

# Format du Registre 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 (Registre 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 les 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 3GPP** - Suit 3GPP TS 32.251 (facturation du domaine PS) et TS 32.298 (encodage CDR)

## Cas d'Utilisation

| Cas d'Utilisation                | Description                                      |
|----------------------------------|--|
| <b>Facturation Hors Ligne</b>    | Générer des CDR pour la facturation postpayée    |
| <b>Analyse</b>                   | Analyser les modèles d'utilisation des abonnés   |
| <b>Trace d'Audit</b>             | Suivre tous les événements de session de porteur |
| <b>Planification de Capacité</b> | Surveiller l'utilisation des ressources réseau   |
| <b>Dépannage</b>                 | Déboguer les problèmes de session et de porteur  |

---

# Format de Fichier CDR

## Convention de Nommage de Fichier

```
<timestamp_epoch>
```

### Exemple :

```
1726598022
```

Le nom de 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 (timestamp_unix)  
# Heure de Fin du Fichier : HH:MM:SS (timestamp_unix)  
# Nom de la Passerelle : <nom_de_la_passerelle>  
#  
epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,eci
```

### Champs de l'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 du 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 epoch Unix)             |
| 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 IPv6)         |
| 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 de 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       | <code>&lt;type&gt;_bearer_start</code>  | Établissement du porteur                 | Réponse de Création de Session envoyée                 |
| Mise à Jour de Porteur | <code>&lt;type&gt;_bearer_update</code> | Rapport d'utilisation pendant la session | Rapports d'utilisation périodiques du plan utilisateur |
| Fin de Porteur         | <code>&lt;type&gt;_bearer_end</code>    | Terminaison du porteur                   | Demande/Réponse de Suppression de 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

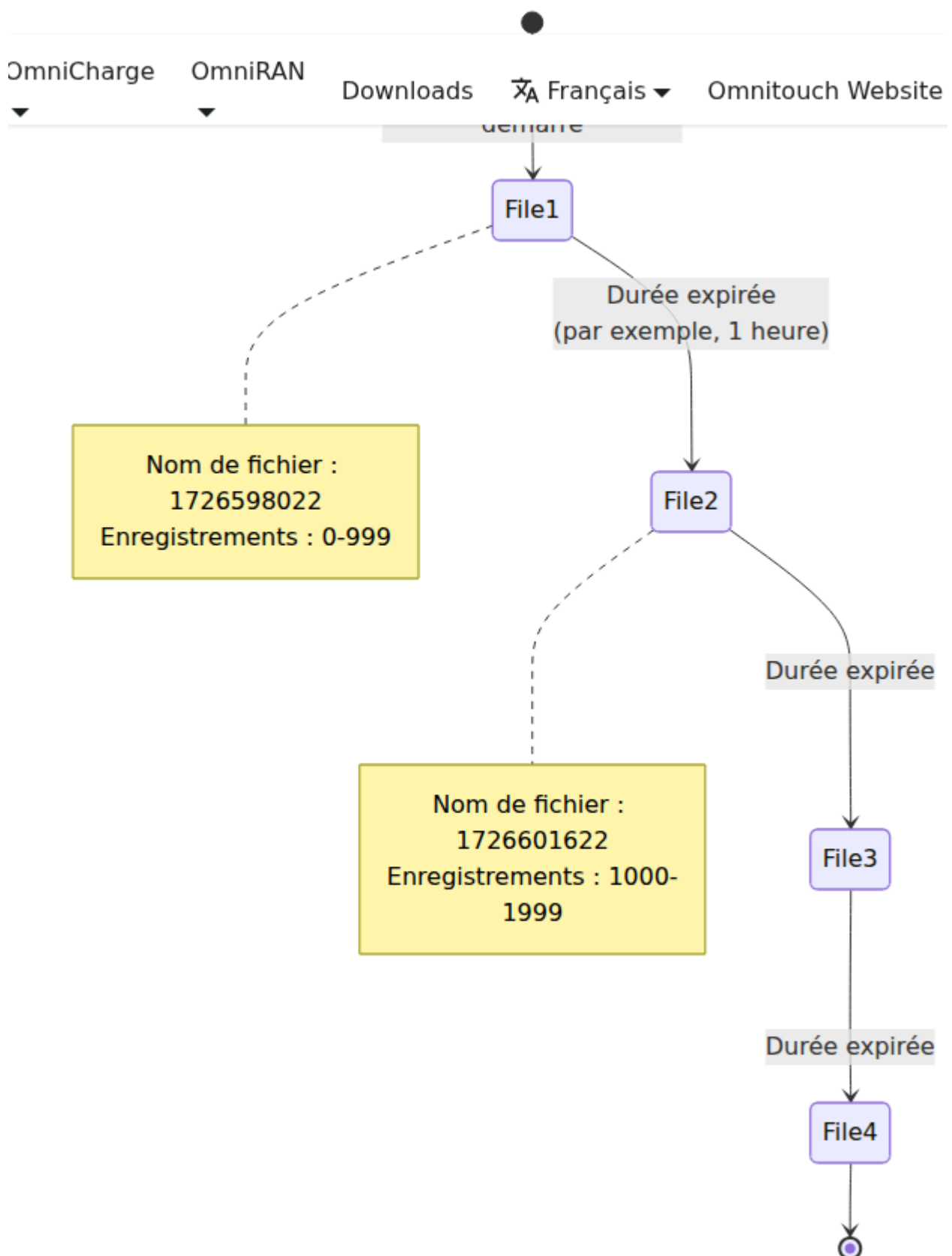
## Exemple de Fichier CDR

```
# 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                                   |
|---------------------------|--------|--|------------|--|
| <code>gateway_name</code> | chaîne | Identifiant de l'instance SGW-C        | -          | Utiliser le nom d'hôte ou l'ID de l'instance |
| <code>duration</code>     | entier | Intervalle de rotation de fichier (ms) | -          | 3600000 (1 heure)                            |
| <code>directory</code>    | chaîne | Chemin du répertoire de sortie CDR     | -          | <code>/var/log/sgw_c/cdrs</code>             |

## 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"

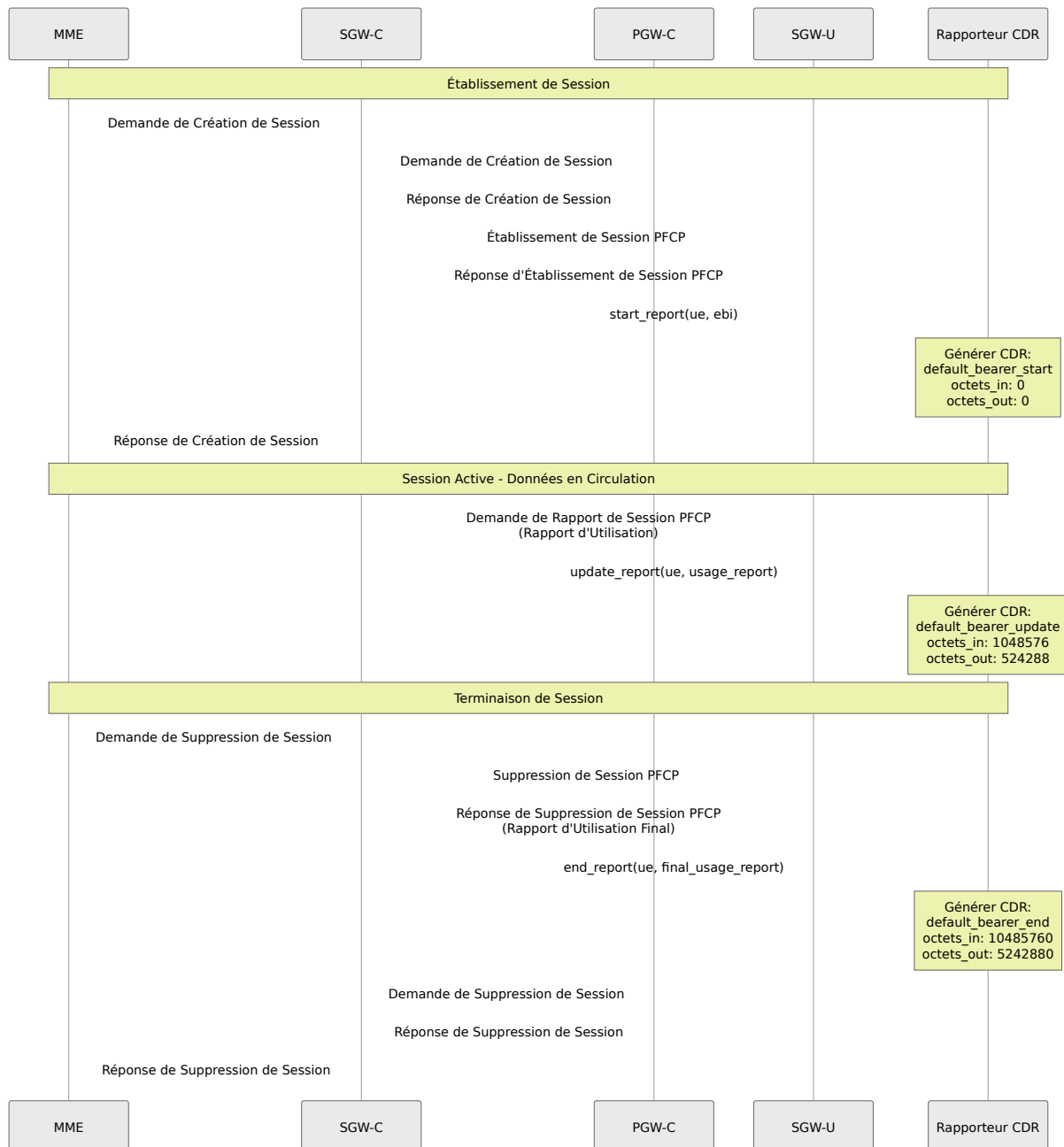
**Haut Volume :**

- **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 incrémentale
- **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 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)

### Example :

123456789012345  
└───┬───┘ └──┬──┘ └┐  
TAC SNR S

**Source :** Contexte UE, reçu de MME

## 7. timezone\_raw (Fuseau Horaire UE)

**Type :** Chaîne (actuellement réservé/vidé)

**Description :** Champ réservé pour les informations de fuseau horaire UE

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

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

### Example :

, (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 :** Il s'agit d'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 et un secteur spécifiques
  - 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 à 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 (Dual-stack)
```

**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 à 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 de label similaire à DNS

**Exemples :**

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

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

**Utilisation :**

- Détermine 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 de QoS)

**Type :** Entier non signé 8 bits

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

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

**Valeurs QCI Standardisées :**

| 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 du porteur de PGW-C

---

## 16. octets\_in (Volume en Aval)

**Type :** Entier non signé 64 bits

**Description :** Nombre d'octets transmis dans la direction en 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 en 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 de l'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,c  
1726570800,310260111111111,default_bearer_start,10001,1555111111,11  
1726571100,310260111111111,default_bearer_update,10001,1555111111,11  
1726571400,310260111111111,default_bearer_end,10001,1555111111,11111
```

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

## Chronologie :

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

### Sortie CDR :

```
1726570800,31026022222222, default_bearer_start,10002,15552222222,222
1726571100,31026022222222, default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726571400,31026022222222, default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726571700,31026022222222, default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726572000,31026022222222, 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 :

```
1726570800,31026033333333,default_bearer_start,10003,15553333333,3333
1726571100,31026033333333,dedicated_bearer_start,10004,15553333333,3333
1726571400,31026033333333,default_bearer_update,10003,15553333333,3333
1726571400,31026033333333,dedicated_bearer_update,10004,15553333333,3333
1726571700,31026033333333,dedicated_bearer_end,10004,15553333333,3333
1726572000,31026033333333,default bearer end,10003,15553333333,3333
```

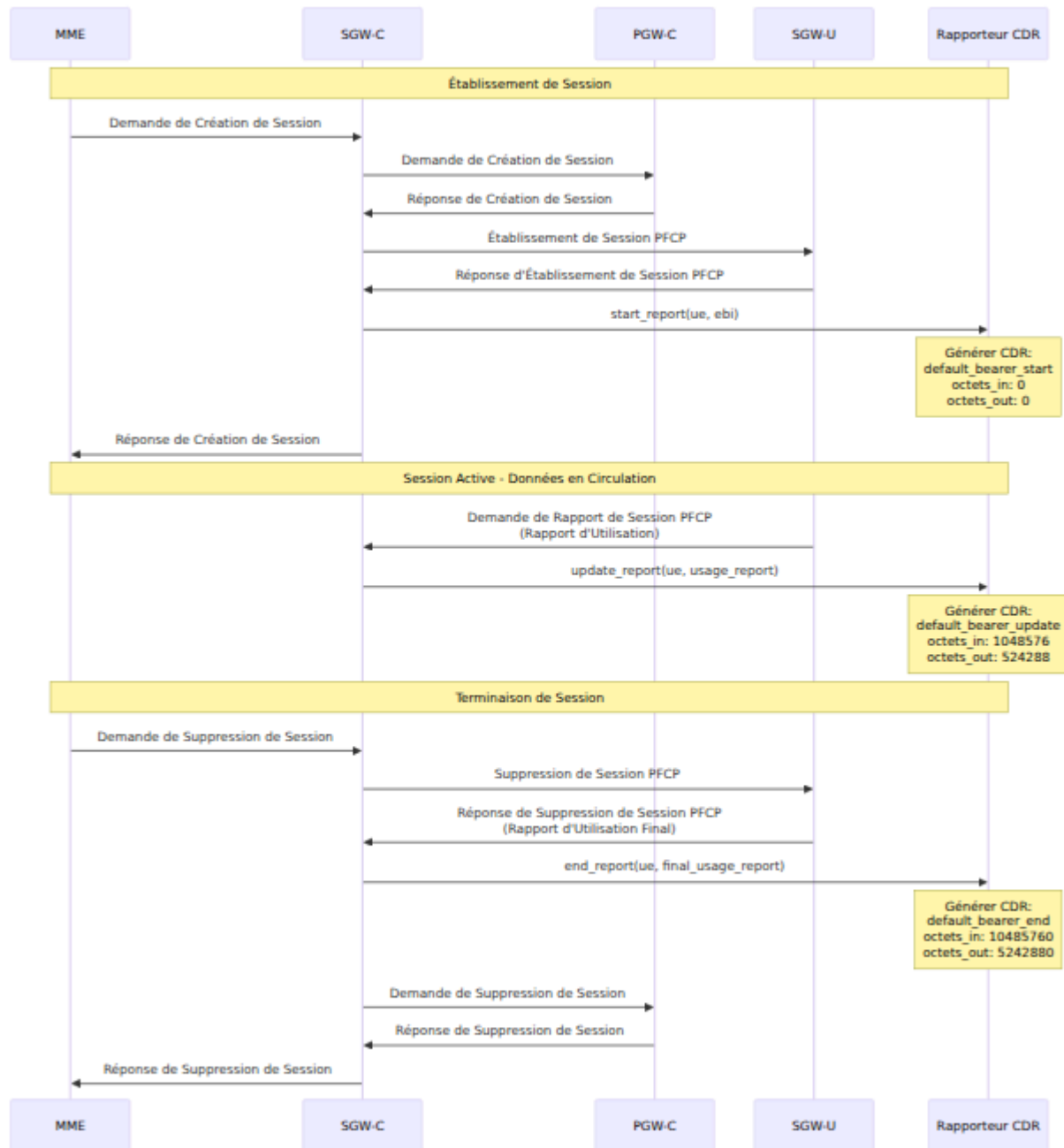


**Analyse :**

- 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 la session
- [Interface Sxa](#) - Rapport d'utilisation depuis 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** - *Registres 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 runtime 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.

Consultez la configuration runtime 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 courantes :  
# - teid_registry_count: TEIDs S11/S5S8 actifs  
# - seid_registry_count: Sessions PFCP actives  
# - s11_inbound_messages_total: Compte des messages S11  
# - sxa_inbound_messages_total: Compte des messages Sxa
```

Pour une référence détaillée des métriques, des tableaux de bord Prometheus et de la configuration des alertes, consultez 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 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"  
      }  
    ],  
  
    # Délai 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 heartbeat (secondes)  
    heartbeat_interval_s: 20,  
  
    # Délai d'expiration 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 de Heartbeat

```
# 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 Haut Volume

```
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"  
}
```

# Opérateur de Haut Volume

```
import Config

# Charger tous les paramètres depuis 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)
pgw_peers = Enum.map(pgw_peers, &Map.to_atom/1)

# Analyser les pairs SGW-U depuis l'environnement
sgwu_peers_env = System.get_env("SGWU_PEERS", "[]")
{:ok, sgwu_peers} = Jason.decode(sgwu_peers_env)
sgwu_peers = Enum.map(sgwu_peers, &Map.to_atom/1)

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

Surveillez 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 :** Lier le port échoue 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 :** L'association Sxa échoue

**Solution :**

```
# Vérifier que 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*

---

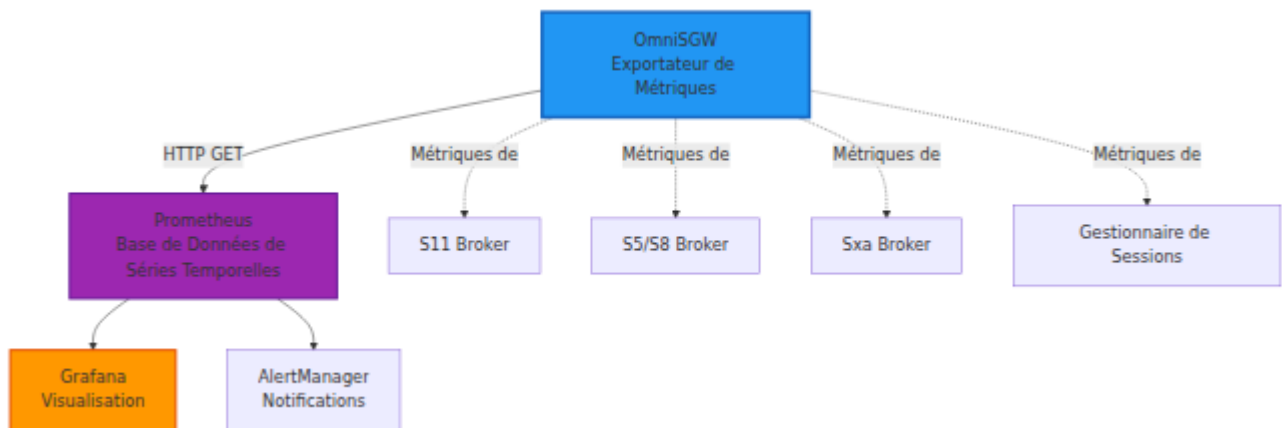
## Table des Matières

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: Nombre total de sessions UE actives
- └─ Type: Gauge
- └─ Exemple: 5000

active\_bearers

- └─ Description: Nombre total de porteurs 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 :**

```
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 : Aperçu des Sessions

Panneaux :

Ligne 1 :

- └─ Sessions Actives (Gauge)
- └─ Porteurs 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 Session (Graphique)
- └─ Taux de Résiliation de Session (Graphique)
- └─ Taux de Création de Porteur (Graphique)

# Tableau de Bord : Planification de Capacité

## Panneaux :

Ligne 1 :

- └ Sessions vs Capacité (Gauge + Seuil)
- └ Porteurs vs Capacité (Gauge + Seuil)
- └ Distribution des Sessions PFCP (Graphique à Barres)
- └ Sessions par APN (Graphique Circulaire)

Ligne 2 :

- └ Tendance de Croissance des Sessions (Graphique)
- └ Tendance de Croissance des Porteurs (Graphique)
- └ Temps de Pic de Session (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 Session :

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

### Latence S11 (95e 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 d'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 :**

```
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 au-dessus de 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: pfcf_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 au-dessus de 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 au-dessus de 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

```

## Configuration d'AlertManager

**alertmanager.yml :**



```
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%)
Temps: 2025-12-10 15:30:00 UTC
Action: Surveiller l'augmentation de capacité
```

### Intégration Email :

Objet: [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
- Configuration du port S11 modifiée

Action Immédiate Requise : Vérifier le statut 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 le pare-feu
3. Vérifier la configuration de l'adresse de liaison
4. Assurer une mémoire suffisante pour la collecte des métriques

# Métriques Manquantes pour une Interface Spécifique

**Problème :** Les métriques S11 s'affichent 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
- Revoir 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 rétention des métriques
  4. Échelonner vers plusieurs instances
-

# Meilleures Pratiques

## Collecte des Métriques

- **Intervalle de Sondage** : 15-30 secondes pour un équilibre
- **Rétention** : 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** : Aperçu → Détail → Débogage
- **Alerte** : Seuils visuels sur les graphiques de capacité
- **Corrélation** : Lier les métriques connexes

## Stratégie d'Alerte

- **Hiérarchie** : Critique → Avertissement → Info
- **Escalade** : Alerter 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*

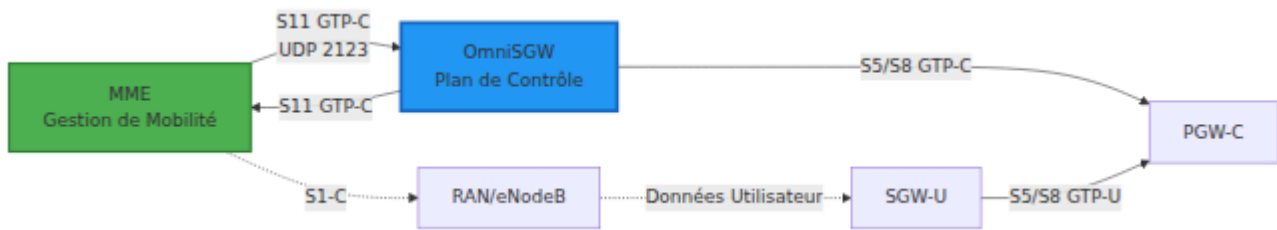
---

## 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 du plan de contrôle pour la gestion des sessions UE, les opérations de porteur et les procédures de mobilité.



## Caractéristiques Clés

- **Protocole GTP-C v2** - Signalisation de message conforme aux normes
- **Routage basé sur TEID** - Identifiants de point 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 de 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 le couplage 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 reessai
    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
```

## Tests Réseau :

```
# Tester la connectivité au 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 par le PGW         |
| Restriction APN          | Enum   | Restrictions APN                      |

# Messages de Modification de Session

## Demande de Modification de Porteur (S11)

**Direction :** MME → OmniSGW (demande initiée depuis le 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               | Groupe   | 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 | Groupe | Paramètres de porteur mis à jour |

# Messages de Gestion de Porteur

## Demande/Réponse de Création de Porteur

**Direction :** Peut être initiée depuis le MME ou le SGW

**But :** Activer un porteur dédié pour les services nécessitant QoS

**Scénarios de Déclenchement :**

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

**Demande/Réponse de Suppression de Porteur**

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

**But :** Désactiver un 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 d'une déconnexion radio (scénario de paging)

**Effets :**

- Les porteurs restent dans le contexte mais 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 d'un handover ou d'une 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



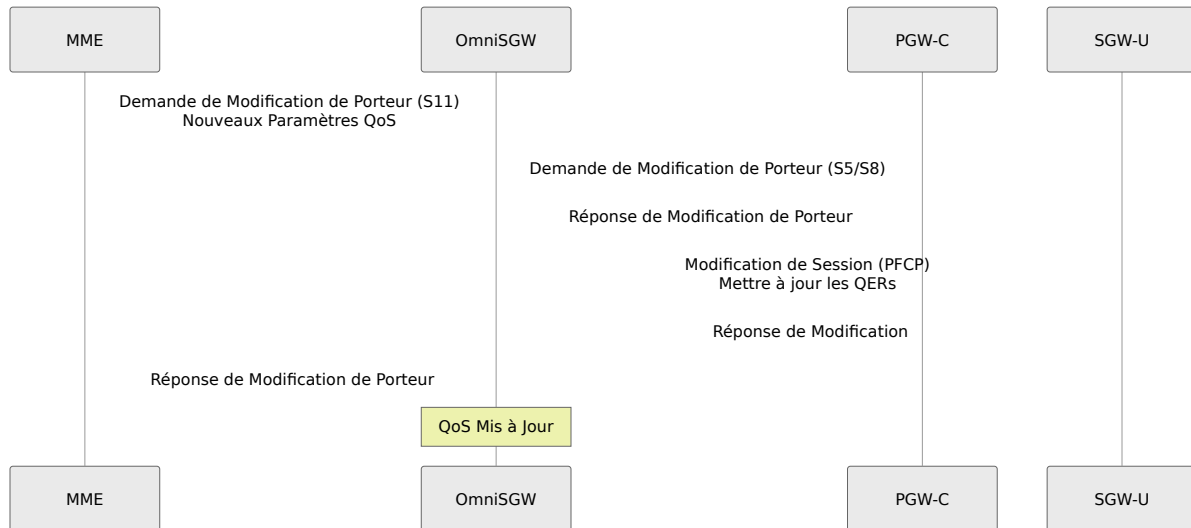
**Transitions d'État :**

```
[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 Zone de Suivi (TAU)

### TAU sans Changement de SGW :

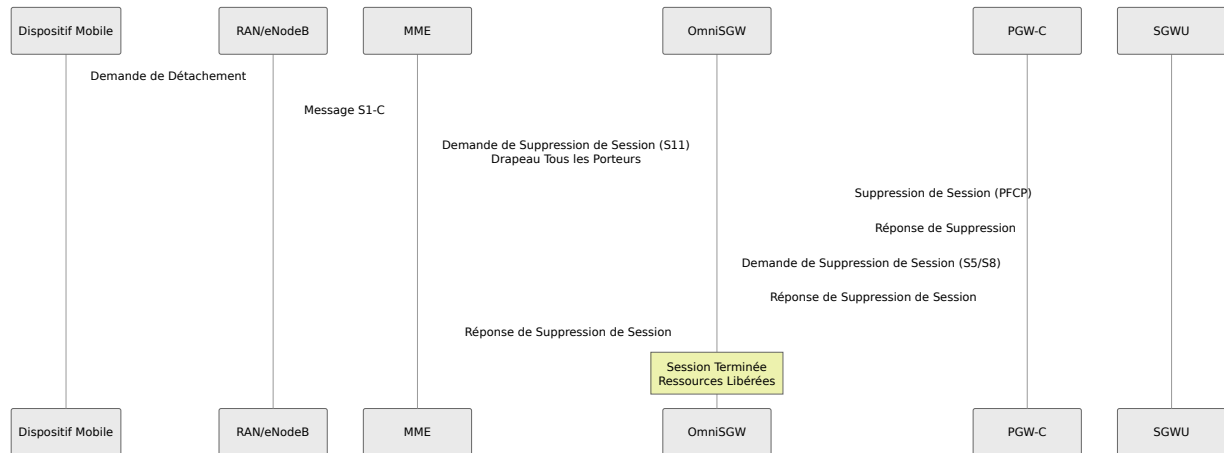
- MME met à jour la localisation de l'UE
- ULI/TAI envoyé au SGW via Modification de Porteur
- SGW met à jour le contexte local de l'UE
- Aucune relocalisation de session nécessaire

### TAU avec Changement de SGW :

- L'ancien SGW reçoit Libération des Porteurs d'Accès du MME
  - Le nouveau SGW reçoit Demande de Création de Session
  - Transfert de données de l'ancien au nouveau SGW
  - Après que le transfert soit terminé, 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 au 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

Suivre l'activité de handover :



```
# Compter les demandes de modification de porteur (indiquent des 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. Vérifier l'Interface Web → Sessions UE pour la raison du rejet
2. Vérifier les métriques : `s11_inbound_errors_total`
3. Vérifier les journaux pour le code de cause spécifique

**Causes & Solutions Courantes :**

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

# Problèmes de Routage de Messages

**Problème :** "Message routé vers TEID inconnu"

**Diagnostic :**

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

# Vérifier l'allocation de TEID
# Interface Web → Sessions UE → recherche par IMSI
```

**Causes Courantes :**

- Session libérée mais message retardé arrive 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. Surveiller les Demandes/Réponses de Modification de Porteur dans les métriques
2. Vérifier les journaux pour les messages "handover" ou "TAU"
3. Inspecter l'état de la session PFCP pendant le handover

**Solutions :**

- Vérifier que SGW-U est actif pendant la fenêtre de handover
- Vérifier les règles de transfert de données installées
- Surveiller 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. Vérifier 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 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** : Diminuer 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 de 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/Acknowledge de Données Descendantes     | SGW → MME | Paging de données        | Moyenne  |
| Demande/Réponse Echo                                 | MME ↔ SGW | Surveillance de chemin   | Faible   |

# Documentation de l'interface S5/S8

## Communication GTP-C avec PGW-C

*OmniSGW par Omnitouch Network Services*

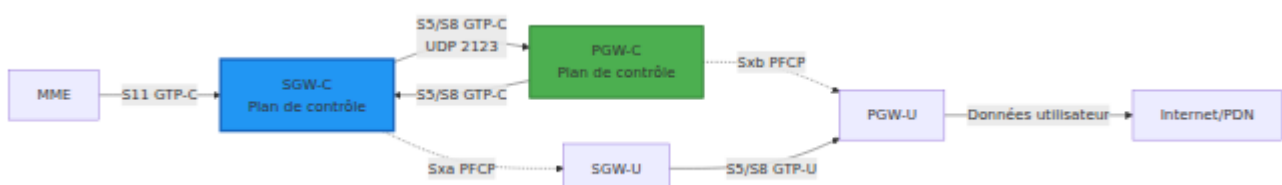
---

## Table des matières

1. [Aperçu](#)
  2. [Détails du protocole](#)
  3. [Configuration](#)
  4. [Établissement de session](#)
  5. [Modification de session](#)
  6. [Résiliation 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 le signalement 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 point de terminaison de tunnel pour le suivi
  - **Gestion de la connectivité PDN** - Créer/modifier/supprimer des connexions PDN
  - **Gestion des porteurs** - Opérations de porteur par défaut et dédié
  - **Échange d'ID de facturation** - Facturation coordonnée entre les passerelles
  - **Allocation d'adresses IP** - Provisionnement d'IP UE à partir des pools PGW
- 

## Détails du protocole

### Version 2 de GTP-C

- **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 à la 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
```

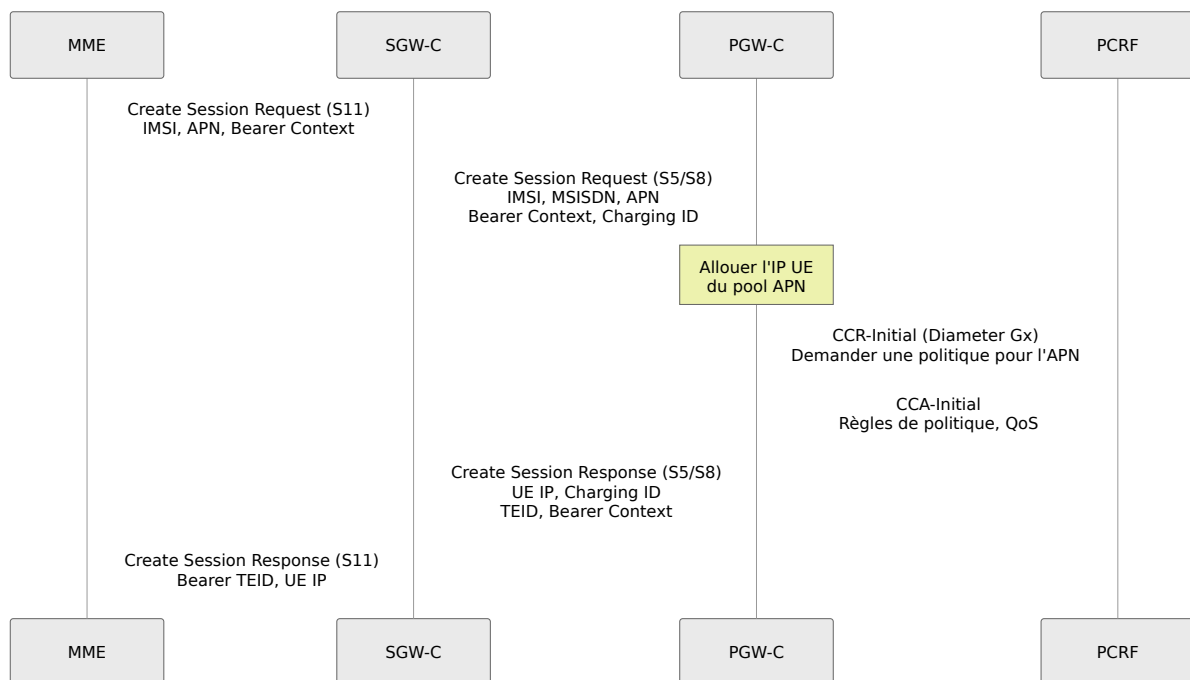
## Routage :

```
# 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 la transmet à PGW-C via S5/S8.



## **Demande de création de session (SGW-C → PGW-C)**

**Éléments d'information clés :**

| <b>Nom IE</b>     | <b>Source</b> | <b>Description</b>  |
|-------------------|---------------|---|
| IMSI              | MME           | Identité de l'abonné mobile                               |
| MSISDN            | MME           | Numéro de téléphone mobile                                |
| MEI               | MME           | Identité de l'équipement mobile                           |
| Bearer Context    | MME           | Configuration du porteur (QCI, ARP)                       |
| APN               | MME           | Nom du point d'accès (internet, ims, mms)                 |
| Réseau de service | MME           | Code PLMN (MCC/MNC)                                       |
| Type RAT          | MME           | Technologie d'accès radio (EUTRAN)                        |
| ULI               | MME           | Informations de localisation de l'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    | Porteur alloué 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      |

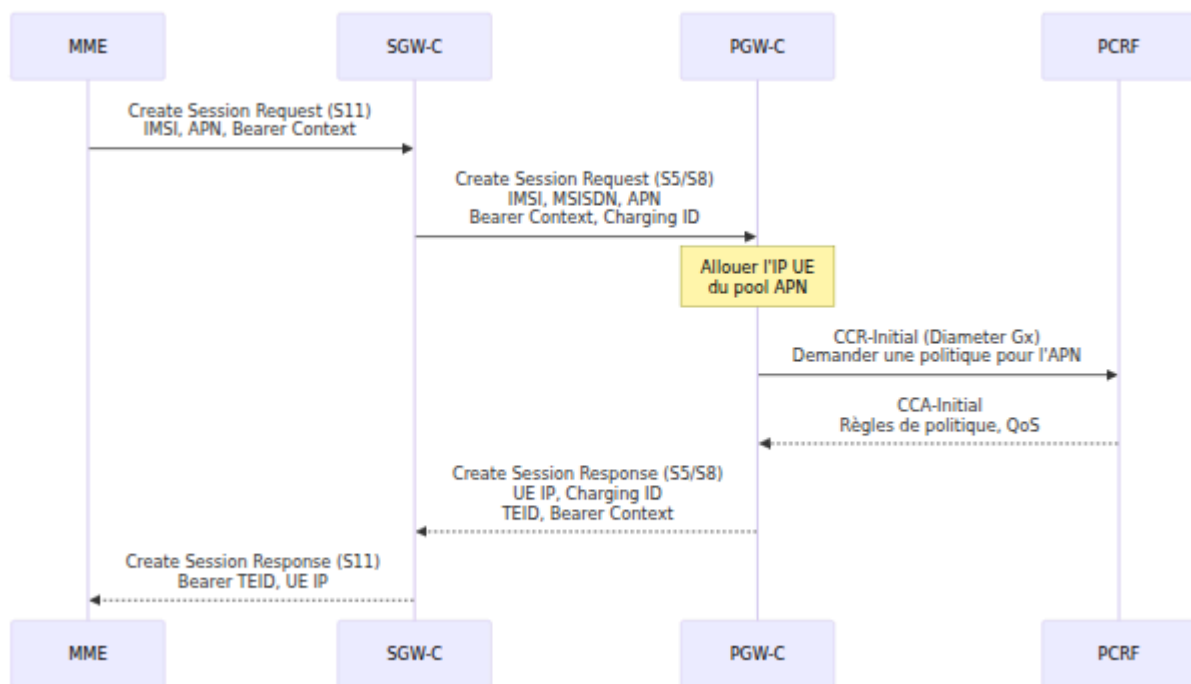
## Codes de réponse

| Code de cause | Description                       | Récupération                           |
|---------------|-----------------------------------|--|
| <b>0</b>      | Demande acceptée                  | Session établie                        |
| <b>16</b>     | Pas de ressources disponibles     | Rejeter à MME, action de l'utilisateur |
| <b>25</b>     | Erreur de sémantique dans IE      | Vérifier le formatage du message       |
| <b>49</b>     | Pas de règle correspondante       | Incohérence de politique PGW-C         |
| <b>64</b>     | Contexte non trouvé               | La session existe déjà                 |
| <b>65</b>     | Erreur sémantique dans la réponse | Mauvaise configuration de PGW          |
| <b>72</b>     | IE obligatoire manquant/incorrect | Message incomplet                      |

## Modification de session

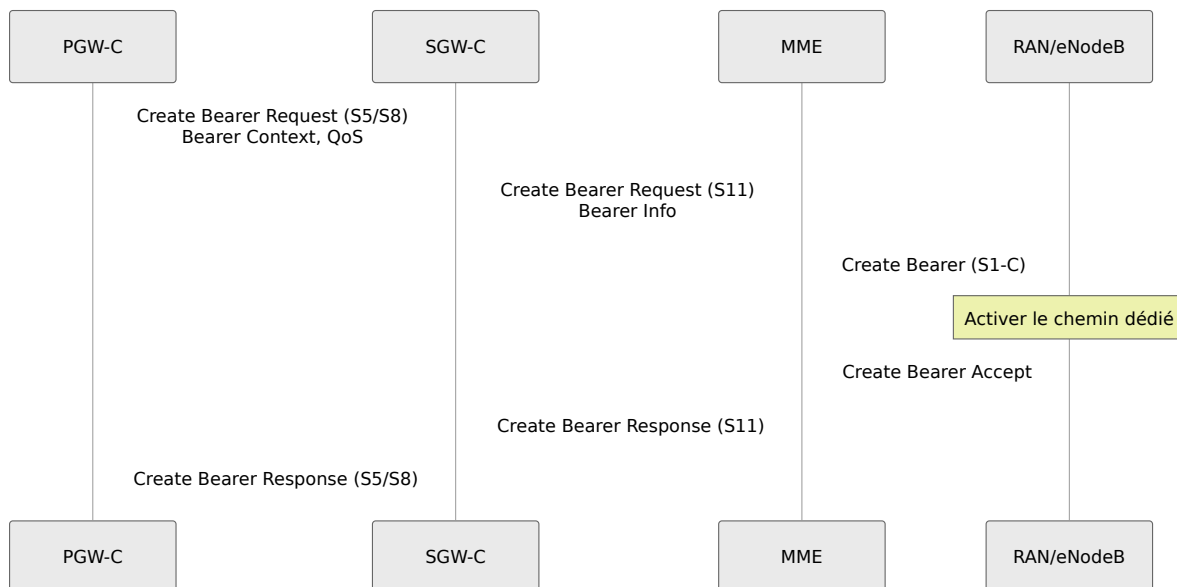
### Modification de QoS du porteur

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



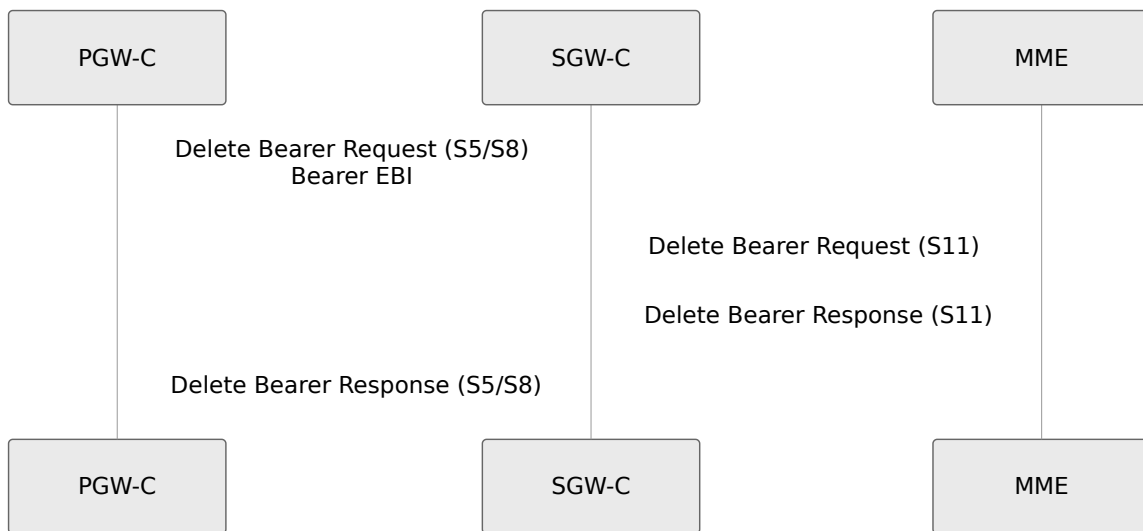
## Création de porteur (Porteur dédié)

PGW-C peut demander l'activation d'un porteur dédié via S5/S8 :



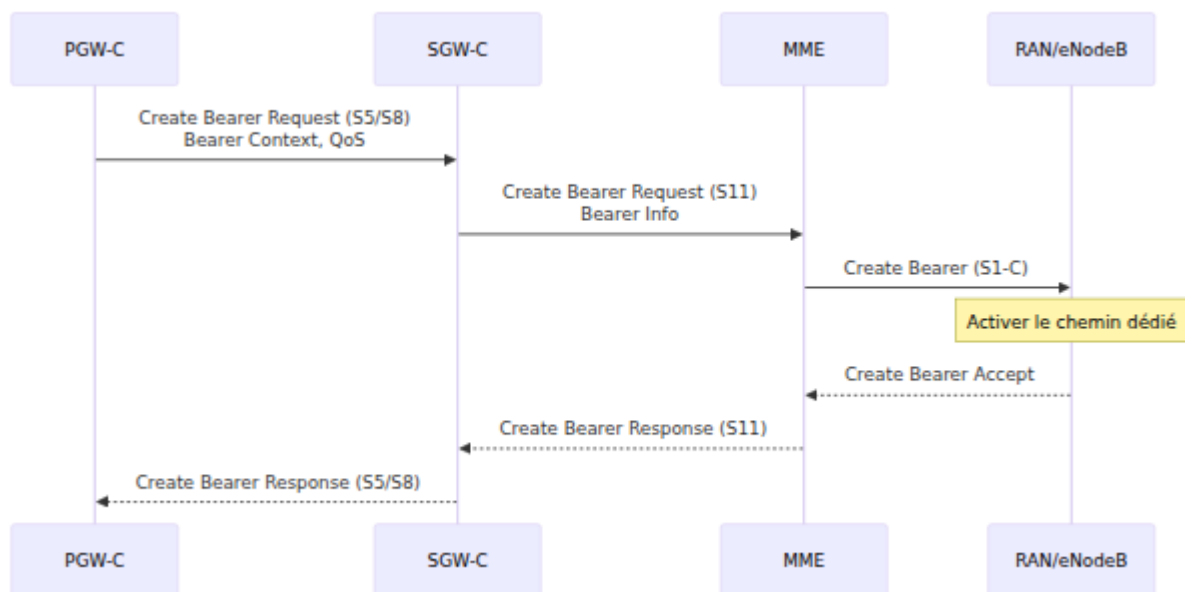
## Suppression de porteur (Porteur dédié)

Lorsqu'un porteur dédié n'est plus nécessaire :



# Résiliation de session

## Déconnexion PDN normale



Transitions d'état :

[PDN Connecté]

↓ (Demande de suppression de session de MME)

[Libération de la session PGW]

↓ (Réponse de suppression de PGW reçue)

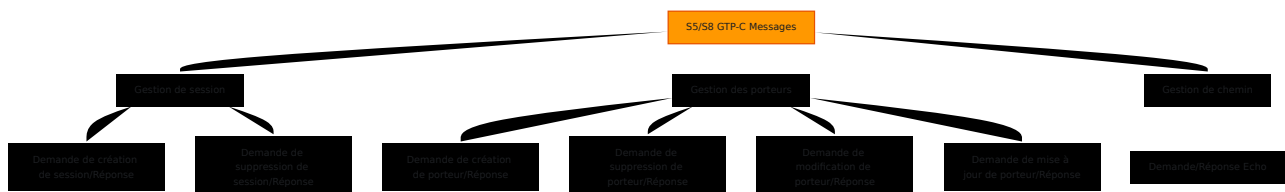
[Libération des ressources SGW]

↓ (TEID libéré, CDR enregistré)

[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 porteur

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



- **Direction** : Bidirectionnelle

### **Demande/Réponse de création/suppression de porteur**

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

### **Demande/Réponse Echo**

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

## **Opérations réseau**

### **Surveillance des pairs**

Surveiller la connectivité PGW-C :

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

# Surveiller 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**

Inspecter 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 porteurs avec QoS
  - └─ Paire TEID S5/S8

## Inspection du flux de messages

Suivre l'activité des messages S5/S8 :

```
# Compter les opérations de création de session
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
create_session_request_total

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

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

## Stratégie de sélection de PGW

Si plusieurs pairs PGW-C sont configurés :

Logique de sélection :

- └─ Équilibré : Round-robin entre les pairs
- └─ Collant : Le même APN utilise toujours le même PGW
- └─ Actif-Standby : Basculement si le pair est indisponible
- └─ Personnalisé : Logique spécifique à l'application

Surveiller 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 :**

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

# Vérifier 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           | Vérifier la capacité de PGW, épuisement du pool IP                 |
| 25    | Erreur sémantique           | Vérifier que le contexte du porteur correspond aux attentes de PGW |
| 49    | Pas de règle correspondante | Vérifier la configuration de l'APN au PGW                          |
| 72    | IE manquant                 | Vérifier que MME envoie les champs requis                          |

## Échecs d'opération de porteur

**Problème :** "Échec de la demande de modification de porteur"

### **Diagnostic :**

1. Vérifier les métriques pour le taux d'erreur modify\_bearer
2. Inspecter les paramètres QoS pour leur validité
3. Vérifier que PGW est accessible

### **Solutions :**

- Réduire la fréquence de modification de QoS
- Vérifier que les valeurs de QoS sont conformes à la politique de PGW
- Vérifier PGW pour des problèmes PCRF/politique

## **Problèmes de délai d'attente des messages**

**Problème :** "Messages S5/S8 expirant"

### **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 :**

- Augmenter message\_timeout\_ms si le RTT du réseau est élevé
- Vérifier la congestion du réseau
- Vérifier la disponibilité CPU/mémoire de PGW
- Surveiller la perte de paquets

## **Incohérence de l'ID de facturation**

**Problème :** "Incohérence de l'ID de facturation dans les CDR"

### **Diagnostic :**

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

### **Solution :**

- S'assurer que PGW envoie l'ID de facturation dans toutes les réponses
- Gérer gracieusement l'ID de facturation manquant dans la journalisation des CDR

Pour des références détaillées sur les métriques et la configuration du tableau de bord Prometheus, voir le [Guide de surveillance et de métriques](#).

---

# **Meilleures pratiques**

## **Configuration**

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

## **Opérations**

- **Santé des pairs** : Surveiller les temps de réponse des échos
- **Routage APN** : Faire correspondre la configuration APN de SGW aux APN de PGW
- **Suivi des erreurs** : Alerter sur un taux d'erreur S5/S8 soutenu
- **Planification de capacité** : Surveiller l'utilisation du pool IP au PGW

## Gestion des sessions

- **Limites de session** : Suivre les sessions concurrentes par rapport à la capacité de PGW
  - **Nombre de porteurs** : Surveiller la distribution des porteurs par défaut + dédiés
  - **Validation de QoS** : Vérifier les paramètres QoS acceptés par PGW
  - **Facturation** : Vérifier que l'ID de facturation reçu est enregistré
- 

## 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 informations de porteur/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 de Session

## Cycle de Vie et Opérations de Session UE

*OmniSGW par Omnitouch Network Services*

---

## Table des Matières

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

## Aperçu

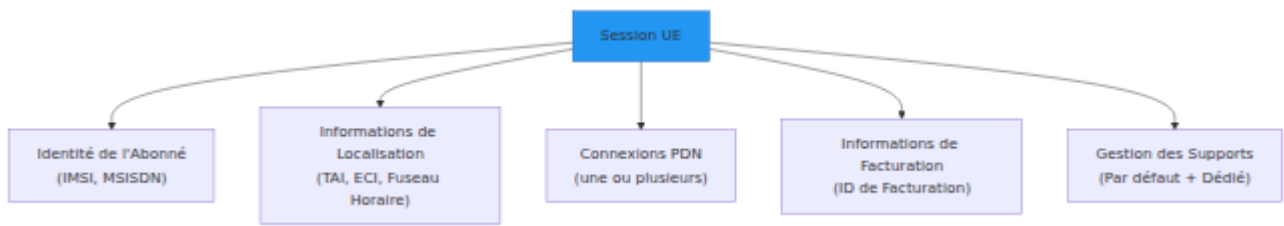
Une session UE représente un appareil mobile actif connecté au réseau. SGW-C maintient le contexte de session et coordonne entre :

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

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

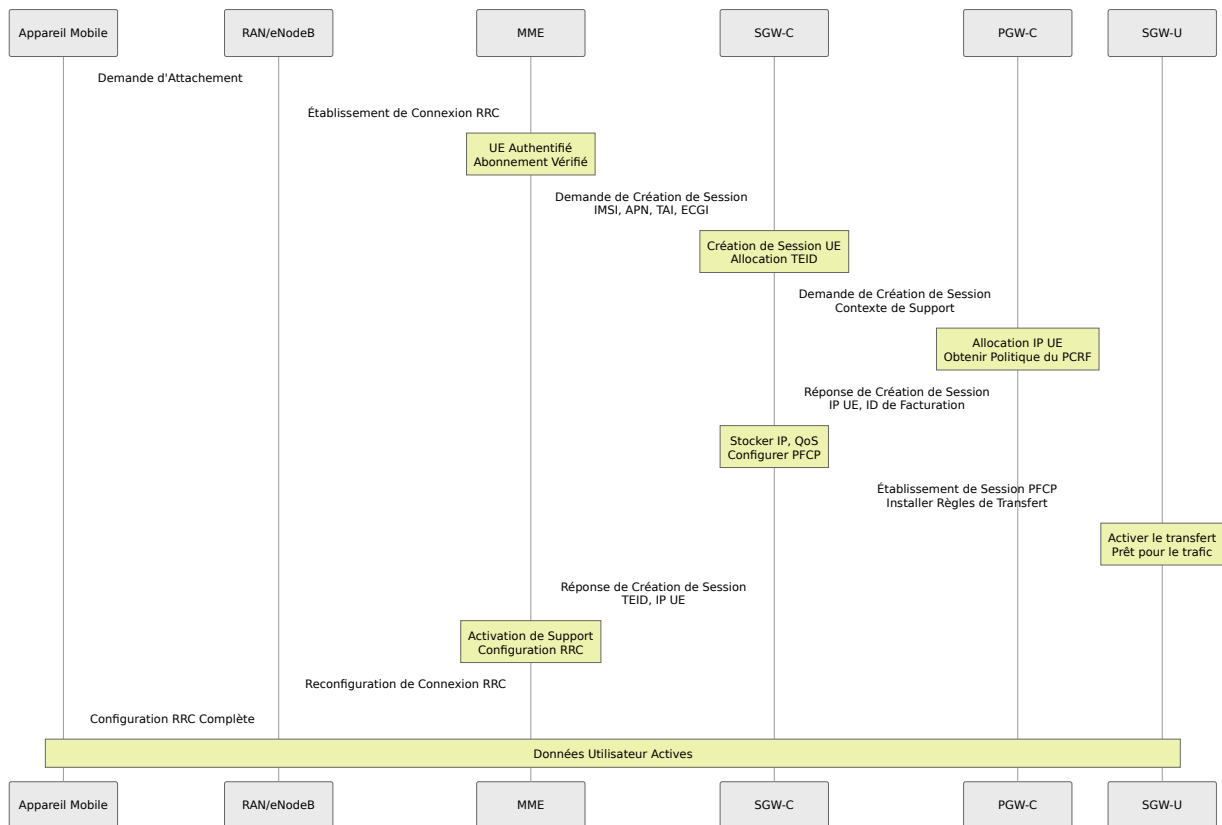


# Responsabilités de Session

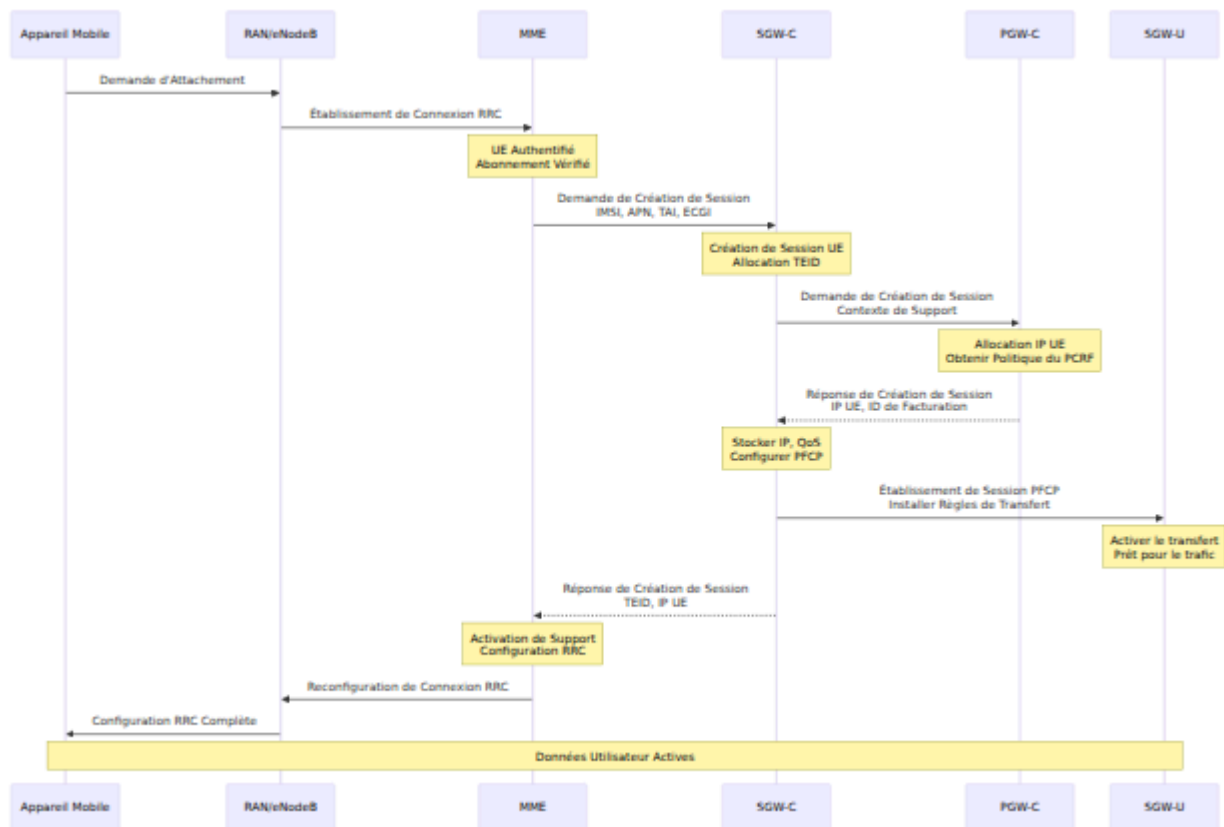


# Cycle de Vie de la Session

## Création de Session (Attachement UE)



# Terminaison de Session (Détachement UE)



# États de Session

## Machine d'État de Session UE

```
[Aucune 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)
[Session en Modification]
  ↓ (Modification Complète)
[Session Active]
  ↓ (Demande de Suppression de Session ou erreur réseau)
[Session en Terminaison]
  ↓ (Toutes les réponses reçues, CDR journalisé)
[Session Terminée]
```

# Variables d'État Clés

État de 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 QoS
    - |— ARP: Priorité
    - |— GBR: Taux garanti
    - |— MBR: Taux maximum
- |— Facturation: ID de Facturation, journal d'événements

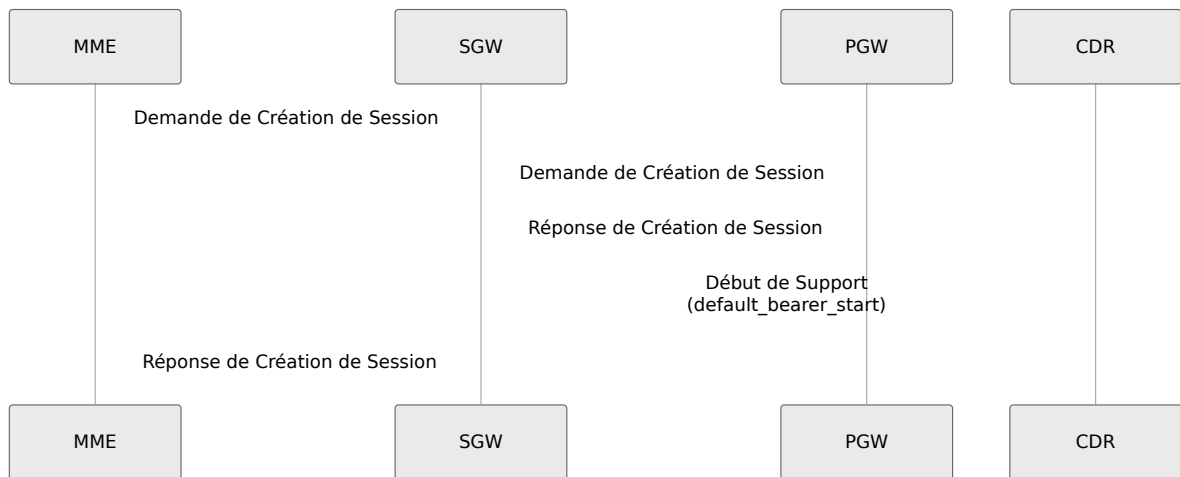
## Opérations de Support

### Support Par Défaut

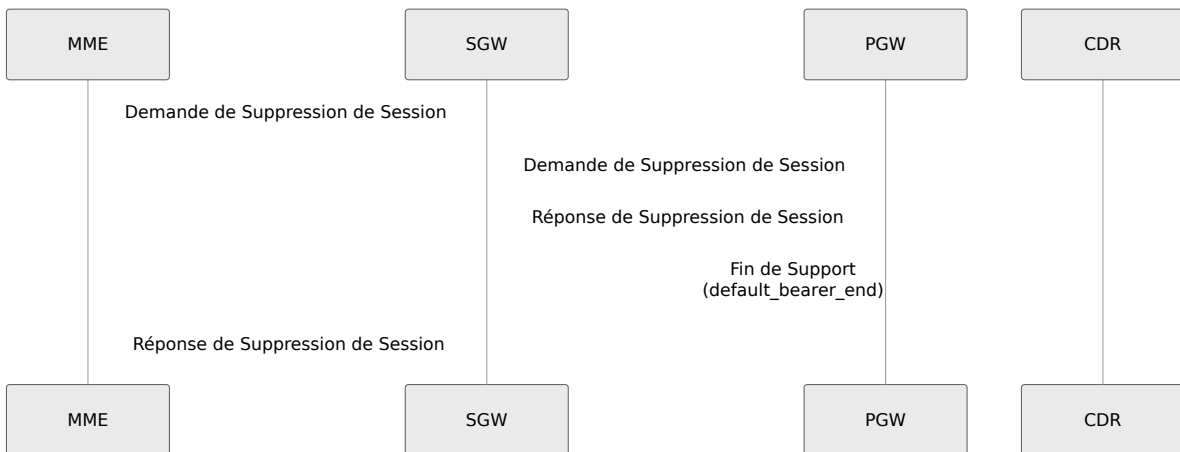
Le support par défaut est créé avec chaque connexion PDN :

- **QoS** : Typiquement QCI 9 (meilleur effort)
- **Durée de Vie** : Identique à la connexion PDN
- **Traffic** : 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 service)
- **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 transfère à MME (S11)

↓

MME active le support sur RAN

↓

Réponse de Création de Support renvoyée à travers SGW à PGW

## Désactivation de Support Dédié :

Décision Réseau ou Application

↓

Demande de Suppression de Support (S5/S8)

↓

SGW transfère à MME (S11)

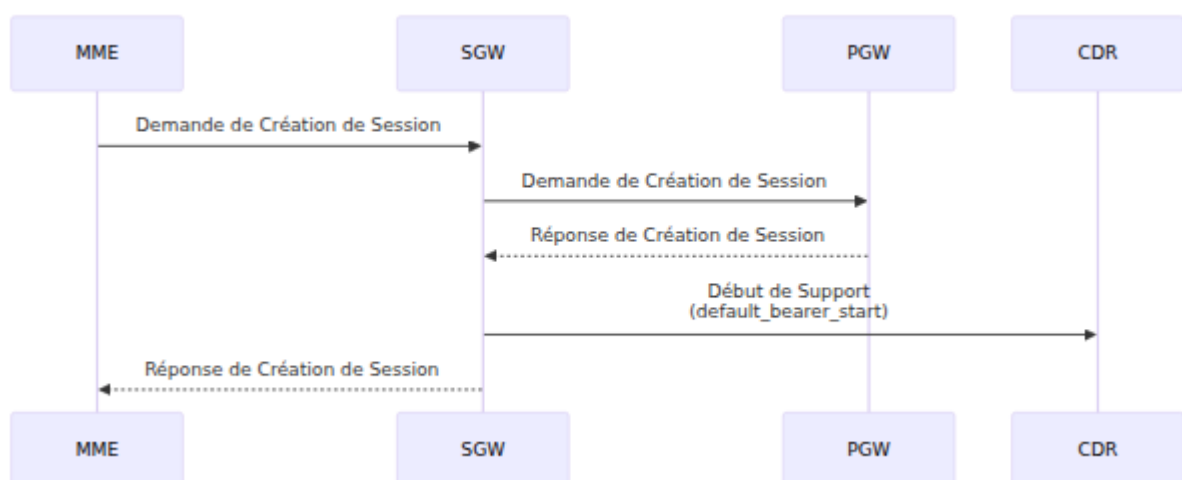
↓

MME désactive le support sur RAN

↓

Réponse de Suppression de Support renvoyée à travers SGW à PGW

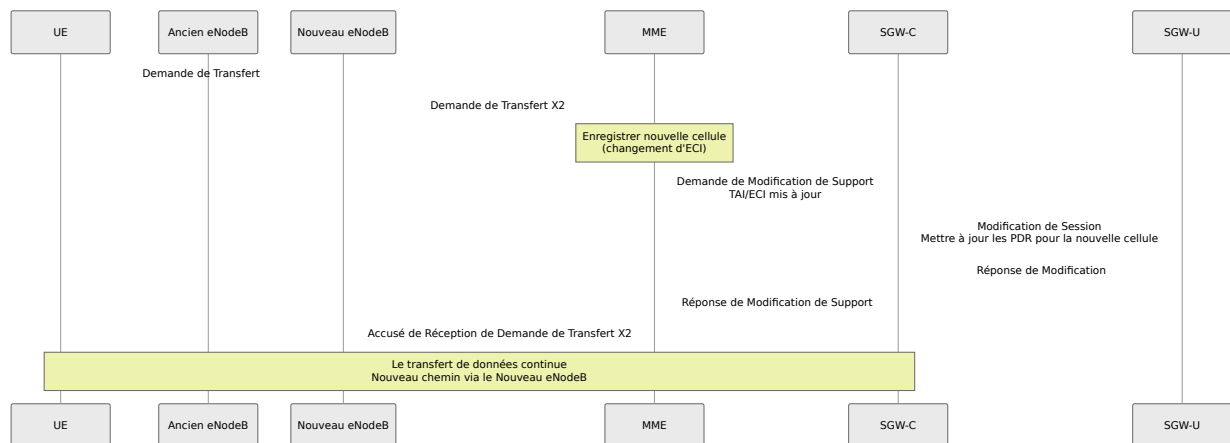
## Classes de QoS de Support



# Gestion de Mobilité

## Transfert Intra-MME (Sans Changement de SGW)

**Scénario :** UE se déplace entre des cellules dans la même zone MME

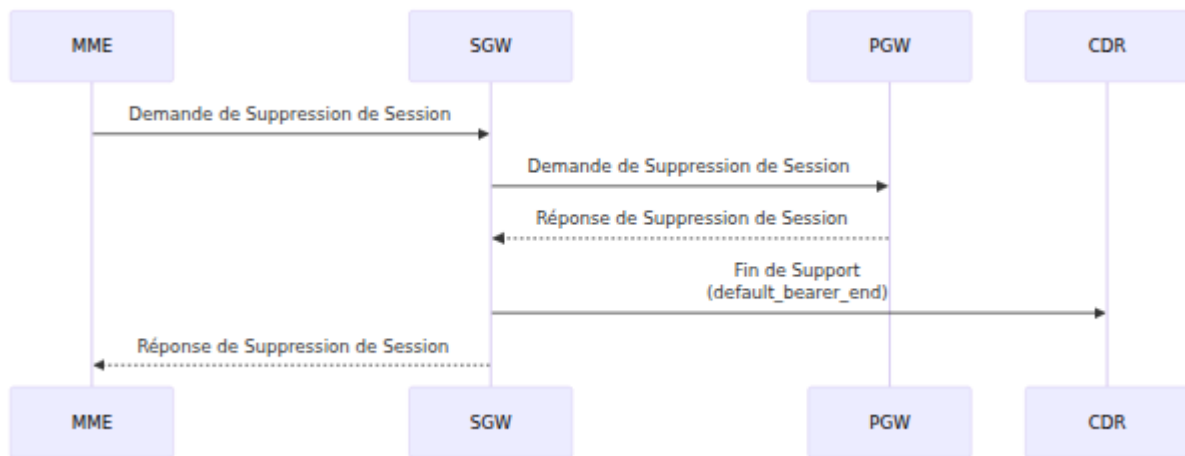


### Impact sur la Session :

- 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 :** UE se déplace vers un MME différent, nouveau SGW requis



### Impact sur la Session :

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

## Mise à Jour de Zone de Suivi (TAU)

### TAU sans Changement de SGW :

```

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

### TAU avec Changement de SGW :

- Similaire au transfert inter-MME
  - Session migrée vers nouveau SGW
  - Coordination CDR entre ancien et nouveau SGW
-



# Procédures de Transfert

## Phase de Préparation

Avant que le transfert ne soit terminé :

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

## Phase de Transfert de Données

Pendant la transition de transfert :

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

## Phase de Finalisation

Après que le transfert soit terminé :

1. **Vidage de 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 transfert
  4. **Mises à Jour de Session** - Localisation et TEID mis à jour
-

# Procédures Opérationnelles

## Inspection de 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 la navigation dans l'interface Web et les instructions d'accès.

## Suivi 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 messages
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 d'alerte, voir le [Guide de Surveillance & Métriques](#).

## Terminaison de Session en Douceur

Pour terminer proprement une session :

1. **Déclenchement via API** : Demander la suppression de session
2. **Attendre la finalisation** : 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 lors de l'atteinte des limites
```

---

## Dépannage

### La Session Ne S'établit Pas

**Symptôme** : Échec de la Demande de Création de Session

**Diagnostic** :

1. Vérifier les métriques pour le code de cause
2. Inspecter les journaux d'erreur 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         |
| Mismatch de politique   | Vérifier la configuration de politique PGW |

## La Session Se Termine de Manière 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'erreur

**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 transfert de données
4. Vérifier le tampon de support

**Causes Courantes :**

| Cause                     | Solution                                  |
|---------------------------|---|
| Tamponnage désactivé      | Activer BAR dans les règles PFCP          |
| PDR non mis à jour        | Vérifier les modifications PFCP envoyées  |
| Chemin de transfert 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/

# S'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 de Session

- **Surveiller la Capacité** : Suivre par rapport aux limites sous licence
- **Alerter sur les Seuils** : Déclencher à 70-80% de la 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 de 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*

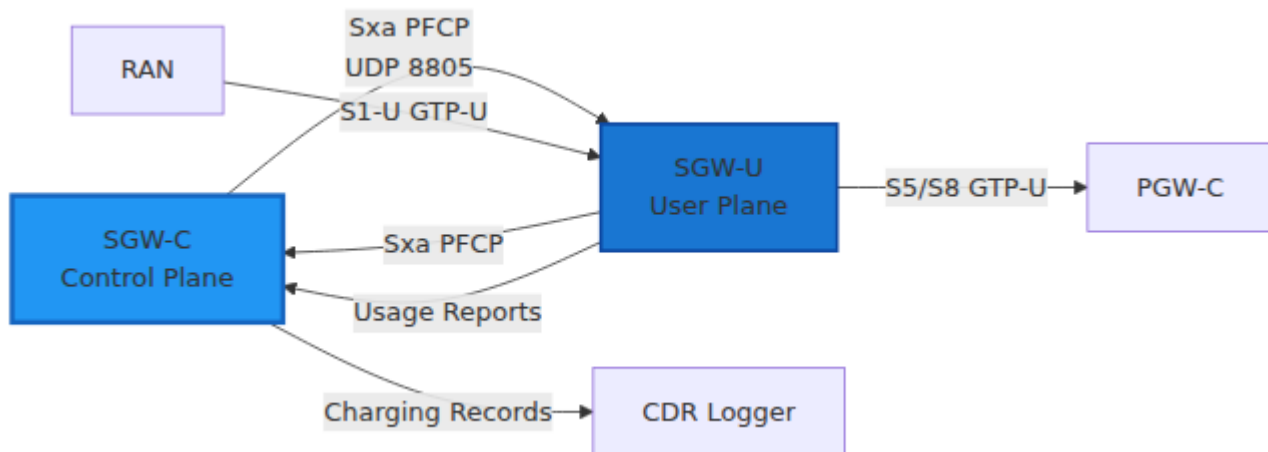
---

## Table des matières

1. [Aperçu](#)
  2. [Détails du protocole](#)
  3. [Configuration](#)
  4. [Association PFCP](#)
  5. [Gestion de session](#)
  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 de débit par porteur et priorisation
- **Mesure d'utilisation** - Suivi de 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 :

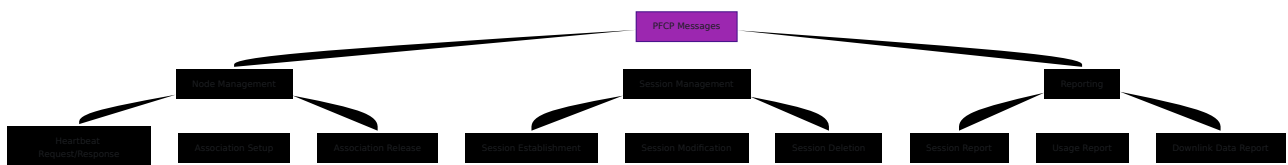
- **CP SEID** - Alloué par SGW-C, utilisé dans les messages d'ascendant vers SGW-U
- **UP SEID** - Alloué par SGW-U, utilisé dans les messages de descendant vers SGW-C

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 maximal 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
```

## Tests réseau :

```
# Tester la connectivité PFCP
# Vérifiez 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 d'association

```
[Déconnecté]
  ↓ (Demande de configuration)
[Association]
  ↓ (Réponse de configuration OK)
[Associé]
  ↓ (Création de session)
[Sessions actives]
  ↓ (Échec de battement)
[Ré-associant]
  ↓ (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
- Rétablir les sessions perdues si nécessaire

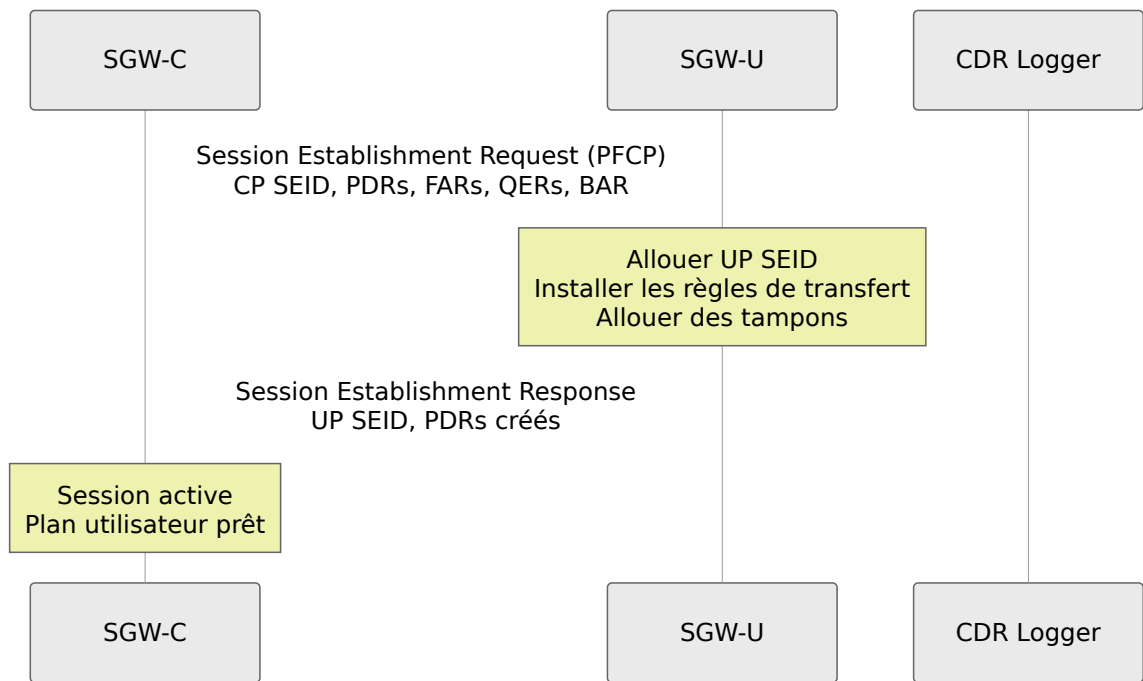
### 3. Transfert de données :

- 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 de session

## 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 |
| Créer PDR | Identifiants de règles pour la réponse                    |

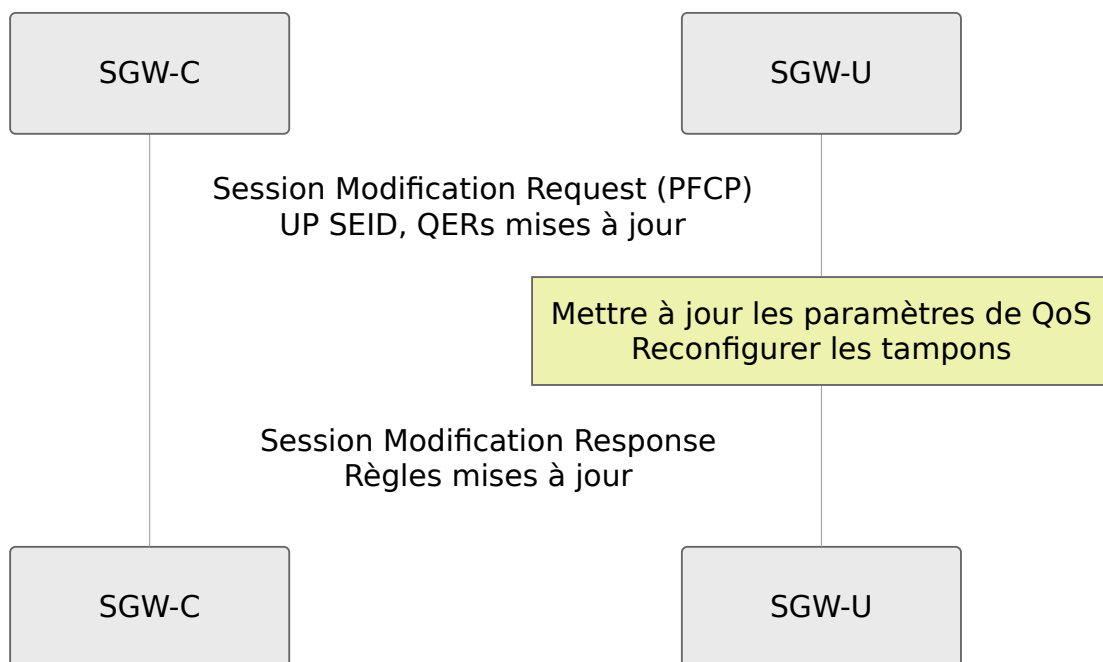
**État de la session :**



[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)

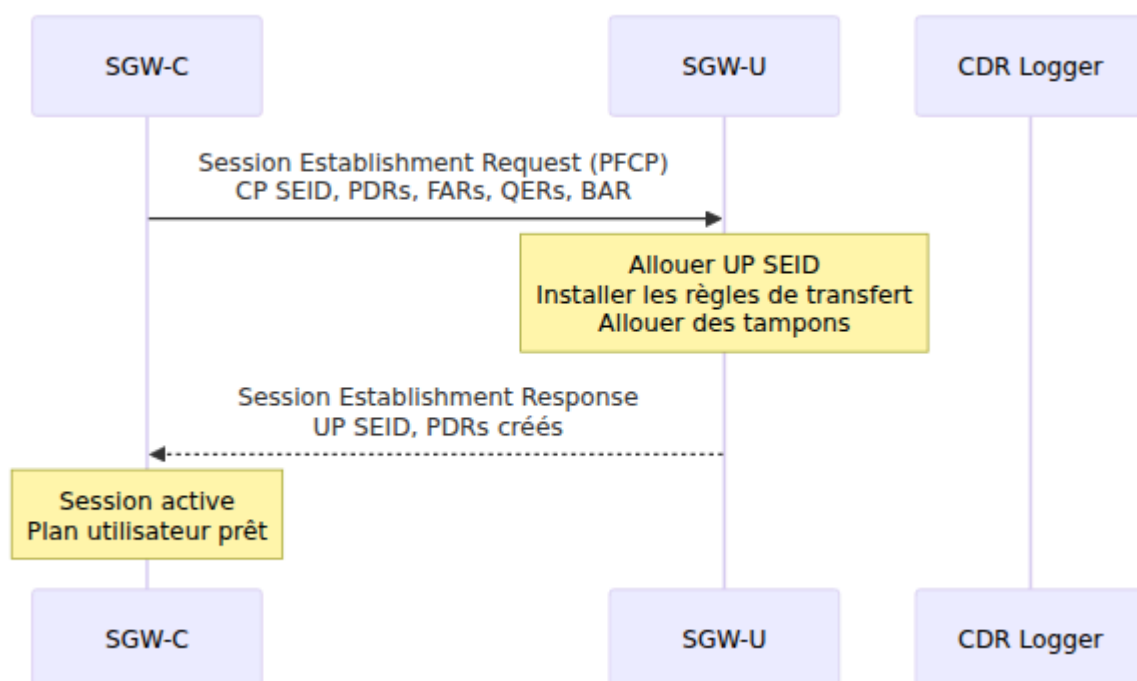


**Modifications courantes :**

| 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 | 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 dans 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 - Portefeuille 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 - Portefeuille dédié :

- 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 gérer les paquets correspondants.

### Actions de transfert :

| Action            | Description                                | Cas d'utilisation                  |
|-------------------|--|------------------------------------|
| <b>Transférer</b> | Envoyer le paquet au réseau de destination | Transfert normal                   |
| <b>Tamponner</b>  | Stocker le paquet temporairement           | Pendant la mobilité/paging         |
| <b>Jeter</b>      | Supprimer le paquet                        | Application de politique, pare-feu |
| <b>Dupliquer</b>  | 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 de l'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 de QoS :

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

### Classes de QoS (QCI) :

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

### Exemple - Portefeuille 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 - Portefeuille vocal dédié (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 pendant les événements de mobilité.

### **Scénarios de mise en mémoire tampon :**

#### **1. Mise en mémoire tampon de transfert :**

- L'UE passe d'un eNodeB à un autre
- Les paquets sont mis en mémoire tampon pendant le mouvement
- Libérés lorsque le transfert est terminé

#### **2. Mise en mémoire tampon de pagination :**

- L'UE est inactif (porteurs suspendus)
- Les données de descendant arrivent
- Tamponnées jusqu'à ce que l'UE se réactive

#### **3. Relocalisation de SGW :**

- Pendant le transfert inter-MME avec changement de SGW
- L'ancien SGW tamponne et transfère au nouveau SGW
- Livraison ordonnée maintenue

## Configuration BAR :

Paramètres BAR :

- |— Délai de mise en mémoire tampon : Combien de temps maintenir les paquets
- |— Seuil de nombre de paquets : Nombre maximum de paquets tamponnés
- └─ 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

000 | └─ UL : Octets d'ascendant

| | └─ DL : Octets de descendant

| | └─ Total : Octets totaux

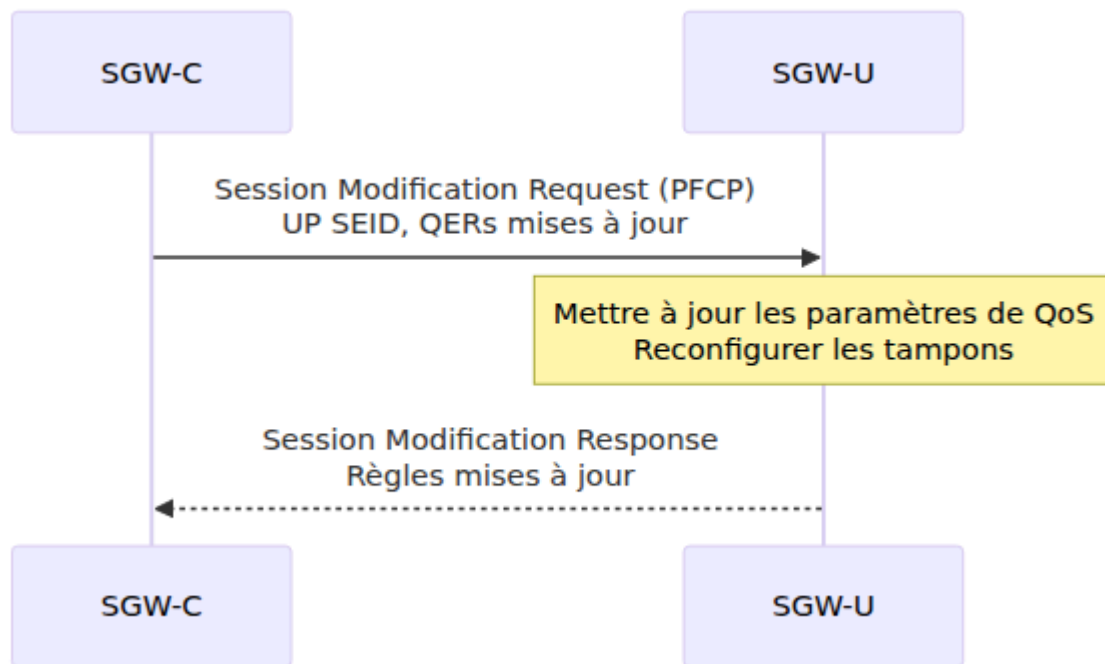
| | └─ Paquets : Paquets totaux

| └─ 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 pfcpl_association

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

# Interface Web → Page d'état SGW-U
# Montre tous les pairs avec un statut "Associé" et des
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_inbound'

# Sortie exemple :
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_establishment_response"} 5432
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_modification_response"} 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 sxatimeout_total
```

---

# Dépannage

## Échecs d'association

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

**Diagnostic :**

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

**Causes et solutions courantes :**

| Cause                              | Symptôme                       | Solution                        |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>Réseau inaccessible</b>         | Délai lors de la configuration | Vérifiez le routage vers SGW-U  |
| <b>Port bloqué</b>                 | Connexion refusée              | Vérifiez les règles de pare-feu |
| <b>SGW-U hors service</b>          | Pas de réponse                 | Redémarrez le processus SGW-U   |
| <b>Mauvais identifiant de nœud</b> | Configuration rejetée          | Vérifiez la configuration       |

## Échecs d'établissement de session

**Problème :** "Échec de l'établissement de session"

**Diagnostic :**

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

# Vérifiez les journaux pour des erreurs spécifiques
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep "Session Establishment"
```

**Causes courantes :**

| Cause                          | Message d'erreur                   | Solution                             |
|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>SGW-U pas de ressources</b> | "Ressources insuffisantes"         | Vérifiez la capacité de SGW-U        |
| <b>PDR invalide</b>            | "IE obligatoire manquant"          | Vérifiez les définitions de règles   |
| <b>Conflit de SEID</b>         | "SEID existe déjà"                 | Vérifiez la duplication de session   |
| <b>Délai</b>                   | "Délai d'établissement de session" | Augmentez le délai ou vérifiez SGW-U |

## Problèmes de rapport d'utilisation

**Problème :** "Rapports d'utilisation manquants"

**Diagnostic :**

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

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

**Solutions :**

- Vérifiez que le battement de SGW-U est actif
- Vérifiez la configuration du déclencheur de rapport de session
- Assurez-vous que les autorisations du répertoire CDR sont correctes
- Surveillez le débordement du tampon 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 paire
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 pfcqueue_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 :** Réglez sur 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 la tolérance aux pannes
- **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 d'association

# Dépannage

- **Conservez les journaux** : Conservez 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
-



# 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 détaillée](#)
  10. [Ressources supplémentaires](#)
  11. [Contribuer](#)
  12. [Support](#)
- 

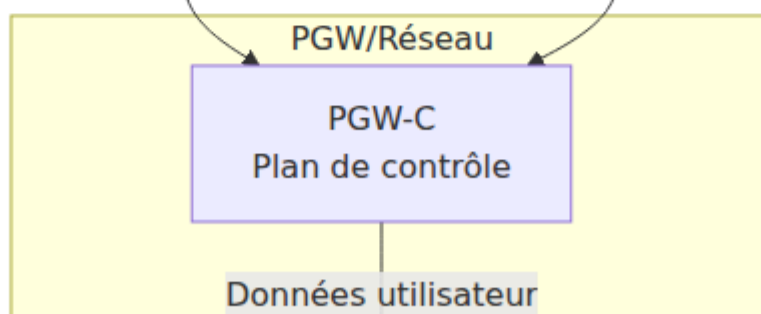
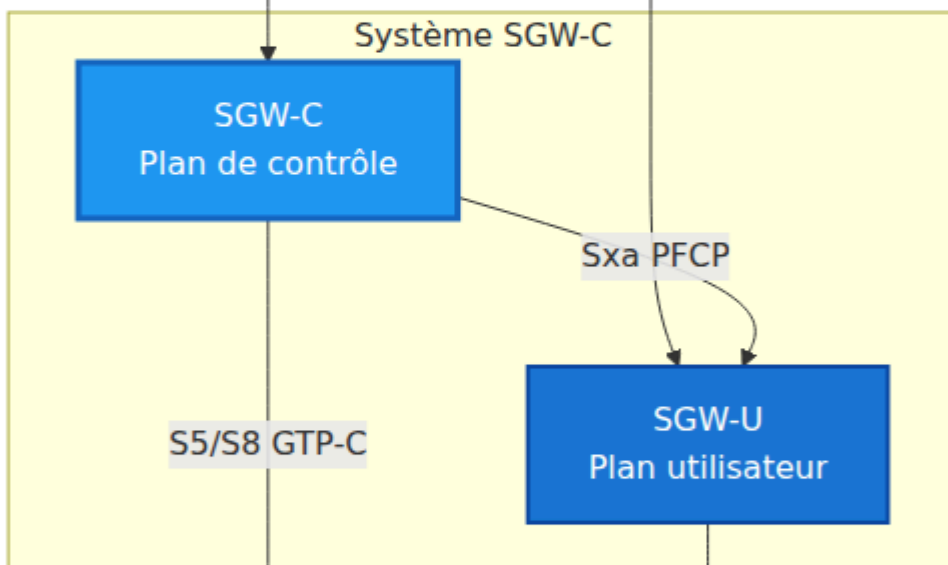
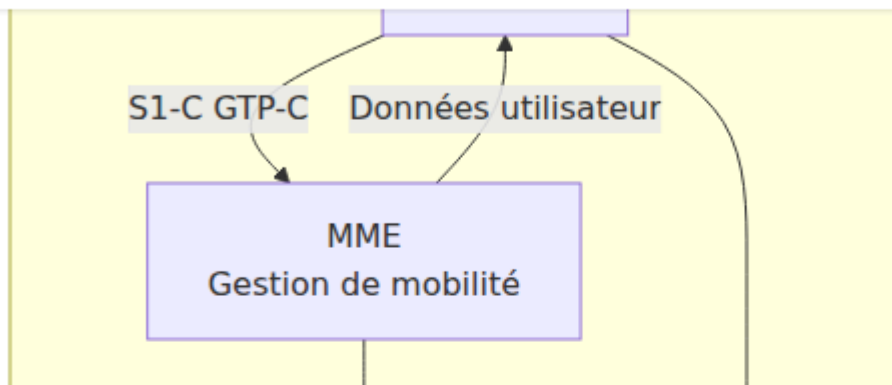
## Aperçu

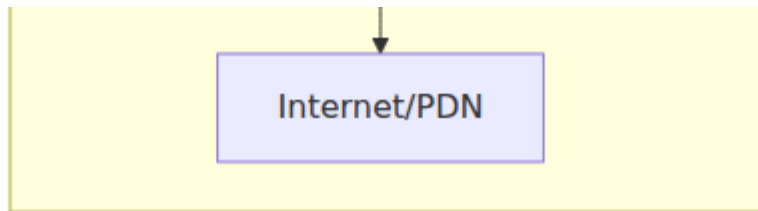
**OmniSGW** est une implémentation de passerelle de service (SGW) haute performance pour les réseaux 3GPP LTE Evolved Packet Core (EPC), développée par Omnitouch Network Services. Il gère les fonctions de mobilité UE et de gestion des porteuses, y compris :

- **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 porteuses** - Création et modification de porteuses dédiées pour différents besoins 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



OmniCharge   OmniRAN   Downloads   🌐 Français ▼   Omnitouch





## 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 porteuses** 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 gérant 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 haut niveau 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 de défaillance, 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 porteuse
- Demande/Réponse de création de porteuse
- Demande/Réponse de suppression de porteuse
- 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

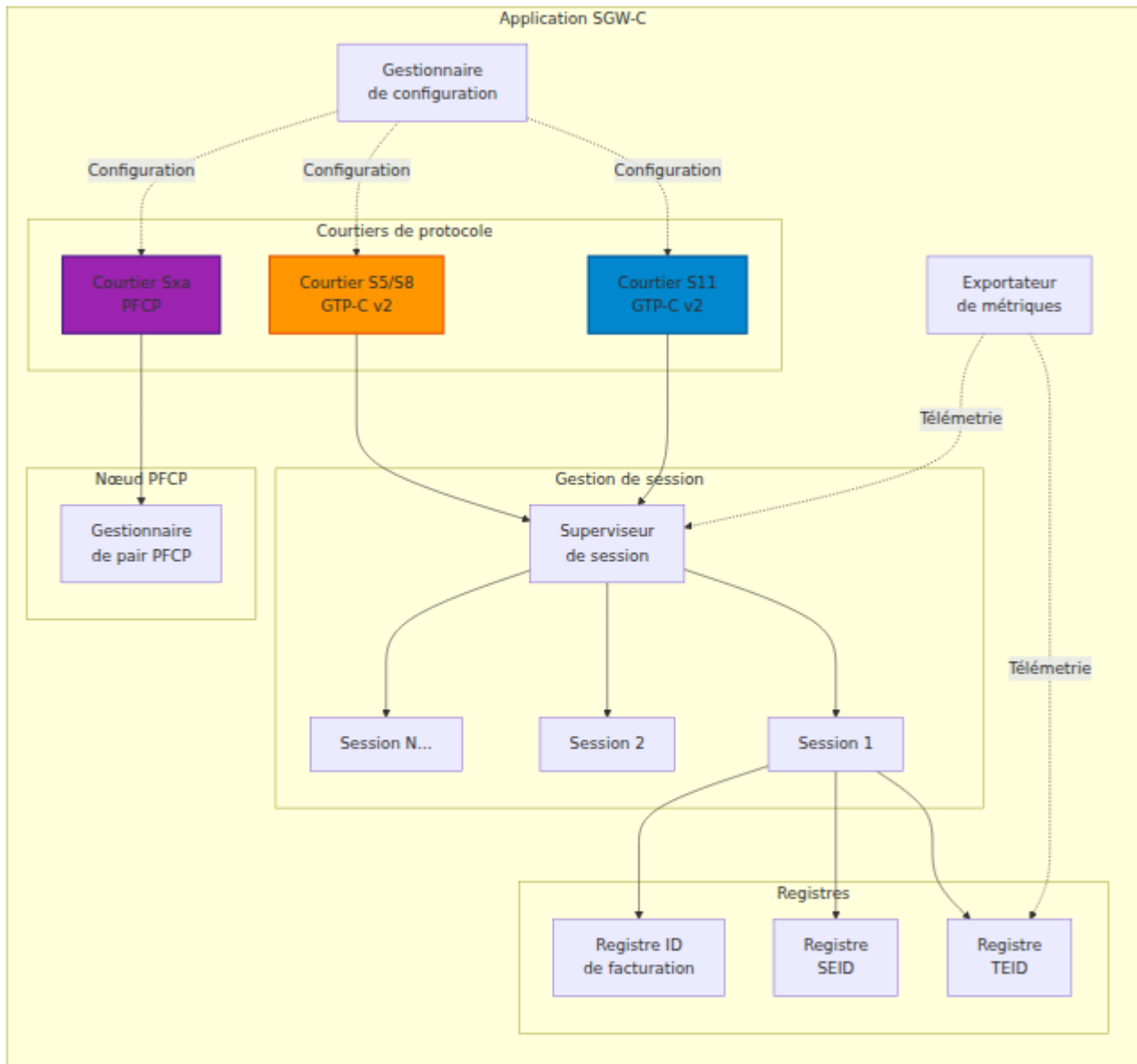
**Protocole :** GTP-C Version 2 sur UDP

**Messages clés :**

- Demande/Réponse de création de session
- Demande/Réponse de suppression de session

- Demande/Réponse de modification de porteuse
- Demande/Réponse de création de porteuse
- Demande/Réponse de suppression de porteuse

**Configuration :** Voir [Documentation de l'interface S5/S8](#)





# Concepts clés

## Session UE

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

- **IMSI** (Identité internationale d'abonné mobile) - Identifiant unique de l'abonné
- **GUTI** (Identifiant temporaire global 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
- **Porteuses actives** - Liste des porteuses de données associées

## Connexion PDN

Une connexion PDN (Réseau de données par 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 entre 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
- **Porteuse par défaut** - Créée avec chaque connexion PDN
- **Porteuses dédiées** - Porteuses supplémentaires pour des besoins QoS spécifiques

# Contexte de porteuse

Une porteuse représente un flux de trafic avec des caractéristiques QoS spécifiques :

- **Porteuse par défaut** - Créée avec chaque connexion PDN pour le trafic en mode meilleur effort
- **Porteuses dédiées** - Porteuses supplémentaires pour des exigences de service spécifiques (voix, vidéo, etc.)
- **EBI** (Identifiant de porteuse EPS) - Identifiant unique pour chaque porteuse au sein d'une session
- **Paramètres QoS** - QCI (Identifiant de classe QoS), ARP (Priorité d'allocation et de rétention), débits (MBR, GBR)

## Règles PFCP

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

- **PDR** (Règle de détection de paquets) - Correspond aux paquets (montant/descendant)
- **FAR** (Règle d'action de transfert) - Spécifie le comportement de transfert
- **QER** (Règle d'application QoS) - Applique des limites de débit
- **BAR** (Règle d'action de mise en mémoire tampon) - Contrôle la mise en mémoire tampon des paquets pendant les 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 mémoire tampon et transfert de données pendant le transfert

- **Mise à jour de la 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 du fonctionnement

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
```

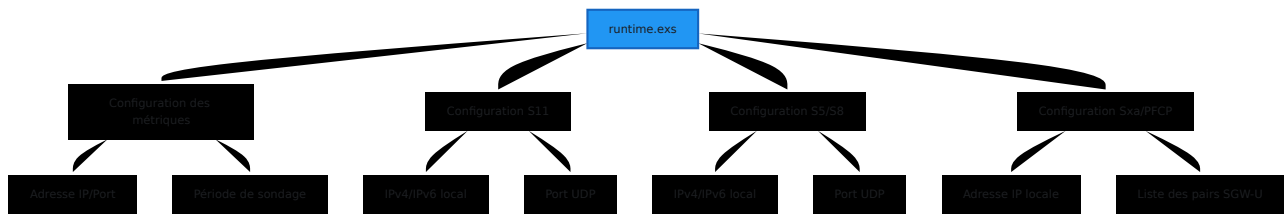
Accédez aux métriques à `http://127.0.0.40:42068/metrics` (adresse configurée).

---

## 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                         |
|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>metrics</b> | Exportateur de métriques Prometheus | <a href="#">Guide de surveillance</a> |
| <b>s11</b>     | Interface GTP-C vers MME            | <a href="#">Configuration S11</a>     |
| <b>s5s8</b>    | Interface GTP-C vers PGW-C          | <a href="#">Configuration S5/S8</a>   |
| <b>sxa</b>     | Interface PFCP vers SGW-U           | <a href="#">Configuration Sxa</a>     |

Voir le [Guide de configuration complet](#) pour des informations détaillées.

## Interface Web - Tableau de bord des opérations en temps réel

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

### Accéder à l'interface Web

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

## Pages disponibles :

| Page                 | URL            | Objectif   | Taux de rafraîchissement |
|----------------------|----------------|--|--------------------------|
| <b>Sessions UE</b>   | /ue_sessions   | Voir toutes les sessions UE actives et les porteuses | 2 secondes               |
| <b>Sessions PFCP</b> | /pfcg_sessions | Voir les sessions PFCP avec SGW-U                    | 2 secondes               |
| <b>État SGW-U</b>    | /sgwu_status   | Surveiller les associations de pairs PFCP            | 2 secondes               |
| <b>Journaux</b>      | /logs          | Diffusion en temps réel des journaux                 | En direct                |

## Fonctionnalités clés

### Mises à jour en temps réel :

- Toutes les pages se rafraîchissent automatiquement (pas besoin de rechargement manuel)
- Diffusion de données en direct depuis les 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 extensibles :

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

#### **Aucune authentification requise (usage 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 des raisons de 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
  - Porteuses actives 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 d'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 porteuses à travers les APN

#### **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 porteuse
- 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 les 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 porteuses actives 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
- Distributions de durée 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

## Accéder 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 détaillée

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 & Installation

│ ├── configuration.md

Référence complète de

runtime.exs

|

├── Interfaces réseau

│ ├── sxa-interface.md

Sxa/PFCP (communication SGW-

U)

│ ├── s11-interface.md

S11 (communication MME)

│ └── s5s8-interface.md

S5/S8 (communication PGW-C)

|

└── Opérations

│ ├── session-management.md

Cycle de vie de la session

UE

│ ├── bearer-management.md

Opérations sur les porteuses

│ ├── cdr-format.md

Enregistrements de

facturation hors ligne

│ └── monitoring.md

Métriques Prometheus &

alertes

## Documentation par sujet

### 📖 Prise en main

| Document             | Description                                  | Objectif                       |
|----------------------|--|--------------------------------|
| <b>OPERATIONS.md</b> | Guide principal des opérations (ce document) | Aperçu et prise en main rapide |

### ⚙️ Configuration

| Document                         | Description  |
|----------------------------------|--|
| <a href="#">configuration.md</a> | Référence complète de la configuration runtime.exs |

## ☐ Interfaces réseau

| Document                          | Description                      |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <a href="#">sxa-interface.md</a>  | Interface PFCP/Sxa vers SGW-U    |
| <a href="#">s11-interface.md</a>  | Interface GTP-C S11 vers MME     |
| <a href="#">s5s8-interface.md</a> | Interface GTP-C S5/S8 vers PGW-C |

## ☐ Opérations & Surveillance

| Document                              | Description   |
|---------------------------------------|---|
| <a href="#">session-management.md</a> | Cycle de vie et opérations de session UE                      |
| <a href="#">bearer-management.md</a>  | Création, modification, suppression de porteuses              |
| <a href="#">cdr-format.md</a>         | Format des données d'enregistrement de facturation hors ligne |
| <a href="#">monitoring.md</a>         | Métriques Prometheus, tableaux de bord Grafana, alertes       |

# Chemins de lecture

## Pour les opérateurs de réseau

1. [OPERATIONS.md](#) - Aperçu (ce document)

2. [configuration.md](#) - Installation
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 porteuses

### **Pour la configuration & le déploiement**

1. [configuration.md](#) - Référence complète
  2. [monitoring.md](#) - Configurer la surveillance
- 

# **Ressources supplémentaires**

## **Spécifications 3GPP**

| <b>Spécification</b> | <b>Titre</b>                       |
|----------------------|------------------------------------|
| 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                   |