphone mobile
MEI	Binaire	Identité de l'Équipement Mobile
Type RAT	Enum	Technologie d'Accès Radio (EUTRAN)
Contexte de Porteur	Groupé	Configuration du porteur par défaut
Fuseau Horaire UE	DateTime	Fuseau horaire actuel de l'UE
ULI	Groupé	Informations de Localisation de l'Utilisateur (TAI, ECGI)
Réseau Servant	PLMN	MCC/MNC
APN	Chaîne	Nom du Point d'Accès

Réponse : Réponse de Création de Session

Nom IE	Type	Description
Cause	Enum	Résultat de la demande (succès/échec)
Contexte de Porteur	Groupé	Infos de porteur alloué avec TEID
Allocation d'Adresse PDN	Groupé	Adresse IP allouée depuis PGW
Restriction APN	Enum	Restrictions APN

Messages de Modification de Session

Demande de Modification de Porteur (S11)

Direction : MME → OmniSGW (demande initiée depuis MME)

But : Modifier les paramètres du porteur pendant une session active

Éléments d'Information Clés :

Nom IE	Type	Description
MEI	Binaire	Identifiant de l'Équipement Mobile
ULI	Groupé	Informations de Localisation de l'Utilisateur mises à jour
Fuseau Horaire UE	DateTime	Fuseau horaire mis à jour
TAI	TAI	Identifiant de Zone de Suivi
ECGI	ECGI	Identifiant Global de Cellule E-UTRAN

Réponse : Réponse de Modification de Porteur

Nom IE	Type	Description
Cause	Enum	Résultat de la modification
Contexte de Porteur	Groupé	Paramètres de porteur mis à jour

Messages de Gestion de Porteur

Demande/Réponse de Création de Porteur

Direction : Peut être initiée depuis MME ou SGW

But : Activer un porteur dédié pour les services nécessitant QoS

Scénarios de Déclenchement :

- Activation du service vocal
- Demande de streaming vidéo
- Activation de jeu en ligne

Demande/Réponse de Suppression de Porteur

Direction : Peut être initiée depuis MME ou SGW (via PGW)

But : Désactiver le porteur dédié lorsqu'il n'est plus nécessaire

Messages de Mobilité

Demande/Réponse de Libération des Porteurs d'Accès

Direction : MME → OmniSGW

But : Suspendre tous les porteurs lors de la déconnexion radio (scénario de paging)

Effets :

- Les porteurs restent dans le contexte mais sont suspendus
- Le transfert de plan utilisateur est mis en pause
- Le buffering de données est initié dans SGW-U
- L'UE peut reprendre avec une demande de service

Demande/Réponse de Modification des Porteurs d'Accès

Direction : OmniSGW → MME ou MME → OmniSGW

But : Mettre à jour l'accès au porteur lors du handover ou de la récupération

Messages de Paging

Notification de Données Descendantes (S11)

Direction : PGW-C → OmniSGW → MME

But : Notifier le MME des données descendantes en attente pour l'UE suspendue

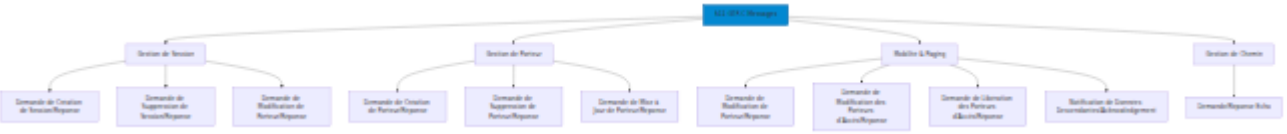
Éléments d'Information Clés :

Nom IE	Type	Description
EBI	Entier	ID de Porteur EPS
IMSI	Binaire	Identité de l'abonné

Réponse : Accusé de Réception de Données Descendantes

Établissement de Session

Flux d'Attachement Initial de l'UE

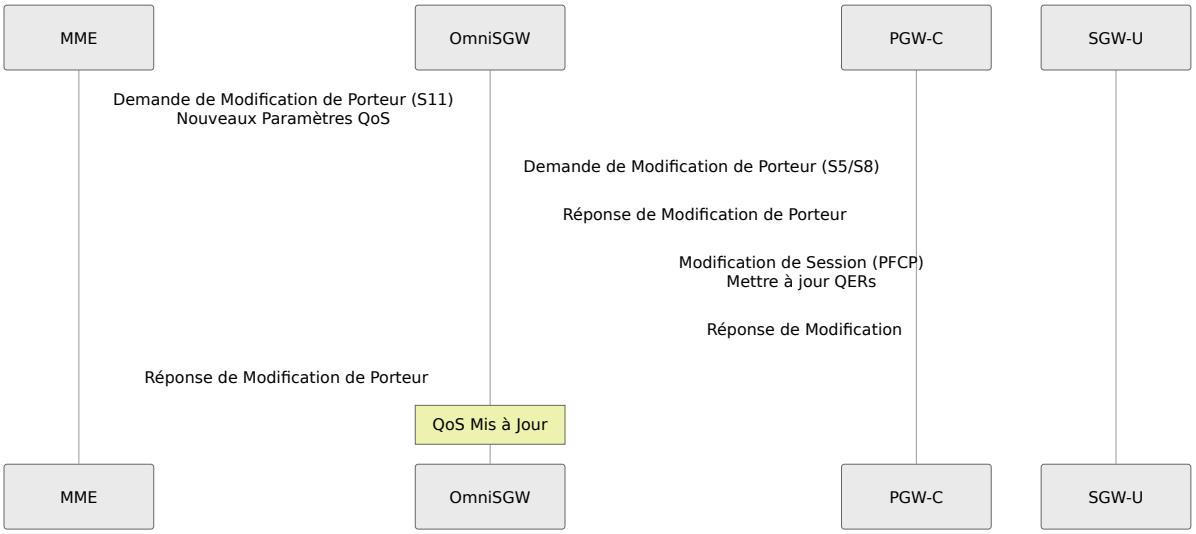


Transitions d'État :

```
[UE Non Connecté]
    ↓ (Demande d'Attachement)
[Création de Session vers PGW]
    ↓ (PGW répond)
[Établissement du Plan Utilisateur]
    ↓ (Session PFCP active)
[Session Active]
```

Modification de Session

Modification de QoS de Porteur



Mise à Jour de la Zone de Suivi (TAU)

TAU sans Changement de SGW :

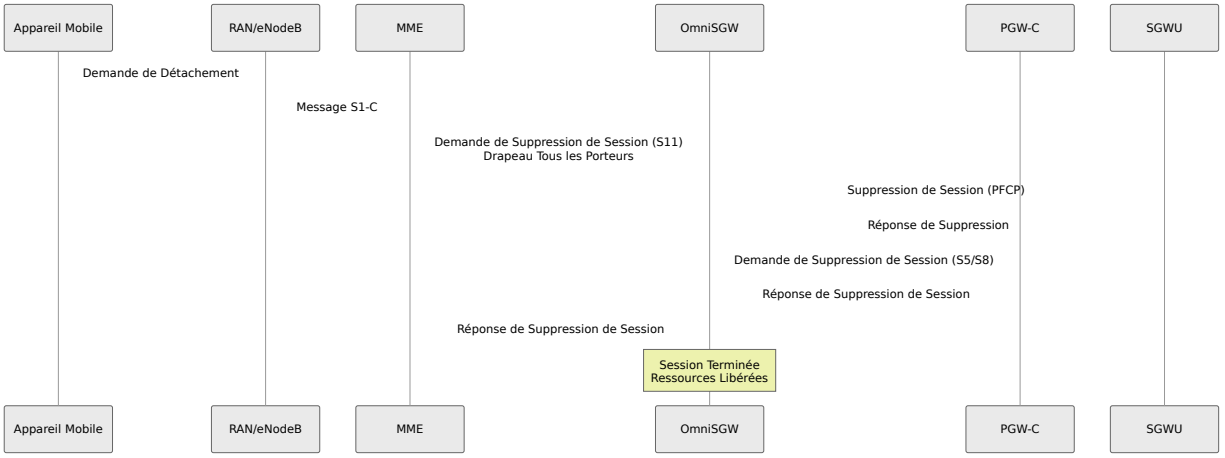
- MME met à jour la localisation de l'UE
- ULI/TAI envoyé à SGW via Modification de Porteur
- SGW met à jour le contexte local de l'UE
- Pas de relocation de session nécessaire

TAU avec Changement de SGW :

- L'ancien SGW reçoit la Libération des Porteurs d'Accès du MME
- Le nouveau SGW reçoit la Demande de Création de Session
- Transfert de données de l'ancien au nouveau SGW
- Après la fin du transfert, l'ancien SGW libère la session

Termination de Session

Termination Normale de Session



Transitions d'État :

```
[Session Active]
    ↓ (Demande de Suppression de Session)
[Libération du Plan Utilisateur]
    ↓ (Session PFCP supprimée)
[Notification à PGW]
    ↓ (Session PGW supprimée)
[Session Terminée]
```

Opérations Réseau

Surveillance du Flux de Messages

Surveillez l'activité des messages S11 en temps réel :

```
# Surveiller les compteurs de messages S11
watch -n 1 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound'

# Exemple de sortie :
#
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
1245
#
s11_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}
1200
# s11_inbound_messages_total{message_type="modify_bearer_request"}
3450
```

Inspection de Session

Voir les sessions actives et leur état S11 :

```
Interface Web → Page des Sessions UE

Pour chaque session :
  - IMSI et GUTI
  - TAI actuel (Zone de Suivi)
  - TEID Local (pour S11)
  - TEID Distant (du MME)
  - Liste des porteurs avec paramètres QoS
  - PGW-C associé
```

Surveillance de Handover

Suivez l'activité de handover :

```
# Compter les demandes de modification de porteur (indiquent les
handovers)
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
modify_bearer_request_total

# Surveiller les délais de handover
# Vérifier les journaux pour les messages "TAU avec changement de
SGW"
```

Dépannage

Échecs d'Établissement de Session

Problème : Demande de Création de Session rejetée

Diagnostic :

1. Vérifiez l'Interface Web → Sessions UE pour la raison du rejet
2. Vérifiez les métriques : `s11_inbound_errors_total`
3. Vérifiez les journaux pour le code de cause spécifique

Causes & Solutions Courantes :

Cause	Raison	Solution
16	Pas de ressources disponibles	Vérifiez la capacité SGW-U, le nombre de sessions PFCP
25	Erreur sémantique dans IE	Vérifiez le contexte de porteur dans la demande
49	PGW injoignable	Vérifiez la connectivité S5/S8 vers PGW-C
65	APN non supporté	Vérifiez la configuration APN

Problèmes de Routage de Messages

Problème : "Message routé vers TEID inconnu"

Diagnostic :

```
# Vérifiez le registre TEID
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep teid_registry_count

# Vérifiez l'allocation de TEID
# Interface Web → Sessions UE → rechercher par IMSI
```

Causes Courantes :

- Session libérée mais message retardé arrivant toujours
- Création de session dupliquée avec un TEID différent
- Message d'une instance MME différente avec le même TEID

Problèmes de Handover

Problème : Handover échoue ou perte de données

Diagnostic :

1. Surveillez la Demande/Réponse de Modification de Porteur dans les métriques
2. Vérifiez les journaux pour les messages "handover" ou "TAU"
3. Inspectez l'état de la session PFCP pendant le handover

Solutions :

- Vérifiez que SGW-U est actif pendant la fenêtre de handover
- Vérifiez les règles de transfert de données installées
- Surveillez le timing de Libération des Porteurs d'Accès

Problèmes de Performance

Problème : Latence élevée des messages S11

Métriques à Vérifier :

```
# Durée de traitement des messages
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound_duration_seconds

# Nombre de sessions
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep active_ue_sessions

# Nombre de porteurs
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep active_bearers
```

Étapes d'Optimisation :

1. Réduire les opérations de Modification de Porteur inutiles
2. Surveiller et optimiser le temps d'établissement de session PFCP
3. Échelonner horizontalement avec plusieurs instances SGW-C
4. Vérifiez l'utilisation du CPU et de la mémoire pendant les pics de charge

Pour des informations complètes sur les métriques, la configuration de Prometheus et la configuration du tableau de bord, voir le Guide de Surveillance & Métriques.

Meilleures Pratiques

Configuration

- **Liaison de Port :** Lier S11 à l'interface réseau de gestion pour la sécurité
- **Délais d'Attente :** Définir des délais d'attente de message appropriés en fonction du RTT du réseau
- **Réessais :** Équilibrer entre fiabilité et charge réseau

Opérations

- **Limites de Session :** Surveiller par rapport à la capacité pour éviter la surcharge
- **Surveillance des Pairs :** Suivre l'état de connectivité du MME
- **Suivi des Erreurs :** Alerter sur les augmentations soutenues du taux d'erreurs S11
- **Arrêt en Douceur :** Évacuer les sessions avant la maintenance

Sécurité

- **Isolation Réseau :** S11 doit être sur un segment de réseau isolé
- **Contrôle d'Accès :** Restreindre le port S11 aux IP MME autorisées
- **Surveillance :** Alerter sur les connexions de pairs inattendues

---

Résumé de Référence des Messages

Message	Direction	Fréquence	Priorité
Demande/Réponse de Création de Session	MME → SGW	Création de session	Élevée
Demande/Réponse de Suppression de Session	MME → SGW	Fin de session	Élevée
Demande/Réponse de Modification de Porteur	MME ↔ SGW	Changements QoS, TAU	Moyenne
Demande/Réponse de Création de Porteur	MME ↔ SGW	Activation de porteur	Moyenne
Demande/Réponse de Suppression de Porteur	MME ↔ SGW	Désactivation de porteur	Moyenne
Demande/Réponse de Libération des Porteurs d'Accès	MME → SGW	Suspension de paging	Élevée
Demande/Réponse de Modification des Porteurs d'Accès	MME ↔ SGW	Récupération de mobilité	Élevée
Notification/Ack de Données Descendantes	SGW → MME	Paging de données	Moyenne
Demande/Réponse Echo	MME ↔ SGW	Surveillance de chemin	Faible

Interface S11 - *Signalisation du Plan de Contrôle MME vers SGW-C*

Documentation de l'interface S5/S8

Communication GTP-C avec PGW-C

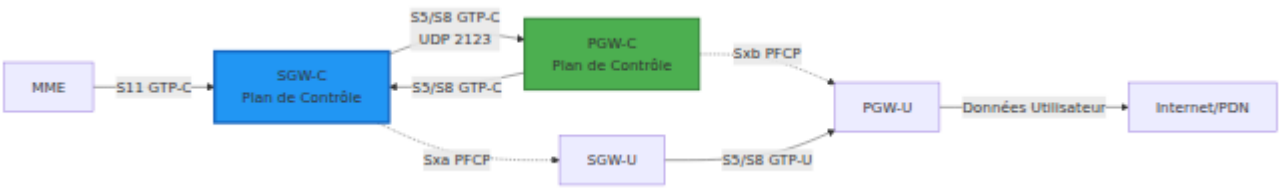
OmniSGW par Omnitouch Network Services

Table des Matières

1. Aperçu
2. Détails du Protocole
3. Configuration
4. Établissement de Session
5. Modification de Session
6. Termination de Session
7. Types de Messages
8. Opérations Réseau
9. Dépannage

Aperçu

L'**interface S5/S8** connecte OmniSGW au PGW-C (Plan de Contrôle de la Passerelle de Paquets) en utilisant le protocole **GTP-C v2** (GPRS Tunnelling Protocol - Plan de contrôle). Cette interface gère la signalisation de gestion de session PDN entre les passerelles.



Caractéristiques Clés

- **Protocole GTP-C v2** - Signalisation conforme aux normes
- **Routage de Session basé sur TEID** - Identifiants de points de terminaison de tunnel pour le suivi
- **Gestion de Connectivité PDN** - Créer/modifier/supprimer des connexions PDN
- **Gestion de Porteuse** - Opérations de porteuse par défaut et dédiée
- **Échange d'ID de Facturation** - Facturation coordonnée entre les passerelles
- **Allocation d'Adresse IP** - Provisionnement d'IP UE à partir des pools PGW

Détails du Protocole

Version GTP-C 2

- **Protocole :** GTP-C v2 (3GPP TS 29.274)
- **Transport :** UDP
- **Port :** 2123 (standard)
- **Type d'Interface :** Plan de Contrôle
- **Direction :** Demande/réponse bidirectionnelle

TEID (Identifiant de Point de Terminaison de Tunnel)

Chaque session PDN a des TEID uniques pour les deux directions :

- **TEID SGW** - Alloué par SGW-C pour les messages S5/S8 provenant de PGW
- **TEID PGW** - Alloué par PGW-C pour les messages S5/S8 provenant de SGW

```
Flux de Message :
  SGW-C → PGW-C : Utilise le TEID de PGW-C dans l'en-tête
  PGW-C → SGW-C : Utilise le TEID de SGW-C dans l'en-tête
```

ID de Facturation

L'ID de facturation est essentiel pour la coordination de la facturation :

- **Généré par :** PGW-C lors de la réponse de création de session
- **Transmis à :** SGW-C pour la génération de CDR
- **Utilisé pour :** Corréler les charges hors ligne entre les CDR SGW et PGW
- **Format :** Entier 32 bits, unique par connexion PDN

Configuration

Configuration de Base

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    # Adresse IPv4 locale pour l'interface S5/S8
    local_ipv4_address: "10.0.0.15",

    # Optionnel : Adresse IPv6 locale
    local_ipv6_address: nil,

    # Optionnel : Remplacer le port par défaut
    local_port: 2123,

    # Pairs PGW-C
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-primary"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.21",
        name: "pgw-c-secondary"
      }
    ],

    # Délais d'attente des messages
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

Exigences Réseau

Règles de Pare-feu :

```
# Autoriser GTP-C depuis le réseau PGW-C
iptables -A INPUT -p udp --dport 2123 -s <pgw_network>/24 -j
ACCEPT

# Autoriser GTP-C sortant vers PGW-C
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 2123 -d <pgw_network>/24 -j
ACCEPT
```

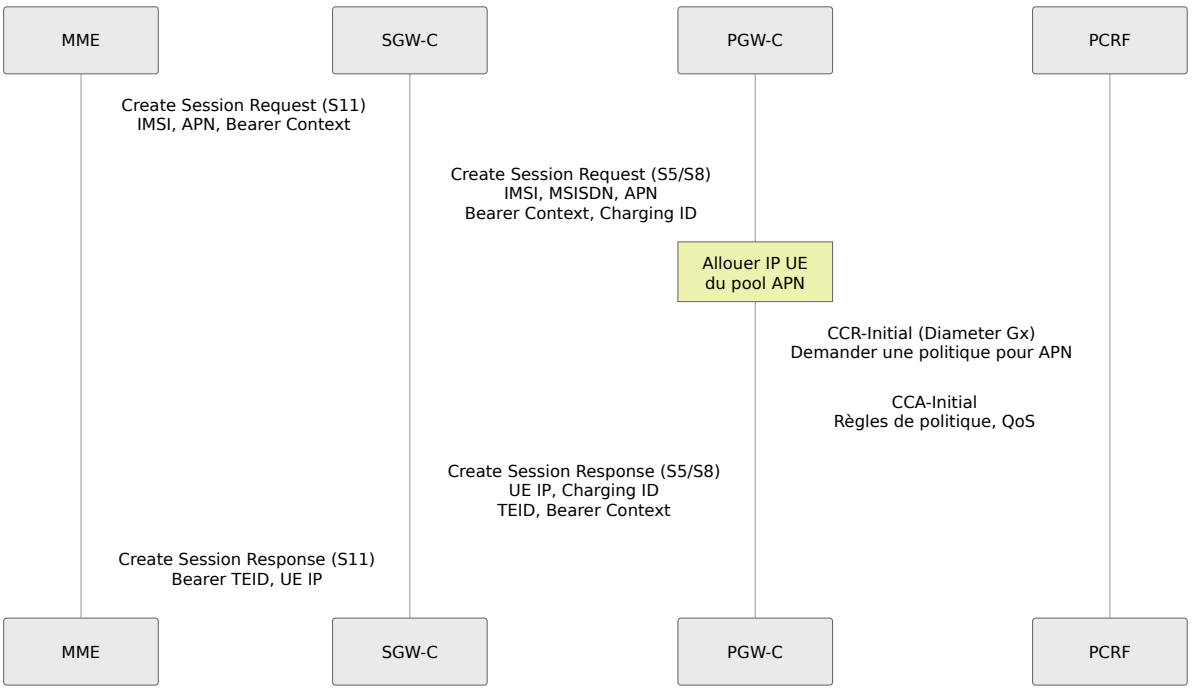
Routage :

```
# Assurez-vous d'une route vers le réseau PGW-C
ip route add <pgw_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

Établissement de Session

Demande de Connexion PDN Initiale

Lorsque MME demande une connexion PDN via S11, SGW-C transmet à PGW-C via S5/S8.



Demande de Création de Session (SGW-C → PGW-C)

Éléments d'Information Clés :

Nom IE	Source	Description
IMSI	MME	Identité de l'abonné mobile
MSISDN	MME	Numéro de téléphone mobile
MEI	MME	Identité de l'Équipement Mobile
Bearer Context	MME	Configuration de la porteuse (QCI, ARP)
APN	MME	Nom du Point d'Accès (internet, ims, mms)
Réseau Servant	MME	Code PLMN (MCC/MNC)
Type RAT	MME	Technologie d'Accès Radio (EUTRAN)
ULI	MME	Informations de Localisation Utilisateur (TAI, ECGI)
Charging ID	SGW	Référence de facturation générée par SGW

Réponse à la Création de Session (PGW-C → SGW-C)

Éléments d'Information Clés :

Nom IE	Source	Description
Cause	PGW	Indication de succès/échec
Bearer Context	PGW	Porteuse allouée avec TEID
Allocation d'Adresse PDN	PGW	Adresse IP UE assignée
Restriction APN	PGW	Politiques pour cet APN
Charging ID	PGW	ID de facturation généré par PGW
TEID	PGW	Alloué pour le tunnel S5/S8

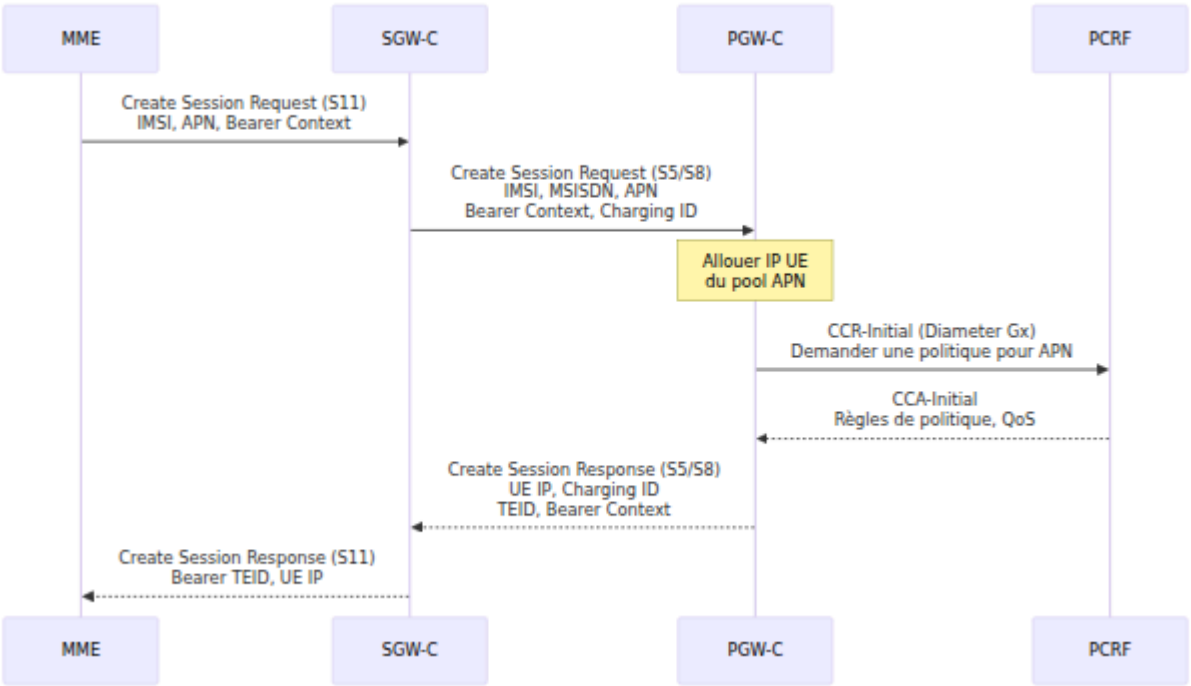
Codes de Réponse

Code de Cause	Description	Récupération
0	Demande Acceptée	Session établie
16	Pas de ressources disponibles	Rejeter vers MME, action de l'utilisateur
25	Erreur de sémantique dans l'IE	Vérifier le format du message
49	Pas de règle correspondante	Mismatch de politique PGW-C
64	Contexte non trouvé	La session existe déjà
65	Erreur sémantique dans la réponse	Mauvaise configuration PGW
72	IE obligatoire manquant/incorrect	Message incomplet

Modification de Session

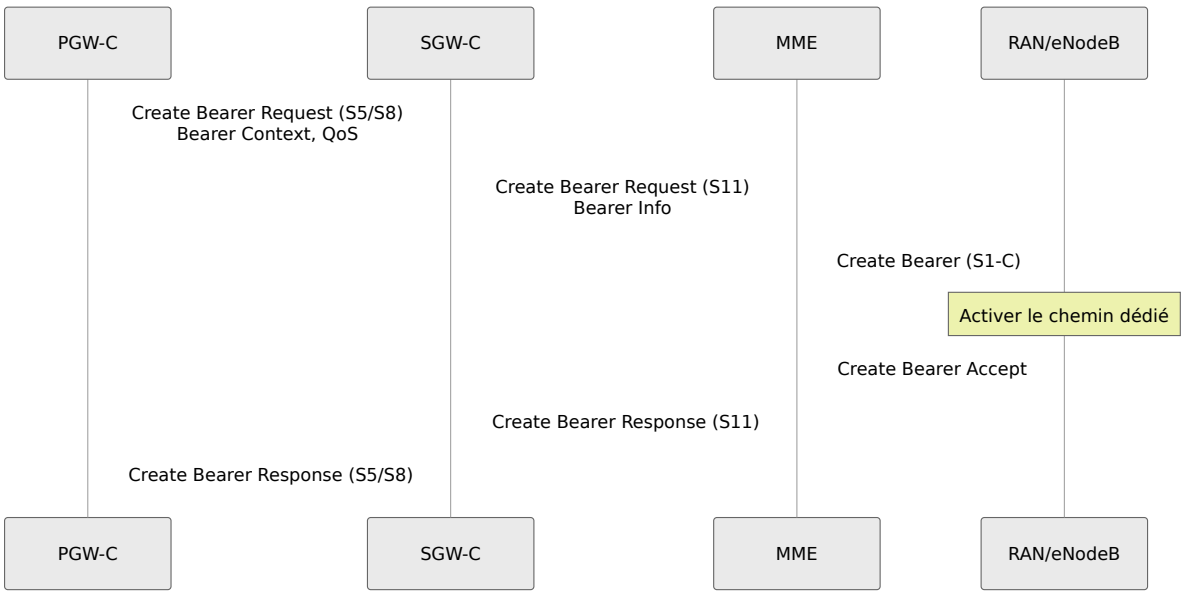
Modification de QoS de Porteuse

Lorsque MME demande des modifications de QoS via S11, SGW-C propage à PGW-C via S5/S8.



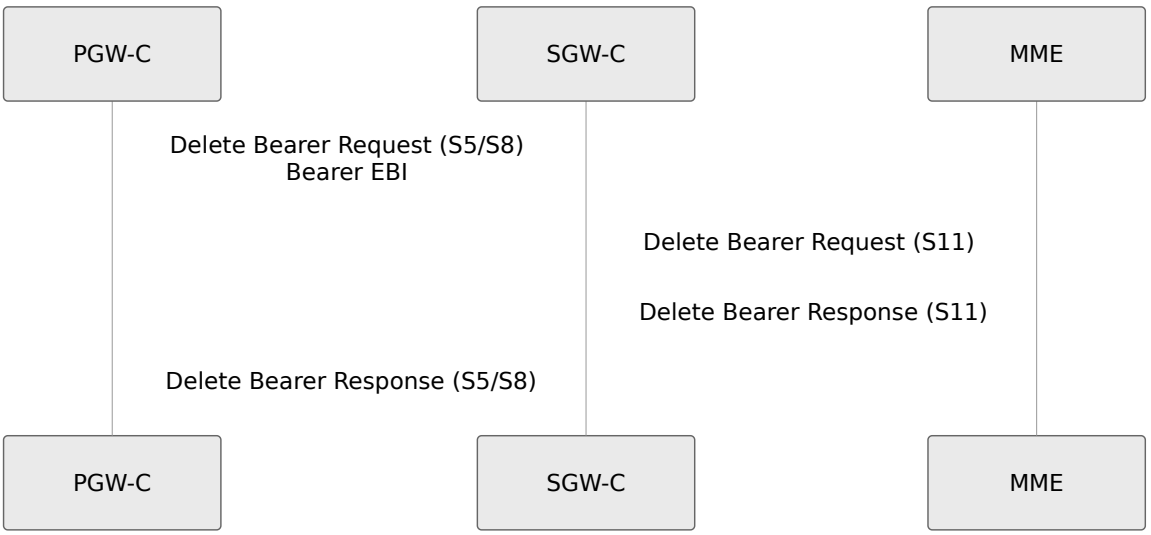
Création de Porteuse (Porteuse Dédiée)

PGW-C peut demander l'activation de la porteuse dédiée via S5/S8 :



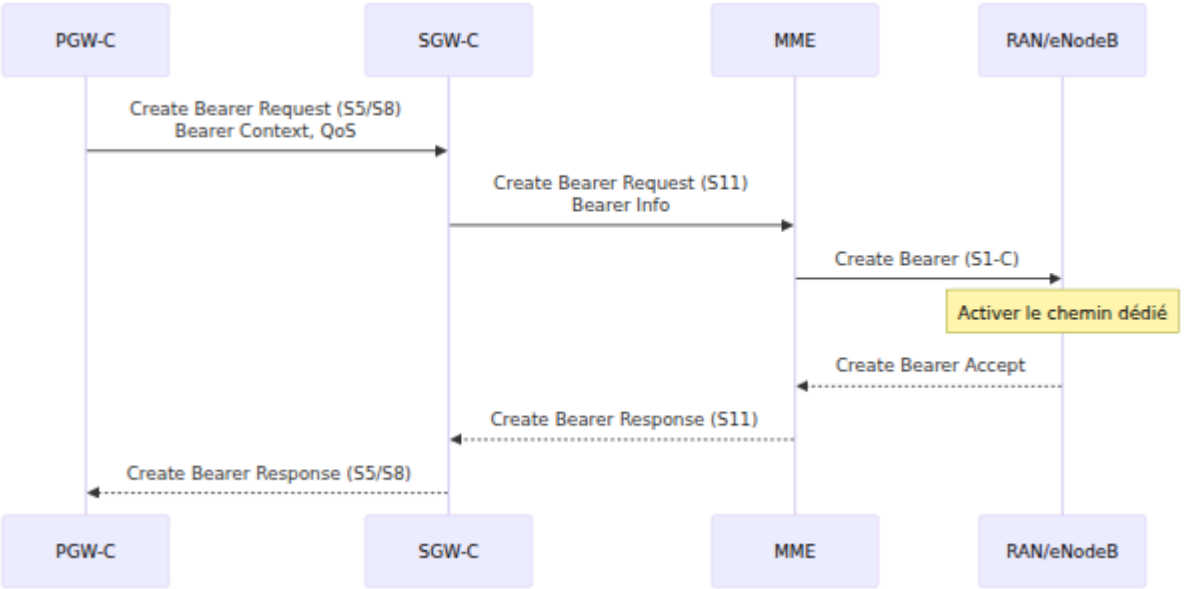
Suppression de Porteuse (Porteuse Dédiée)

Lorsque la porteuse dédiée n'est plus nécessaire :



Termination de Session

Déconnexion PDN Normale

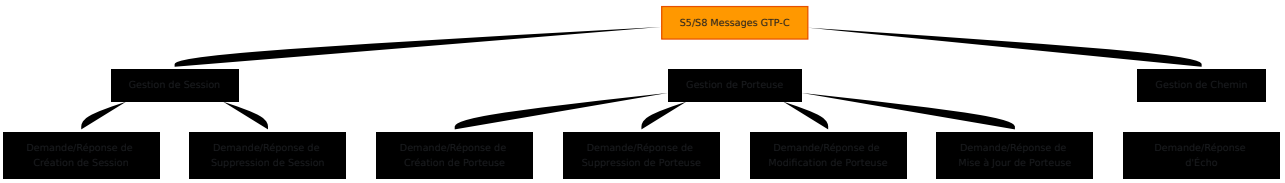


Transitions d'État :

```
[PDN Connecté]
    ↓ (Delete Session Request de MME)
[Libération de la Session PGW]
    ↓ (Réponse de Suppression PGW reçue)
[Libération des Ressources SGW]
    ↓ (TEID libéré, CDR journalisé)
[PDN Déconnecté]
```

Types de Messages

Résumé des Messages S5/S8



Détails des Messages

Demande/Réponse de Création de Session

- **Déclencheurs :** Attachement initial, demande de connectivité PDN
- **Fréquence :** ~1 par connexion PDN par UE
- **Direction :** Bidirectionnelle

Demande/Réponse de Suppression de Session

- **Déclencheurs :** Détachement, déconnexion PDN
- **Fréquence :** ~1 par terminaison de connexion PDN
- **Direction :** Bidirectionnelle

Demande/Réponse de Modification de Porteuse

- **Déclencheurs :** Changement de QoS, modification de porteuse
- **Fréquence :** Variable (0 à plusieurs par session)
- **Direction :** Bidirectionnelle

Demande/Réponse de Création/Suppression de Porteuse

- **Déclencheurs :** Activation/désactivation de porteuse dédiée
- **Fréquence :** Variable (0 à plusieurs par session)
- **Direction :** Bidirectionnelle

Demande/Réponse d'Écho

- **Déclencheurs :** Surveillance de chemin/pair
- **Fréquence :** Périodique (recommandé 1/minute minimum)
- **Direction :** Bidirectionnelle

Opérations Réseau

Surveillance des Pairs

Surveillez la connectivité PGW-C :

```
# Vérifiez les TEID S5/S8 actifs
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_teid

# Surveillez le flux de messages S5/S8
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_messages_total

# Attendu : flux constant de messages de
Création/Suppression/Modification
```

Vérification de Session PDN

Inspectez les connexions PDN actives :

```
Interface Web → Page des Sessions UE
└── Pour chaque session UE :
    ├── Pair PGW-C associé
    ├── ID de Facturation (de PGW)
    ├── Adresse IP UE (de PGW)
    ├── Liste des Porteuses avec QoS
    └── Paire TEID S5/S8
```

Inspection du Flux de Messages

Suivez l'activité des messages S5/S8 :

```
# Comptez les opérations de Création de Session
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
create_session_request_total

# Surveillez les modifications de porteuse
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep modify_bearer

# Vérifiez le taux d'erreur
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_errors_total
```

Stratégie de Sélection PGW

Si plusieurs pairs PGW-C sont configurés :

```
Logique de Sélection :
├── Équilibré par Charge : Round-robin entre les pairs
├── Collant : Même APN utilise toujours le même PGW
├── Actif-Standby : Basculement si le pair est indisponible
└── Personnalisé : Logique spécifique à l'application
```

Surveillez la distribution :

```
# Sessions par pair PGW
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep session_by_pgw_peer
```

Dépannage

Échecs d'Établissement de Session

Problème : "Demande de Création de Session rejetée par PGW"

Diagnostic :

```
# Vérifiez le code de cause
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
create_session_response_cause

# Vérifiez la connectivité PGW
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_peer_status
```

Causes et Solutions Courantes :

Cause	Raison	Solution
16	Pas de ressources	Vérifiez la capacité PGW, épuisement du pool IP
25	Erreur sémantique	Vérifiez que le contexte de porteuse correspond aux attentes de PGW
49	Pas de règle correspondante	Vérifiez la configuration APN au PGW
72	IE manquant	Vérifiez que MME envoie les champs requis

Échecs d'Opération de Porteuse

Problème : "Échec de la Demande de Modification de Porteuse"

Diagnostic :

1. Vérifiez les métriques pour le taux d'erreur modify_bearer
2. Inspectez les paramètres QoS pour leur validité
3. Vérifiez que PGW est accessible

Solutions :

- Réduisez la fréquence de modification de QoS
- Vérifiez que les valeurs de QoS sont conformes à la politique PGW

- Vérifiez PGW pour des problèmes de PCRF/politique

Problèmes de Délai d'Attente des Messages

Problème : "Délai d'attente des messages S5/S8"

Métriques :

```
# Latence des messages
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_duration_seconds

# Compte des délais d'attente
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_timeout_total
```

Solutions :

- Augmentez message_timeout_ms si le RTT du réseau est élevé
- Vérifiez la congestion du réseau
- Vérifiez la disponibilité CPU/mémoire de PGW
- Surveillez la perte de paquets

Mismatch d'ID de Facturation

Problème : "Mismatch d'ID de Facturation dans les CDR"

Diagnostic :

- Vérifiez que PGW renvoie un ID de facturation valide
- Vérifiez les journaux CDR pour un ID de facturation manquant
- Comparez les CDR SGW et PGW

Solution :

- Assurez-vous que PGW envoie l'ID de facturation dans toutes les réponses
- Gérez les ID de facturation manquants de manière appropriée dans la journalisation CDR

Pour des références détaillées sur les métriques et la configuration du tableau de bord Prometheus, voir le Guide de Surveillance & Métriques.

Meilleures Pratiques

Configuration

- **Redondance PGW :** Configurez plusieurs pairs PGW-C pour le basculement
- **Distribution de Charge :** Utilisez le round-robin pour une charge équilibrée
- **Délais d'Attente :** Définissez-les de manière appropriée en fonction du RTT WAN (typique : 5-10 secondes)
- **Réessais :** 2-3 réessais avec un retour exponentiel

Opérations

- **Santé des Pairs :** Surveillez les temps de réponse d'écho
- **Routage APN :** Faites correspondre la configuration APN SGW aux APN PGW
- **Suivi des Erreurs :** Alertez sur un taux d'erreur S5/S8 soutenu
- **Planification de Capacité :** Surveillez l'utilisation du pool IP au PGW

Gestion de Session

- **Limites de Session :** Suivez les sessions simultanées par rapport à la capacité PGW
- **Nombre de Porteuses :** Surveillez la distribution des porteuses par défaut + dédiées
- **Validation de QoS :** Vérifiez les paramètres QoS acceptés par PGW
- **Facturation :** Vérifiez que l'ID de facturation est reçu et journalisé

Intégration avec d'Autres Interfaces

Coordination S11 ↔ S5/S8

```
Flux de Message S11 (de MME)
    ↓
Traitement de Session SGW-C
    ↓
Message S5/S8 (vers PGW-C)
    ↓
Attendre la Réponse
    ↓
Réponse S11 (retour à MME)
```

Coordination S5/S8 ↔ Sxa

```
Réponse de Création de Session S5/S8 (de PGW)
    ↓
Extraire les Infos de Porteuse/QoS
    ↓
Établissement de Session Sxa (vers SGW-U)
    ↓
Attendre que le Plan Utilisateur soit Prêt
    ↓
Compléter la Réponse de Création de Session S11
```

Guide de Gestion des Sessions

Cycle de Vie et Opérations de la Session UE

OmniSGW par Omnitouch Network Services

Table des Matières

1. Aperçu
2. Cycle de Vie de la Session
3. États de la Session
4. Opérations de Support
5. Gestion de la Mobilité
6. Procédures de Transfert
7. Procédures Opérationnelles
8. Inspection de la Session
9. Dépannage

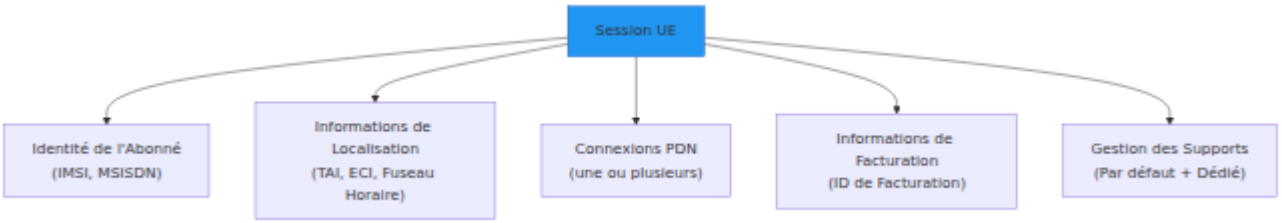
Aperçu

Une session UE représente un appareil mobile actif connecté au réseau. SGW-C maintient le contexte de session et coordonne entre :

- **MME** - Entité de Gestion de Mobilité (via S11)
- **PGW-C** - Plan de Contrôle de la Passerelle de Paquet (via S5/S8)
- **SGW-U** - Transmission du Plan Utilisateur (via Sxa)

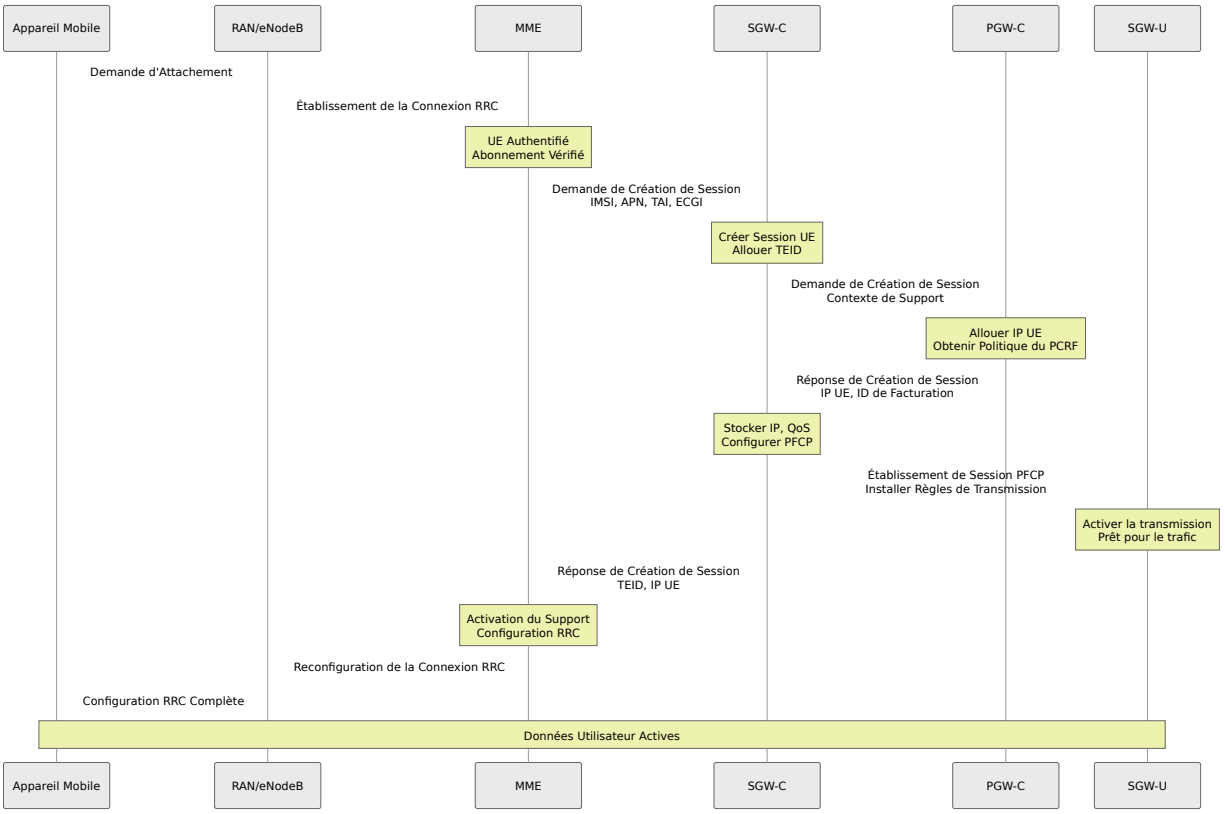
Chaque session a un IMSI unique (identité de l'abonné) et peut contenir une ou plusieurs connexions PDN.

Responsabilités de la Session

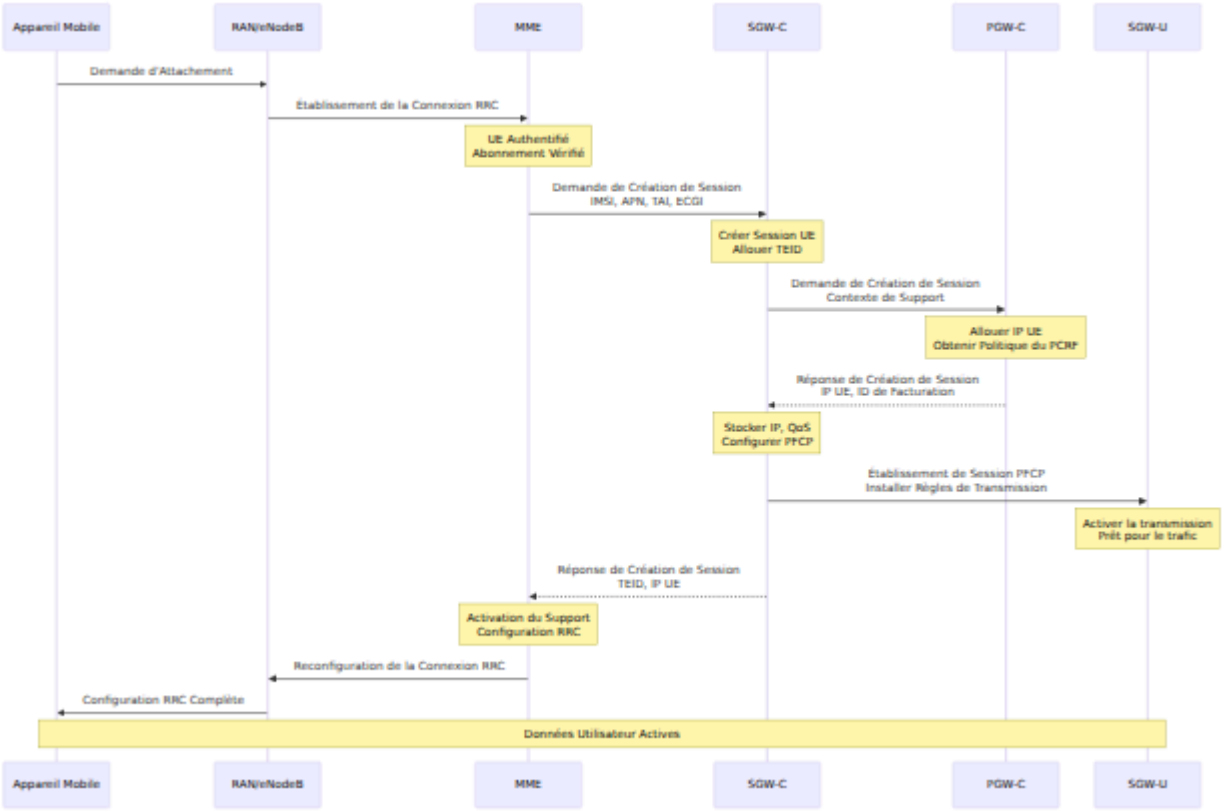


Cycle de Vie de la Session

Création de Session (Attachement UE)



Terminaison de Session (Détachement UE)



États de la Session

Machine d'État de la Session UE

```
[Pas de Session]
    ↓ (Demande de Création de Session de MME)
[Création de Session - PGW]
    ↓ (Réponse de Création de Session de PGW)
[Création de Session - Plan Utilisateur]
    ↓ (Réponse d'Établissement de Session PFCP)
[Session Active]
    ↓ (Demande de Modification de Support ou changements de
support)
[Modification de Session]
    ↓ (Modification Complète)
[Session Active]
    ↓ (Demande de Suppression de Session ou erreur réseau)
[Session en Cours de Terminaison]
    ↓ (Toutes les réponses reçues, CDR journalisé)
[Session Terminée]
```

Variables d'État Clés

```
État de la Session:
├── IMSI: Identité de l'abonné mobile
├── GUTI: ID temporaire de MME
├── Localisation:
│   ├── TAI: Zone de suivi actuelle
│   ├── ECI: Cellule actuelle
│   └── Fuseau Horaire: Fuseau horaire de l'UE
├── Connexions PDN: Tableau de contextes de connexion PDN
│   ├── APN: Nom du Point d'Accès
│   ├── TEID (S11): Vers MME
│   ├── TEID (S5/S8): Vers PGW-C
│   ├── ID de Facturation: De PGW-C
│   ├── IP UE: De PGW-C
│   ├── Adresse PGW-C: Pair S5/S8
│   └── Supports: Par défaut + Dédié
│       ├── EBI: ID de Support
│       ├── QCI: Classe de QoS
│       ├── ARP: Priorité
│       ├── GBR: Débit garanti
│       └── MBR: Débit maximum
└── Facturation: ID de Facturation, journal d'événements
```

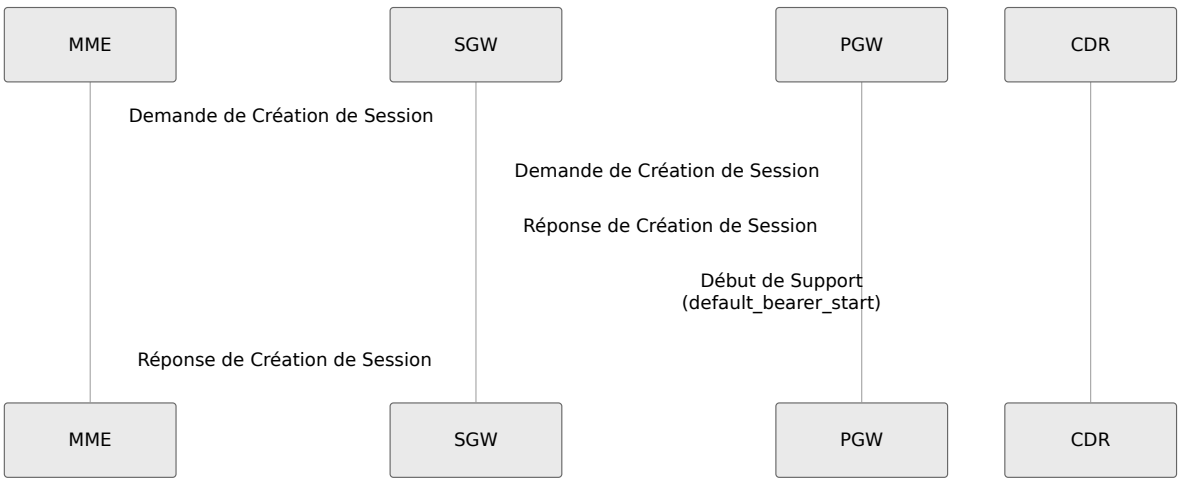
Opérations de Support

Support Par Défaut

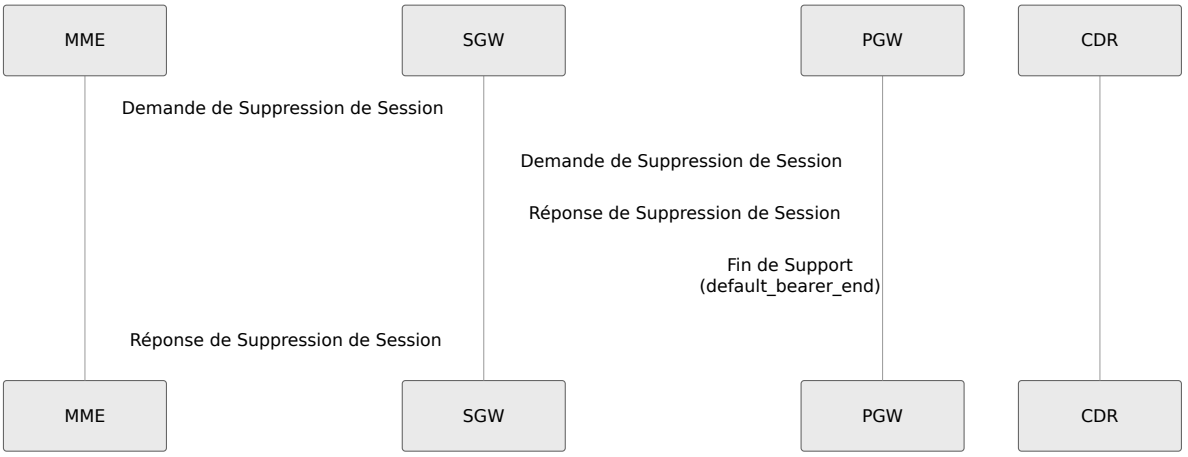
Le support par défaut est créé avec chaque connexion PDN :

- **QoS :** Typiquement QCI 9 (meilleur effort)
- **Durée de Vie :** Identique à la connexion PDN
- **Trafic :** Transporte tout le trafic non correspondant aux supports dédiés
- **Obligatoire :** Chaque connexion PDN doit avoir un support par défaut

Événement de Début de Support :



Événement de Fin de Support :



Supports Dédiés

Les supports dédiés fournissent une QoS premium pour des services spécifiques :

- **Activation :** Demandée par l'application ou la politique réseau
- **QoS :** QCI 1-8 (différents types de services)
- **Durée de Vie :** Peut être plus courte que la connexion PDN
- **Optionnel :** Zéro ou plusieurs par connexion PDN

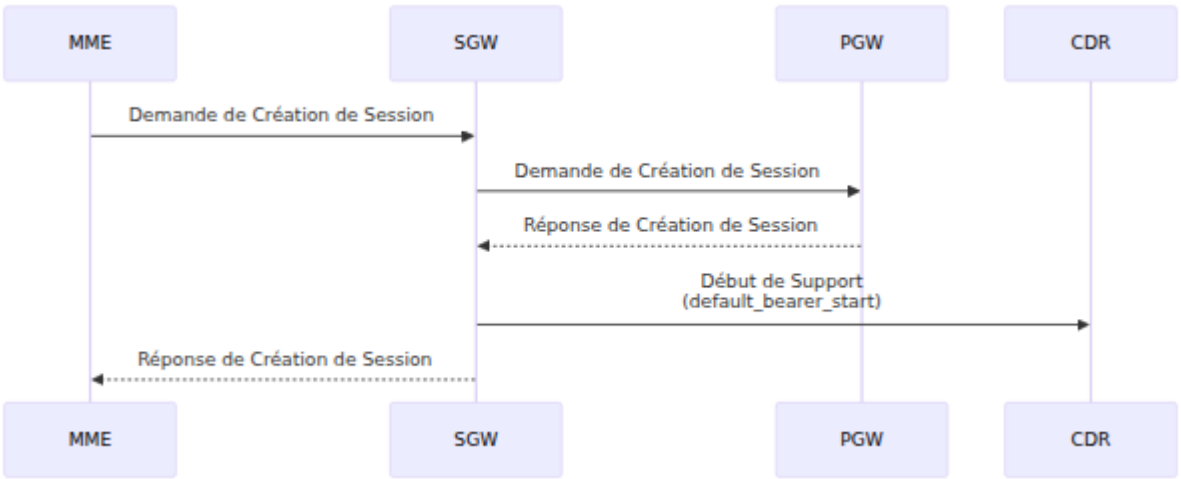
Activation de Support Dédié :

```
Déclenchement de l'Application
    ↓
Décision de Politique PGW-C (via PCRF)
    ↓
Demande de Création de Support (S5/S8)
    ↓
SGW transmet à MME (S11)
    ↓
MME active le support sur RAN
    ↓
Réponse de Création de Support renvoyée via SGW à PGW
```

Désactivation de Support Dédié :

```
Décision Réseau ou Application
    ↓
Demande de Suppression de Support (S5/S8)
    ↓
SGW transmet à MME (S11)
    ↓
MME désactive le support sur RAN
    ↓
Réponse de Suppression de Support renvoyée via SGW à PGW
```

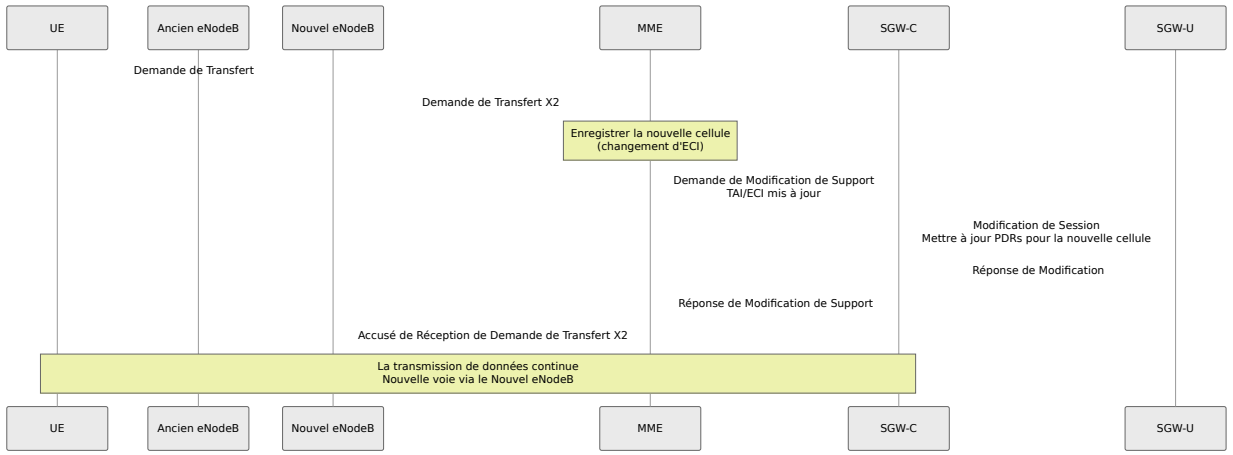
Classes de QoS des Supports



Gestion de la Mobilité

Transfert Intra-MME (Sans Changement de SGW)

Scénario : L'UE se déplace entre les cellules dans la même zone MME

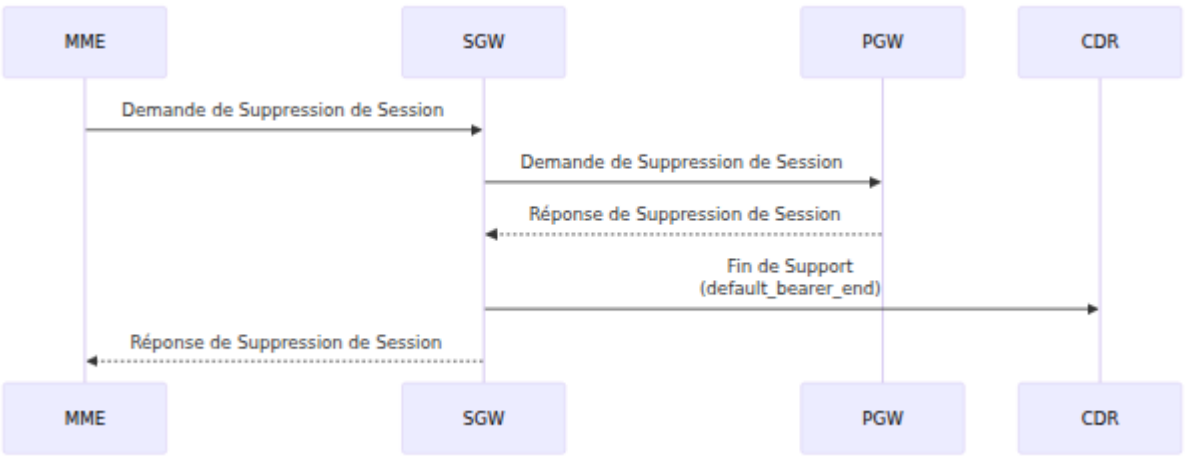


Impact sur la Session :

- La session reste active
- TEID reste le même
- Localisation mise à jour dans la session
- CDR continue avec le même ID de Facturation

Transfert Inter-MME (Avec Changement de SGW)

Scénario : L'UE se déplace vers un MME différent, un nouveau SGW est requis



Impact sur la Session :

- L'ancienne session se termine, CDR journalisé avec indication "transfert"
- Nouvelle session créée avec le même ID de Facturation
- La transmission de données maintient la connectivité
- Le plan utilisateur est redirigé via le nouveau SGW-U

Mise à Jour de la Zone de Suivi (TAU)

TAU sans Changement de SGW :

```
L'UE met à jour sa localisation
    ↓
MME envoie Acceptation TAU
    ↓
MME met à jour SGW avec la nouvelle localisation
    ↓
SGW modifie la session (TAI, ECI)
    ↓
Aucune interruption de service
```

TAU avec Changement de SGW :

- Semblable au transfert inter-MME
- Session migrée vers le nouveau SGW
- Coordination CDR entre l'ancien et le nouveau SGW

Procédures de Transfert

Phase de Préparation

Avant que le transfert ne soit terminé :

1. **Sélection du Nouvel SGW-U** - Choisir le chemin de transmission
2. **Installation de PDR** - Installer de nouvelles règles de transmission
3. **Activation du Tampon** - Activer le tampon pour les paquets en transit
4. **Coordination de Signalisation** - Échange de messages S11/S5/S8

Phase de Transmission de Données

Pendant la transition de transfert :

- **Tampon dans l'Ancien SGW-U** - Paquets retenus temporairement
- **Tampon dans le Nouvel SGW-U** - Prêt à recevoir
- **Tunneling GTP** - Données transférées de l'ancien au nouveau chemin
- **Séquençage des Paquets** - Maintenir l'ordre

Phase de Complétion

Après que le transfert soit terminé :

1. **Vidage du Tampon** - Paquets tamponnés libérés
2. **Changement de Chemin** - Le trafic passe au nouveau chemin
3. **Nettoyage de l'Ancien Chemin** - Libérer les anciennes règles de transmission
4. **Mises à Jour de Session** - Localisation et TEID mis à jour

---

Procédures Opérationnelles

Inspection de la Session

Surveillez les sessions actives via l'interface Web :

```
1. Ouvrir http://<sgw-ip>:<port>/ue_sessions
2. Voir toutes les sessions UE actives
3. Rechercher par IMSI, GUTI ou numéro de téléphone
4. Cliquez sur la session pour une vue détaillée :
   - Localisation (TAI, ECI)
   - Supports actifs et QoS
   - Association PGW-C
   - Informations sur les paires TEID
   - ID de Facturation
```

L'aperçu des Sessions UE affiche toutes les sessions actives avec des identifiants clés :

Cliquez sur n'importe quelle session pour voir des détails complets, y compris les TEIDs, la localisation, les supports et les connexions PDN :

Voir le Guide des OPÉRATIONS pour les instructions de navigation et d'accès à l'interface Web.

Surveillance des Métriques

Suivez les métriques de session :

```
# Compter les sessions actives
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep active_ue_sessions

# Compter les supports actifs
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep active_bearers

# Surveiller par APN
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep sessions_by_apn

# Surveiller le taux de message
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound_messages_total
```

Pour une référence complète des métriques disponibles, des tableaux de bord Prometheus et de la configuration des alertes, voir le Guide de Surveillance & Métriques.

Terminaison de Session en Douceur

Pour terminer proprement une session :

1. **Déclencher via API :** Demander la suppression de la session
2. **Attendre la complétion :** Surveiller l'état de la session
3. **Vérifier le nettoyage :** Vérifier les métriques
4. **Revoir CDR :** Confirmer l'enregistrement final

Limites de Session

Surveillez par rapport à la capacité :

```
# Vérifier la charge actuelle
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
  grep -E "active_ue_sessions|active_bearers" | \
  awk '{print $NF}'

# Alerte à 80% de la capacité sous licence
# Gérer en douceur lorsque les limites sont atteintes
```

Dépannage

La Session Ne S'établit Pas

Symptôme : La Demande de Création de Session échoue

Diagnostic :

1. Vérifier les métriques pour le code de cause
2. Inspecter les journaux d'erreurs S11
3. Vérifier la connectivité PGW
4. Vérifier la disponibilité de l'ID de Facturation

Causes Courantes :

Cause	Solution
PGW injoignable	Vérifier la connectivité réseau S5/S8
Pas d'IP disponible	Vérifier l'état du pool IP PGW
APN non configuré	Vérifier l'APN au PGW
Pas de SGW-U disponible	Assurer l'association SGW-U active
Incompatibilité de politique	Vérifier la configuration de politique PGW

La Session Se Termine Inattendue

Symptôme : La session active se termine sans Demande de Suppression

Diagnostic :

1. Vérifier les journaux pour les messages d'erreur
2. Surveiller l'état de cœur SGW-U
3. Vérifier la connectivité PGW
4. Revoir les métriques pour des pics d'erreurs

Causes Courantes :

Cause	Solution
Crash de SGW-U	Redémarrer SGW-U, surveiller les journaux
Déconnexion réseau	Vérifier l'état de l'interface
Échec de PGW	Passer à PGW de secours
Délai d'attente de message	Augmenter le délai d'attente, vérifier RTT

Échecs de Transfert

Symptôme : Le transfert perd des paquets ou échoue complètement

Diagnostic :

1. Surveiller les messages de Modification de Support
2. Vérifier les mises à jour de règles PFCP
3. Vérifier la configuration de la transmission de données
4. Vérifier le tampon des supports

Causes Courantes :

Cause	Solution
Tamponnage désactivé	Activer BAR dans les règles PFCP
PDR non mis à jour	Vérifier les modifications PFCP envoyées
Chemin de transmission cassé	Vérifier le routage vers le nouveau SGW-U
Timing trop serré	Augmenter le délai d'attente de transfert

Latence Élevée des Messages

Symptôme : Traitement des messages S11/S5S8 lent

Diagnostic :

```
# Vérifier la latence des messages
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
  grep "inbound_duration_seconds"

# Vérifier la profondeur de la file d'attente
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
  grep queue_depth

# Vérifier la charge système
top -n1 | head -1
```

Solutions :

1. Augmenter le délai d'attente des messages si le RTT réseau est élevé
2. Équilibrer la charge entre plusieurs instances SGW-C
3. Surveiller et réduire le taux de messages
4. Vérifier les sessions bloquées

Problèmes de Génération de CDR

Symptôme : CDR manquants ou incomplets

Diagnostic :

1. Vérifier que le répertoire CDR existe
2. Vérifier les permissions d'écriture
3. Vérifier l'espace disque
4. Revoir les erreurs de génération dans les journaux

Solutions :

```
# Surveiller la génération de CDR
tail -f /var/log/sgw_c/cdrs/*

# Vérifier les permissions de fichier
ls -la /var/log/sgw_c/cdrs/

# Assurer que le répertoire est accessible en écriture
chmod 755 /var/log/sgw_c/cdrs/
```

Voir le Guide de Format CDR pour une référence complète des champs CDR et des détails d'intégration.

Meilleures Pratiques

Gestion des Sessions

- **Surveiller la Capacité :** Suivre par rapport aux limites sous licence
- **Alerter sur les Seuils :** Déclencher à 70-80% de capacité
- **Dégradation Douce :** Évacuer avant la maintenance
- **Vérifications de Santé :** Surveiller la connectivité des pairs

Opérations de Transfert

- **Échec Rapide :** Configurer un cœur agressif
- **Transfert Doux :** Assurer que le tamponnage est activé
- **Redondance de Chemin :** Plusieurs pairs SGW-U
- **Tests :** Simulations de transfert régulières

Coordination de Facturation

- **Vérifier l'ID de Facturation :** Assurer l'allocation PGW
- **Validation CDR :** Comparer les CDR SGW et PGW
- **Corrélation d'Événements :** Lier les événements CDR à travers les passerelles

- **Archivage :** Stockage à long terme des CDR

Documentation de l'interface Sxa

Communication PFCP avec SGW-U

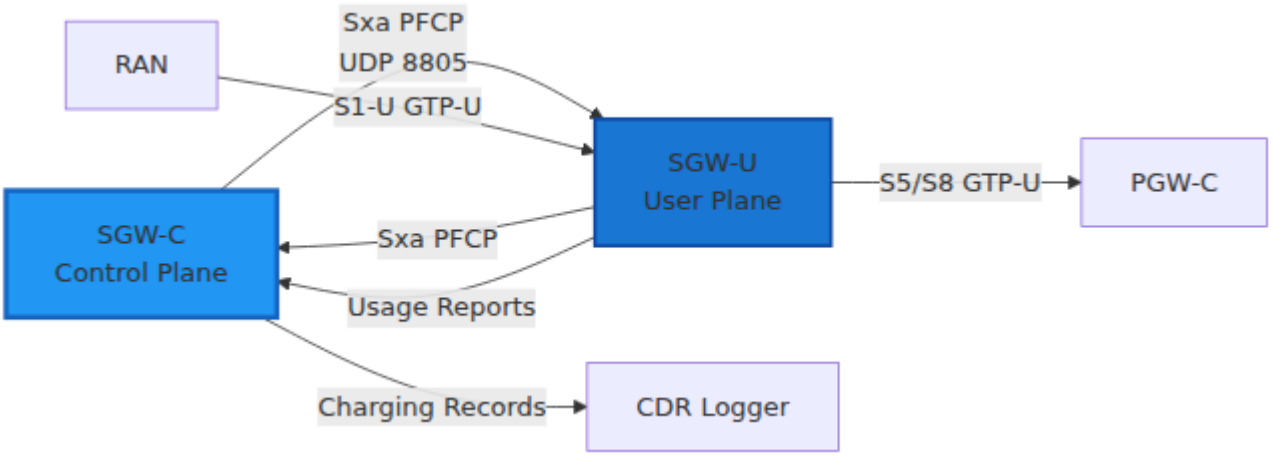
OmniSGW par Omnitouch Network Services

Table des matières

1. Aperçu
2. Détails du protocole
3. Configuration
4. Association PFCP
5. Gestion des sessions
6. Règles PFCP
7. Rapport d'utilisation
8. Opérations réseau
9. Dépannage

Aperçu

L'**interface Sxa** connecte OmniSGW au SGW-U (Serving Gateway User Plane) en utilisant le protocole **PFCP** (Packet Forwarding Control Protocol). Cette interface contrôle le transfert des paquets du plan utilisateur, l'application de la QoS et le rapport d'utilisation.



Caractéristiques clés

- **PFCP v1.0** - Contrôle de transfert de paquets conforme aux normes
- **Suivi de session basé sur SEID** - Identifiants de point de terminaison de session pour l'association
- **Règles de détection de paquets** - Correspondance flexible des paquets pour l'ascendant/descendant
- **Règles d'action de transfert** - Contrôle du routage et de l'encapsulation des paquets
- **Application de la QoS** - Limitation du débit par porteur et priorisation
- **Mesure de l'utilisation** - Suivi du volume pour la facturation et l'analyse
- **Contrôle de mise en mémoire tampon** - Mise en mémoire tampon automatique lors des événements de mobilité

Détails du protocole

Version PFCP 1.0

- **Protocole :** PFCP v1.0 (3GPP TS 29.244)
- **Transport :** UDP
- **Port :** 8805 (standard)
- **Type d'interface :** Plan de contrôle
- **Modèle d'association :** CP et UP forment une association persistante

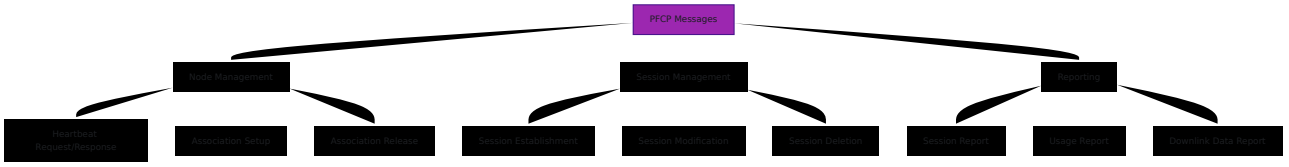
SEID (Identifiant de point de terminaison de session)

Chaque session a des SEID uniques pour le suivi :

- **CP SEID** - Alloué par SGW-C, utilisé dans les messages d'ascendant vers SGW-U
- **UP SEID** - Alloué par SGW-U, utilisé dans les messages de descendant vers SGW-C

```
Message Routing:
  SGW-C → SGW-U: Uses SGW-U's UP SEID
  SGW-U → SGW-C: Uses SGW-C's CP SEID
```

Vue d'ensemble des types de messages



Configuration

Configuration de base

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  sxa: %{
    # Adresse IP locale pour l'interface Sxa
    local_ip_address: "10.0.0.20",

    # Optionnel : Remplacer le port par défaut
    local_port: 8805,

    # Pairs SGW-U à connecter
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-1.example.com"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.31",
        node_id: "sgw-u-2.example.com"
      }
    ],

    # Intervalle de battement d'association (secondes)
    heartbeat_interval_s: 20,

    # Délai d'établissement de session (millisecondes)
    session_timeout_ms: 5000,

    # Nombre maximum de tentatives pour les opérations de session
    max_retries: 3
  }
```

Exigences réseau

Règles de pare-feu :

```
# Autoriser PFCP depuis le réseau SGW-U
iptables -A INPUT -p udp --dport 8805 -s <sgwu_network>/24 -j
ACCEPT

# Autoriser PFCP sortant vers SGW-U
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 8805 -d <sgwu_network>/24 -j
ACCEPT
```

Routage :

```
# Assurer la route vers le réseau SGW-U
ip route add <sgwu_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

Test réseau :

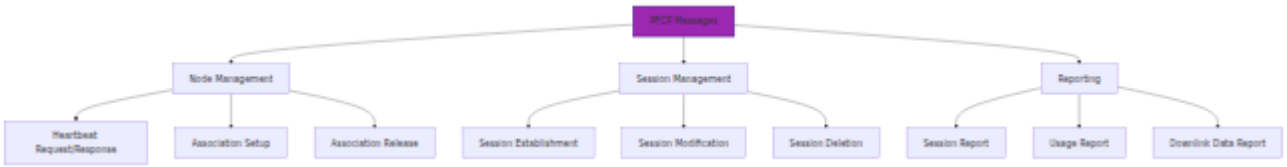
```
# Tester la connectivité PFCP
# Vérifier les journaux pour le message "Association Setup
Complete"

# Surveiller les sessions PFCP actives
curl http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count
```

Association PFCP

Cycle de vie de l'association

Avant que des sessions puissent être établies, SGW-C et SGW-U doivent former une association PFCP.



Machine d'état de l'association

```
[Déconnecté]
    ↓ (Demande de configuration)
[Association]
    ↓ (Réponse de configuration OK)
[Associé]
    ↓ (Création de session)
[Sessions actives]
    ↓ (Échec de battement)
[Ré-associé]
    ↓ (Configuration OK ou délai)
[Associé ou Déconnecté]
```

Gestion de la récupération

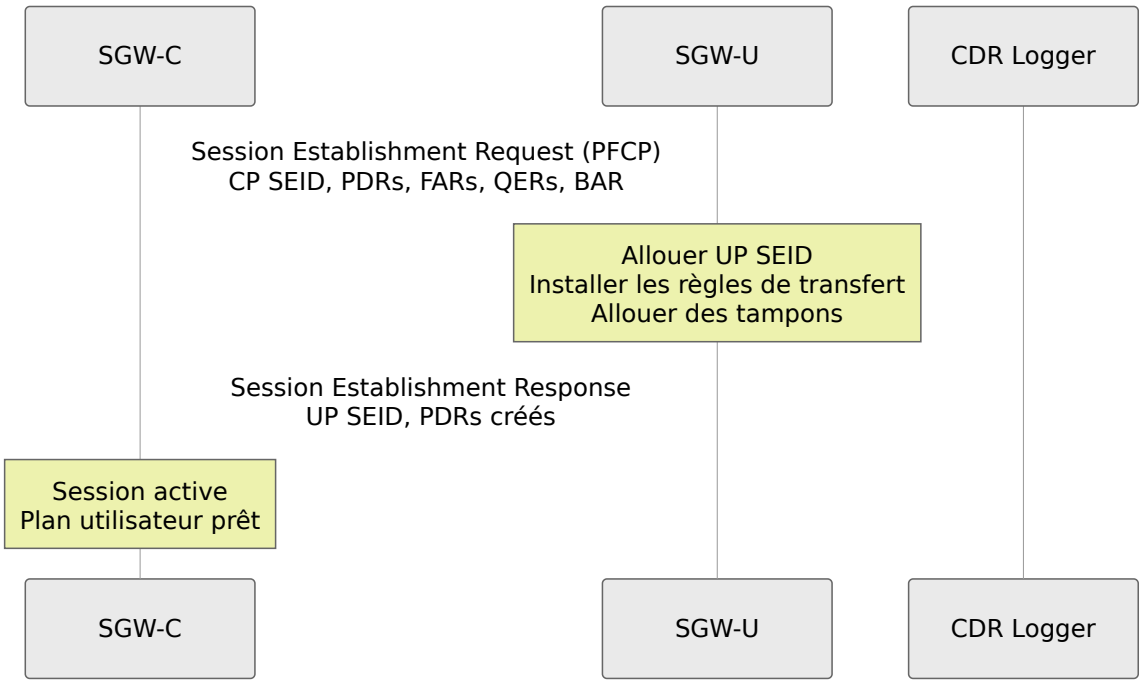
Si une association PFCP est perdue et récupérée :

1. **Détection de récupération :**
   - Le délai de battement déclenche la récupération
   - Nouvelle configuration d'association envoyée
   - Horodatage de récupération vérifié
2. **Récupération de session :**
   - Les sessions peuvent ou non être récupérables
   - Interroger SGW-U pour les sessions existantes
   - Réétablir les sessions perdues si nécessaire
3. **Transfert de données :**
   - Mise en mémoire tampon du plan utilisateur dans SGW-U pendant la récupération
   - Les PDR restent actifs jusqu'à ce qu'ils soient explicitement supprimés
   - Minimiser la perte de paquets pendant le basculement

Gestion des sessions

Établissement de session

Déclencheur : Demande de création de session de MME (reçue sur S11)



Éléments d'information envoyés :

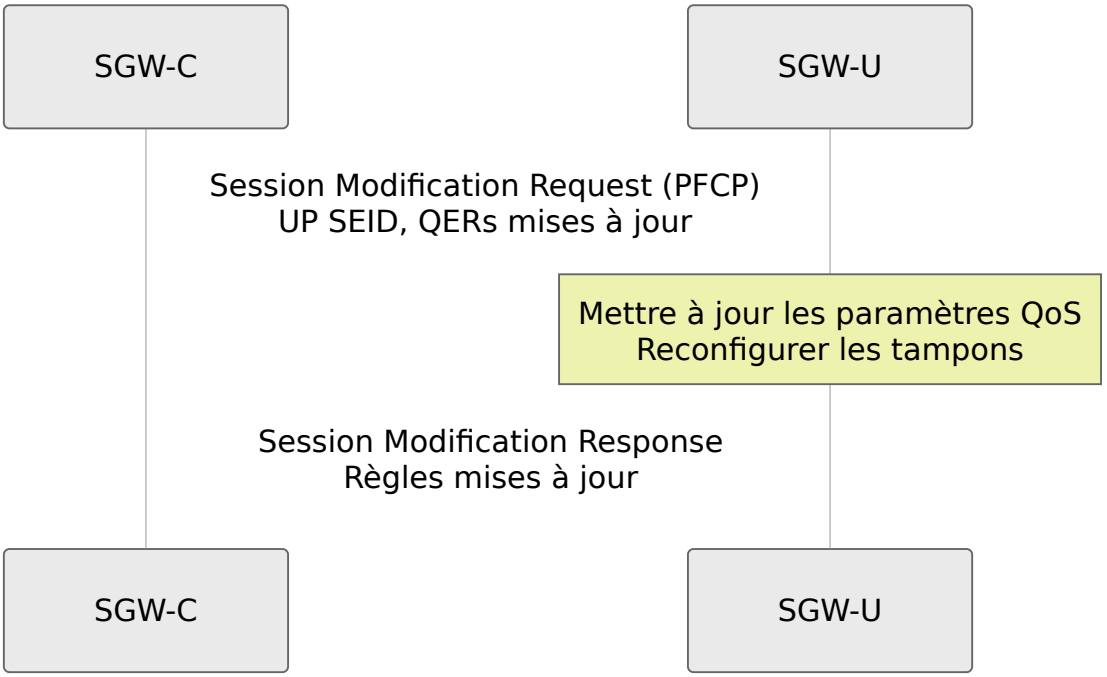
Élément	Description
CP SEID	Alloué par SGW-C pour cette session
PDRs	Règles de détection de paquets (voir ci-dessous)
FARs	Règles d'action de transfert
QERs	Règles d'application de la QoS
BAR	Règle d'action de mise en mémoire tampon pour la mobilité
Create PDR	Identifiants de règles pour la réponse

État de la session :

```
[Aucune session]
    ↓ (Demande d'établissement)
[Établissement]
    ↓ (Réponse d'établissement)
[Session active]
```

Modification de session

Déclencheur : Demande de modification de porteur de MME (changement de QoS, transfert)

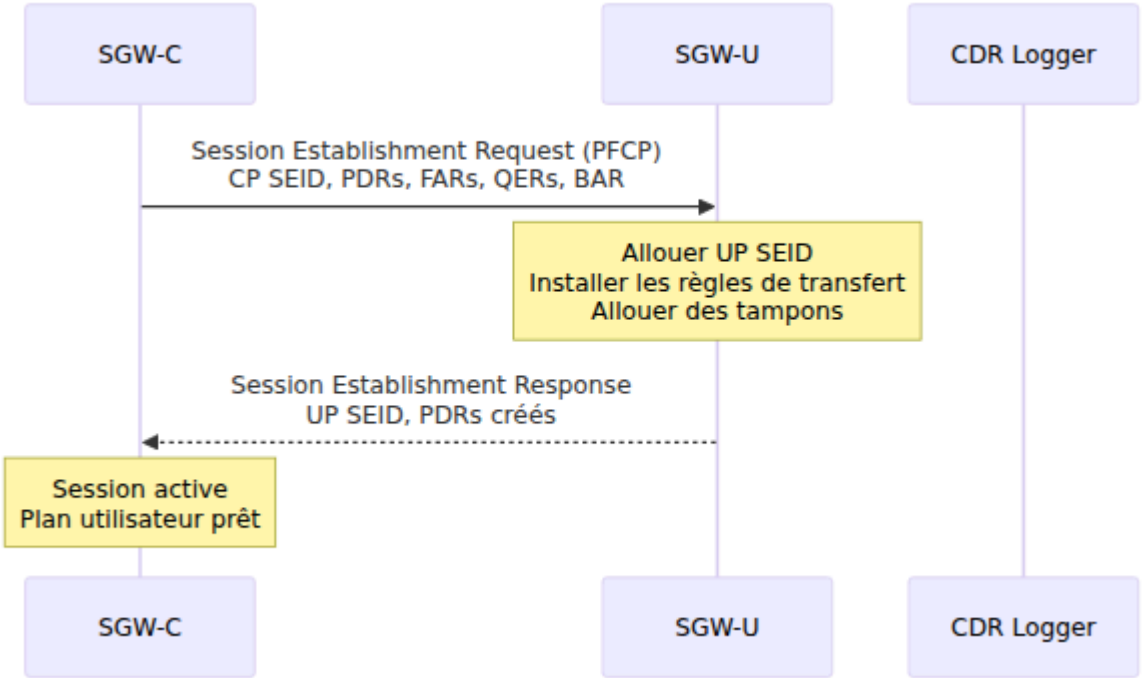


Modifications courantes :

Modification	Éléments mis à jour	Raison
Changement de QoS	QERs	Mise à niveau/diminution du porteur
Transfert	PDRs, FARs	Changement d'eNodeB, sélection de SGW-U
Ajout de porteur	Nouveau PDR, FAR, QER	Activation de porteur dédié
Suppression de porteur	Supprimer PDR, FAR, QER	Désactivation de porteur

Suppression de session

Déclencheur : Demande de suppression de session de MME (détachement)



État de la session :

```
[Session active]
    ↓ (Demande de suppression)
[Suppression]
    ↓ (Réponse de suppression)
[Session terminée]
```

Règles PFCP

PDR (Règle de détection de paquets)

Correspond aux paquets entrants pour identifier les flux de trafic.

Critères de détection de paquets :

Critère	Description	Exemple
Interface source	D'où provient le paquet	Accès (S1-U), Noyau (S5/S8)
Adresse IP source	Adresse IP de l'UE (pour l'accès)	10.45.0.50
Adresse IP de destination	Adresse IP du réseau externe (pour le noyau)	8.8.8.8
Type de protocole	Numéro de protocole IP	TCP (6), UDP (17)
Port source	Correspondance de port	1024-65535
Port de destination	Correspondance de port	80 (HTTP), 443 (HTTPS)
TEID	Identifiant de tunnel GTP-U	Pour les paquets de descendant

Structure PDR :

```
Structure PDR:
├── PDR ID (unique au sein de la session)
├── Précédence (priorité pour les règles qui se chevauchent)
├── Critères de détection de paquets
│   ├── Interface source
│   ├── Instance réseau (APN)
│   └── Adresse IP de l'UE / Adresse IP de destination
├── FAR ID (quelle règle de transfert appliquer)
├── QER ID (quelle règle de QoS appliquer)
└── Déclencheur de rapport d'utilisation
```

Cas d'utilisation exemple - Portée par défaut :

- Détecte : Tous les paquets de/vers l'adresse IP de l'UE
- Action : Transférer via PDN (direction PGW-U)
- QoS : Appliqué par porteur

Cas d'utilisation exemple - Portée dédiée :

- Détecte : Paquets correspondant à un flux spécifique (plage de ports, protocole)
- Action : Transférer sur un chemin dédié
- QoS : Tarifs premium (GBR)

FAR (Règle d'action de transfert)

Spécifie comment traiter les paquets correspondants.

Actions de transfert :

Action	Description	Cas d'utilisation
Transférer	Envoyer le paquet au réseau de destination	Transfert normal
Tamponner	Stocker le paquet temporairement	Pendant la mobilité/paging
Jeter	Supprimer le paquet	Application de politique, pare-feu
Dupliquer	Envoyer le paquet à plusieurs destinations	Interception légale

Options d'encapsulation :

- **GTP-U** - Ajouter un en-tête de tunnel GTP-U (S1-U, S5/S8)
- **Ethernet** - Ajouter un en-tête Ethernet (pour interconnexion directe)
- **IPv4** - Transfert IPv4 simple (pour sortie Internet)
- **IPv6** - Transfert IPv6 simple

Exemple - UE vers Internet :

```
Correspondance PDR : Interface source = Accès, UE IP = 10.45.0.50
Action FAR :
  - Transférer = Oui
  - Encapsulation d'en-tête externe = Aucune (internet direct)
  - Paramètres de transfert = Passerelle Internet
```

QER (Règle d'application de la QoS)

Applique des limites de débit par porteur.

Paramètres QoS :

Paramètre	Type	Description
QCI	Entier	Identifiant de classe QoS (1-9)
MBR (Débit maximal)	Débit	Taux maximum autorisé
GBR (Débit garanti)	Débit	Taux minimum garanti
ARP	Entier	Priorité d'allocation et de rétention (1-15)

Classes QoS (QCI) :

QCI	Type de service	Exemples de débit
1	Voix (GBR)	MBR : 64 kbps
2	Appel vidéo (GBR)	MBR : 256 kbps
3	Jeux en temps réel (GBR)	MBR : 50 kbps
4	Non-GBR	GBR : 128 kbps, MBR : 256 kbps
5	Signalisation IMS	GBR : 100 kbps, MBR : 256 kbps
6	Streaming vidéo	MBR : 10 Mbps
7	Voix avec vidéo (GBR)	GBR : 64 kbps, MBR : 384 kbps
8	Navigation Web	MBR : 5 Mbps
9	Email	MBR : 3 Mbps

Exemple - Portée par défaut (QCI 9) :

```
QCI : 9 (Meilleur effort)
MBR : 100 Mbps (dépend du site)
GBR : Aucun (non-GBR)
ARP : 15 (priorité la plus basse)
```

Exemple - Portée vocale dédiée (QCI 1) :

```
QCI : 1 (Voix)
MBR : 128 kbps (montant + descendant)
GBR : 64 kbps (garanti)
ARP : 1 (priorité la plus élevée)
```

BAR (Règle d'action de mise en mémoire tampon)

Contrôle la mise en mémoire tampon des paquets lors des événements de mobilité.

Scénarios de mise en mémoire tampon :

1. **Mise en mémoire tampon lors du transfert :**
   - L'UE passe d'un eNodeB à un autre
   - Paquets mis en mémoire tampon pendant le déplacement
   - Libérés lorsque le transfert est terminé
2. **Mise en mémoire tampon lors de la pagination :**
   - L'UE est inactif (porteurs suspendus)
   - Des données de descendant arrivent
   - Mise en mémoire tampon jusqu'à ce que l'UE se réactive
3. **Relocalisation de SGW :**
   - Pendant le transfert inter-MME avec changement de SGW
   - Ancien SGW met en mémoire tampon et transfère au nouveau SGW
   - Livraison ordonnée maintenue

Configuration BAR :

```
Paramètres BAR :
├── Délai de mise en mémoire tampon : Combien de temps conserver
les paquets
├── Seuil de nombre de paquets : Max paquets mis en mémoire tampon
└── Déclencheur de rapport de données de descendant
    └── Envoyer une notification au CP lorsque des données
arrivent
```

Rapport d'utilisation

Messages de rapport d'utilisation

SGW-U envoie des rapports d'utilisation à SGW-C pour la facturation et l'analyse.

Déclencheurs de rapport d'utilisation

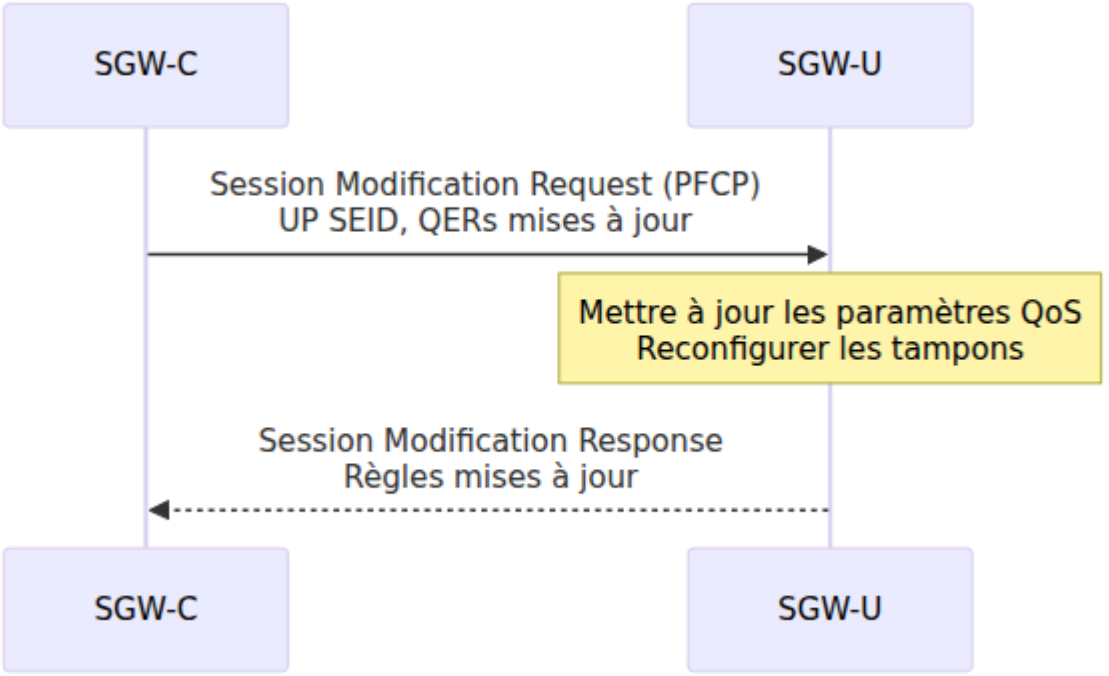
Les rapports sont envoyés lorsque :

Déclencheur	Condition
Période de temps	Rapport périodique toutes les N secondes
Seuil de volume	Après N octets transférés
Seuil de durée	Après N secondes de transfert
Fin de session	Lorsque la session est supprimée
Modification	Lorsque les règles sont mises à jour
Rapport immédiat	Demandé dans le message de modification

Champs de rapport d'utilisation

```
Rapport d'utilisation :
├── Déclencheur de rapport d'utilisation : Ce qui a causé ce
rapport
├── UR-SEQN : Numéro de séquence pour l'ordre
├── Informations d'utilisation par porteur :
│   ├─── EBI : Identifiant de porteur
│   ├── Mesure de volume
│   │   ├── UL : Octets d'ascendant
│   │   ├── DL : Octets de descendant
│   │   ├── Total : Total des octets
│   │   └── Paquets : Total des paquets
│   ├── Mesure de durée : Secondes actives
│   └── Heure du premier/dernier paquet : Horodatages
└── Query UR : Demander un rapport immédiat
```

Flux de génération de CDR



Opérations réseau

Surveillance de l'association PFCP

Surveiller les associations PFCP actives :

```
# Vérifier l'état de l'association
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pfcp_association

# Sortie attendue :
# pfcp_association_status{peer_ip="10.0.0.30"} 1  (associé)
# pfcp_association_status{peer_ip="10.0.0.31"} 1  (associé)

# Interface Web → Page d'état SGW-U
# Montre tous les pairs avec le statut "Associé" et les
informations de récupération
```

Métriques de session

Surveiller les sessions PFCP actives :

```
# Compter les sessions actives
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count

# Surveiller la distribution par SGW-U
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_by_peer

# Taux d'utilisation (octets/sec)
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep usage_octets_rate
```

Surveillance du flux de messages

Suivre l'activité des messages PFCP :

```
# Surveiller tous les messages PFCP
watch -n 1 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep sxa_inbour

# Sortie exemple :
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_establishment_respor
5432
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_modification_respons
12100
# sxa_inbound_messages_total{message_type="session_report_request"} 6
```

Vérification de l'installation des règles

Vérifier si les règles sont correctement installées dans SGW-U :

```
# Surveiller les succès/échecs d'établissement de session
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
sxa_session_establishment

# Vérifier les problèmes d'installation de PDR
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pdr_installation

# Rechercher des délais
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep sxa_timeout_total
```

Dépannage

Échecs d'association

Problème : "Échec de la configuration de l'association"

Diagnostic :

1. Vérifier la connectivité réseau : `ping <sgwu_ip>`
2. Vérifier le port : `netstat -an | grep 8805`
3. Vérifier les journaux pour les détails d'erreur

Causes et solutions courantes :

Cause	Symptôme	Solution
Réseau inaccessible	Délai d'attente sur la configuration	Vérifier le routage vers SGW-U
Port bloqué	Connexion refusée	Vérifier les règles de pare-feu
SGW-U hors service	Pas de réponse	Redémarrer le processus SGW-U
Mismatch d'ID de nœud	Configuration rejetée	Vérifier la configuration

Échecs d'établissement de session

Problème : "Échec de l'établissement de session"

Diagnostic :

```
# Vérifier les métriques
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count

# Vérifier les journaux pour une erreur spécifique
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep "Session Establishment"
```

Causes courantes :

Cause	Message d'erreur	Solution
SGW-U pas de ressources	"Ressources insuffisantes"	Vérifier la capacité de SGW-U
PDR invalide	"IE obligatoire manquant"	Vérifier les définitions de règles
Conflit de SEID	"SEID existe déjà"	Vérifier la duplication de session
Délai	"Délai d'établissement de session"	Augmenter le délai ou vérifier SGW-U

Problèmes de rapport d'utilisation

Problème : "Rapports d'utilisation manquants"

Diagnostic :

```
# Vérifier le nombre de rapports
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
session_report_request_total

# Surveiller la génération de CDR
tail -f /var/log/sgw_c/cdrs/<timestamp>
```

Solutions :

- Vérifier que le battement de SGW-U est actif
- Vérifier la configuration du déclencheur de rapport de session
- S'assurer que les permissions du répertoire CDR sont correctes
- Surveiller les débordements de tampon de SGW-U

Problèmes de performance

Problème : Latence élevée des messages PFCP

Métriques à vérifier :

```
# Durée de traitement des messages
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
sxa_inbound_duration_seconds

# Charge de session par pair
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_by_peer

# Profondeur de la file d'attente
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pfcp_queue_depth
```

Étapes d'optimisation :

1. Équilibrer la charge entre plusieurs pairs SGW-U
2. Augmenter le délai de battement si le réseau est sujet à des pertes
3. Surveiller et réduire la complexité des règles
4. Évoluer horizontalement avec des instances SGW-C supplémentaires

Pour une référence complète des métriques, la configuration du tableau de bord et la configuration des alertes, voir le Guide de surveillance et de métriques.

Meilleures pratiques

Configuration

- **Intervalle de battement :** Définir à 20-30 secondes pour une détection fiable
- **Délai de session :** 5-10 secondes en fonction du RTT du réseau
- **Tentatives maximales :** 2-3 pour un équilibre entre fiabilité et latence
- **Sélection de pairs :** Distribuer la charge entre tous les pairs SGW-U

Opérations

- **Redondance des pairs :** Configurer plusieurs instances SGW-U pour le basculement
- **Rechargement en douceur :** Supporter les mises à jour logicielles en service
- **Drainage de session :** Migrer les sessions avant la maintenance
- **Surveillance :** Suivre la fréquence de récupération de l'association

Dépannage

- **Conserver les journaux :** Conserver les traces de messages PFCP pour le débogage
- **Corrélation :** Lier les messages S11 aux opérations de session PFCP
- **Métriques de référence :** Établir une référence de performance normale
- **Tester les scénarios d'échec :** Pratiquer les procédures de basculement de SGW-U