

Guide des Opérations OmniPGW

OmniPGW - Passerelle de Données de Paquet Plan de Contrôle (PGW-C)

par Omnitouch Network Services

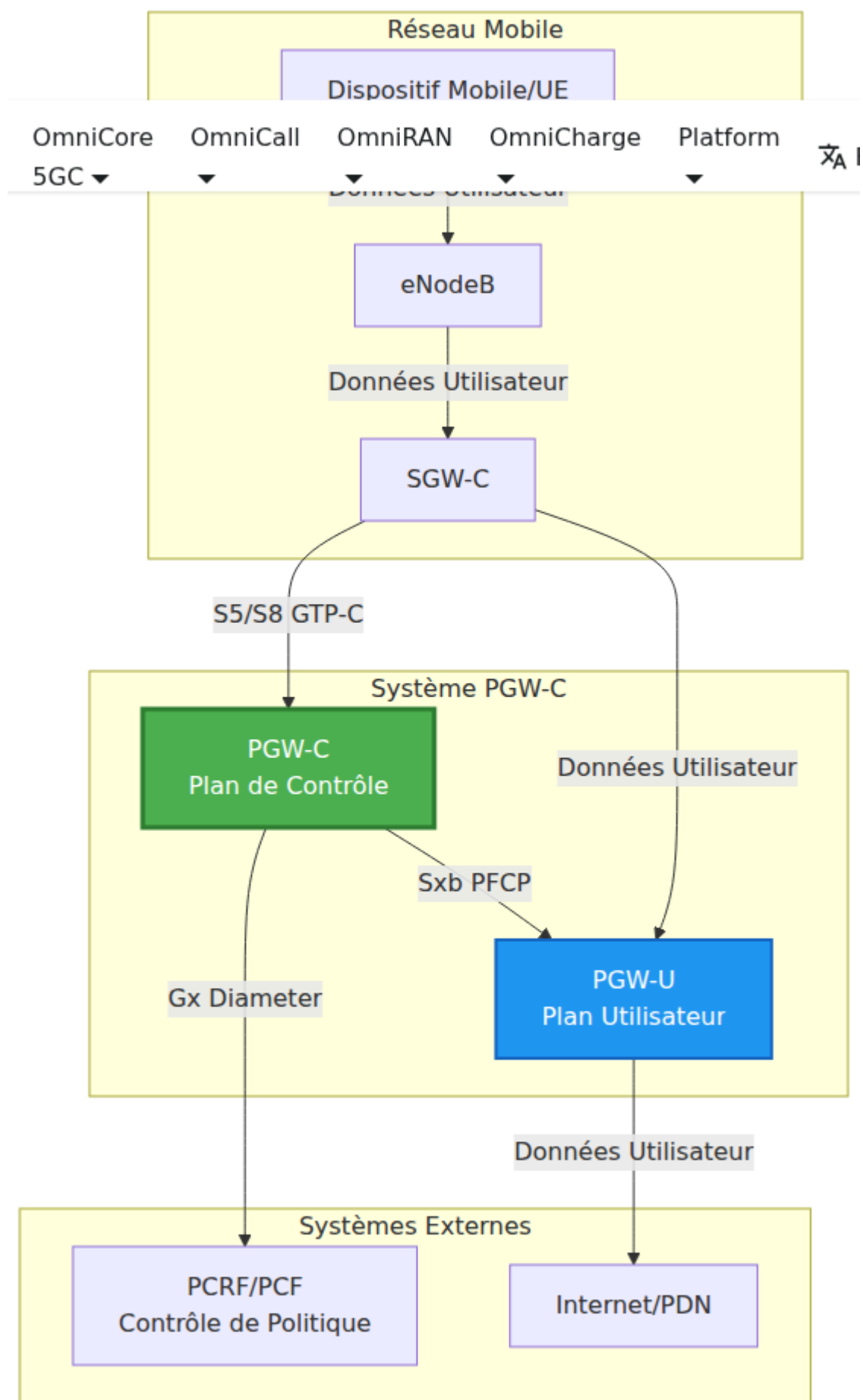
Table des Matières

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](#)
-

Aperçu

OmniPGW est une implémentation de haute performance de la Passerelle de Données de Paquet Plan de Contrôle (PGW-C) pour les réseaux 3GPP LTE Evolved Packet Core (EPC), développée par Omnitouch Network Services. Elle gère les fonctions de plan de contrôle pour les sessions de données, y compris :

- **Gestion des Sessions** - Création, modification et terminaison des sessions de données UE (Équipement Utilisateur)
- **Allocation d'Adresse IP** - Attribution d'adresses IP aux appareils mobiles à partir de pools configurés
- **Contrôle de Politique & de Facturation** - Interface avec PCRF pour l'application des politiques et la facturation
- **Coordination du Plan Utilisateur** - Contrôle du PGW-U (Plan Utilisateur) pour le transfert de paquets



Ce que fait PGW-C

- **Accepte les demandes de session** de SGW-C via l'interface S5/S8 (GTP-C)
 - **Alloue des adresses IP UE** à partir de pools de sous-réseaux configurés
 - **Demande des décisions de politique** à PCRF via l'interface Gx (Diameter)
 - **Programme des règles de transfert** dans PGW-U via l'interface Sxb (PFCP)
 - **Gère l'application de QoS** à travers des contextes de porteur et des règles de QoS
 - **Suit les informations de facturation** pour les systèmes de facturation
-

Architecture

Aperçu des Composants



Architecture de Processus

PGW-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
- **Processus de Session** - Un GenServer par connexion PDN active
- **Registres** - Suivent les ressources allouées (IPs, TEIDs, SEIDs, etc.)

- **Gestionnaire de Nœud PFCP** - Maintient les associations PFCP avec les pairs PGW-U

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

Interfaces Réseau

PGW-C implémente trois interfaces principales 3GPP :

Interface S5/S8 (GTP-C v2)

But : Signalisation de plan de contrôle entre SGW-C et PGW-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 Création de Porteur
- Demande/Réponse de Suppression de Porteur

Configuration : Voir [Configuration S5/S8](#)

Interface Sxb (PFCP)

But : Signalisation de plan de contrôle entre PGW-C et PGW-U

Protocole : PFCP (Protocole de Contrôle de Transfert de Paquet) 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 Cœur

Configuration : Voir [Documentation de l'Interface PFCP/Sxb](#)

Interface Gx (Diameter)

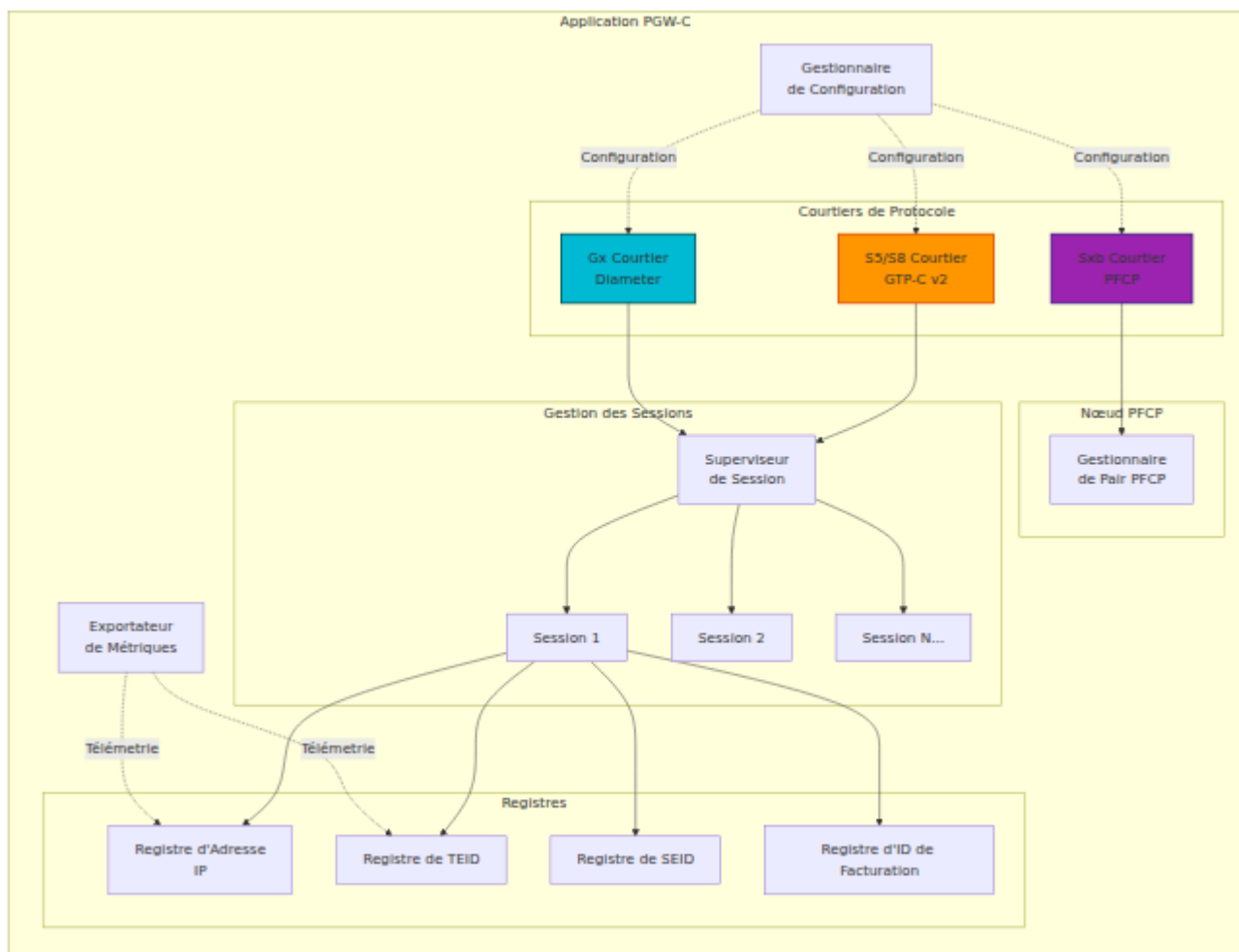
But : Interface de Fonction de Règles de Politique et de Facturation (PCRF)

Protocole : Diameter (IETF RFC 6733)

Messages Clés :

- Demande/Réponse de Contrôle de Crédit Initial (CCR-I/CCA-I)
- Demande/Réponse de Contrôle de Crédit de Terminaison (CCR-T/CCA-T)

Configuration : Voir [Documentation de l'Interface Diameter Gx](#)



Concepts Clés

Session PDN

Une Session PDN (Réseau de Données de Paquet) représente la connexion de données d'un UE à un réseau externe (comme Internet). Chaque session a :

- **Adresse IP UE** - Allouée à partir d'un pool de sous-réseaux configuré
- **APN** (Nom de Point d'Accès) - Identifie le réseau externe
- **Contexte de Porteur** - Contient des paramètres de QoS et des informations de tunnel
- **ID de Facturation** - Identifiant unique pour la facturation
- **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 Sxb

Contexte de Porteur

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

- **Porteur par Défaut** - Créé avec chaque session PDN
- **Porteurs Dédiés** - Porteurs supplémentaires pour des besoins de QoS spécifiques
- **EBI** (Identifiant de Porteur EPS) - Identifiant unique pour chaque porteur
- **Paramètres de QoS** - QCI, ARP, débits (MBR, GBR)

Règles PFCP

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

- **PDR** (Règle de Détection de Paquet) - Correspond aux paquets (montant/descendant)
- **FAR** (Règle d'Action de Transfert) - Spécifie le comportement de transfert
- **QER** (Règle d'Application de QoS) - Applique des limites de débit

- **BAR** (Règle d'Action de Mise en Tampon) - Contrôle la mise en tampon des paquets

Voir [Documentation de l'Interface PFCP](#) pour plus de détails.

Allocation d'Adresse IP

Les adresses IP UE sont allouées à partir de pools de sous-réseaux configurés :

- **Sélection basée sur l'APN** - Différents APNs peuvent utiliser différents sous-réseaux
- **Allocation dynamique** - Sélection aléatoire d'IP à partir de la plage disponible
- **Allocation statique** - Support pour les adresses IP demandées par l'UE
- **Détection de collision** - Assure une attribution unique d'IP

Voir [Allocation de Pool IP UE](#) pour la configuration.

Prise en Main

Prérequis

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

Démarrer OmniPGW

1. **Configurer les paramètres d'exécution** dans `config/runtime.exs`
2. **Compiler l'application :**

```
mix deps.get
mix compile
```

3. Démarrer l'application :

```
mix run --no-halt
```

Vérification de l'Opération

Vérifiez les journaux pour un démarrage réussi :

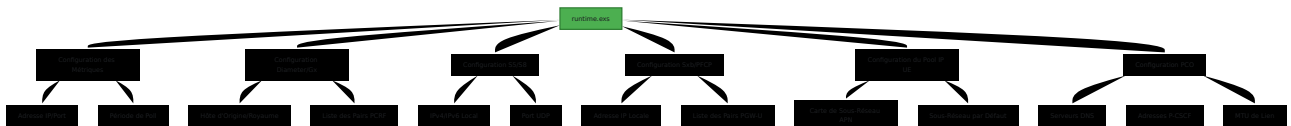
```
[info] Démarrage d'OmnipGW...  
[info] Démarrage de l'Exportateur de Métriques sur  
127.0.0.42:42069  
[info] Démarrage du Courtier S5/S8 sur 127.0.0.10  
[info] Démarrage du Courtier Sxb sur 127.0.0.20  
[info] Démarrage du Courtier Gx  
[info] Démarrage du Gestionnaire de Nœud PFCP  
[info] OmnipGW démarré avec succès
```

Accédez aux métriques à `http://127.0.0.42:42069/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 de Configuration Rapide

Section	But	Documentation
metrics	Exportateur de métriques Prometheus	Guide de Surveillance
diameter	Interface Gx vers PCRF	Configuration Diameter Gx
s5s8	Interface GTP-C vers SGW-C	Configuration S5/S8
sxb	Interface PFCP vers PGW-U	Configuration PFCP
ue	Pools d'adresses IP UE	Configuration du Pool IP
pco	Options de Configuration de Protocole	Configuration PCO
CDR	Facturation hors ligne & rapport d'utilisation	Format CDR

Voir le [Guide de Configuration Complet](#) pour des informations détaillées.

Interface Web - Tableau de Bord des Opérations en Temps Réel

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

Accéder à l'Interface Web

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

Pages Disponibles :

Page	URL	But	Taux de Rafraîchissement
Recherche UE	/ue_search	Plongée dans des sessions d'abonnés spécifiques	À la demande
Sessions PGW	/pgw_sessions	Voir toutes les sessions PDN actives	2 secondes
Historique des Sessions	/session_history	Journal d'audit des événements de session	5 secondes
Topologie Réseau	/topology	Vue de la topologie réseau visuelle	5 secondes
Pools IP	/ip_pools	Utilisation du pool d'adresses IP UE	2 secondes
Sessions PFCP	/pfcg_sessions	Voir les sessions PFCP avec PGW-U	2 secondes
État UPF	/upf_status	Surveiller les associations de pairs PFCP	2 secondes
Sélection UPF	/upf_selection	Voir les règles de sélection	Statique

Page	URL	But	Taux de Rafraîchissement
		UPF & état P-CSCF	
Pairs Diameter	/diameter	Surveiller la connectivité PCRF	1 seconde
Moniteur P-CSCF	/pcscf_monitor	État de découverte DNS P-CSCF	5 secondes
Simulateur Gy	/gy_simulator	Tester la facturation en ligne Gy/Ro	À la demande
Tours de Cellules	/cell_towers	Parcourir la base de données OpenCellID	Statique
Journaux	/logs	Streaming de journaux en temps réel	En direct

Fonctionnalités Clés

Mises à Jour en Temps Réel :

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

Recherche & Filtre :

- Rechercher des sessions par IMSI, IP, MSISDN ou APN
- Filtrage instantané sans rechargement de page

Détails Expansibles :

- Cliquez sur n'importe quelle ligne pour voir les détails complets
- Inspecter l'état complet de la session
- Voir la configuration et les capacités des pairs

Aucune Authentification Requise (Utilisation Interne) :

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

Flux de Travail Opérationnels

Dépannage de Session (Plongée Profonde) :

1. L'utilisateur signale un problème de connexion
2. Ouvrir la page Recherche UE (/ue_search)
3. Rechercher par IMSI, MSISDN ou adresse IP
4. Examiner les détails complets de la session :
 - a) Sessions Actives - Vérifier que la session existe avec les paramètres corrects
 - b) Localisation Actuelle - Vérifier TAC, ID de Cellule, localisation géographique
 - c) Informations sur le Porteur - Vérifier les porteurs par défaut et dédiés
 - QCI, MBR/GBR, Noms de Règles de Facturation
 - Limites APN-AMBR
 - d) Informations de Facturation - ID de session Gy, statut de quota
 - e) Informations de Politique - Session Gx, règles PCC installées
 - f) Événements Récents - Historique de session et changements d'état
5. Si la session n'est pas trouvée → Vérifier la page Diameter pour la connectivité PCRF
6. Si problèmes de localisation → Vérifier les données de la tour cellulaire dans la section Localisation Actuelle

Recherche Rapide de Session :

1. L'utilisateur signale un problème
2. Ouvrir la page Sessions PGW (/pgw_sessions)
3. Rechercher par IMSI ou numéro de téléphone
4. Vérifier que la session existe avec des détails de base :
 - Adresse IP UE allouée
 - Paramètres de QoS
 - Points de terminaison de tunnel établis
5. Pour une analyse détaillée → Cliquez sur la session pour l'étendre ou utilisez la Recherche UE

Vérification de la Santé du Système :

1. Ouvrir la page État UPF → Vérifier que tous les pairs PGW-U sont "Associés"
2. Ouvrir la page Diameter → Vérifier que tous les pairs PCRF sont "Connectés"
3. Ouvrir Sessions PGW → Vérifier le nombre de sessions actives par rapport à la capacité

Surveillance de Capacité :

- Jeter un œil au nombre de Sessions PGW
- Comparer à la capacité licenciée/attendue
- Identifier les périodes de pic d'utilisation
- Surveiller la distribution à travers les APNs

Interface Web vs. Métriques

Utiliser l'Interface Web pour :

- Dépannage approfondi des abonnés (Recherche UE)
- Détails et inspection de session individuelle
- État des pairs en temps réel (PFCP, Diameter)
- Vérifications rapides de santé à travers toutes les interfaces
- Dépannage d'utilisateurs spécifiques par IMSI/MSISDN/IP
- Vérification de la localisation géographique (intégration de la tour cellulaire)
- Analyse de QoS des porteurs (MBR, GBR, QCI)
- Inspection des règles de politique et de facturation
- Historique de session et pistes d'audit
- Surveillance de la capacité du pool IP
- Vérification de la configuration et des règles

Utiliser les Métriques Prometheus pour :

- Tendances historiques
- Alertes et notifications
- Graphiques de planification de capacité

- Analyse de performance
- Surveillance à long terme

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

Surveillance & Métriques

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

Métriques Disponibles

- **Métriques de Session**

- `teid_registry_count` - Sessions S5/S8 actives
- `seid_registry_count` - Sessions PFCP actives
- `session_id_registry_count` - Sessions Gx actives
- `address_registry_count` - Adresses IP UE allouées
- `charging_id_registry_count` - IDs de facturation actifs

- **Métriques de Message**

- `s5s8_inbound_messages_total` - Messages GTP-C reçus
- `sxb_inbound_messages_total` - Messages PFCP reçus
- `gx_inbound_messages_total` - Messages Diameter reçus
- Durées de traitement des messages

- **Métriques d'Erreur**

- `s5s8_inbound_errors_total` - Erreurs de protocole S5/S8
- `sxb_inbound_errors_total` - Erreurs de protocole PFCP
- `gx_inbound_errors_total` - Erreurs Diameter

Accéder aux Métriques

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

```
curl http://127.0.0.42:42069/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 OmniPGW. Les documents sont organisés par sujet et cas d'utilisation.

Structure de la Documentation

Documentation OmniPGW	
├── OPERATIONS.md (Ce Guide)	
├── docs/	
│ ├── Configuration & Installation	
│ │ ├── configuration.md	Référence complète de
│ ├── runtime.exs	
│ │ ├── ue-ip-allocation.md	Configuration du pool IP
│ │ └── pco-configuration.md	Paramètres DNS, P-CSCF, MTU
│ ├── Interfaces Réseau	
│ │ ├── pfcp-interface.md	Sxb/PFCP (communication PGW-
│ │ ├── diameter-gx.md	Gx (communication PCRF)
│ │ ├── diameter-gy.md	Gy/Ro (communication OCS)
│ │ └── s5s8-interface.md	S5/S8 (communication SGW-C)
│ └── Opérations	
│ ├── session-management.md	Cycle de vie de la session
│ └── monitoring.md	Métriques Prometheus &
PDN	
alertes	

Documentation par Sujet

📖 Prise en Main

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

⚙️ Configuration

Document	Description	Lignes
configuration.md	Référence complète de runtime.exs	1,600+
ue-ip-allocation.md	Gestion et allocation du pool IP UE	943
pco-configuration.md	Options de Configuration de Protocole (DNS, P-CSCF, MTU)	344

□ Interfaces Réseau

Document	Description	Lignes
pfcip-interface.md	Interface PFCIP/Sxb vers PGW-U	1,355
diameter-gx.md	Interface Diameter Gx vers PCRF (Contrôle de Politique)	941
diameter-gy.md	Interface Diameter Gy/Ro vers OCS (Facturation en Ligne)	1,100+
s5s8-interface.md	Interface GTP-C S5/S8 vers SGW-C	456

□ Opérations & Surveillance

Document	Description	Lignes
session-management.md	Cycle de vie et opérations de session PDN	435
monitoring.md	Métriques Prometheus, tableaux de bord Grafana, alertes	807
data-cdr-format.md	Format de fichier CDR, configuration URR, facturation hors ligne	847
qos-bearers.md	Gestion de QoS & des porteurs, contrôle de politique	448
troubleshooting.md	Procédures de dépannage et problèmes courants	687

▢ Fonctionnalités Avancées

Document	Description	Lignes
pcscf-monitoring.md	Découverte P-CSCF et surveillance de santé	894

Fonctionnalités de la Documentation

▢ Diagrammes Mermaid

Tous les documents incluent des **diagrammes Mermaid** pour une compréhension visuelle :

- Diagrammes d'architecture
- Diagrammes de séquence (flux de messages)
- Machines d'état
- Topologie réseau

▢ Exemples Pratiques

Chaque document inclut :

- Exemples de configuration du monde réel
- Configurations prêtes à copier-coller
- Cas d'utilisation courants

▢ Dépannage

Chaque document d'interface inclut :

- Problèmes courants et solutions
- Commandes de débogage
- Métriques pour le diagnostic

▢ Renvois Croisés

Les documents sont largement interliés pour une navigation facile.

Chemins de Lecture

Pour les Opérateurs 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. [pfcp-interface.md](#) - Contrôle du plan utilisateur
3. [diameter-gx.md](#) - Contrôle de politique
4. [diameter-gy.md](#) - Facturation en ligne
5. [s5s8-interface.md](#) - Gestion de session
6. [ue-ip-allocation.md](#) - Gestion IP

Pour la Configuration & le Déploiement

1. [configuration.md](#) - Référence complète
2. [ue-ip-allocation.md](#) - Pools IP
3. [pco-configuration.md](#) - Paramètres réseau
4. [monitoring.md](#) - Configuration de la surveillance

Statistiques du Document

- **Total de Documents** : 14
- **Total de Lignes** : ~10,900+
- **Taille Totale** : ~265 Ko
- **Diagrammes Mermaid** : 75+
- **Exemples de Code** : 150+

Concepts Clés Couverts

Architecture

- ☐ Séparation du plan de contrôle/plan utilisateur
- ☐ Architecture OTP/Elixir
- ☐ Supervision des processus
- ☐ Sessions basées sur GenServer

Protocoles

- ☐ PFCP (Protocole de Contrôle de Transfert de Paquet)
- ☐ GTP-C v2 (Protocole de Tunnel GPRS)
- ☐ Diameter (RFC 6733)

Interfaces 3GPP

- ☐ Sxb (PGW-C ↔ PGW-U)
- ☐ Gx (PGW-C ↔ PCRF)
- ☐ Gy/Ro (PGW-C ↔ OCS)
- ☐ S5/S8 (SGW-C ↔ PGW-C)

Opérations

- ☐ Gestion des sessions
 - ☐ Stratégies d'allocation IP
 - ☐ Application de QoS
 - ☐ Intégration de la facturation
 - ☐ Surveillance & alertes
-

Ressources Supplémentaires

Spécifications 3GPP

Spec	Titre
TS 29.274	GTP-C v2 (interface S5/S8)
TS 29.244	PFPCP (interface Sxb)
TS 29.212	Interface Diameter Gx (Contrôle de Politique)
TS 32.299	Applications de Facturation Diameter (Gy/Ro)
TS 32.251	Facturation de domaine de paquet
TS 23.401	Architecture EPC

Documentation Connexe

- Fichier de configuration : [config/runtime.exs](#)
-

Guide de Configuration d'OmniPGW

Référence Complète pour la Configuration de runtime.exs

par Omnitouch Network Services

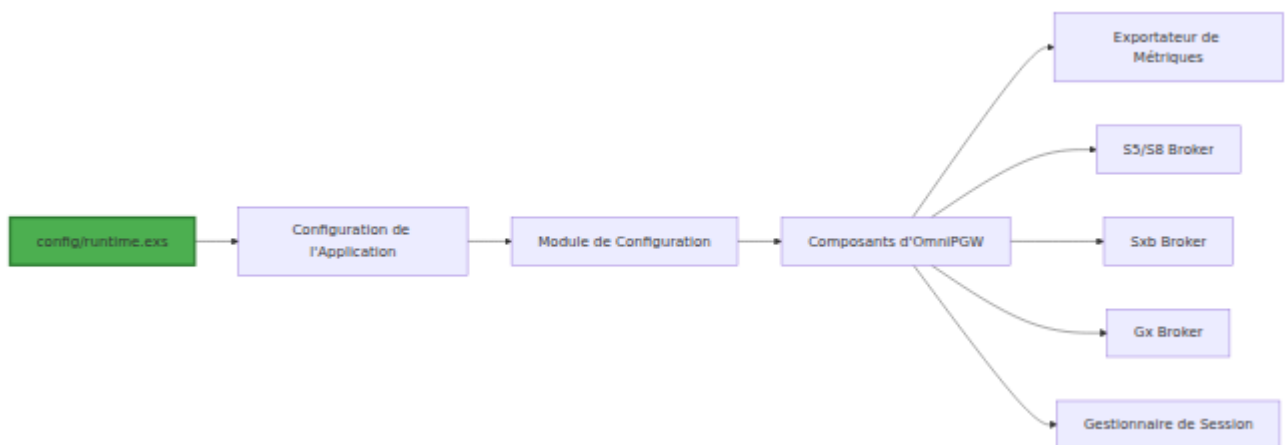
Table des Matières

1. [Aperçu](#)
 2. [Structure du Fichier de Configuration](#)
 3. [Configuration des Métriques](#)
 4. [Configuration Diameter/Gx](#)
 5. [Configuration S5/S8](#)
 6. [Configuration Gn/Gp \(GGSN\)](#)
 7. [Configuration Sxb/PFCP](#)
 - [Stratégies de Sélection UPF](#)
 - [Équilibrage de Charge avec les Pools UPF](#)
 - [Sélection Basée sur DNS](#)
 - [Mode Dry-Run](#)
 8. [Configuration du Pool IP UE](#)
 9. [Configuration PCO](#)
 10. [Configuration de l'Interface Web](#)
 11. [Exemple Complet](#)
 12. [Validation de la Configuration](#)
-

Aperçu

OmniPGW utilise la **configuration runtime** définie dans `config/runtime.exs`. Ce fichier est évalué au **démarrage de l'application** et permet une configuration dynamique basée sur des variables d'environnement ou des sources externes.

Philosophie de Configuration



Principes Clés :

- **Source Unique de Vérité** - Toute la configuration dans un seul fichier
 - **Sécurité de Type** - Configuration validée au démarrage
 - **Flexibilité Environnementale** - Support pour dev, test, production
 - **Defaults Clairs** - Defaults sensés avec des remplacements explicites
-

Structure du Fichier de Configuration

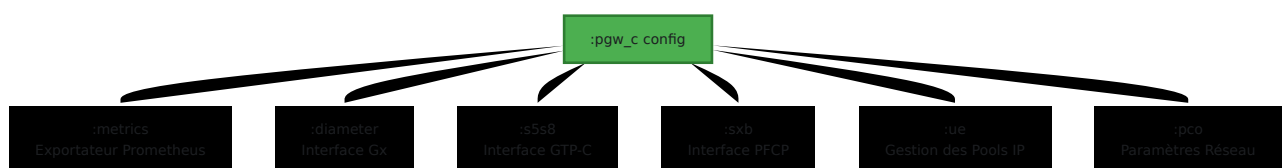
Emplacement du Fichier

```
pgw_c/  
├─ config/  
│   ├─ config.exs          # Configuration de base (importe  
runtime.exs)  
│   ├─ dev.exs             # Configuration spécifique au  
développement  
│   └─ prod.exs            # Configuration spécifique à la  
production  
└─ runtime.exs             # ← Fichier de configuration principal
```

Structure de Haut Niveau

```
# config/runtime.exs  
import Config  
  
config :logger, level: :info  
  
config :pgw_c,  
  metrics: %{...},  
  diameter: %{...},  
  s5s8: %{...},  
  sxb: %{...},  
  ue: %{...},  
  pco: %{...}
```

Sections de Configuration



Configuration des Métriques

Objectif

Configurer l'exportateur de métriques Prometheus pour surveiller OmniPGW.

Bloc de Configuration

```
config :pgw_c,  
  metrics: %{  
    # Activer/désactiver l'exportateur de métriques  
    enabled: true,  
  
    # Adresse IP pour lier le serveur HTTP  
    ip_address: "0.0.0.0",  
  
    # Port pour le point de terminaison des métriques  
    port: 9090,  
  
    # Fréquence de sondage des registres (millisecondes)  
    registry_poll_period_ms: 10_000  
  }
```

Paramètres

Paramètre	Type	Par Défaut	Description
<code>enabled</code>	Boolean	<code>true</code>	Activer l'exportateur de métriques
<code>ip_address</code>	String (IP)	<code>"0.0.0.0"</code>	Adresse de liaison (0.0.0.0 = toutes les interfaces)
<code>port</code>	Integer	<code>9090</code>	Port HTTP pour le point de terminaison <code>/metrics</code>
<code>registry_poll_period_ms</code>	Integer	<code>10_000</code>	Intervalle de sondage pour les comptes de registre

Exemples

Production - Lier à une IP spécifique :

```
metrics: %{\n  enabled: true,\n  ip_address: "10.0.0.20", # Réseau de gestion\n  port: 9090,\n  registry_poll_period_ms: 5_000 # Sondage toutes les 5 secondes\n}
```

Développement - Localhost uniquement :

```
metrics: %{  
  enabled: true,  
  ip_address: "127.0.0.1",  
  port: 42069, # Port non standard  
  registry_poll_period_ms: 10_000  
}
```

Désactiver les métriques :

```
metrics: %{  
  enabled: false  
}
```

Accéder aux Métriques

```
# Point de terminaison par défaut  
curl http://<ip_address>:<port>/metrics  
  
# Exemple  
curl http://10.0.0.20:9090/metrics
```

Voir : [Guide de Surveillance & Métriques](#) pour la documentation détaillée des métriques.

Configuration Diameter/Gx

Objectif

Configurer le protocole Diameter pour l'interface Gx (communication PCRF).

Bloc de Configuration

```
config :pgw_c,  
  diameter: %{  
    # Adresse IP pour écouter les connexions Diameter  
    listen_ip: "0.0.0.0",  
  
    # Identité Diameter d'OmnipGW (Origin-Host)  
    host: "omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",  
  
    # Domaine Diameter d'OmnipGW (Origin-Realm)  
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",  
  
    # Liste des pairs PCRF  
    peer_list: [  
      %{  
        # Identité Diameter PCRF  
        host: "pcrf.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",  
  
        # Domaine PCRF  
        realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",  
  
        # Adresse IP PCRF  
        ip: "10.0.0.30",  
  
        # Initier la connexion au PCRF  
        initiate_connection: true  
      }  
    ]  
  }  
}
```

Paramètres

Paramètre	Type	Requis	Description
<code>listen_ip</code>	String (IP)	Oui	Adresse d'écoute Diameter
<code>host</code>	String (FQDN)	Oui	Origin-Host d'OmniPGW (doit être FQDN)
<code>realm</code>	String (Domaine)	Oui	Origin-Realm d'OmniPGW
<code>peer_list</code>	Liste	Oui	Configurations des pairs PCRF

Configuration des Pairs :

Paramètre	Type	Requis	Description
<code>host</code>	String (FQDN)	Oui	Identité Diameter PCRF
<code>realm</code>	String (Domaine)	Oui	Domaine PCRF
<code>ip</code>	String (IP)	Oui	Adresse IP PCRF
<code>initiate_connection</code>	Boolean	Oui	Si OmniPGW se connecte au PCRF

Format FQDN

Les identités Diameter DOIVENT être des FQDN :

```
# CORRECT
host: "omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"

# INCORRECT
host: "omnipgw"           # Pas un FQDN
host: "10.0.0.20"        # IP non autorisée
```

Format 3GPP :

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

Exemples :

- omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org (MCC=001, MNC=001)
- pgw-c.epc.mnc260.mcc310.3gppnetwork.org (MCC=310, MNC=260 - US T-Mobile)

Exemples

Un seul PCRF :

```
diameter: %{
  listen_ip: "0.0.0.0",
  host: "omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  peer_list: [
    %{
      host: "pcrf.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      ip: "10.0.0.30",
      initiate_connection: true
    }
  ]
}
```

Plusieurs PCRFs (Redondance) :

```
diameter: %{
  listen_ip: "0.0.0.0",
  host: "omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  peer_list: [
    %{
      host: "pcrf-primary.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      ip: "10.0.1.30",
      initiate_connection: true
    },
    %{
      host: "pcrf-backup.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      ip: "10.0.2.30",
      initiate_connection: true
    }
  ]
}
```

Connexion Initiée par le PCRF :

```
diameter: %{
  listen_ip: "0.0.0.0",
  host: "omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  peer_list: [
    %{
      host: "pcrf.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      ip: "10.0.0.30",
      initiate_connection: false # Attendre que le PCRF se
connecte
    }
  ]
}
```

Voir : [Documentation de l'Interface Diameter Gx](#)

Configuration S5/S8

Objectif

Configurer l'interface GTP-C pour la communication avec SGW-C.

Bloc de Configuration

```
config :pgw_c,  
  s5s8: %{  
    # Adresse IPv4 locale pour l'interface S5/S8  
    local_ipv4_address: "10.0.0.20",  
  
    # Optionnel : Adresse IPv6 locale  
    local_ipv6_address: nil,  
  
    # Optionnel : Remplacer le port GTP-C par défaut (2123)  
    local_port: 2123,  
  
    # Délai d'attente des requêtes GTP-C en millisecondes (par  
    défaut : 500ms)  
    # Délai d'attente par tentative lors de l'attente des réponses  
    GTP-C  
    request_timeout_ms: 500,  
  
    # Nombre de tentatives de réessai pour les requêtes GTP-C (par  
    défaut : 3)  
    # Temps d'attente total maximum = request_timeout_ms *  
    request_attempts  
    request_attempts: 3  
  }
```


Paramètres

Paramètre	Type	Par Défaut	Description
<code>local_ipv4_address</code>	String (IPv4)	Requis	Adresse IPv4 de l'interface S5/S8
<code>local_ipv6_address</code>	String (IPv6)	<code>nil</code>	Adresse IPv6 de l'interface S5/S8 (optionnel)
<code>local_port</code>	Integer	<code>2123</code>	Port UDP pour GTP-C (port standard 2123)
<code>request_timeout_ms</code>	Integer	<code>500</code>	Délai d'attente par tentative de réessai en millisecondes
<code>request_attempts</code>	Integer	<code>3</code>	Nombre de tentatives de réessai avant d'abandonner

Détails du Protocole

- **Protocole** : GTP-C Version 2
- **Transport** : UDP
- **Port Standard** : 2123
- **Direction** : Reçoit de SGW-C

Exemples

IPv4 Seulement (Commun) :

```
s5s8: %{  
  local_ipv4_address: "10.0.0.20"  
}
```

IPv4 + IPv6 Dual-Stack :

```
s5s8: %{  
  local_ipv4_address: "10.0.0.20",  
  local_ipv6_address: "2001:db8::20"  
}
```

Port Personnalisé (Non-Standard) :

```
s5s8: %{  
  local_ipv4_address: "10.0.0.20",  
  local_port: 2124 # Port personnalisé  
}
```

Réseau à Latence Élevée :

```
s5s8: %{  
  local_ipv4_address: "10.0.0.20",  
  request_timeout_ms: 1500, # 1.5 secondes par tentative  
  request_attempts: 3      # Total : 4.5 secondes max  
}
```

Configuration des Délais d'Attente

L'interface S5/S8 utilise des délais d'attente configurables pour les transactions de requêtes/réponses GTP-C (Create Bearer Request, Delete Bearer Request).

Calcul du Temps d'Attente Total :

```
Temps d'Attente Maximum Total = request_timeout_ms ×  
request_attempts  
Par Défaut : 500ms × 3 = 1.5 secondes
```

Directives de Réglage :

Latence Réseau	Délai d'Attente Recommandé	Temps d'Attente Total
Faible latence (<50ms)	200-300ms	600-900ms
Normal (50-150ms)	500ms (par défaut)	1.5s
Haute latence (>150ms)	1000-2000ms	3-6s
Satellite/instable	2000-3000ms	6-9s

Quand Ajuster :

- **Augmenter le délai** si vous constatez des erreurs fréquentes "Create Bearer Request timed out" mais que Wireshark montre des réponses arrivant
- **Diminuer le délai** pour une détection d'échec plus rapide dans des environnements à faible latence
- **Augmenter les tentatives de réessai** pour des réseaux peu fiables avec perte de paquets

Comportement du Délai d'Attente :

- En cas de délai d'attente, une erreur est enregistrée : "Create Bearer Request timed out"
- Une erreur Diameter est renvoyée au PCRF : Result-Code 5012 (UNABLE_TO_COMPLY)
- Le porteur reste en stockage précoce pour nettoyage lorsque Charging-Rule-Remove arrive

Planification Réseau

Sélection d'Adresse IP :

- Utilisez un réseau de gestion/signalisation dédié

- Assurez-vous de la connectivité depuis tous les nœuds SGW-C
- Envisagez la redondance (VRRP/HSRP) pour la HA

Règles de Pare-feu :

```
# Autoriser GTP-C depuis SGW-C
iptables -A INPUT -p udp --dport 2123 -s <sgw_c_network> -j ACCEPT
```

Configuration Gn/Gp (GGSN)

Objectif

Configurer l'interface GTP-C v1 pour la communication avec les SGSNs, permettant la fonctionnalité GGSN pour les réseaux 2G/3G.

Bloc de Configuration

```
config :pgw_c,
  gn: %{
    # Adresse IPv4 locale pour l'interface Gn
    local_ipv4_address: "10.0.0.20",

    # Optionnel : Adresse IPv6 locale (la plupart des réseaux
    2G/3G sont uniquement IPv4)
    local_ipv6_address: nil,

    # Port GTP-C (partagé avec S5/S8)
    local_port: 2123
  },

  # Serveurs DNS renvoyés dans PC0 (partagés avec S5/S8)
  dns: %{
    primary_ipv4: {8, 8, 8, 8},
    secondary_ipv4: {8, 8, 4, 4}
  }
```

Paramètres

Paramètre	Type	Par Défaut	Description
<code>local_ipv4_address</code>	String (IPv4)	Requis	Adresse IPv4 de l'interface Gn (adresse GGSN)
<code>local_ipv6_address</code>	String (IPv6)	<code>nil</code>	Adresse IPv6 de l'interface Gn (optionnel, rarement utilisé)
<code>local_port</code>	Integer	<code>2123</code>	Port UDP pour GTP-C v1 (partagé avec S5/S8)

Paramètres DNS

Paramètre	Type	Par Défaut	Description
<code>primary_ipv4</code>	Tuple	<code>{8, 8, 8, 8}</code>	Serveur DNS principal pour la réponse PCO
<code>secondary_ipv4</code>	Tuple	<code>{8, 8, 4, 4}</code>	Serveur DNS secondaire pour la réponse PCO

Détails du Protocole

- **Protocole** : GTP-C Version 1 ([3GPP TS 29.060](#))
- **Transport** : UDP
- **Port Standard** : 2123 (partagé avec GTP-C v2)
- **Direction** : Reçoit des SGSNs

Coexistence avec S5/S8

OmniPGW peut fonctionner à la fois comme PGW (4G) et GGSN (2G/3G) simultanément :

- Les deux interfaces partagent le port UDP 2123
- La version GTP est détectée automatiquement à partir des en-têtes de message
- La même adresse IP peut servir à la fois le trafic 4G et 2G/3G
- Infrastructure partagée : pools IP, UPF/PFCP, facturation en ligne

Voir : [Documentation de l'Interface Gn/Gp](#)

Configuration Sxb/PFCP

Objectif

Configurer l'interface PFCP pour la communication avec PGW-U (Plan Utilisateur).

Bloc de Configuration

```
config :pgw_c,  
  sxb: %{  
    # Adresse IP locale pour la communication PFCP  
    local_ip_address: "10.0.0.20",  
  
    # Optionnel : Remplacer le port PFCP par défaut (8805)  
    local_port: 8805  
  }
```

Paramètres

Paramètre	Type	Par Défaut	Description
<code>local_ip_address</code>	String (IP)	Requis	Adresse d'écoute PFCP
<code>local_port</code>	Integer	<code>8805</code>	Port UDP PFCP

Important :

- **Tous les pairs UPF sont automatiquement enregistrés** à partir de la configuration `upf_selection` (règles + pool de secours) au démarrage
- Les UPF auto-enregistrés utilisent des valeurs par défaut sensées :
 - Nom auto-généré : `"UPF-<ip>:<port>"`
 - Association PFCP passive (attendre que l'UPF initie)
 - Intervalle de cœur de 5 secondes
- Les règles de sélection UPF et les pools sont configurés dans la section séparée `upf_selection`. Voir [Stratégies de Sélection UPF](#) ci-dessous.
- L'enregistrement dynamique des UPF est pris en charge pour les UPF découverts par DNS qui ne sont pas dans la configuration

Exemples

Configuration Minimale :

```
sxb: %{  
  local_ip_address: "10.0.0.20"  
}  
  
# Tous les UPFs dans upf_selection seront automatiquement  
# enregistrés avec :  
# - Nom auto-généré : "UPF-10.0.0.21:8805"  
# - Association PFCP passive (attendre que l'UPF se connecte)  
# - Intervalle de cœur de 5 secondes
```

Port PFCP Personnalisé :

```
sxb: %{  
  local_ip_address: "10.0.0.20",  
  local_port: 8806 # Port PFCP non standard  
}
```

Exemple Complet avec Sélection UPF :

```
sxb: %{  
  local_ip_address: "10.0.0.20"  
},  
upf_selection: %{  
  rules: [  
    %{  
      name: "Pool IMS",  
      priority: 10,  
      match_field: :apn,  
      match_regex: ~r/^ims$/,  
      upf_pool: [  
        %{remote_ip_address: "10.0.1.21", remote_port: 8805,  
weight: 100},  
        %{remote_ip_address: "10.0.1.22", remote_port: 8805,  
weight: 100}  
      ]  
    },  
  ],  
  fallback_pool: [  
    %{remote_ip_address: "10.0.2.21", remote_port: 8805, weight:  
100}  
  ]  
}  
# Tous les 3 UPFs (10.0.1.21, 10.0.1.22, 10.0.2.21) sont  
automatiquement enregistrés
```

Sélection Basée sur DNS (Enregistrement Dynamique) :


```
sxb: %{  
  local_ip_address: "10.0.0.20"  
},  
upf_selection: %{  
  dns_enabled: true,  
  dns_query_priority: [:ecgi, :tai],  
  dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",  
  fallback_pool: [  
    %{remote_ip_address: "10.0.2.21", remote_port: 8805, weight:  
100}  
  ]  
}  
# Les UPFs découverts par DNS seront enregistrés dynamiquement  
lors de la première utilisation
```

Stratégies de Sélection UPF

Important : La configuration de sélection UPF a été simplifiée. Tous les pairs UPF sont automatiquement enregistrés à partir de la configuration `upf_selection`.

Structure de Configuration

La sélection UPF est configurée dans la section `upf_selection` qui définit :

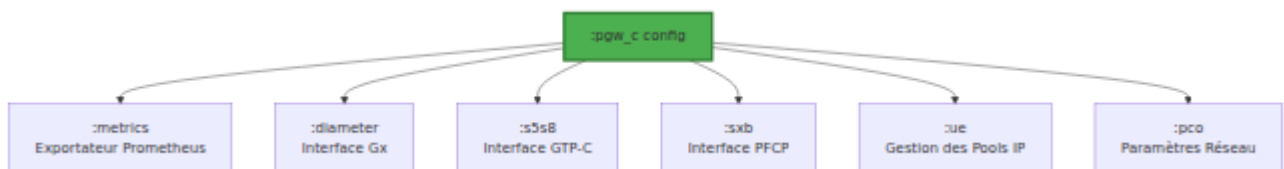
1. **Règles Statique** - Routage basé sur des motifs avec des pools d'équilibrage de charge
2. **Paramètres DNS** - Découverte dynamique UPF basée sur la localisation
3. **Pool de Secours** - Pool par défaut lorsque aucune règle ne correspond et que DNS échoue

Ordre de Priorité de Sélection

1. **Règles Statique** (Priorité la Plus Élevée) - Routage basé sur des motifs avec des pools d'équilibrage de charge

2. **Sélection Basée sur DNS** (Priorité Inférieure) - Découverte dynamique UPF basée sur la localisation
3. **Pool de Secours** (Priorité la Plus Basse) - Pool par défaut lorsque aucune règle ne correspond et que DNS échoue

Flux de Décision de Sélection UPF



Champs de Correspondance Disponibles

Les règles statiques peuvent correspondre à n'importe lequel de ces attributs de session :

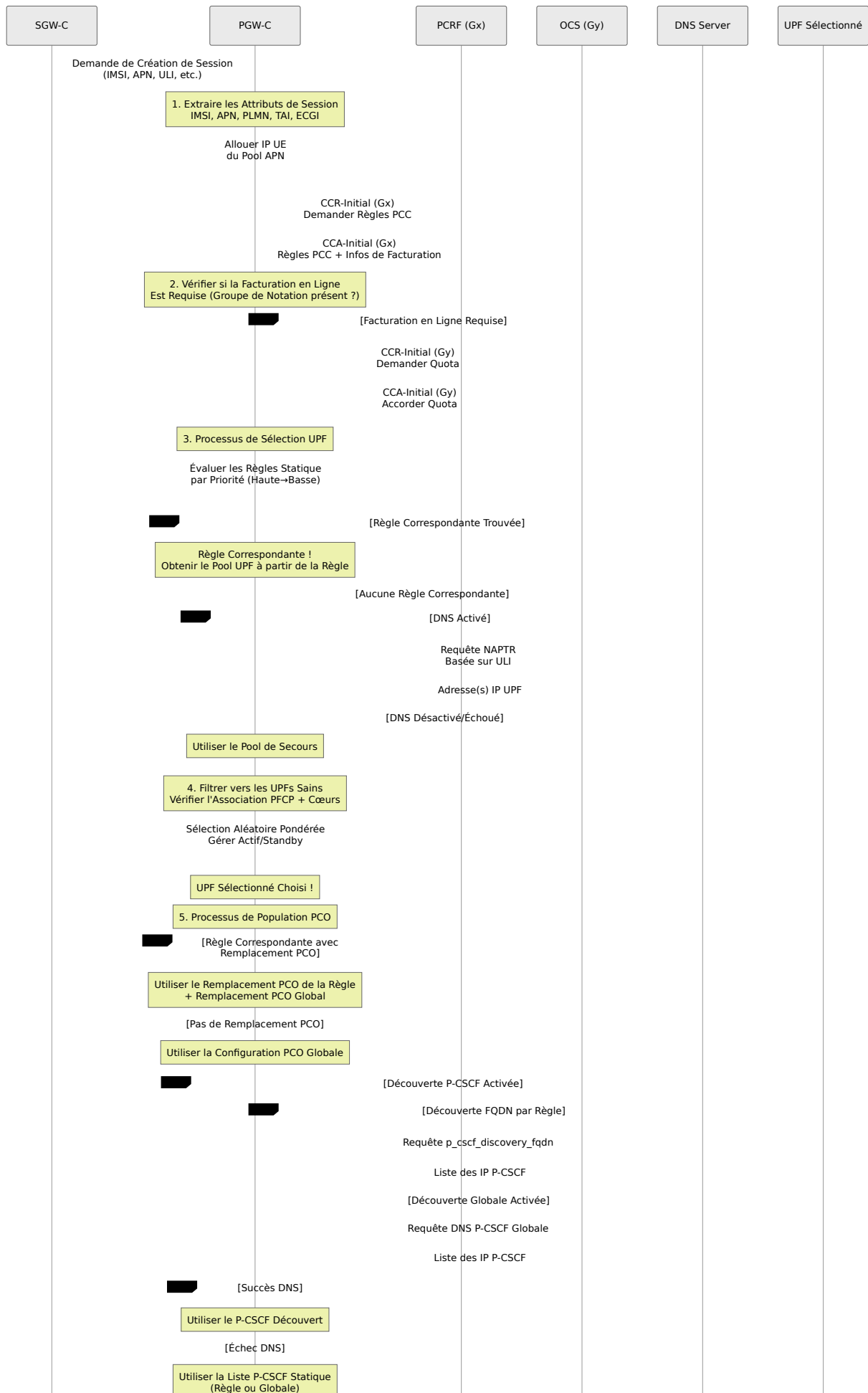
Champ de Correspondance	Description	Exemple de Motif
<code>:imsi</code>	Identité Internationale de l'Abonné Mobile	<code>^313380.*</code> (opérateur américain)
<code>:apn</code>	Nom du Point d'Accès / DNN	<code>^internet\.</code> ou <code>^ims\.</code>
<code>:serving_network_plmn_id</code>	Identifiant du réseau de service	<code>^313380\$</code>
<code>:sgw_ip_address</code>	Adresse IP SGW	<code>^10\.100\..*</code>
<code>:uli_tai_plmn_id</code>	Identifiant PLMN de la Zone de Suivi	<code>^313.*</code>
<code>:uli_ecgi_plmn_id</code>	Identifiant PLMN de la Cellule E-UTRAN	<code>^313.*</code>

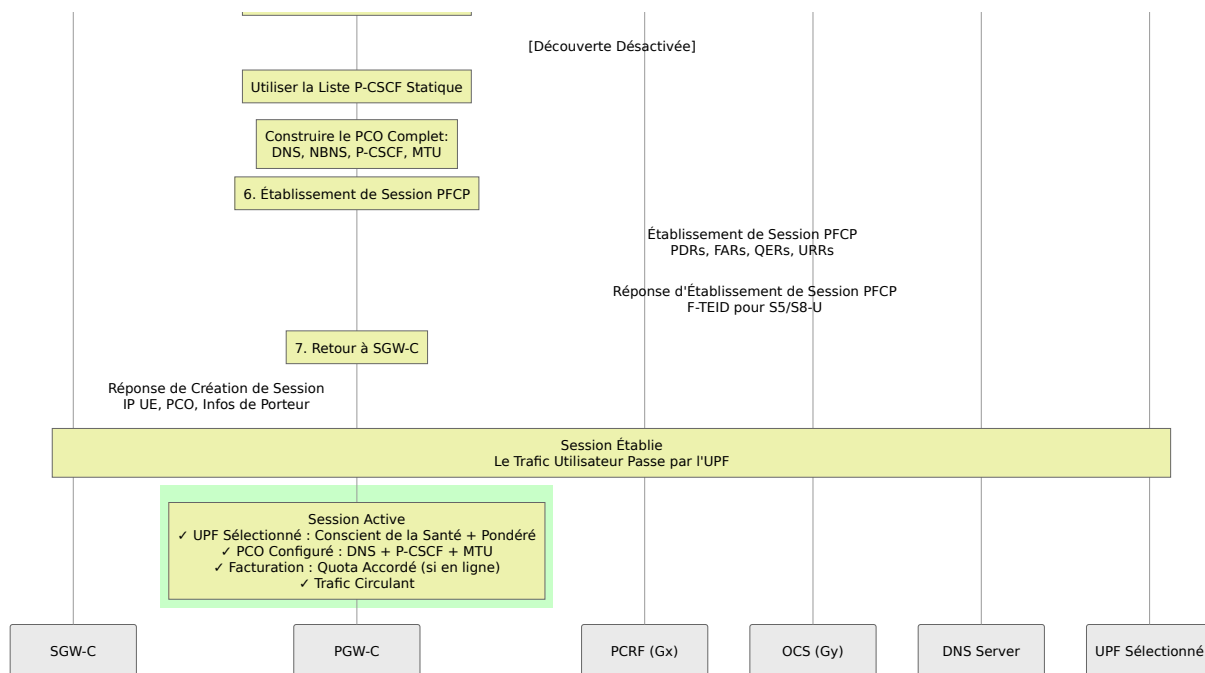
Comparaison des Méthodes de Sélection

Méthode	Quand Utiliser	Avantages	Inconvénients
Pools UPF	Déploiements en production	Équilibrage de charge, HA, poids flexibles	Nécessite plusieurs UPFs
Basé sur APN	Différenciation de service	Routage IMS/Internet séparément	Configuration statique
Basé sur IMSI	Scénarios de Roaming	Routage géographique	Complexité des regex
Basé sur DNS	MEC/Edge computing	Dynamique, conscient de la localisation	Nécessite une infrastructure DNS
Pool de Secours	Filet de sécurité	Toujours avoir un UPF	Peut ne pas être optimal
Mode Dry-Run	Tester les configs	Test sécurisé	Pas de trafic réel

Flux Complet d'Établissement de Session

Ce diagramme montre le flux complet d'établissement de session, y compris la sélection UPF et la population PCO :





Points de Décision Clés :

1. Priorité de Sélection UPF :

- Règles Statique (Correspondance de Motif) → Découverte DNS → Pool de Secours
- Filtrage de santé appliqué à tous les stades
- Logique Actif/Standby pour haute disponibilité
- **Voir : Interface PFCP** pour les détails de communication UPF

2. Priorité de Population PCO :

- Remplacement PCO de Règle → Découverte DNS P-CSCF → Configuration PCO Globale
- Fusion par champ (les remplacements de règle remplacent des champs spécifiques, le global fournit des défauts)
- **Voir : Configuration PCO** pour les paramètres PCO détaillés

3. Priorité de Découverte P-CSCF :

- FQDN par Règle → Découverte DNS Globale → PCO Statique par Règle → PCO Statique Global
- **Voir : Surveillance P-CSCF** pour les métriques de découverte et le suivi de la santé

4. Intégration de la Facturation :

- PCRF détermine si la facturation en ligne est requise (Groupe de Notation + Online=1)
- OCS accorde le quota avant l'établissement de session
- PGW-C suit le quota et demande plus via CCR-Update
- **Voir :** [Interface Diameter Gx](#) et [Interface Diameter Gy](#) pour les détails de facturation

Exemple Complet de Configuration

Voici un exemple complet montrant la sélection UPF multi-pool avec enregistrement automatique des pairs :

```

config :pgw_c,
  # Interface PFCP - Tous les UPFs sont auto-enregistrés à partir
  de upf_selection
  sxb: %{
    local_ip_address: "127.0.0.20"
  },

  # Logique de Sélection UPF - Tous les UPFs définis ici sont
  automatiquement enregistrés
  upf_selection: %{
    # Paramètres de sélection basés sur DNS
    dns_enabled: false,
    dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],
    dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",
    dns_timeout_ms: 5000,

    # Règles de sélection statiques (évaluées par ordre de
    priorité)
    rules: [
      # Règle 1 : Trafic IMS - Priorité la Plus Élevée
      %{
        name: "Trafic IMS",
        priority: 20,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^ims",
        upf_pool: [
          weight: 80,
          %{remote_ip_address: "10.100.2.21", remote_port: 8805,
          weight: 20}
          %{remote_ip_address: "10.100.2.22", remote_port: 8805,
          weight: 20}
        ]
      },

      # Règle 2 : APN Entreprise
      %{
        name: "Trafic Entreprise",
        priority: 15,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^(enterprise|corporate)\\.apn",
        upf_pool: [
          weight: 100,
          %{remote_ip_address: "10.100.3.21", remote_port: 8805,
          weight: 100}
        ]
      }
    ]
  }

```

```

    },

    # Règle 3 : Trafic Internet - Équilibré
    %{
        name: "Trafic Internet",
        priority: 5,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^internet",
        upf_pool: [
            %{remote_ip_address: "10.100.1.21", remote_port: 8805,
weight: 33},
            %{remote_ip_address: "10.100.1.22", remote_port: 8805,
weight: 33},
            %{remote_ip_address: "10.100.1.23", remote_port: 8805,
weight: 34}
        ]
    }
],

    # Pool de secours - Utilisé lorsque aucune règle ne correspond
    et que DNS échoue
    fallback_pool: [
        %{remote_ip_address: "127.0.0.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
    ]
}

```

Fonctionnalités Clés

Format Actuel :

- **Enregistrement Automatique** : Tous les UPFs de `upf_selection` sont automatiquement enregistrés au démarrage
- **Configuration Centralisée** : Toute la sélection UPF et la configuration des pairs dans une seule section
- **Pools Requis** : Toutes les règles utilisent le format `upf_pool` (même pour un seul UPF)
- **Fallback Structuré** : Pool de secours dédié avec distribution pondérée
- **Intégration DNS** : Paramètres DNS aux côtés des règles de sélection

- **□ Enregistrement Dynamique** : Les UPFs découverts par DNS sont automatiquement enregistrés lors de la première utilisation
- **🔍🔍🔍 Surveillance de la Santé** : Tous les UPFs configurés sont surveillés avec des cœurs de 5 secondes

Migration depuis le Format Précédent :

- Supprimé : champ `sxb.peer_list` (plus nécessaire)
- Supprimé : `selection_list` intégré dans les configurations de pairs
- Toutes les définitions UPF vont maintenant dans les règles et le pool de secours de `upf_selection`

Comment Fonctionnent les Pools UPF :

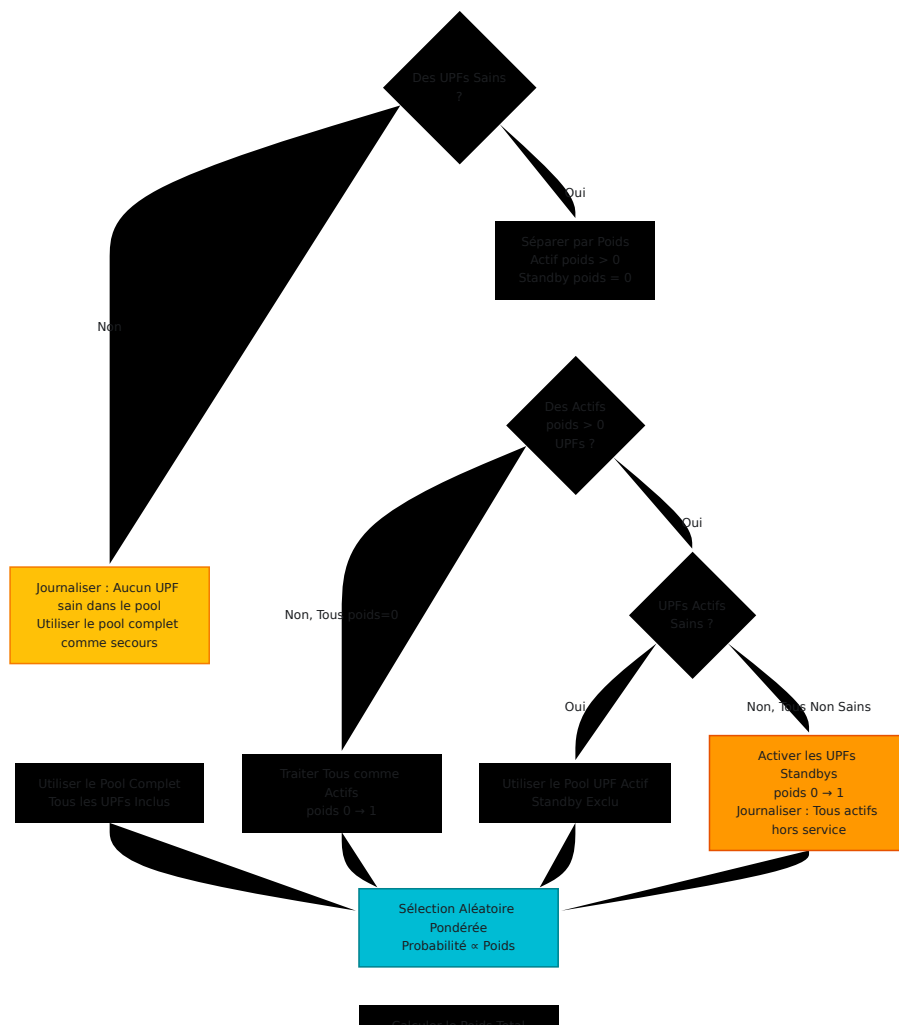
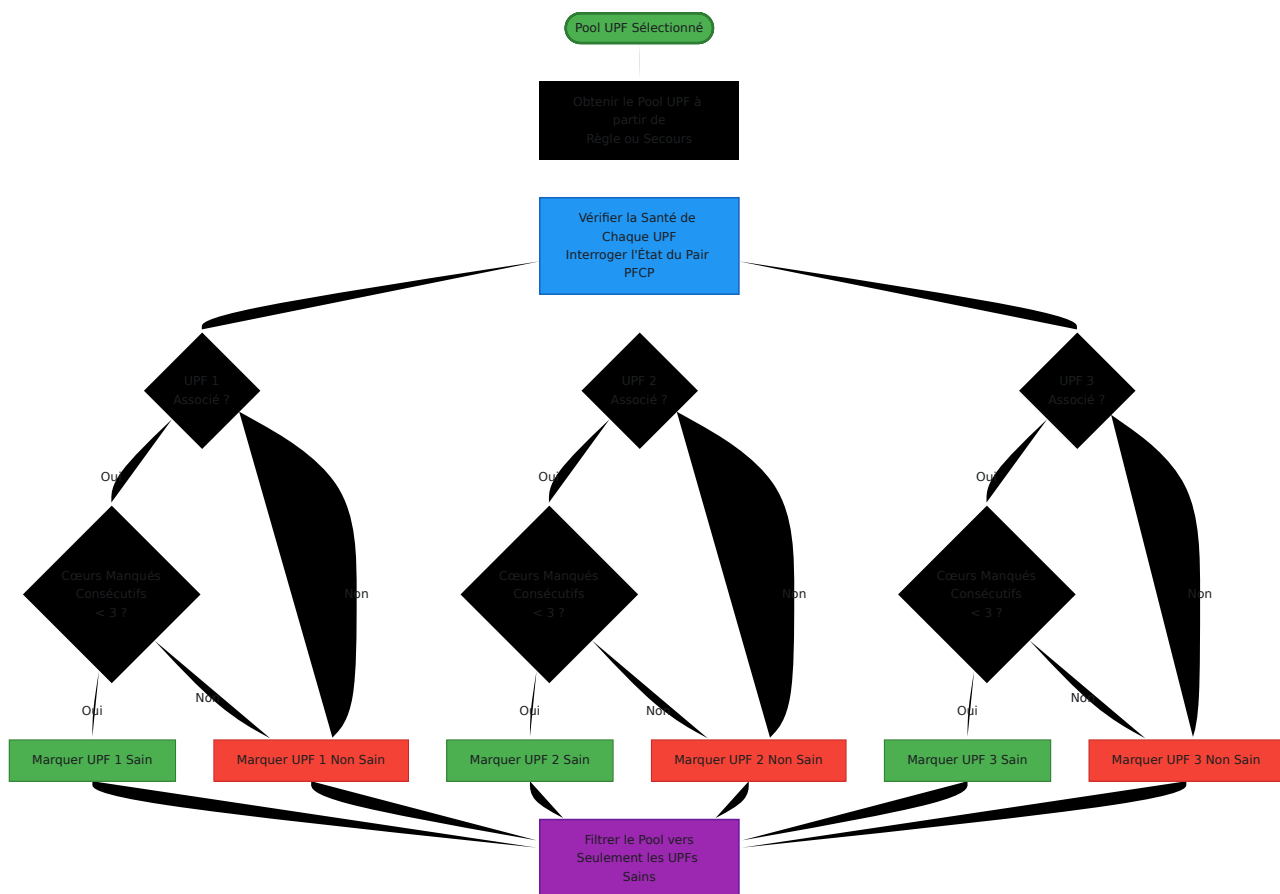
1. **Sélection Consciente de la Santé** : Seuls les UPFs sains reçoivent du trafic
 - Sain = association PFCP active + moins de 3 cœurs consécutifs manqués
 - Les UPFs non sains sont automatiquement filtrés
 - Retourne à tous les UPFs si aucun n'est sain (échec rapide)
2. **Support Actif/Standby** : Utilisez `weight: 0` pour les UPFs de secours chauds qui s'activent uniquement lorsque les primaires échouent
 - **UPFs Actifs** (poids > 0) : Reçoivent du trafic lorsqu'ils sont sains
 - **UPFs de Secours** (poids == 0) : Reçoivent du trafic uniquement lorsque tous les UPFs actifs sont hors service
 - Les UPFs de secours sont traités comme `weight: 1` lorsqu'ils sont activés
3. **Sélection Aléatoire Pondérée** : Chaque session est attribuée aléatoirement à un UPF sain basé sur les poids
 - Dans l'exemple ci-dessus : 70% vont à .21, 20% à .22, 10% à .23
 - Poids plus élevé = plus de sessions attribuées à cet UPF
 - Poids égaux = distribution égale

4. **Enregistrement Automatique** : Tous les UPFs dans les pools sont automatiquement enregistrés au démarrage

- Noms auto-générés : "UPF-<ip>:<port>"
- Paramètres par défaut : association PFCP passive, cœurs de 5 secondes
- Suivi de santé immédiat pour tous les UPFs configurés

Sélection Consciente de la Santé avec

Actif/Standby





Sélection Aléatoire Pondérée Exemple :

```
Pool: [  
  UPF-A: poids 50, sain ✓  
  UPF-B: poids 30, sain ✓  
  UPF-C: poids 20, sain ✓  
]
```

Poids Total: $50 + 30 + 20 = 100$

Plages de Poids :

```
UPF-A: 0-49   (50%)  
UPF-B: 50-79  (30%)  
UPF-C: 80-99  (20%)
```

Nombre aléatoire: 63 → Sélectionne UPF-B

Nombre aléatoire: 15 → Sélectionne UPF-A

Nombre aléatoire: 91 → Sélectionne UPF-C

Échec de Basculer Actif/Standby Exemple :

```
Pool Initial: [  
  UPF-A: poids 100, sain ✓    (Actif)  
  UPF-B: poids 0, sain ✓      (Standby)  
]
```

Scénario 1: UPF-A Sain

- Utiliser le Pool Actif : [UPF-A: 100]
- Tout le trafic vers UPF-A

Scénario 2: UPF-A Échoue

- Aucun UPF actif sain
- Activer Standby : [UPF-B: 1]
- Tout le trafic bascule vers UPF-B
- Journaliser : "Tous les UPFs actifs hors service, activation des UPFs de secours"

Scénario 3: Les Deux Non Sains

- Aucun UPF sain
- Utiliser le pool complet : [UPF-A: 100, UPF-B: 0]
- Sélectionner avec des poids (tentative de connexion, peut échouer)
- Journaliser : "Aucun UPF sain dans le pool, utilisation du pool complet comme secours"

Modèles de Poids Communs :

```
# Distribution égale (25% chacun)
upf_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.0.1.1", remote_port: 8805, weight: 1},
    %{remote_ip_address: "10.0.1.2", remote_port: 8805, weight: 1},
    %{remote_ip_address: "10.0.1.3", remote_port: 8805, weight: 1},
    %{remote_ip_address: "10.0.1.4", remote_port: 8805, weight: 1}
]

# Charge équilibrée primaire/sauvegarde (90% / 10%)
upf_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.0.1.21", remote_port: 8805, weight:
90},
    %{remote_ip_address: "10.0.1.22", remote_port: 8805, weight: 10}
]

# Actif/Standby (100% primaire, 0% standby jusqu'à ce que le
primaire échoue)
upf_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.0.1.21", remote_port: 8805, weight:
100}, # Actif
    %{remote_ip_address: "10.0.1.22", remote_port: 8805, weight: 0}
# Standby (uniquement lorsque actif échoue)
]

# Actif avec plusieurs de secours (charge équilibrée
lorsqu'activée)
upf_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.0.1.1", remote_port: 8805, weight:
100}, # Actif
    %{remote_ip_address: "10.0.1.2", remote_port: 8805, weight: 0},
# Standby 1
    %{remote_ip_address: "10.0.1.3", remote_port: 8805, weight: 0}
# Standby 2
]
# Résultat : Actif obtient 100%. Si actif échoue, les de secours
obtiennent 50/50%.

# Test A/B (50% / 50%)
upf_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.0.1.100", remote_port: 8805, weight:
50}, # Ancienne version
    %{remote_ip_address: "10.0.1.200", remote_port: 8805, weight:
```



```
50}  # Nouvelle version  
]
```

Cas d'Utilisation :

- **Échec Actif/Standby** : Utilisez `weight: 0` pour les UPFs de secours chauds qui s'activent uniquement lorsque les primaires échouent
- **HA Consciente de la Santé** : Bascule automatique lorsque les UPFs perdent l'association PFCP ou manquent des cœurs
- **Mise à l'Échelle Horizontale** : Distribuer la charge entre plusieurs UPFs pour augmenter la capacité
- **Haute Disponibilité** : Distribution automatique empêche la surcharge d'un seul UPF
- **Déploiements Progressifs** : Utilisez des poids pour les déploiements canaris (ex. : 95% ancien, 5% nouveau)
- **Optimisation des Coûts** : Routage de plus de trafic vers les UPFs de plus grande capacité
- **Distribution Géographique** : Équilibrer les sessions entre les UPFs de bord

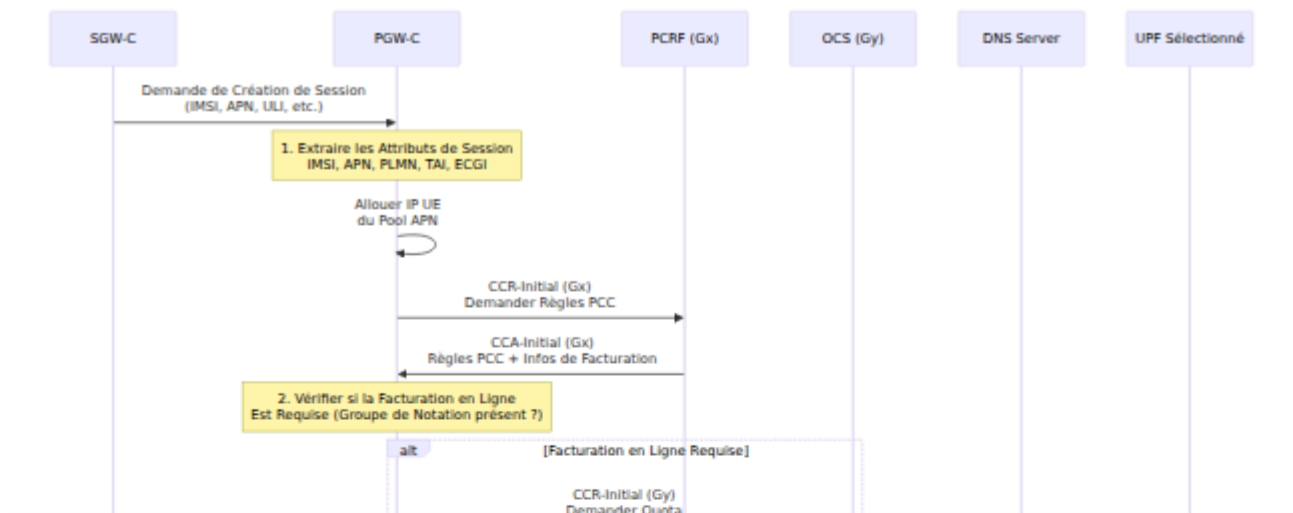
Remplacements PCO (Options de Configuration de Protocole) :

Chaque règle de sélection UPF peut spécifier des valeurs PCO personnalisées qui remplacent la configuration PCO par défaut pour les sessions correspondantes. Cela permet à différents APNs ou types de trafic de recevoir des paramètres réseau différents.

Comment Fonctionnent les Remplacements PCO :

1. **Remplacements Partiels** : Spécifiez uniquement les champs PCO que vous souhaitez remplacer
2. **Fallback par Défaut** : Les champs non spécifiés utilisent les valeurs de la configuration PCO principale
3. **Spécifique à la Règle** : Chaque règle peut avoir des remplacements PCO différents
4. **Fusion de Priorité** : Le PCO de la règle prend la priorité sur le PCO par défaut

Hiérarchie de Population PCO



OmniCore
5GC ▼

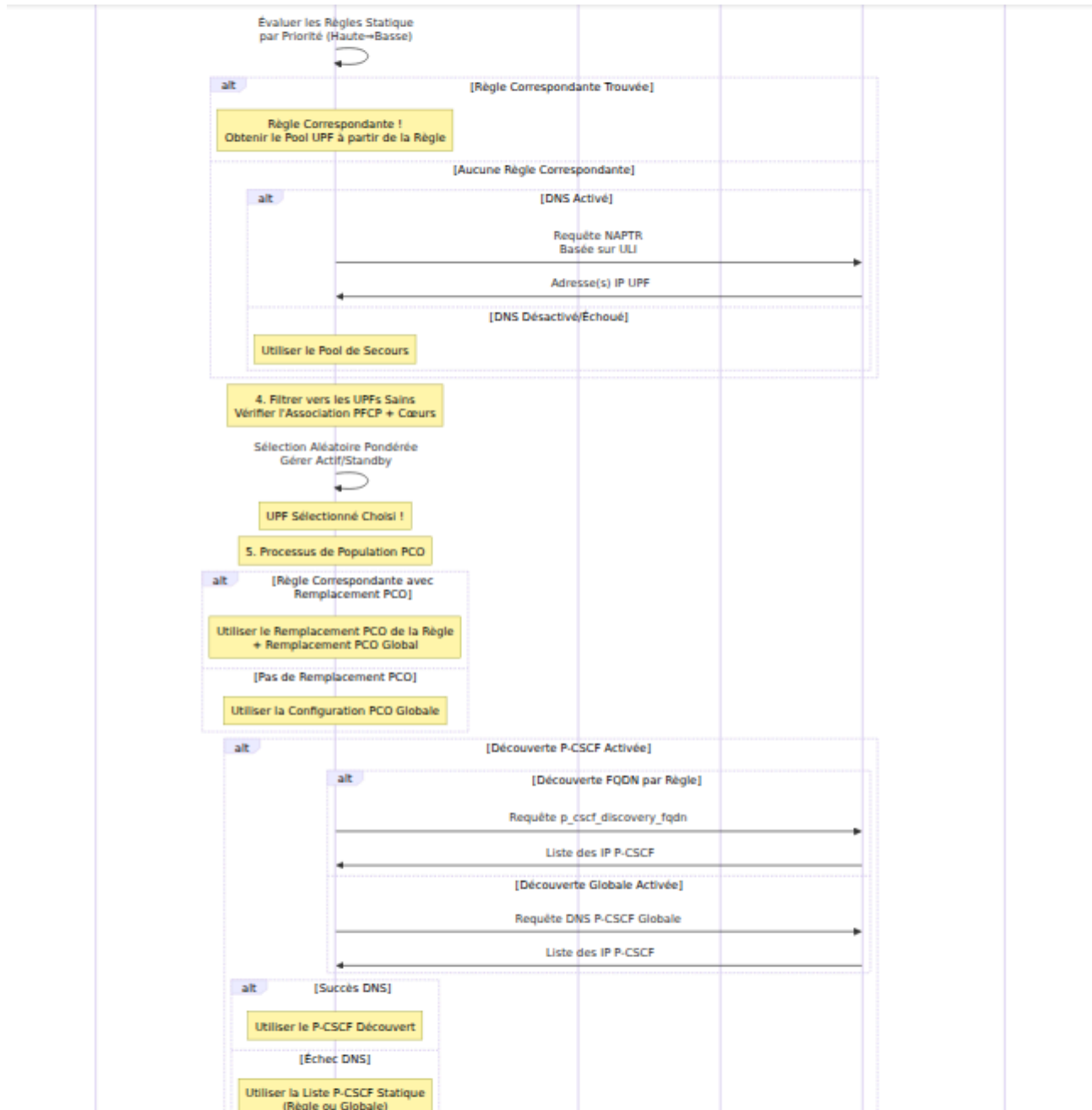
OmniCall
▼

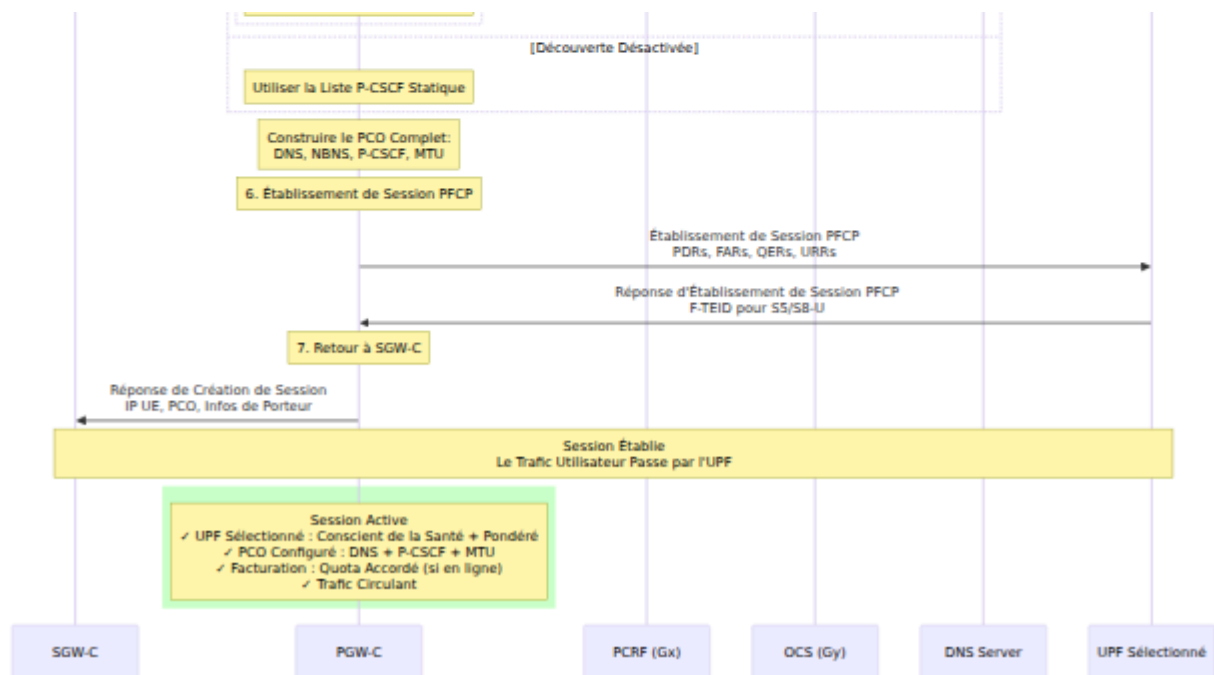
OmniRAN
▼

OmniCharge
▼

Platform
▼

🇫🇷 Français ▼





Ordre de Priorité pour Chaque Champ PCO :

1. **Remplacement PCO de Règle** (Priorité la Plus Élevée)
2. **Découverte DNS P-CSCF** (uniquement pour les adresses P-CSCF)
3. **Configuration PCO Globale** (Priorité la Plus Basse / Fallback)

Exemple : La Règle IMS Remplace DNS, La Règle Entreprise Remplace Tout

Session IMS (correspond à la règle "Trafic IMS") :

- └ Serveurs DNS : DE GLOBAL (non remplacé dans la règle)
- └ P-CSCF : DE LA DÉCOUVERTE DNS (p_cscf_discovery_fqdn défini dans la règle)
 - └ Fallback : DE LA RÈGLE si DNS échoue
- └ MTU : DE GLOBAL (non remplacé dans la règle)

Session Entreprise (correspond à la règle "Trafic Entreprise") :

- └ Serveurs DNS : DE LA RÈGLE (192.168.1.10, 192.168.1.11)
- └ P-CSCF : DE GLOBAL (non remplacé dans la règle)
- └ MTU : DE LA RÈGLE (1500)

Session par Défaut (aucune règle correspondante) :

- └ Serveurs DNS : DE GLOBAL
- └ P-CSCF : DE GLOBAL ou DNS si la découverte globale est activée
- └ MTU : DE GLOBAL

Champs de Remplacement PCO Disponibles :

- `primary_dns_server_address` - Adresse IP du serveur DNS principal
- `secondary_dns_server_address` - Adresse IP du serveur DNS secondaire
- `primary_nbns_server_address` - Adresse IP du serveur WINS principal
- `secondary_nbns_server_address` - Adresse IP du serveur WINS secondaire
- `p_cscf_ipv4_address_list` - Liste des adresses IP des serveurs P-CSCF (pour IMS) - Voir [Configuration PCO](#) et [Surveillance P-CSCF](#) pour la découverte dynamique P-CSCF
- `ipv4_link_mtu_size` - Taille MTU en octets

Découverte P-CSCF par Règle :

En plus des remplacements PCO, les règles de sélection UPF peuvent spécifier une découverte dynamique P-CSCF :

- `p_cscf_discovery_fqdn` - (String) FQDN pour la découverte P-CSCF basée sur DNS (ex. : `"pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org"`)

Lorsque ce paramètre est défini :

1. PGW-C effectue une recherche DNS pour le FQDN spécifié lors de l'établissement de session
2. Le serveur DNS renvoie une liste d'adresses IP P-CSCF
3. Les adresses P-CSCF découvertes sont envoyées à l'UE via PCO
4. Si la recherche DNS échoue, retourne à `p_cscf_ipv4_address_list` du remplacement PCO (si spécifié) ou à la configuration PCO globale
5. Voir [Surveillance P-CSCF](#) pour le suivi des taux de succès/échec de découverte

Ceci est particulièrement utile pour :

- **APNs IMS** - Différentes réseaux IMS avec différents serveurs P-CSCF
- **Déploiements multi-locataires** - Différentes entreprises avec une infrastructure P-CSCF dédiée
- **Routage Géographique** - DNS renvoie le P-CSCF le plus proche en fonction de la localisation de l'UE

- **Haute Disponibilité** - DNS renvoie automatiquement uniquement les serveurs P-CSCF sains

Exemple : Trafic IMS avec P-CSCF Personnalisé :

```
rules: [  
  {%  
    name: "Trafic IMS",  
    priority: 20,  
    match_field: :apn,  
    match_regex: "^ims",  
    upf_pool: [  
      {%remote_ip_address: "10.100.2.21", remote_port: 8805,  
weight: 80},  
      {%remote_ip_address: "10.100.2.22", remote_port: 8805,  
weight: 20}  
    ],  
    # Découverte P-CSCF : Interroger dynamiquement DNS pour les  
adresses P-CSCF  
    # La recherche DNS renvoie les IPs P-CSCF actuelles basées sur  
ce FQDN  
    p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org",  
    # Les sessions IMS obtiennent des serveurs P-CSCF  
personnalisés (utilisés comme fallback si DNS échoue)  
    pco: {%  
      p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100", "10.101.2.101"]  
      # DNS, NBNS, MTU utiliseront les valeurs par défaut de la  
configuration PCO principale  
    }  
  }  
]
```

Exemple : Trafic Entreprise avec DNS Personnalisé :

```

rules: [
  %{
    name: "Trafic Entreprise",
    priority: 15,
    match_field: :apn,
    match_regex: "^(enterprise|corporate)\.apn",
    upf_pool: [
      %{remote_ip_address: "10.100.3.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
    ],
    # Les sessions d'entreprise obtiennent des DNS d'entreprise et
    un MTU personnalisé
    pco: %{
      primary_dns_server_address: "192.168.1.10",
      secondary_dns_server_address: "192.168.1.11",
      ipv4_link_mtu_size: 1500
      # P-CSCF, NBNS utiliseront les valeurs par défaut de la
      configuration PCO principale
    }
  }
]

```

Exemple : Remplacement Complet (Tous les Champs PCO) :

```

rules: [
  %{
    name: "APN IoT - Entièrement Personnalisé",
    priority: 10,
    match_field: :apn,
    match_regex: "^iot\.m2m",
    upf_pool: [
      %{remote_ip_address: "10.100.5.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
    ],
    # Les sessions IoT obtiennent un PCO complètement personnalisé
    pco: %{
      primary_dns_server_address: "8.8.8.8",
      secondary_dns_server_address: "8.8.4.4",
      primary_nbns_server_address: "10.0.0.100",
      secondary_nbns_server_address: "10.0.0.101",
      p_cscf_ipv4_address_list: [], # Pas de P-CSCF pour IoT
      ipv4_link_mtu_size: 1280      # MTU plus petit pour les
appareils contraints
    }
  }
]

```

Cas d'Utilisation :

- **IMS/VoLTE** : Fournir des serveurs P-CSCF spécifiques au transporteur pour les services vocaux
- **APNs Entreprise** : Routage du trafic d'entreprise via des serveurs DNS d'entreprise
- **IoT/M2M** : Utiliser des DNS publics et un MTU optimisé pour les appareils à faible bande passante
- **Roaming** : Fournir des serveurs DNS locaux pour les abonnés en visite
- **Différenciation de Service** : Différents paramètres réseau par type de service

Sélection Basée sur DNS des UPF :

Activer la sélection dynamique des UPF basée sur les Informations de Localisation de l'Utilisateur (ULI) en utilisant des requêtes NAPTR DNS. Les paramètres DNS sont maintenant configurés dans la section `upf_selection`.

Remarque : Cela fournit une sélection UPF basée sur la géographie ou la topologie. Voir [Interface PFCP](#) pour la configuration de l'association PFCP avec les UPFs découverts dynamiquement et [Gestion de Session](#) pour les flux d'établissement de session.

```
upf_selection: %{  
  # Activer la sélection basée sur DNS  
  dns_enabled: true,  
  
  # Types de localisation à interroger par ordre de priorité  
  dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],  
  
  # Suffixe DNS pour les requêtes NAPTR 3GPP  
  dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",  
  
  # Délai d'attente de requête DNS en millisecondes  
  dns_timeout_ms: 5000,  
  
  # ... règles et fallback_pool ...  
}
```

La sélection basée sur DNS fonctionne comme suit :

1. **Priorité** : La sélection DNS est utilisée uniquement lorsque **AUCUNE règle statique ne correspond** (priorité inférieure)
2. **Génération de Requête** : Construit des requêtes DNS NAPTR basées sur la localisation de l'UE :
 - Requête ECGI : `eci-<hex>.ecgi.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.epc.3gppnetwork.org`
 - Requête TAI : `tac-lb<hex>.tac-hb<hex>.tac.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.epc.3gppnetwork.org`
 - Les requêtes RAI, SAI, CGI suivent un format similaire à 3GPP TS 23.003
3. **Hiérarchie de Fallback** : Essaie chaque type de localisation par ordre de priorité jusqu'à ce qu'une correspondance soit trouvée
4. **Correspondance de Pair** : Les résultats DNS sont filtrés par rapport à la liste de pairs configurée
5. **Sélection** : Choisit le pair correspondant (actuellement première correspondance, sélection basée sur la charge à venir)

Exemples d'Enregistrements DNS (configurer sur votre serveur DNS) :

```
; Enregistrement NAPTR pour TAC 100 dans PLMN 313-380
tac-lb64.tac-hb00.tac.epc.mnc380.mcc313.epc.3gppnetwork.org IN
NAPTR 10 50 "a" "x-3gpp-upf:x-sxb" "" upf-edge-1.example.com.
```

```
; Enregistrement A pour l'UPF
upf-edge-1.example.com IN A 10.100.1.21
```

Cas d'Utilisation :

- **MEC (Edge Computing)** : Routage des sessions vers les UPFs de bord les plus proches géographiquement
- **Découverte Dynamique des UPF** : Ajouter/retirer des UPFs sans reconfigurer PGW-C
- **Équilibrage de Charge** : Distribuer la charge entre les UPFs en fonction de la localisation
- **Slicing de Réseau** : Routage de différentes tranches vers différents UPFs par localisation

Surveillance de la Santé des UPF

Sélection Automatique Consciente de la Santé : Le PGW-C surveille en continu la santé de tous les UPFs et exclut automatiquement les UPFs non sains de la sélection.

Critères de Vérification de Santé

Un UPF est considéré comme **sain** lorsque TOUTES les conditions suivantes sont remplies :

1. **Association PFCP Active** : L'UPF a une association PFCP établie
2. **Réactivité des Cœurs** : Moins de 3 cœurs consécutifs manqués
3. **Processus Actif** : Le processus GenServer du pair UPF fonctionne

Un UPF est considéré comme **non sain** si L'UNE des conditions suivantes est vraie :

- L'association PFCP n'est pas établie (`associated: false`)
- 3 ou plus de délais d'attente de cœur consécutifs
- Le processus du pair UPF a échoué ou est non réactif

Mécanisme de Surveillance

Pour les UPFs Configurés (dans `upf_selection`) :

- Le suivi de santé commence immédiatement au démarrage
- L'association PFCP est surveillée en continu
- Des cœurs sont envoyés toutes les 5 secondes
- Le compteur `missed_heartbeats_consecutive` suit les échecs consécutifs
- Tous les UPFs des règles et du pool de secours sont automatiquement enregistrés

Pour les UPFs Découverts par DNS (enregistrement dynamique) :

- Considérés comme sains jusqu'à la première tentative de session
- Enregistrés automatiquement lors de la première utilisation
- Le suivi de santé commence après l'enregistrement

Comportement de Sélection

Mode Actif/Standby (lors de l'utilisation de `weight: 0`) :

1. Filtrer vers seulement les UPFs sains
2. Séparer en **actifs** (poids > 0) et **standby** (poids == 0)
3. Utiliser les UPFs actifs si l'un d'eux est sain
4. Activer les UPFs de secours (traiter comme poids 1) si tous les actifs sont non sains
5. Retourner au pool complet si aucun UPF sain n'existe

Mode Équilibré par Charge (tous poids > 0) :

1. Filtrer vers seulement les UPFs sains
2. Effectuer une sélection aléatoire pondérée parmi les UPFs sains
3. Retourner au pool complet si aucun UPF sain n'existe

Journalisation :

```
[debug] Utilisation du pool UPF actif (2/3 UPFs sains, 1 standby)
[info] Tous les UPFs actifs hors service, activation des UPFs de secours (1 UPFs de secours, traitement poids 0 comme 1)
[warning] Aucun UPF sain dans le pool (3 au total), utilisation du pool complet comme secours
```

Vérification de la Santé des UPF

Programmatically :

```
# Vérifier si un UPF spécifique est sain
iex> PGW_C.PFCP_Node.is_peer_healthy?({10, 100, 1, 21})
true

# Obtenir des informations de santé détaillées
iex> PGW_C.PFCP_Node.get_peer_health({10, 100, 1, 21})
%{
  associated: true,
  missed_heartbeats: 0,
  healthy: true,
  registered: true
}
```

Via l'Interface Web :

- Naviguer vers `/upf_selection` dans le panneau de contrôle
- Voir l'état de santé en temps réel pour tous les UPFs dans chaque pool
- Badges d'état : ☐ Actif-UP, ☐ Standby-Prêt, ☐ Actif-HORS SERVICE, ☐ Non Associé
- Badges de rôle : ACTIF (poids > 0), STANDBY (poids == 0), DYNAMIQUE (découvert par DNS, pas dans la config)
- Compteur de manques de cœur affiché pour les UPFs associés

Meilleures Pratiques de Surveillance de la Santé

1. **Configurer les UPFs dans upf_selection** : Tous les UPFs dans les règles et les pools de secours sont automatiquement surveillés

```
upf_selection: %{\n  rules: [
```

Format des enregistrements de données de facturation (CDR)

Facturation hors ligne pour PGW-C

OmniPGW par Omnitouch Network Services

Table des matières

1. [Aperçu](#)
 2. [Format de fichier CDR](#)
 3. [Champs CDR](#)
 4. [Événements CDR](#)
 5. [Structure du fichier](#)
 6. [Configuration](#)
 7. [Flux de génération de CDR](#)
 8. [Détails des champs](#)
 9. [Exemples](#)
 10. [Intégration](#)
-

Aperçu

Le format **CDR de données (enregistrement de données de facturation)** fournit des capacités de facturation hors ligne pour le plan de contrôle du Packet Gateway (PGW-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 SGW-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 à 3GPP** - Suit 3GPP TS 32.251 (facturation du domaine PS) et TS 32.298 (encodage CDR)

Cas d'utilisation

Cas d'utilisation	Description
Facturation hors ligne	Générer des CDR pour la facturation postpayée
Analyse	Analyser les modèles d'utilisation des abonnés
Piste d'audit	Suivre tous les événements de session de porteur
Planification de capacité	Surveiller l'utilisation des ressources réseau
Dépannage	Déboguer les problèmes de session et de porteur

Format de fichier CDR

Convention de nommage de fichier

```
<epoch_timestamp>
```

Exemple :

```
1726598022
```

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

Emplacement du fichier

Répertoire par défaut :

- PGW-C: `/var/log/pgw_c/cdrs/`

Configuré via le paramètre `cdr_directory` dans `config/runtime.exs`.

En-tête de fichier

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

```
# Fichier CDR de données :  
# Heure de début du fichier : HH:MM:SS (unix_timestamp)  
# Heure de fin du fichier : HH:MM:SS (unix_timestamp)  
# Nom de la passerelle : <gateway_name>  
#  
epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,eci
```

Champs d'en-tête :

- **Heure de début du fichier** - Quand le fichier CDR a été créé (lisible par l'homme et timestamp Unix)
 - **Heure de fin du fichier** - Quand la rotation de fichier aura lieu (lisible par l'homme et timestamp Unix)
 - **Nom de la passerelle** - Identifiant pour l'instance PGW-C (configuré via le paramètre `pgw_name`)
 - **En-têtes de colonne** - Noms de champs CSV pour les enregistrements de données
-

Champs CDR

Résumé des champs

Position	Nom du champ	Type	Description
0	epoch	entier	Timestamp de l'événement (secondes Unix epoch)
1	imsi	chaîne	Identité internationale d'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 station mobile (numéro de téléphone)
5	ue_imei	chaîne	Identité internationale d'équipement mobile
6	timezone_raw	chaîne	Fuseau horaire UE (réservé, actuellement vide)
7	plmn	entier	Identifiant de 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 SGW-C S5/S8
11	ue_ip	chaîne	Adresse IP de l'UE (format IPv4 IPv6)
12	pgw_ip	chaîne	Adresse IP du plan de contrôle PGW-C S5/S8
13	apn	chaîne	Nom du point d'accès
14	qci	entier	Identifiant de classe QoS
15	octets_in	entier	Volume de données en aval (octets)
16	octets_out	entier	Volume de données en amont (octets)

Événements CDR

Types d'événements

Les CDR sont générés pour trois types d'événements :

Type d'événement	Format	Description	Quand généré
Démarrage du porteur	<type>_bearer_start	Établissement du porteur	Réponse de création de session envoyée
Mise à jour du porteur	<type>_bearer_update	Rapport d'utilisation pendant la session	Rapports d'utilisation périodiques du plan utilisateur
Fin du porteur	<type>_bearer_end	Résiliation du porteur	Demande/Réponse de suppression de session

Types de porteur :

- 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 résilié
dedicated_bearer_start	- Porteur dédié établi
dedicated_bearer_update	- Mise à jour de l'utilisation du porteur dédié
dedicated_bearer_end	- Porteur dédié résilié

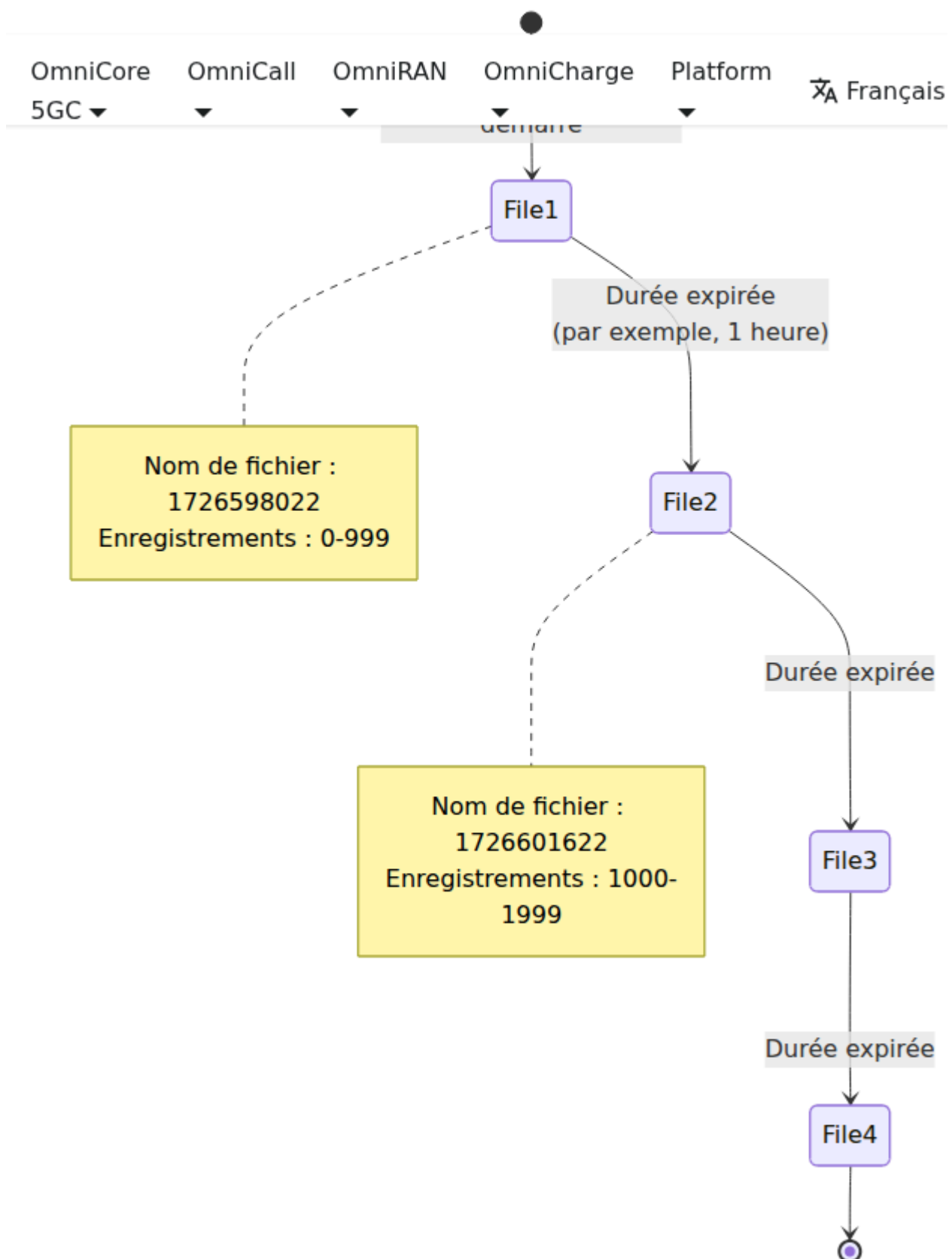
Structure du fichier

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

La génération de CDR PGW-C est configurée dans `config/runtime.exs` :

Paramètre	Type	Description	Par défaut	Recc
<code>pgw_name</code>	chaîne	Identifiant de l'instance PGW (apparaît dans les entêtes CDR)	"omni-pgw01"	Utiliser le ou l'ID d'
<code>cdr_file_duration</code>	entier	Intervalle de rotation de fichier (ms)	3600000	3600000
<code>cdr_directory</code>	chaîne	Chemin du répertoire de sortie CDR	"/tmp/pgw_c"	/var/log
<code>usage_report_interval</code>	entier	Intervalle de rapport URR (ms) - fréquence d'envoi des rapports d'utilisation par PGW-U	60000	60000 (1

Exemples de configuration

Configuration minimale (config/runtime.exs) :


```

config :pgw_c,
  # Configuration du fichier CDR
  pgw_name: "omni-pgw01",
  cdr_file_duration: 3_600_000,          # 1 heure
  cdr_directory: "/var/log/pgw_c/cdrs",

  # Configuration URR (déclenche les rapports d'utilisation de
  PGW-U)
  usage_report_interval: 60_000          # 60 secondes

```

Production :

```

config :pgw_c,
  pgw_name: "pgw-c-prod-01",
  cdr_file_duration: 3_600_000,          # Rotation de 1 heure
  cdr_directory: "/var/log/pgw_c/cdrs",
  usage_report_interval: 60_000          # Mises à jour de 1
minute

```

Développement :

```

config :pgw_c,
  pgw_name: "pgw-c-dev",
  cdr_file_duration: 300_000,            # Rotation de 5 minutes
pour les tests
  cdr_directory: "/tmp/pgw_c/cdrs",
  usage_report_interval: 30_000          # Mises à jour de 30
secondes pour des tests plus rapides

```

Volume élevé :

```

config :pgw_c,
  pgw_name: "pgw-c-prod-heavy",
  cdr_file_duration: 1_800_000,          # Rotation de 30 minutes
  cdr_directory: "/mnt/fast-storage/cdrs",
  usage_report_interval: 300_000          # Mises à jour de 5
minutes (réduction de la surcharge)

```

URR (Règles de rapport d'utilisation)

PGW-C utilise les **URR PFCP (Règles de rapport d'utilisation)** pour déclencher des rapports d'utilisation de PGW-U. Lorsqu'un seuil URR est atteint ou que le temps expire, PGW-U envoie une demande de rapport de session contenant des données d'utilisation, ce qui déclenche la génération de CDR.

Comment fonctionne la configuration URR :

1. `usage_report_interval` (en ms) est converti en secondes pour le seuil de temps PFCP
2. PGW-C crée une URR avec un seuil de temps lors de l'établissement de la session
3. PGW-U envoie des rapports d'utilisation périodiques à l'intervalle configuré
4. Chaque rapport d'utilisation déclenche un événement CDR `bearer_update`
5. Le rapport d'utilisation final (lors de la suppression de session) déclenche un événement CDR `bearer_end`

Exemple : `usage_report_interval: 60_000` signifie :

- PGW-U rapporte l'utilisation toutes les 60 secondes
- Événements de mise à jour CDR générés toutes les 60 secondes
- Suivi d'utilisation granulaire pour la facturation

Définition du type URR :

```
# lib/core/session/types.ex
defmodule PGW_C.Session.Types.URR do
  typedstruct do
    field :urr_id, non_neg_integer()
    field :measurement_method, :duration | nil
    field :reporting_triggers, :time_threshold | nil
    field :time_threshold, non_neg_integer() | nil # secondes
  end
end
```

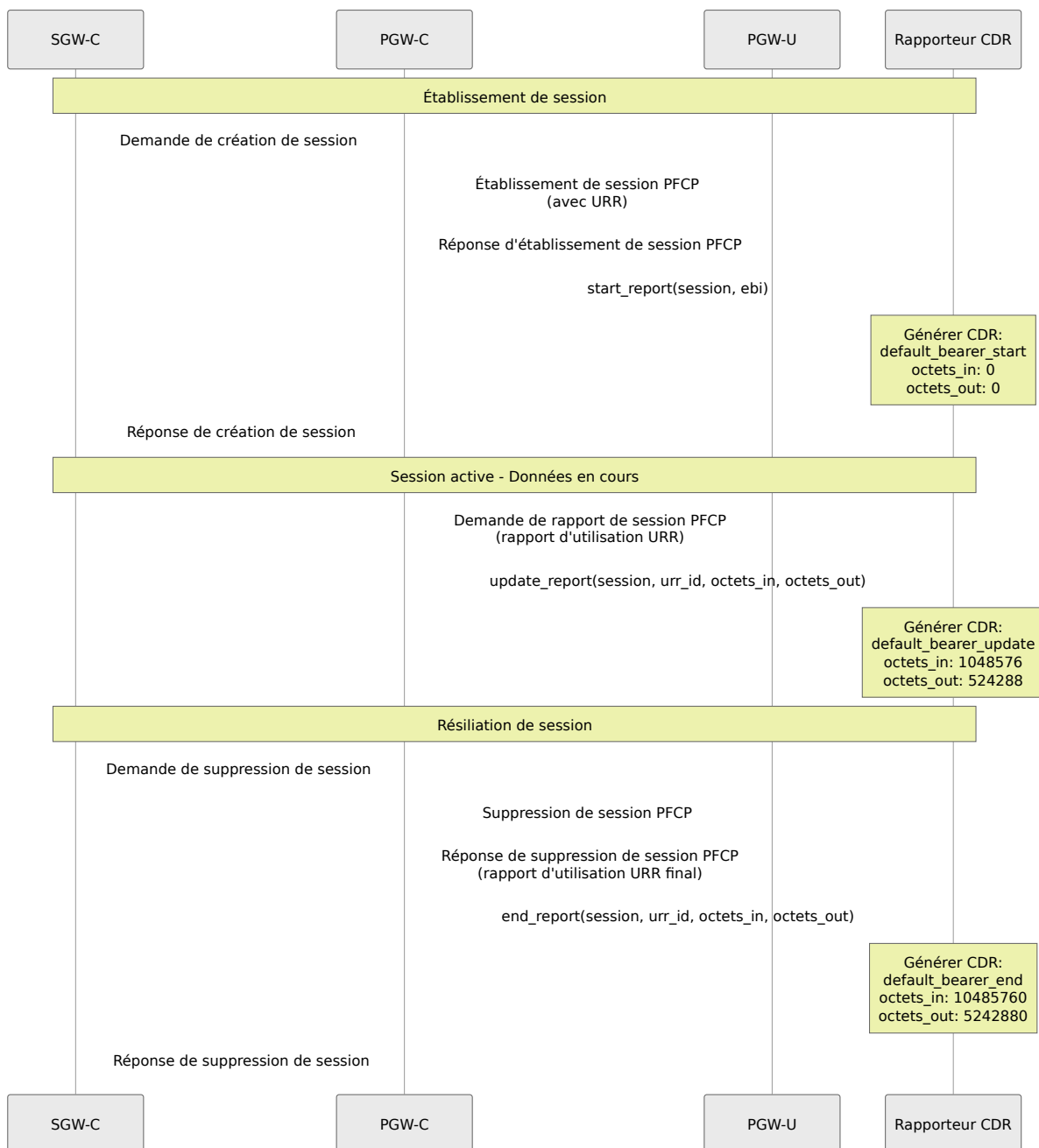
Voir [Documentation de l'interface PFCP](#) pour les détails PFCP URR et `lib/core/session/impl/procedures.ex:468` pour la création d'URR lors de

l'établissement de session.

Flux de génération de CDR

Événements CDR du cycle de vie du porteur

Génération de CDR PGW-C :



Événements de génération de CDR

1. Démarrage du 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 du porteur :

- **Quand** : Demande de rapport de session PFCP reçue de PGW-U (rapport d'utilisation URR)
- **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
- **Déclencheur** : Le seuil de temps URR expire (configuré via `usage_report_interval`)

3. Fin du porteur :

- **Quand** : Réponse de suppression de session PFCP reçue de PGW-U (avec rapport d'utilisation final)
 - **But** : Enregistre l'utilisation finale des données avant la résiliation de la session
 - **octets_in** : Total final des octets en aval
 - **octets_out** : Total final des octets en amont
-

Détails des champs

1. epoch (Timestamp)

Type : Timestamp Unix epoch (secondes)

Description : Le moment où l'événement CDR s'est produit

Example :

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 d'abonné mobile identifiant de manière unique l'abonné

Example :

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) égale LBI (Linked Bearer ID) : `default`
- Si EBI n'égale pas LBI : `dedicated`

Source : Contexte du 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 station mobile (numéro de téléphone de l'abonné)

Format : Code pays + numéro national

Exemple :

```
15551234567
  |  |_____|
  CC  National
  (1) (5551234567)
```

Source : Contexte UE, généralement 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 d'équipement mobile (identifiant de l'appareil)

Exemple :

```
123456789012345
  |_____|_|_|_|
  TAC   SNR S
```

Source : Contexte UE, reçu de MME

7. timezone_raw (Fuseau horaire UE)

Type : Chaîne (actuellement réservée/vide)

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

État actuel : Non peuplé (champ vide dans le CSV)

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

Exemple :

, (champ vide)

8. plmn (Identifiant de réseau)

Type : Entier (format hérité)

Description : Identifiant de 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 de l'UE de MME

Remarque : Il s'agit d'un format d'encodage hérité pour la compatibilité descendante

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 de l'UE, reçues de MME dans la demande de création de session

Utilisation :

- Identifie la zone de gestion de la mobilité
- Utilisé pour la pagination et les mises à jour de localisation
- Fait partie de l'identité de la zone de suivi (TAI)

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 de l'UE de MME

Utilisation :

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

11. sgw_ip (IP du plan de contrôle SGW)

Type : Chaîne (adresse IPv4 ou IPv6)

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

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

Exemple :

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

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

12. ue_ip (Adresse IP de l'UE)

Type : Chaîne (format IPv4|IPv6)

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

Format : <ipv4>|<ipv6>

Exemples :

```
172.16.1.100|      (IPv4 uniquement)
|2001:db8::1       (IPv6 uniquement)
172.16.1.100|2001:db8::1 (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 par deux-points (IPv6)

Exemple :

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

Source : Reçu dans la réponse de création de session de PGW-C

14. apn (Nom du point d'accès)

Type : Chaîne (jusqu'à 100 caractères)

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

15. qci (Identifiant de classe QoS)

Type : Entier non signé 8 bits

Description : L'identifiant de classe QoS définit la qualité de service du porteur

Plage : 1 - 9 (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 PGW-U (via rapports d'utilisation URR)

Remarques :

- Cumulatif pour les événements `update`
 - Total final pour les événements `end`
 - Toujours 0 pour les événements `start`
 - Rapports déclenchés par le seuil de temps URR (configuré via `usage_report_interval`)
-

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 PGW-U (via rapports d'utilisation URR)

Remarques :

- Cumulatif pour les événements `update`
 - Total final pour les événements `end`
 - Toujours 0 pour les événements `start`
 - Rapports déclenchés par le seuil de temps URR (configuré via `usage_report_interval`)
-

Exemples

Exemple 1 : Session de base avec mise à jour unique

Chronologie :

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

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 : pgw-c-01  
# epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,c  
1726570800,310260111111111,default_bearer_start,10001,1555111111,111  
1726571100,310260111111111,default_bearer_update,10001,1555111111,11  
1726571400,310260111111111,default_bearer_end,10001,1555111111,11111
```

Exemple 2 : Session à double pile avec mises à jour multiples

Chronologie :

1. Porteur à double pile établi (IPv4 + IPv6)
2. Mises à jour d'utilisation multiples
3. Session résiliée

Sortie CDR :

```
1726570800,31026022222222,default_bearer_start,10002,1555222222,222  
1726571100,31026022222222,default_bearer_update,10002,1555222222,22  
1726571400,31026022222222,default_bearer_update,10002,1555222222,22  
1726571700,31026022222222,default_bearer_update,10002,1555222222,22  
1726572000,31026022222222,default_bearer_end,10002,1555222222,22222
```

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 résilié

Sortie CDR :

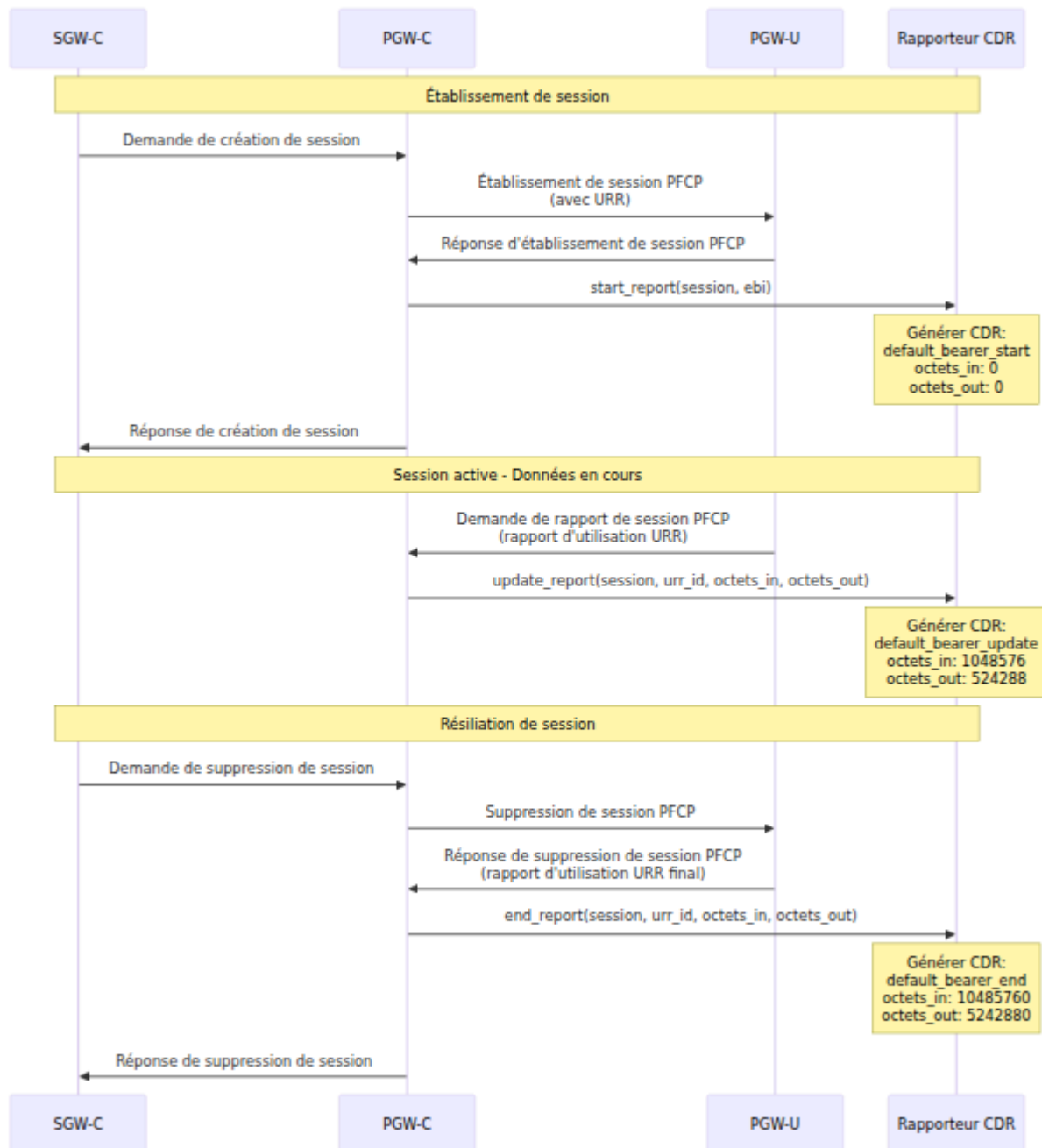
```
1726570800,31026033333333,default_bearer_start,10003,15553333333,333
1726571100,31026033333333,dedicated_bearer_start,10004,15553333333,3
1726571400,31026033333333,default_bearer_update,10003,15553333333,33
1726571400,31026033333333,dedicated_bearer_update,10004,15553333333,3
1726571700,31026033333333,dedicated_bearer_end,10004,15553333333,333
1726572000,31026033333333,default bearer end,10003,15553333333,3333
```


Analyse :

- Le porteur par défaut (10003) transporte le trafic d'arrière-plan (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 des CDR



Méthodes de collecte des CDR

1. Collecte basée sur des fichiers :

```
# Surveiller le répertoire CDR (PGW-C)
inotifywait -m /var/log/pgw_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 diffuser vers le pipeline de traitement
tail -F /var/log/pgw_c/cdrs/* | process_cdr_stream
```

Documentation connexe

- [Gestion des sessions](#) - Cycle de vie de la session et déclencheurs de CDR
- [Interface PFCP](#) - Rapport d'utilisation de PGW-U via URRs
- [Guide de surveillance](#) - Métriques de génération de CDR et alertes
- [Guide de configuration](#) - Paramètres de configuration CDR et URR
- [Interface Diameter Gx](#) - Contrôle de la politique pour les valeurs QCI dans les CDR
- [Interface Diameter Gy](#) - Intégration de la facturation en ligne

Références 3GPP

- TS 32.251 - Facturation du domaine Packet Switched (PS)
- TS 29.274 - Système de paquet évolué 3GPP (EPS) ; protocole GTP-C
- TS 29.244 - Interface entre les nœuds CP et UP (PFCP) - **Support URR**
- TS 32.298 - Encodage CDR

Format CDR - *Enregistrements de facturation hors ligne pour PGW-C*

Développé par Omnitouch Network Services

Version de la documentation : 1.0 Dernière mise à jour : 2025-12-28

Documentation de l'Interface Diameter Gx

Fonction de Règles de Politique et de Facturation (PCRF) Interface

Table des Matières

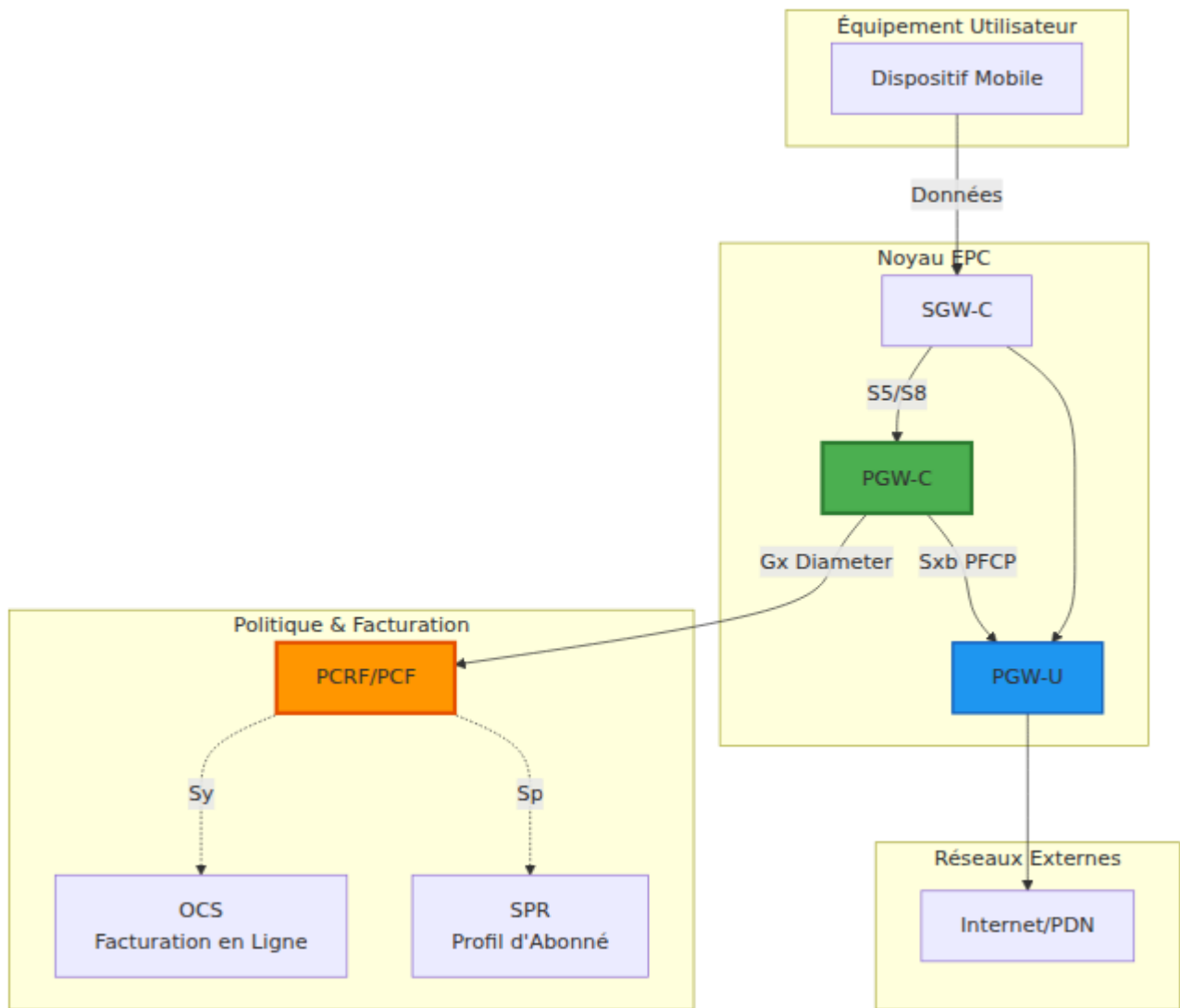
1. [Aperçu](#)
 2. [Notions de Base de l'Interface Gx](#)
 3. [Protocole Diameter](#)
 4. [Messages de Contrôle de Crédit](#)
 5. [Règles de Politique et de Facturation](#)
 6. [Configuration](#)
 7. [Flux de Messages](#)
 8. [Gestion des Erreurs](#)
 9. [Dépannage](#)
-

Aperçu

L'**interface Gx** connecte le PGW-C à la **PCRF (Fonction de Règles de Politique et de Facturation)** ou **PCF (Fonction de Contrôle de Politique)** dans les réseaux 5G. Cette interface permet :

- **Contrôle de Politique Dynamique** - Application en temps réel de la QoS et des politiques
- **Contrôle de Facturation** - Autorisation de crédit et suivi de l'utilisation
- **Connaissance du Service** - Différenciation du trafic au niveau de l'application
- **Gestion de Profil d'Abonné** - Application de politique par utilisateur

Gx dans l'Architecture Réseau



Fonctions Clés

Fonction	Description
Provisionnement de Politique	PCRF fournit des règles PCC définissant comment gérer le trafic
Contrôle de QoS	Ajustement dynamique des débits et des paramètres de QoS
Contrôle de Facturation	Autorisation de crédit pour les scénarios prépayés/postpayés
Contrôle de Gating	Activer/désactiver les flux de trafic en fonction de la politique
Surveillance de l'Utilisation	Suivi de la consommation de données par service

Notions de Base de l'Interface Gx

Référence 3GPP

- **Spécification** : 3GPP TS 29.212
- **ID d'Application Diameter** : 16777238 (Gx)
- **Protocole** : Protocole de Base Diameter (RFC 6733)

Concept de Session

Chaque connexion PDN UE a une **session Gx** correspondante identifiée par un **Session-ID**. Cette session :

- Créée lorsque l'UE s'attache (CCR-Initial)
- Mise à jour pendant la durée de la connexion (CCR-Update) - optionnelle

- Terminée lorsque l'UE se détache (CCR-Termination)

Format de l'ID de Session

```
Session-ID: <Origin-Host>;<high32>;<low32>[;<optional>]  
Exemple: omni-  
pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org;1234567890;98765
```

Composants :

- **Origin-Host** : Identité Diameter du PGW-C
 - **high32** : 32 bits supérieurs de l'identifiant unique
 - **low32** : 32 bits inférieurs de l'identifiant unique
-

Protocole Diameter

Structure du Message

Les messages Diameter sont codés en binaire avec la structure suivante :


```
En-tête Diameter (20 octets)
├─ Version (1 octet) = 1
├─ Longueur du Message (3 octets)
├─ Drapeaux (1 octet)
│   ├─ R : Demande (1) / Réponse (0)
│   └─ P : Proxiable
000 └─ E : Erreur
    └─ T : Potentiellement retransmis
├─ Code de Commande (3 octets)
├─ ID d'Application (4 octets) = 16777238 (Gx)
├─ ID Hop-by-Hop (4 octets)
└─ ID End-to-End (4 octets)
```

```
AVPs (Paires Attribut-Valeur)
├─ En-tête AVP
│   ├─ Code AVP
│   ├─ Drapeaux (V, M, P)
│   └─ Longueur AVP
│       └─ ID de Fournisseur (optionnel)
└─ Données AVP
```

Concepts Clés de Diameter

AVP (Attribut-Valeur) :

- Unité de données de base dans Diameter
- Contient un code, des drapeaux et une valeur
- Peut être imbriqué (AVP Groupé)

Commande :

- Paire Demande/Réponse
- CCR (Demande de Contrôle de Crédit) / CCA (Réponse de Contrôle de Crédit)

Codes de Résultat :

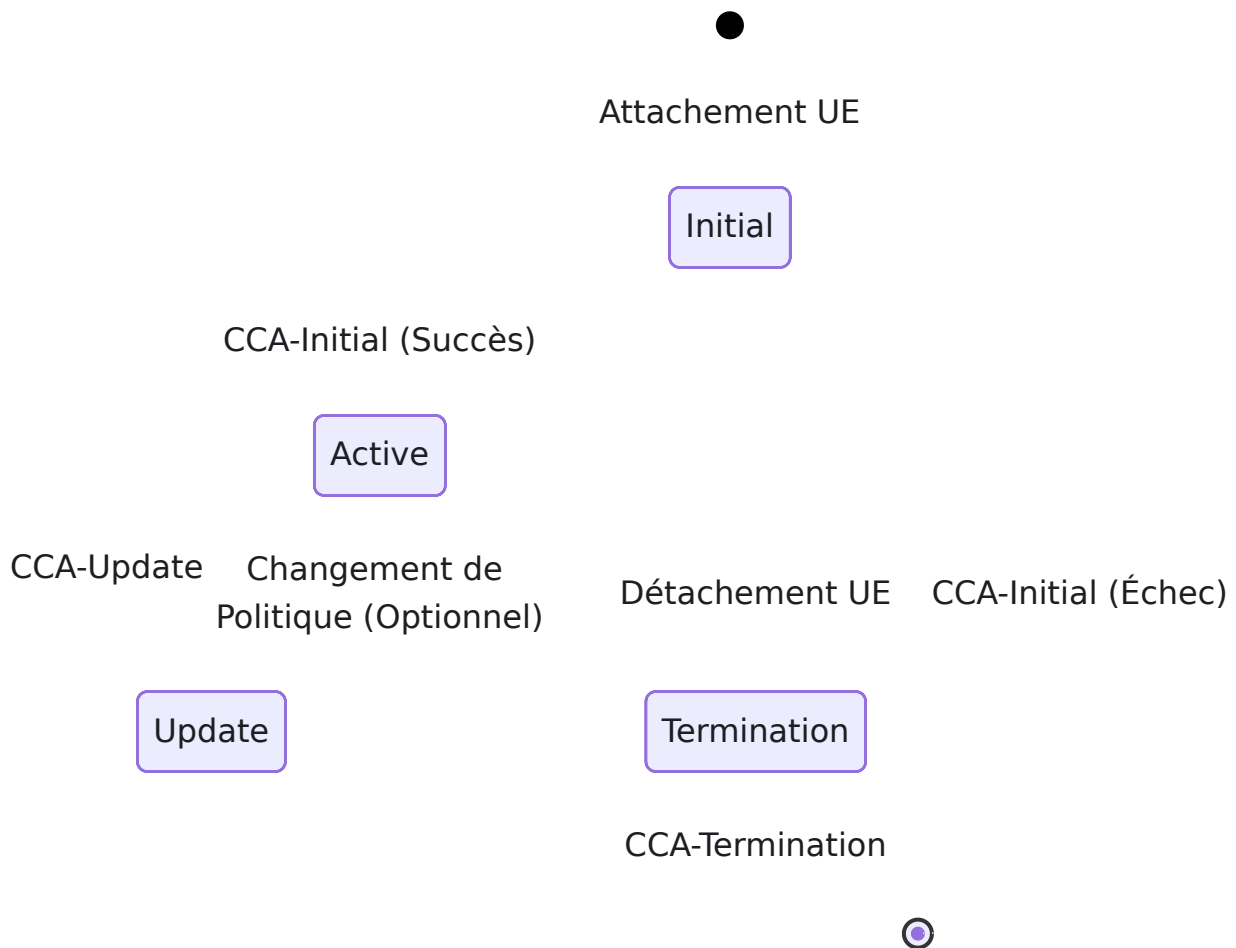
- 2001 - DIAMETER_SUCCESS
- 3xxx - Erreurs de protocole

- 4xxx - Échecs transitoires
 - 5xxx - Échecs permanents
-

Messages de Contrôle de Crédit

Le PGW-C utilise l'**Application de Contrôle de Crédit Diameter** (RFC 4006) pour Gx.

Types de Messages



CCR-Initial (Demande de Contrôle de Crédit - Initial)

Quand : L'UE crée une nouvelle connexion PDN

But :

- Demander des règles de politique et de facturation initiales
- Fournir le contexte de l'UE et du réseau à la PCRF
- Obtenir des paramètres de QoS et une autorisation de facturation

AVPs Clés Envoyés par PGW-C :

Nom AVP	Code AVP	Type	Description
Session-Id	263	UTF8String	Identifiant de session Gx unique
Auth-Application-Id	258	Unsigned32	16777238 (Gx)
Origin-Host	264	DiamIdent	Identité Diameter du PGW-C
Origin-Realm	296	DiamIdent	Royaume Diameter du PGW-C
Destination-Realm	283	DiamIdent	Royaume de la PCRF
CC-Request-Type	416	Enumerated	1 = INITIAL_REQUEST
CC-Request-Number	415	Unsigned32	Numéro de séquence (commence à 0)
Subscription-Id	443	Grouped	Identifiant de l'UE (IMSI/MSISDN)
Called-Station-Id	30	UTF8String	Nom de l'APN
Framed-IP-Address	8	OctetString	Adresse IPv4 allouée à l'UE
IP-CAN-Type	1027	Enumerated	5 = 3GPP-EPS
RAT-Type	1032	Enumerated	1004 = EUTRAN
QoS-Information	1016	Grouped	QoS actuelle (AMBR)
Network-Request-Support	1024	Enumerated	Procédures initiées par le réseau

Nom AVP	Code AVP	Type	Description
Supported-Features	628	Grouped	Liste des fonctionnalités Gx

Exemple de Structure CCR-I :

```

CCR (Code de Commande : 272, Demande)
├─ Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456"
├─ Auth-Application-Id: 16777238
├─ Origin-Host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ CC-Request-Type: INITIAL_REQUEST (1)
├─ CC-Request-Number: 0
├─ Subscription-Id (Groupé)
│   └─ Subscription-Id-Type: END_USER_IMSI (1)
│       └─ Subscription-Id-Data: "310260123456789"
├─ Called-Station-Id: "internet"
├─ Framed-IP-Address: 100.64.1.42
├─ IP-CAN-Type: 3GPP-EPS (5)
├─ RAT-Type: EUTRAN (1004)
├─ QoS-Information (Groupé)
│   └─ APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL: 100000000 (100 Mbps)
│       └─ APN-Aggregate-Max-Bitrate-DL: 50000000 (50 Mbps)
├─ Network-Request-Support: 1
└─ Supported-Features: [...]

```

CCA-Initial (Réponse de Contrôle de Crédit - Initial)

Envoyé par : PCRF en réponse à CCR-I

But :

- Autoriser ou rejeter la session
- Fournir des règles PCC pour la gestion du trafic

- Spécifier les paramètres de QoS

AVPs Clés Reçus par PGW-C :

Nom AVP	Code AVP	Description
Result-Code	268	Succès (2001) ou code d'erreur
Experimental-Result	297	Codes de résultat spécifiques au fournisseur
QoS-Information	1016	QoS autorisée (peut différer de la demande)
Charging-Rule-Install	1001	Règles PCC à activer
Charging-Rule-Definition	1003	Définitions de règles en ligne
Default-EPS-Bearer-QoS	1049	QoS pour le porteur par défaut

Exemple de Réponse de Succès :

```
CCA (Code de Commande : 272, Réponse)
├─ Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456"
├─ Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
├─ Origin-Host: "pcrf.example.com"
├─ Origin-Realm: "example.com"
├─ Auth-Application-Id: 16777238
├─ CC-Request-Type: INITIAL_REQUEST (1)
├─ CC-Request-Number: 0
├─ QoS-Information (Groupé)
│   ├─ APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL: 50000000 (50 Mbps - réduit)
│   └─ APN-Aggregate-Max-Bitrate-DL: 100000000 (100 Mbps -
augmenté)
├─ Charging-Rule-Install (Groupé)
│   ├─ Charging-Rule-Name: "default_internet_rule"
│   └─ Charging-Rule-Name: "video_streaming_rule"
└─ Charging-Rule-Definition (Groupé)
    ├─ Charging-Rule-Name: "default_internet_rule"
    ├─ QoS-Information: {...}
    └─ Precedence: 1000
```

CCR-Termination (Demande de Contrôle de Crédit - Terminaison)

Quand : L'UE se détache ou la connexion PDN est supprimée

But :

- Notifier la PCRF de la terminaison de la session
- Enregistrement final de comptabilité/facturation

Différences Clés par Rapport à CCR-I :

- CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
- Peut inclure des statistiques d'utilisation
- Ensemble d'AVP simplifié

Exemple CCR-T :

```
CCR (Code de Commande : 272, Demande)
├─ Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456"
├─ Auth-Application-Id: 16777238
├─ Origin-Host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
├─ CC-Request-Number: 1
└─ Termination-Cause: DIAMETER_LOGOUT (1)
```

CCA-Termination

Envoyé par : PCRF en réponse à CCR-T

But :

- Accuser réception de la terminaison de la session
- Aucune règle de politique retournée

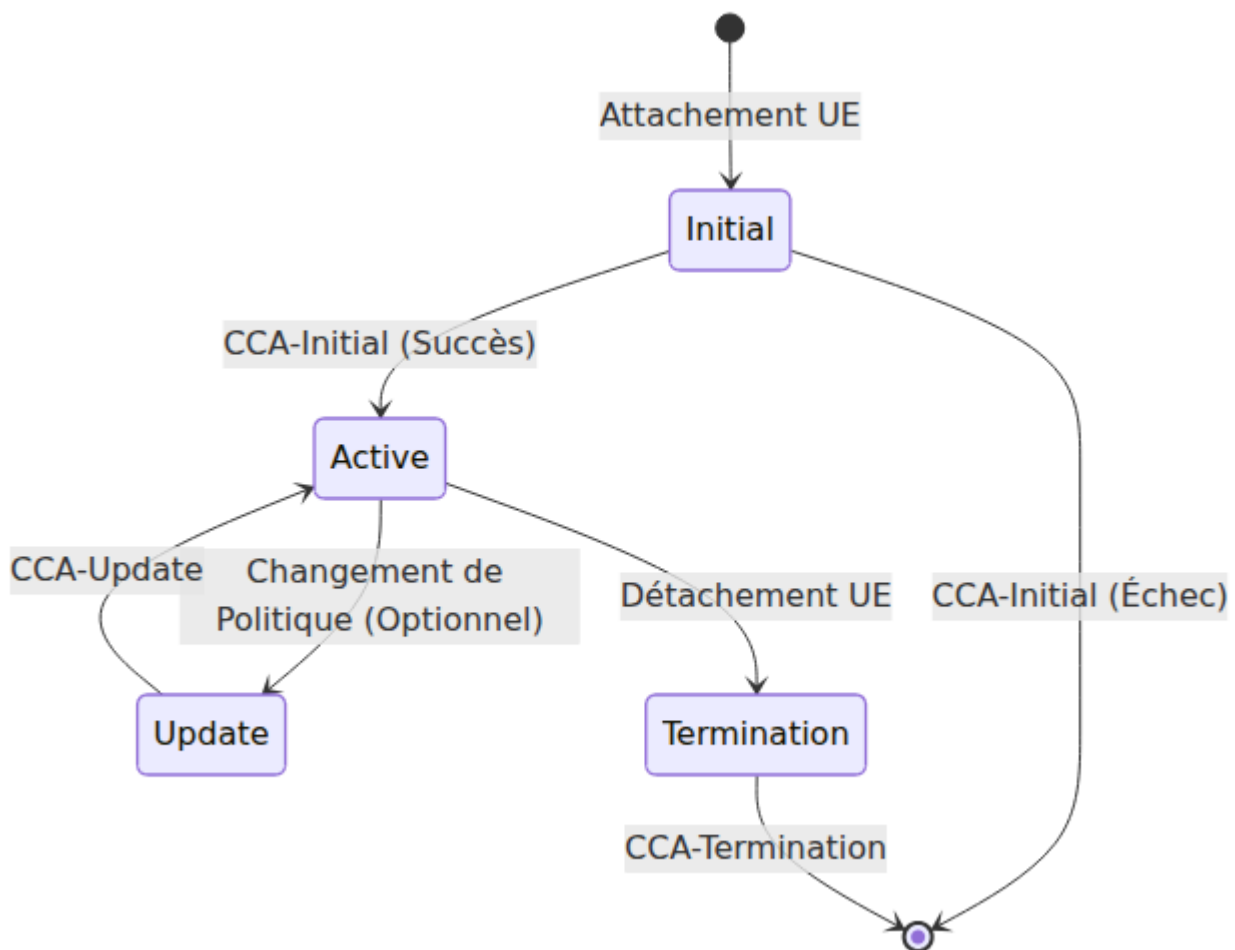
Exemple CCA-T :

```
CCA (Code de Commande : 272, Réponse)
├─ Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456"
├─ Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
├─ Origin-Host: "pcrf.example.com"
├─ Origin-Realm: "example.com"
├─ Auth-Application-Id: 16777238
├─ CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
└─ CC-Request-Number: 1
```

Règles de Politique et de Facturation

Structure de la Règle PCC

Une **Règle PCC (Contrôle de Politique et de Facturation)** définit comment gérer des flux de trafic spécifiques :



Composants de la Règle

1. Nom de la Règle :

- Identifiant unique pour la règle
- Exemple : "video_streaming_rule"

2. Précédence :

- Un nombre plus bas = une priorité plus élevée
- Plage : 0-65535
- Utilisé lorsque plusieurs règles correspondent

3. Filtres de Flux (TFT - Modèle de Flux de Trafic) :

- Définit quels paquets correspondent à cette règle
- Exemples :
 - IP 5-tuple : Protocole, IP Src/Dst, Port Src/Dst
 - `"permit out ip from any to 8.8.8.8 80"`

4. Informations de QoS :

- **QCI (Identifiant de Classe de QoS) :** 1-9 (standardisé), 128-254 (spécifique à l'opérateur)
 - QCI 1 : Voix Conversationnelle
 - QCI 5 : Signalisation IMS
 - QCI 9 : Internet par Défaut
- **ARP (Priorité d'Allocation et de Rétention) :** Capacité de préemption
- **MBR/GBR :** Débits Maximum/Garantis

5. Informations de Facturation :

- **Groupe de Tarification :** Identifie la catégorie de facturation (utilisé par OCS - voir [Interface Diameter Gy](#))
- **Méthode de Mesure :** Volume, temps ou basé sur des événements
- **Facturation en Ligne/Hors Ligne :** OCS (prépayé via [Diameter Gy](#)) vs. CDRs hors ligne (postpayé - voir [Format CDR de Données](#))

6. Statut de Gating :

- **OUVERT :** Autoriser le trafic
- **FERMÉ :** Bloquer le trafic

Provisionnement Dynamique de Règles

La PCRF peut fournir des règles de deux manières :

1. Règles Prédéfinies (par nom) :

```
Charging-Rule-Install (Groupé)
├─ Charging-Rule-Name: "gold_subscriber_internet"
└─ Charging-Rule-Name: "video_qos_boost"
```

2. Règles Dynamiques (définition en ligne) :

```
Charging-Rule-Definition (Groupé)
├─ Charging-Rule-Name: "dynamic_rule_123"
├─ Precedence: 100
├─ Flow-Information (Groupé)
│   ├─ Flow-Description: "permit out ip from any to 192.0.2.0/24"
│   └─ Flow-Direction: DOWNLINK
├─ QoS-Information (Groupé)
│   ├─ QoS-Class-Identifier: 5
│   ├─ Max-Requested-Bandwidth-UL: 100000000
│   └─ Max-Requested-Bandwidth-DL: 500000000
└─ Rating-Group: 1000
```

AVP d'Informations de QoS

APN-AMBR (Débit Maximum Agrégé) :

S'applique à tous les porteurs non-GBR pour cet APN :

```
QoS-Information (Groupé)
├─ APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL: 100000000 # 100 Mbps
└─ APN-Aggregate-Max-Bitrate-DL: 200000000 # 200 Mbps
```

Réponse PGW-C :

- Met à jour l'état interne de l'AMBR
 - Envoie une Demande de Modification de Session au PGW-U avec le QER mis à jour
-

Configuration

Configuration de Base de Gx

Modifier `config/runtime.exs` :

```
config :pgw_c,  
  diameter: %{  
    # Adresse IP pour écouter les connexions Diameter  
    listen_ip: "0.0.0.0",  
  
    # Identité Diameter du PGW-C (Origin-Host)  
    host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
  
    # Royaume Diameter du PGW-C (Origin-Realm)  
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
  
    # Liste des pairs PCRF  
    peer_list: [  
      %{  
        # Identité Diameter de la PCRF  
        host: "pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
  
        # Royaume PCRF (généralement le même que le royaume du  
PGW-C)  
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
  
        # Adresse IP de la PCRF  
        ip: "10.0.0.30",  
  
        # Si le PGW-C initie la connexion à la PCRF  
        # true = PGW-C se connecte à la PCRF  
        # false = Attendre que la PCRF se connecte  
        initiate_connection: true  
      }  
    ]  
  }  
}
```

Plusieurs Pairs PCRF

Pour la redondance ou la distribution géographique :

```
config :pgw_c,  
  diameter: %{  
    listen_ip: "0.0.0.0",  
    host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
    peer_list: [  
      %{  
        host: "pcrf-primary.example.com",  
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
        ip: "10.0.1.30",  
        initiate_connection: true  
      },  
      %{  
        host: "pcrf-backup.example.com",  
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
        ip: "10.0.2.30",  
        initiate_connection: true  
      }  
    ]  
  }  
}
```

Équilibrage de Charge :

- Le protocole Diameter gère la sélection des pairs
- Les demandes sont réparties en fonction de la disponibilité
- Basculement automatique en cas de défaillance d'un pair

Résolution de Noms d'Hôtes

Les Identités Diameter doivent être des FQDNs (Noms de Domaine Entièrement Qualifiés) :

```
# CORRECT - format FQDN
host: "pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"

# INCORRECT - Pas une Identité Diameter valide
host: "pgw_c"
host: "10.0.0.20" # Adresses IP non autorisées
```

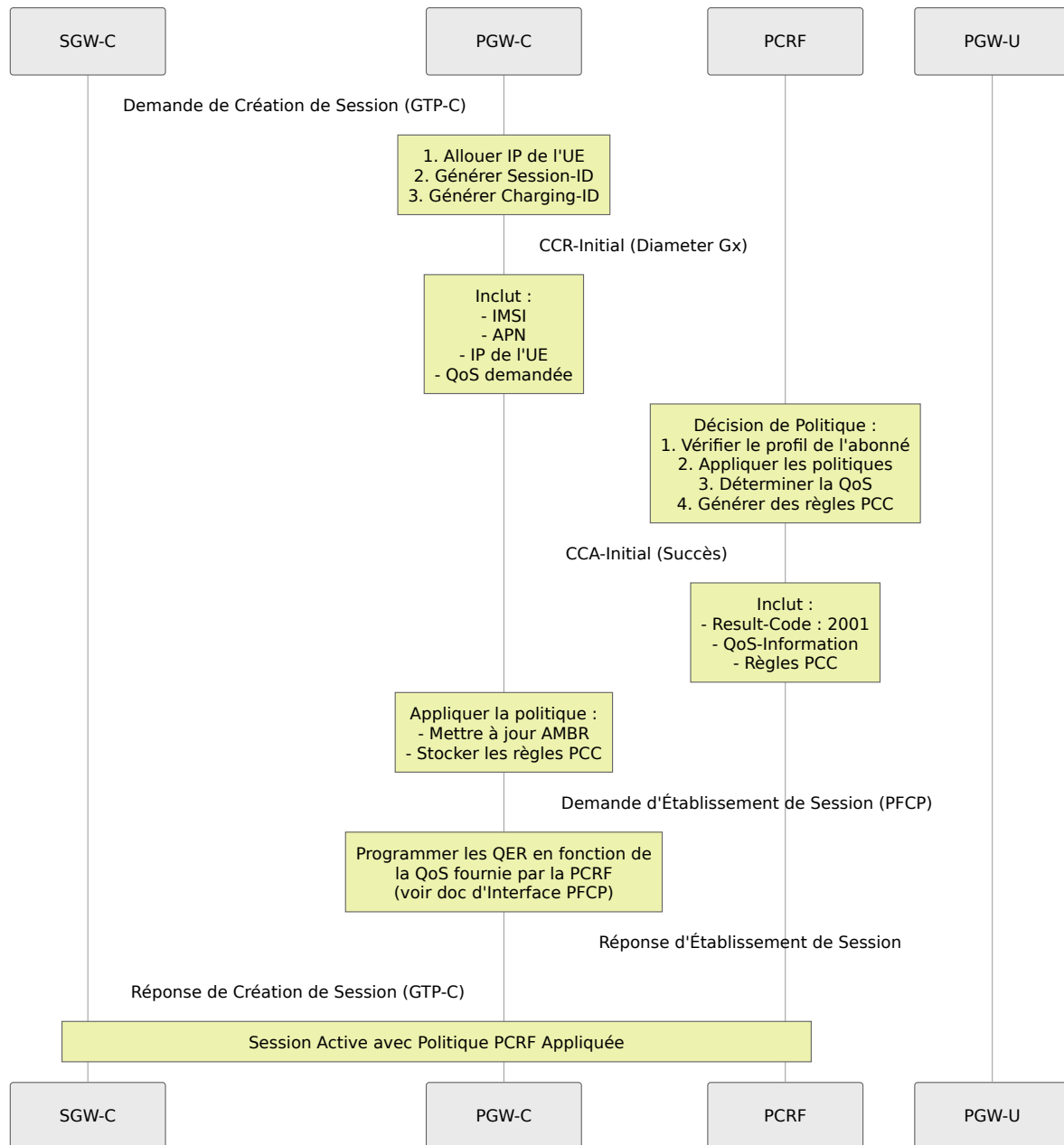
Format de Royaume :

- Doit être un nom de domaine valide
- Correspond généralement au format PLMN 3GPP :

epc.mncXXX.mccYYY.3gppnetwork.org

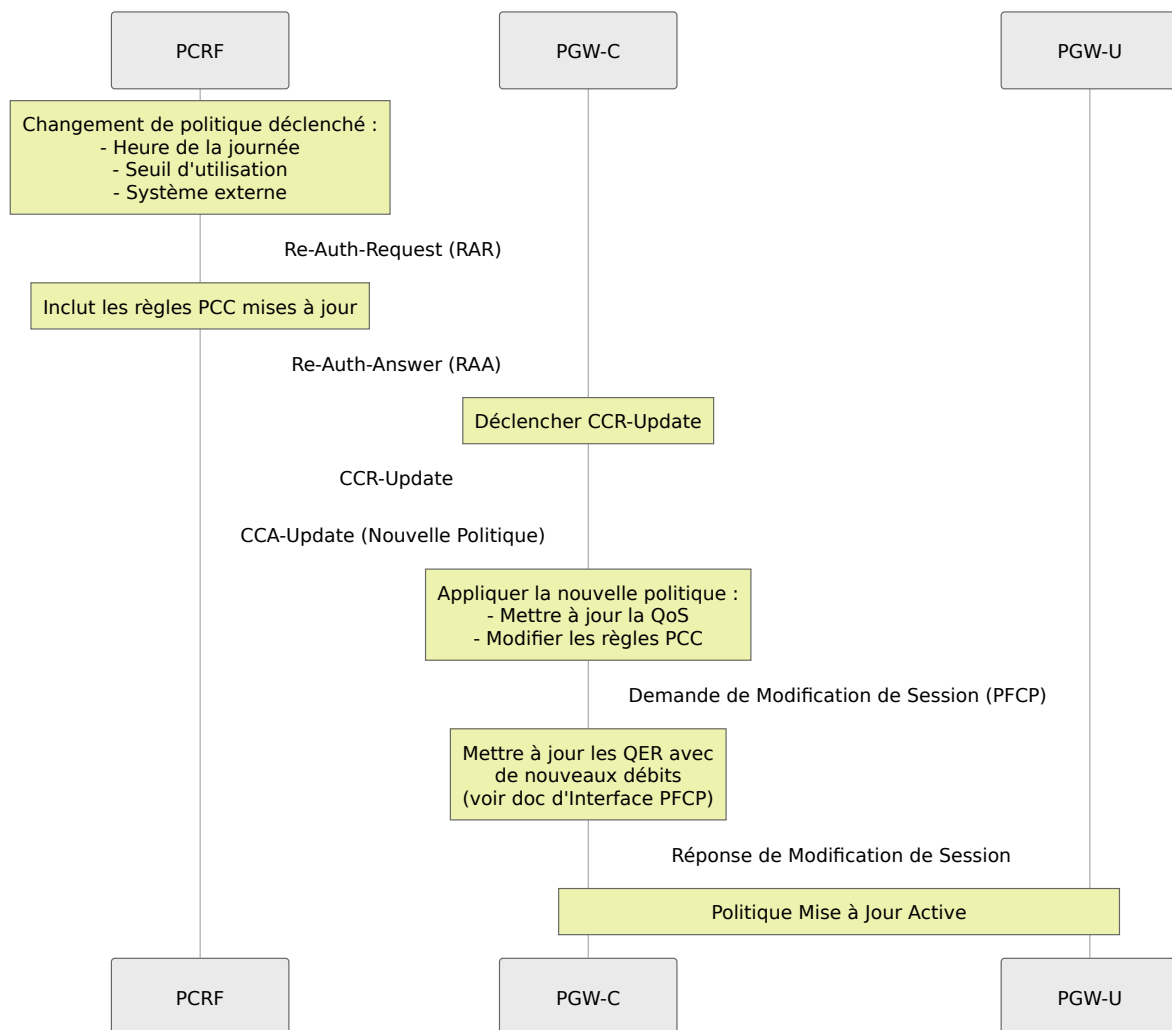
Flux de Messages

Établissement de Session Réussi

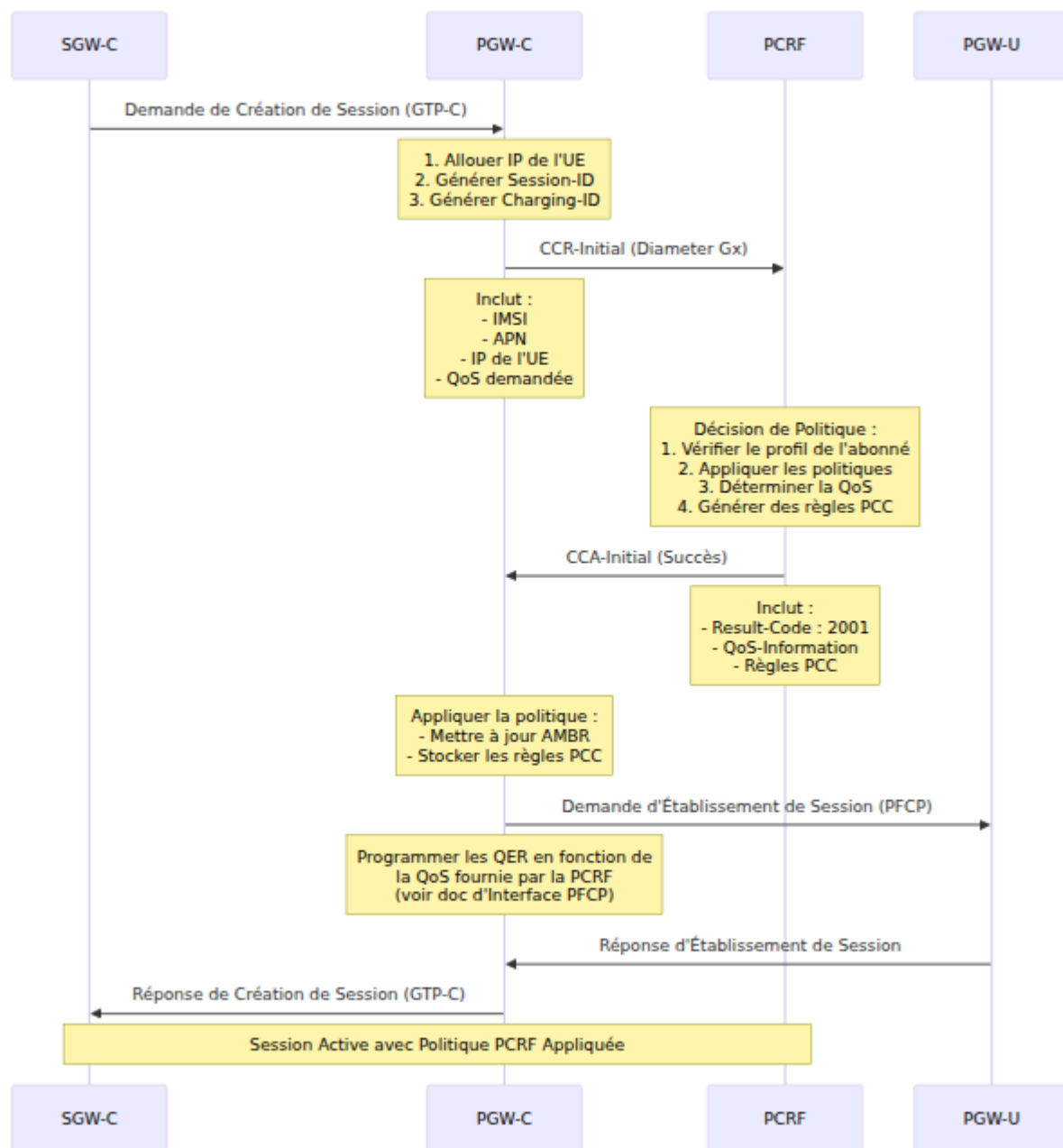


Note : Les paramètres de QoS de la PCRF sont traduits en QERs (Règles d'Application de QoS) et programmés dans le PGW-U via PFCP. Voir [Interface PFCP](#) pour les détails des QER.

Mise à Jour de Politique (Initiée par le Réseau)



Terminaison de Session



Gestion des Erreurs

Codes de Résultat

Le PGW-C gère divers codes de résultat Diameter dans les messages CCA :

Codes de Succès :

Code	Nom	Action
2001	DIAMETER_SUCCESS	Continuer l'établissement de la session

Échecs Permanents (5xxx) :

Code	Nom	Action PGW-C
5002	DIAMETER_UNKNOWN_SESSION_ID	Journaliser l'erreur, échouer la session
5030	DIAMETER_USER_UNKNOWN	Rejeter la session (Utilisateur Inconnu)
5140	DIAMETER_ERROR_INITIAL_PARAMETERS	Journaliser l'erreur, réessayer ou échouer
5003	DIAMETER_AUTHORIZATION_REJECTED	Rejeter la session (Non Autorisé)

Échecs Transitoires (4xxx) :

Code	Nom	Action PGW-C
4001	DIAMETER_AUTHENTICATION_REJECTED	Réessayer ou échouer la session
4010	DIAMETER_TOO_BUSY	Réessayer avec un délai
4012	DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY	Journaliser l'erreur, peut réessayer

Codes de Résultat Expérimentaux

Codes d'erreur spécifiques au fournisseur :

Experimental-Result (Groupé)

└─ Vendor-Id: 10415 (3GPP)

└─ Experimental-Result-Code: <code spécifique au fournisseur>

Codes Expérimentaux 3GPP Communs :

Code	Nom	Signification
5065	IP_CAN_SESSION_NOT_AVAILABLE	La PCRF ne peut pas établir de session
5143	INVALID_SERVICE_INFORMATION	Données de service invalides

Gestion des Délais

Délai CCR-I :

Si la PCRF ne répond pas au CCR-Initial dans le délai imparti :

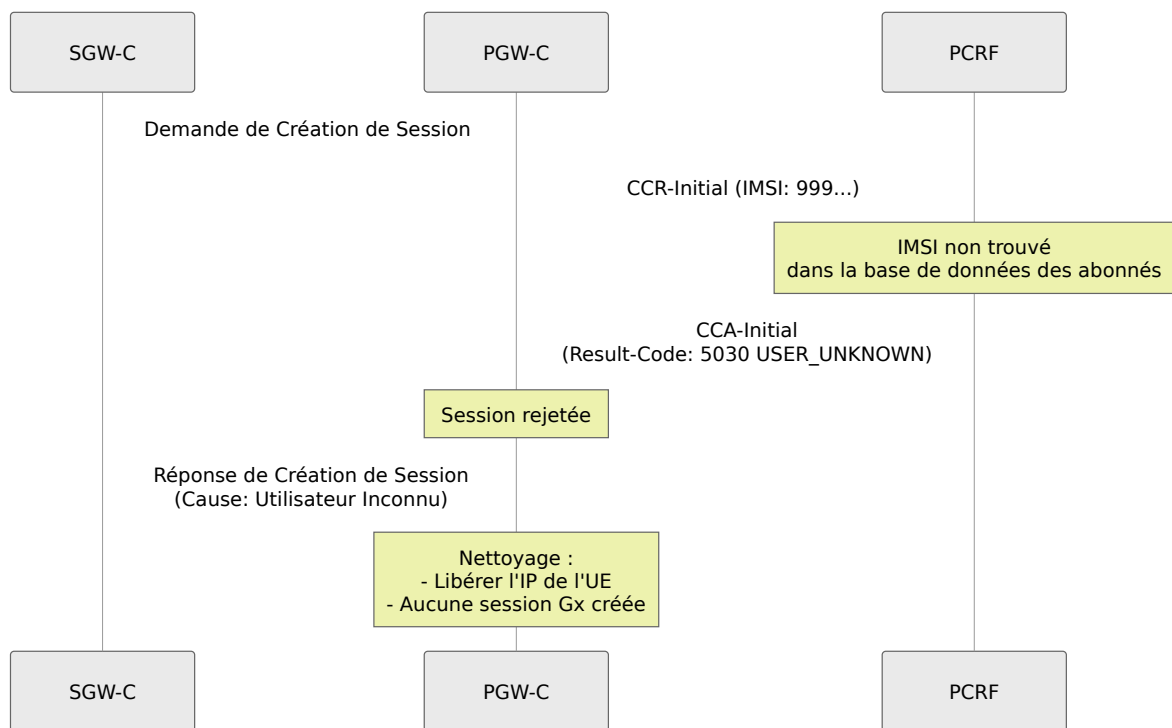
1. PGW-C attend le délai configuré (par exemple, 5 secondes)
2. Si aucun CCA reçu :
 - Journaliser : "Délai CCR-Initial pour Session-ID : ..."
 - Répondre à SGW-C avec un code d'erreur
 - Nettoyer les ressources allouées
3. SGW-C reçoit : Réponse de Création de Session (Cause : Pair Distant Ne Répond Pas)

Réponse d'Erreur à SGW-C :

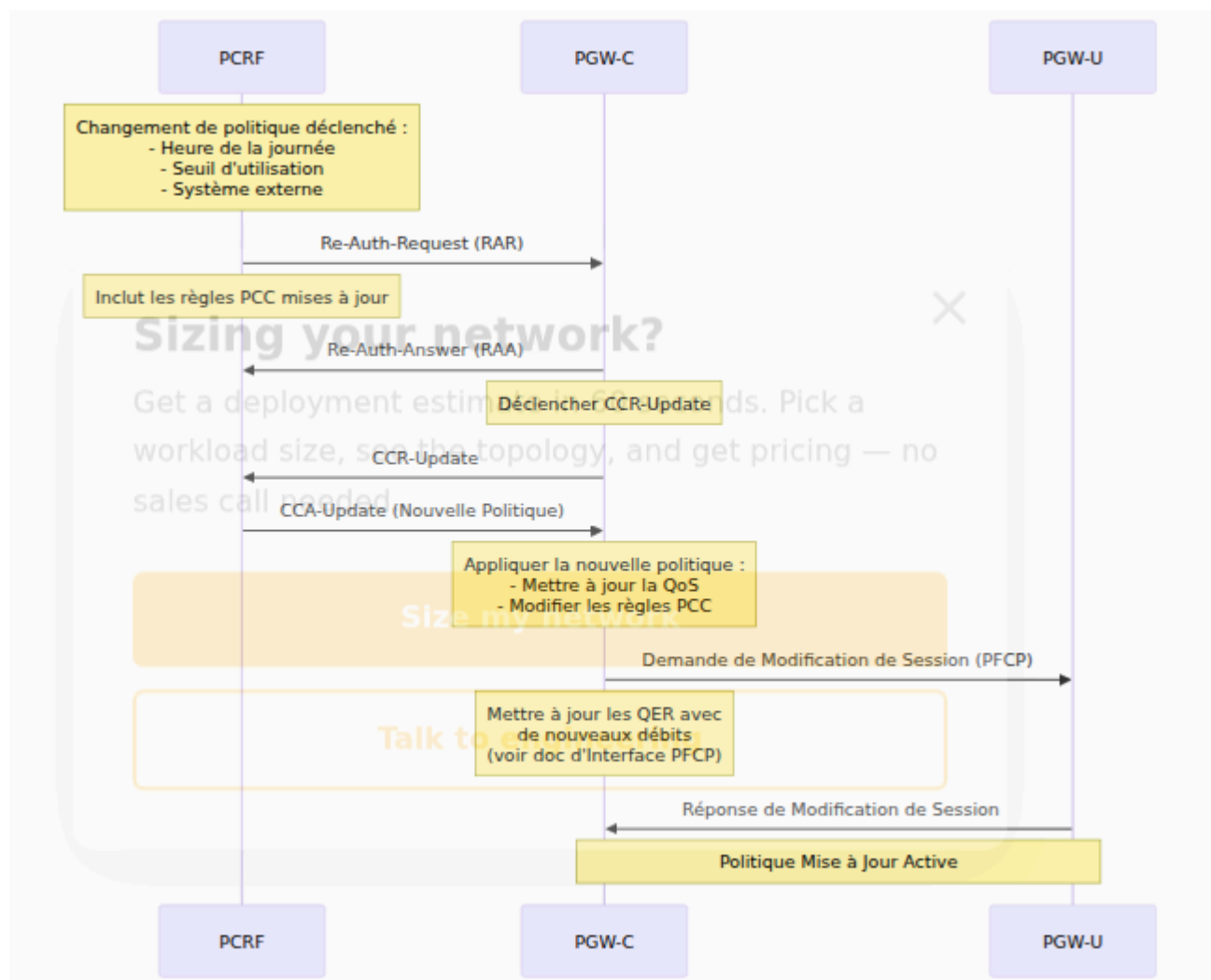
Lorsque le CCR-Initial expire, le PGW-C envoie une Réponse de Création de Session avec le code de cause `:remote_peer_not_responding` au SGW-C.

Scénarios d'Échec

Scénario 1 : La PCRF Rejette la Session (Utilisateur Inconnu)



Scénario 2 : PCRF Temporairement Indisponible



Dépannage

Problèmes Courants

1. Échec de Connexion au Pair Diameter

Symptômes :

- Journal : "Pair Diameter non connecté"
- Aucun CCR-Initial envoyé

Causes Possibles :

- PCRF non accessible
- IP PCRF incorrecte dans la configuration
- Pare-feu bloquant le port Diameter (3868)
- Identités Diameter incorrectes (hôte/royaume)

Résolution :

```
# Tester la connectivité réseau
ping <pcrf_ip>

# Tester le port Diameter (TCP 3868)
telnet <pcrf_ip> 3868

# Vérifier la configuration de l'identité Diameter
# S'assurer que l'hôte et le royaume sont des FQDNs, pas des IPs
```

Vérifier la Configuration :

```
config :pgw_c,  
  diameter: %{  
    # Doit être un FQDN, pas une IP  
    host: "pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
    peer_list: [  
      %{  
        host: "pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
        ip: "10.0.0.30"  
      }  
    ]  
  }  
}
```

2. Délais CCR-Initial

Symptômes :

- Échec de la Demande de Création de Session
- Journal : "Délai CCR-Initial"

Causes Possibles :

- PCRF surchargée
- Latence réseau
- PCRF ne répond pas à cet ID de Session

Résolution :

1. Vérifier les journaux de la PCRF pour des erreurs
2. Vérifier que la PCRF traite les demandes
3. Vérifier la latence réseau : `ping <pcrf_ip>`
4. Augmenter le délai si la latence réseau est élevée

3. Sessions Rejetées par la PCRF

Symptômes :

- CCA-Initial avec Result-Code != 2001
- Échec de la Réponse de Création de Session

Codes de Résultat Communs :

Code de Résultat	Cause Probable	Résolution
5030	IMSI non dans la base de données des abonnés	Provisionner l'abonné dans HSS/SPR
5003	Autorisation rejetée	Vérifier les permissions de l'abonné
4010	PCRF trop occupée	Réessayer ou ajouter de la capacité à la PCRF

Vérifier les Journaux :

```
# Les journaux PGW-C montrent :  
[error] Erreur Diameter Gx : Result-Code 5030  
(DIAMETER_USER_UNKNOWN)  
[error] IMSI 310260999999999 rejetée par la PCRF
```

4. QoS Non Appliquée

Symptômes :

- Session établie mais QoS incorrecte
- Débits ne correspondent pas aux valeurs attendues

Étapes de Débogage :

1. Vérifier CCA-Initial :

- Vérifier la présence de l'AVP QoS-Information
- Vérifier les valeurs APN-Aggregate-Max-Bitrates-UL/DL

2. Vérifier l'Établissement de Session PFCP :

- Vérifier que le QER a été créé avec les valeurs MBR correctes

- Vérifier les journaux du PGW-U pour l'installation du QER

3. Vérifier la Politique de la PCRF :

- Vérifier la configuration de la PCRF
- Vérifier que le profil de l'abonné inclut la QoS correcte

5. Problèmes de Routage Diameter

Symptômes :

- Messages Diameter n'atteignant pas la PCRF
- Journal : "Aucun itinéraire vers le Royaume de Destination"

Cause :

- Mismatch de royaume entre la configuration et les messages

Résolution :

Assurer la cohérence :

```
# Tous doivent correspondre
config :pgw_c,
  diameter: %{
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org", # Royaume du PGW-
C
    peer_list: [
      %{
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org" # Royaume de
la PCRF (généralement le même)
      }
    ]
  }
```

Dans CCR-Initial :

```
Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
```


Surveillance de la Santé Gx

Métriques Clés :

```
# Taux de messages Gx
rate(gx_inbound_messages_total{message_type="gx_CCA"}[5m])
rate(gx_outbound_messages_total{message_type="gx_CCR"}[5m])

# Taux d'erreurs Gx
rate(gx_inbound_errors_total[5m])

# Taux de succès des réponses Gx (nouvelle métrique)
sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class="2xxx"}[5m])) /
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) * 100

# Échecs de réponses Gx par hôte PCRF
rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class!="2xxx"}[5m])
by (diameter_host)

# Compte de sessions Gx
session_id_registry_count

# Durée de traitement des messages Gx
histogram_quantile(0.95,
rate(gx_inbound_handling_duration_bucket[5m]))
```

Métriques de Réponse par Classe de Code de Résultat :

La métrique `gx_outbound_responses_total` fournit une visibilité détaillée sur les réponses Diameter envoyées aux pairs PCRF, catégorisées par :

- `message_type` : Type de message de réponse (`gx_RAA`, `gx_CCA`)
- `result_code_class` : Catégorie de code de résultat (`2xxx`, `3xxx`, `4xxx`, `5xxx`)
- `diameter_host` : Pair PCRF recevant la réponse

Codes de Résultat Communs :

- **2001** (DIAMETER_SUCCESS) - Réponse réussie

- **3001** (DIAMETER_COMMAND_UNSUPPORTED) - Erreur de protocole
- **5012** (DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY) - Impossible d'exécuter la demande
- **5030** (DIAMETER_USER_UNKNOWN) - Abonné non trouvé

Exemples d'Alerte :

```
# Alerte sur un taux d'erreur Gx élevé
- alert: GxErrorRateHigh
  expr: rate(gx_inbound_errors_total[5m]) > 0.1
  for: 5m
  annotations:
    summary: "Taux d'erreur Gx élevé détecté"

# Alerte sur un taux d'échec de réponse Gx élevé
- alert: GxResponseFailureRate
  expr: |

sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class!="2xxx"}
[5m])) /
  sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) > 0.1
  for: 5m
  annotations:
    summary: "Taux d'échec de réponse Gx élevé"
    description: "Plus de 10 % des réponses Gx sont des échecs"

# Alerte sur le rejet de session
- alert: GxSessionRejection
  expr: rate(gx_inbound_errors_total{result_code="5030"}[5m]) >
0.01
  for: 5m
  annotations:
    summary: "La PCRF rejette les sessions (USER_UNKNOWN)"
```

Journalisation de Débogage

Activer la journalisation verbose de Diameter :

```
# config/runtime.exs
config :logger, level: :debug

# Ou à l'exécution
iex> Logger.configure(level: :debug)
```

Rechercher :

- [debug] Envoi de CCR-Initial pour Session-ID : ...
 - [debug] Reçu CCA-Initial : Result-Code 2001
 - [error] Erreur Diameter : ...
-

Interface Web - Surveillance des Pairs Diameter

OmniPGW inclut une interface Web en temps réel pour surveiller les connexions et l'état des pairs Diameter.

Page des Pairs Diameter

Accès : `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/diameter`

But : Surveiller la connectivité des pairs Diameter Gx vers la PCRF en temps réel

Fonctionnalités :

1. Vue d'Ensemble de la Connexion des Pairs

- **Compte Connecté** - Nombre de pairs PCRF avec connexion active
- **Compte Déconnecté** - Nombre de pairs configurés mais non connectés
- Actualisation automatique toutes les 1 seconde (taux d'actualisation le plus rapide de toutes les pages)

2. Informations d'État par Pair Pour chaque pair PCRF configuré :

- **Hôte** - Identité Diameter (Origin-Host)
- **Adresse IP** - IP de la PCRF
- **Port** - Port Diameter (par défaut 3868)
- **Statut** - Connecté (vert) / Déconnecté (rouge)
- **Transport** - TCP ou SCTP
- **Initiation de Connexion** - Qui initie (PGW ou PCRF)
- **Royaume** - Royaume Diameter
- **Nom du Produit** - Identifiant du produit PCRF (si annoncé)
- **IDs d'Application** - Applications Diameter prises en charge (par exemple, Gx = 16777238)

3. Détails Développables Cliquez sur n'importe quelle ligne de pair pour voir :

- Configuration complète du pair
- Détails de l'Échange de Capacités (CER/CEA)
- Fonctionnalités prises en charge
- État de connexion complet

Cas d'Utilisation Opérationnels

Surveiller la Connectivité PCRF :

1. Ouvrir la page Diameter dans le navigateur
2. Vérifier que tous les pairs PCRF affichent "Connecté"
3. Vérifier que l'Initiation de Connexion correspond à la configuration
4. Vérifier que les IDs d'Application incluent Gx (16777238)

Dépanner les Échecs de Création de Session (Problèmes Gx) :

1. Les sessions utilisateur échouent avec des erreurs "délai PCRF"
2. Ouvrir la page Diameter
3. Vérifier l'état des pairs :
 - Déconnecté ?
 - Vérifier la connectivité réseau
 - Vérifier que la PCRF fonctionne
 - Vérifier les règles de pare-feu pour TCP 3868
 - Connecté mais sessions échouant ?
 - Le problème est au niveau de l'application (vérifier les journaux)
 - La PCRF peut rejeter les abonnés

Vérifier la Configuration Diameter :

1. Après avoir configuré un nouveau pair PCRF
2. Ouvrir la page Diameter
3. Vérifier que le pair apparaît dans la liste
4. Vérifier que l'état change en "Connecté"
5. Développer le pair pour vérifier :
 - Le royaume correspond à la configuration
 - Les IDs d'Application incluent Gx
 - Le Nom du Produit montre l'identifiant de la PCRF

Surveiller le Basculement :

Scénario : La PCRF primaire échoue

1. La page Diameter montre primaire "Déconnecté"
2. Vérifier que la PCRF de secours est toujours "Connectée"
3. Les nouvelles sessions utilisent automatiquement la sauvegarde
4. Lorsque la primaire se rétablit, l'état revient à "Connecté"

Détecter les Problèmes de Routage Diameter :

- Le pair montre "Connecté" mais le royaume est incorrect
- Les IDs d'Application n'incluent pas Gx (16777238)
- Le Nom du Produit ne correspond pas à la PCRF attendue

Identifier les Mismatch de Configuration :

L'interface Web montre :

Initiation de Connexion : "Le pair initie"

Mais la configuration dit :

initiate_connection: true

Cela indique :

- OmniPGW tente de se connecter
- Mais la PCRF initie également
- Peut causer des conditions de course de connexion

Avantages :

- **Taux d'actualisation le plus rapide** - Mises à jour toutes les 1 seconde
- **Statut de connexion visuel** - Indication immédiate rouge/verte
- **Aucun outil Diameter nécessaire** - Pas besoin d'outils CLI diameter
- **Configuration des pairs visible** - Vérifier les paramètres sans consulter les fichiers de configuration
- **Détails au niveau de l'application** - Voir les applications Diameter prises en charge
- **Vérification de royaume** - Confirmer la configuration de routage Diameter

Intégration avec les Métriques

Bien que l'interface Web fournisse un statut en temps réel, combinez-la avec Prometheus pour :

- Taux d'erreurs Gx historiques
- Comptes de messages CCR/CCA
- Tendances de latence

Interface Web = "Est-ce que ça fonctionne en ce moment ?" Métriques = "Comment ça a fonctionné dans le temps ?"

Documentation Connexe

Configuration et Politique

- **Guide de Configuration** - Configuration Diameter, configuration des pairs PCRF
- **Interface PFCP** - Application de QoS via QERs à partir des règles PCC
- **Gestion des Sessions** - Cycle de vie de la session avec intégration de politique
- **Gestion de la QoS & des Porteurs** - Configuration détaillée de la QoS et configuration des porteurs

Intégration de Facturation

- **Interface Diameter Gy** - Facturation en ligne déclenchée par des règles PCC
- **Format CDR de Données** - Enregistrements de facturation hors ligne avec informations de politique
- **Configuration PCO** - Livraison P-CSCF pour le contrôle de politique IMS

Opérations

- **Guide de Surveillance** - Métriques Gx, suivi de politique, alertes de connectivité PCRF
- **Interface S5/S8** - Intégration de gestion des porteurs avec politique

Retour au Guide des Opérations

Chargement en Ligne Diameter (Interface Gy/Ro)

Interface du Système de Chargement en Ligne (OCS)

Table des Matières

1. Aperçu
 2. Architecture de Chargement 3GPP
 3. Notions de Base de l'Interface Gy/Ro
 4. Messages de Contrôle de Crédit
 5. Flux de Chargement en Ligne
 6. Contrôle de Chargement de Support
 7. Contrôle de Crédit pour Plusieurs Services
 8. Configuration
 9. Flux de Messages
 10. Gestion des Erreurs
 11. Intégration avec Gx
 12. Dépannage
-

Aperçu

L'**interface Gy** (également appelée **interface Ro** dans les contextes IMS) connecte le PGW-C au **Système de Chargement en Ligne (OCS)** pour le contrôle de crédit en temps réel. Cela permet :

- **Chargement Prépayé** - Autorisation et déduction de crédit en temps réel

- **Contrôle de Crédit en Temps Réel** - Accorder un quota avant la livraison du service
- **Chargement Basé sur le Service** - Chargement différent pour la voix, les données, les SMS, etc.
- **Mises à Jour de Compte Immédiates** - Mises à jour du solde de crédit en temps réel
- **Refus de Service** - Bloquer le service lorsque le crédit est épuisé

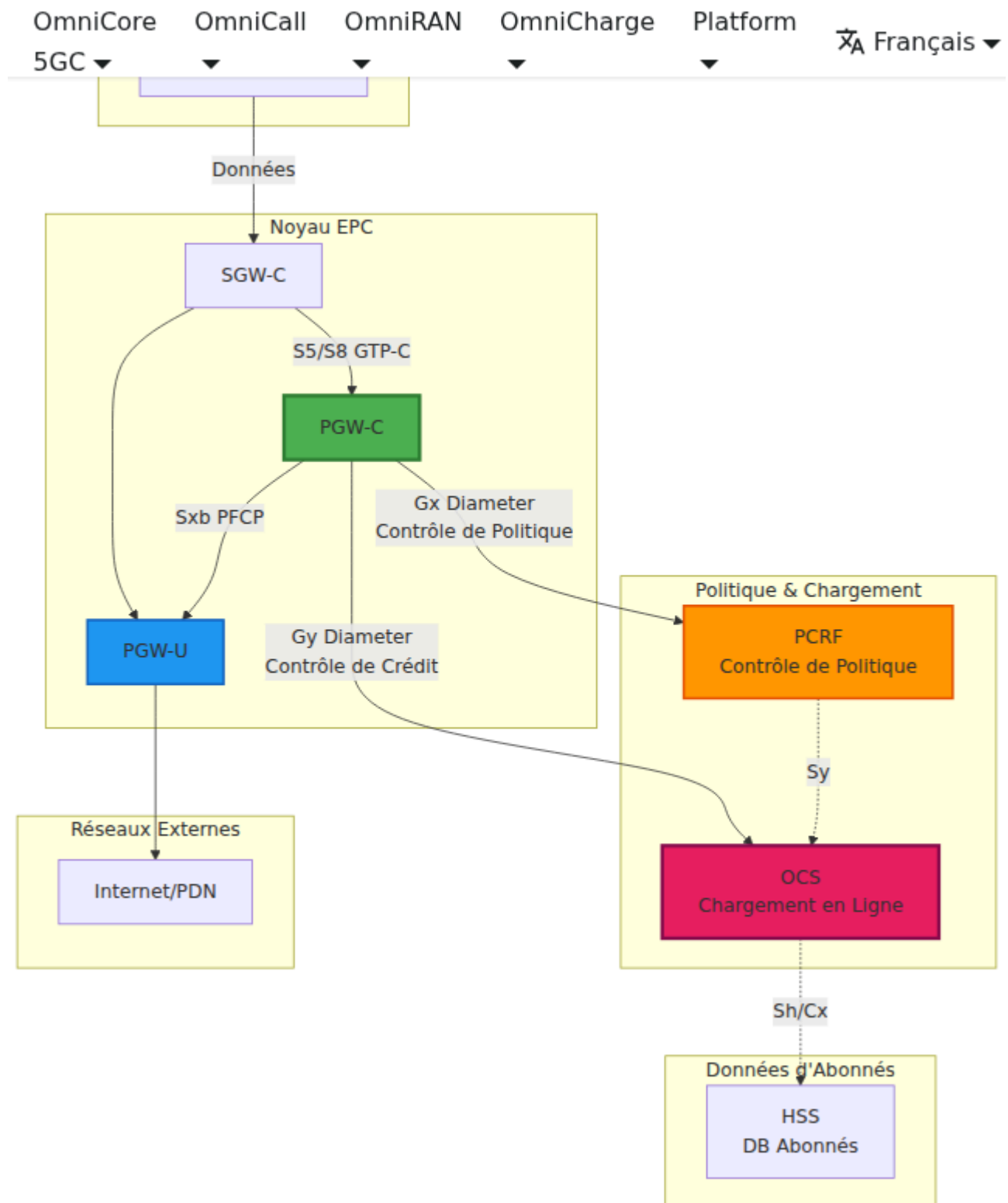
Chargement en Ligne vs. Chargement Hors Ligne

Aspect	Chargement en Ligne (Gy/Ro)	Chargement Hors Ligne (Gz/Rf)
Timing	En temps réel, avant le service	Après la livraison du service
Cas d'Utilisation	Abonnés prépayés	Abonnés postpayés
Vérification de Crédit	Oui, avant d'accorder le service	Non, facture générée plus tard
Système	OCS (Système de Chargement en Ligne)	CGF/CDF (Fonction de Données de Chargement)
Risque	Pas de perte de revenus	Risque de factures impayées
Complexité	Élevée (exigences en temps réel)	Inférieure (traitement par lots)
Impact Utilisateur	Service refusé si pas de crédit	Service toujours disponible

Voir aussi : [Format CDR de Données](#) pour les enregistrements de chargement hors ligne (facturation postpayée)

Voir aussi : [Gestion de Session](#) pour le cycle de vie complet de la session PDN, y compris l'intégration de chargement

Gy dans l'Architecture Réseau

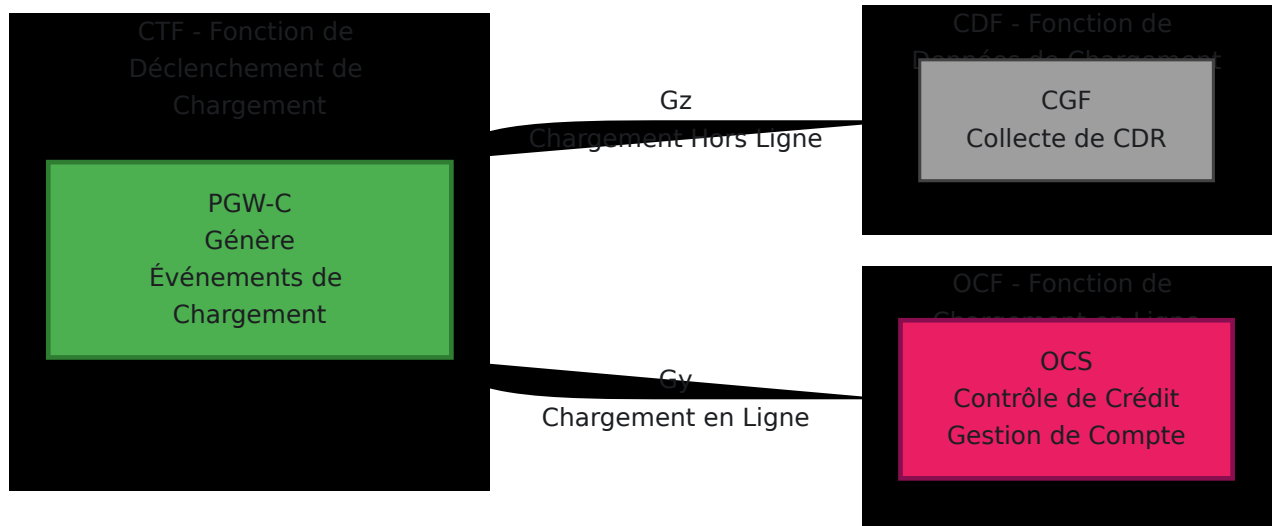


Fonctions Clés

Fonction	Description
Autorisation de Crédit	Demander un quota à l'OCS avant de permettre le trafic
Gestion de Quota	Suivre les unités accordées (octets, temps, événements)
Détection de Déplétion de Crédit	Surveiller le quota restant
Ré-autorisation	Demander un quota supplémentaire lorsque le seuil est atteint
Interruption de Service	Arrêter le service lorsque le crédit est épuisé
Règlement Final	Rapporter l'utilisation réelle à la fin de la session

Architecture de Chargement 3GPP

Points de Référence de Chargement



Fonction de Déclenchement de Chargement (CTF)

Le PGW-C agit comme un **CTF (Fonction de Déclenchement de Chargement)**, responsable de :

1. **Détecter les événements facturables** - Début de session, utilisation de données, fin de session
2. **Demander l'autorisation de crédit** - Avant de permettre le service
3. **Suivre la consommation de quota** - Surveiller les unités accordées
4. **Générer des événements de chargement** - Déclencher des demandes de crédit
5. **Appliquer le contrôle de crédit** - Bloquer le trafic lorsque le quota est épuisé

Fonction de Chargement en Ligne (OCF)

L'OCS met en œuvre la **OCF (Fonction de Chargement en Ligne)** :

1. **Gestion du solde de compte** - Suivre le crédit de l'abonné

2. **Tarification** - Déterminer le prix par unité (par Mo, par seconde, etc.)
 3. **Réservation de crédit** - Réserver du crédit pour le quota accordé
 4. **Déduction de crédit** - Déduire lors du rapport d'utilisation
 5. **Décisions de politique** - Accorder ou refuser en fonction du solde
-

Notions de Base de l'Interface Gy/Ro

Référence 3GPP

- **Spécification** : 3GPP TS 32.299 (Architecture de chargement)
- **Protocole** : 3GPP TS 32.251 (Chargement du domaine PS)
- **ID d'Application Diameter** : 4 (Gy/Ro - Application de Contrôle de Crédit)
- **Protocole de Base** : RFC 4006 (Application de Contrôle de Crédit Diameter)

Concept de Session

Chaque connexion PDN UE nécessitant un chargement en ligne a une **session Gy/Ro** identifiée par un **Session-ID**. Cette session :

- Créée lorsque le support nécessite un chargement en ligne (CCR-Initial)
- Mise à jour lorsque le quota est consommé (CCR-Update)
- Terminée lorsque la session se termine (CCR-Termination)

Format de l'ID de Session

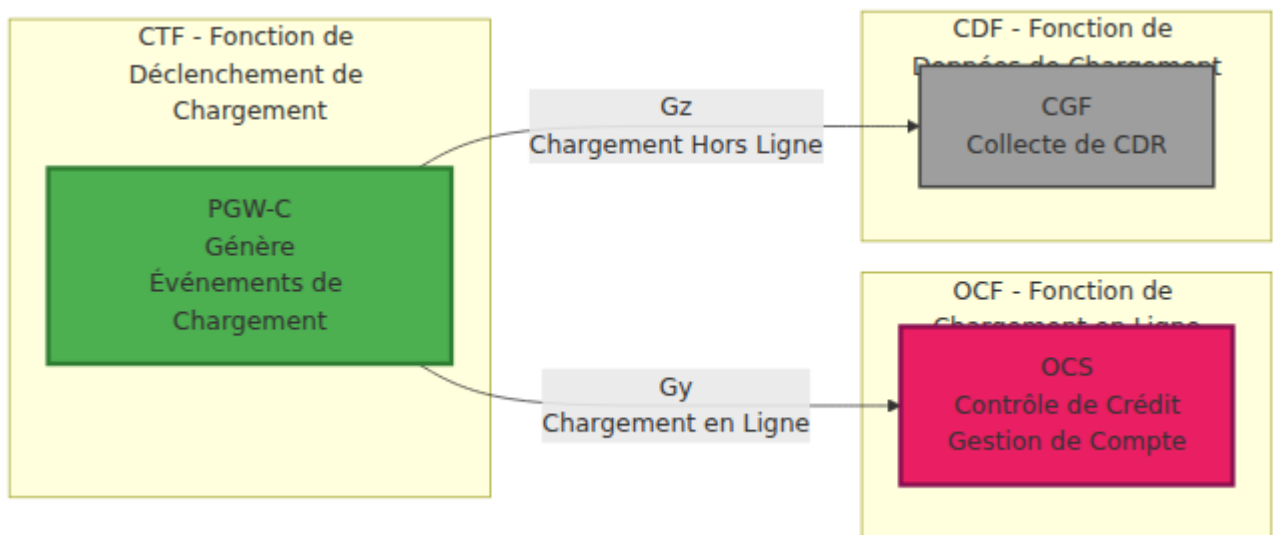
```
Session-ID: <Origin-Host>;<high32>;<low32>[;<optional>]  
Exemple: omni-  
pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org;9876543210;12345;gy
```

Composants :

- **Origin-Host** : Identité Diameter du PGW-C
 - **high32** : 32 bits supérieurs de l'identifiant unique
 - **low32** : 32 bits inférieurs de l'identifiant unique
 - **optional** : Identifiant supplémentaire (par exemple, "gy" pour distinguer de Gx)
-

Messages de Contrôle de Crédit

Types de Messages



CCR-Initial (Demande de Contrôle de Crédit - Initial)

Quand : L'UE crée une connexion PDN et le support nécessite un chargement en ligne

But :

- Demander l'autorisation de crédit initiale à l'OCS
- Réserver un quota pour la livraison du service
- Établir une session Gy/Ro

AVPs Clés Envoyés par le PGW-C :

Nom de l'AVP	Code de l'AVP	Type	Description
Session-Id	263	UTF8String	Identifiant unique de session Gy
Auth-Application-Id	258	Unsigned32	4 (Contrôle de Crédit)
Origin-Host	264	DiamIdent	Identité Diameter du PGW-C
Origin-Realm	296	DiamIdent	Domaine Diameter du PGW-C
Destination-Realm	283	DiamIdent	Domaine de l'OCS
CC-Request-Type	416	Enumerated	1 = INITIAL_REQUEST
CC-Request-Number	415	Unsigned32	Numéro de séquence (commence à 0)
Subscription-Id	443	Grouped	Identifiant de l'UE (IMSI/MSISDN)
Service-Context-Id	461	UTF8String	Identifiant de contexte de chargement
Multiple-Services-Credit-Control	456	Grouped	Demandes de crédit spécifiques au service
Requested-Service-Unit	437	Grouped	Quota demandé (octets, temps, etc.)
Used-Service-Unit	446	Grouped	Quota utilisé (0 pour initial)

Nom de l'AVP	Code de l'AVP	Type	Description
Service-Identfier	439	Unsigned32	Identifiant de type de service
Rating-Group	432	Unsigned32	Identifiant de catégorie de chargement

Exemple de Structure CCR-I :

```

CCR (Code de Commande: 272, Demande)
├─ Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456;gy"
├─ Auth-Application-Id: 4
├─ Origin-Host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ CC-Request-Type: INITIAL_REQUEST (1)
├─ CC-Request-Number: 0
├─ Subscription-Id (Grouped)
│   └─ Subscription-Id-Type: END_USER_IMSI (1)
│       └─ Subscription-Id-Data: "310260123456789"
├─ Subscription-Id (Grouped)
│   └─ Subscription-Id-Type: END_USER_E164 (0)
│       └─ Subscription-Id-Data: "15551234567"
├─ Service-Context-Id: "32251@3gpp.org"
├─ Multiple-Services-Credit-Control (Grouped)
│   └─ Service-Identfier: 1
│       └─ Rating-Group: 100
│           └─ Requested-Service-Unit (Grouped)
│               └─ CC-Total-Octets: 100000000 (demande 10 Mo)
└─ Used-Service-Unit (Grouped)
    └─ CC-Total-Octets: 0 (aucune utilisation encore)

```

CCA-Initial (Réponse de Contrôle de Crédit - Initial)

Envoyé par : OCS en réponse à CCR-I

But :

- Accorder ou refuser l'autorisation de crédit
- Fournir un quota pour la livraison du service
- Spécifier les paramètres de tarification et de chargement

AVPs Clés Reçus par le PGW-C :

Nom de l'AVP	Code de l'AVP	Description
Result-Code	268	Succès (2001) ou code d'erreur
Multiple-Services-Credit-Control	456	Accords de crédit spécifiques au service
Granted-Service-Unit	431	Quota accordé (octets, temps, etc.)
Validity-Time	448	Période de validité du quota (secondes)
Result-Code	268	Code de résultat par service
Final-Unit-Indication	430	Action lorsque le quota est épuisé
Volume-Quota-Threshold	-	Seuil pour ré-autorisation

Exemple de Réponse de Succès :

```
CCA (Code de Commande: 272, Réponse)
├─ Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456;gy"
├─ Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
├─ Origin-Host: "ocs.example.com"
├─ Origin-Realm: "example.com"
├─ Auth-Application-Id: 4
├─ CC-Request-Type: INITIAL_REQUEST (1)
├─ CC-Request-Number: 0
├─ Multiple-Services-Credit-Control (Grouped)
│   ├─ Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
│   ├─ Service-Identifier: 1
│   ├─ Rating-Group: 100
│   ├─ Granted-Service-Unit (Grouped)
│   │   └─ CC-Total-Octets: 10000000 (accordé 10 Mo)
│   ├─ Validity-Time: 3600 (quota valide pendant 1 heure)
│   └─ Volume-Quota-Threshold: 8000000 (ré-auth à 8 Mo utilisés,
80%)
```

CCR-Update (Demande de Contrôle de Crédit - Mise à Jour)

Quand :

- Seuil de quota accordé atteint (par exemple, 80 % consommé)
- Temps de validité expiré
- Changement de service nécessitant une ré-autorisation
- Changement de temps tarifaire

But :

- Demander un quota supplémentaire
- Rapporter l'utilisation du quota précédemment accordé
- Mettre à jour les paramètres de chargement

Différences Clés par rapport à CCR-I :

- CC-Request-Type: UPDATE_REQUEST (2)
- CC-Request-Number incrémenté

- `Used-Service-Unit` contient l'utilisation réelle
- `Requested-Service-Unit` pour plus de quota

Exemple de Structure CCR-U :

```
CCR (Code de Commande: 272, Demande)
├─ Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456;gy"
├─ Auth-Application-Id: 4
├─ Origin-Host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ CC-Request-Type: UPDATE_REQUEST (2)
├─ CC-Request-Number: 1
├─ Multiple-Services-Credit-Control (Grouped)
│   ├─ Service-Identifier: 1
│   ├─ Rating-Group: 100
│   ├─ Used-Service-Unit (Grouped)
│   │   └─ CC-Total-Octets: 8000000 (8 Mo utilisés jusqu'à
présent)
│   └─ Requested-Service-Unit (Grouped)
│       └─ CC-Total-Octets: 10000000 (demande encore 10 Mo)
```

CCA-Update (Réponse de Contrôle de Crédit - Mise à Jour)

Envoyé par : OCS en réponse à CCR-U

But :

- Accorder un quota supplémentaire (si crédit disponible)
- Accuser réception de l'utilisation
- Mettre à jour les paramètres de chargement

Résultats Possibles :

1. Plus de Quota Accordé :

```
CCA (Mise à Jour)
└─ Multiple-Services-Credit-Control
    └─ Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
    └─ Granted-Service-Unit
        └─ CC-Total-Octets: 10000000 (encore 10 Mo)
    └─ Validity-Time: 3600
```

2. Quota Final (Crédit Épuisé) :

```
CCA (Mise à Jour)
└─ Multiple-Services-Credit-Control
    └─ Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
    └─ Granted-Service-Unit
        └─ CC-Total-Octets: 1000000 (il ne reste que 1 Mo)
    └─ Final-Unit-Indication
        └─ Final-Unit-Action: TERMINATE (0)
```

3. Pas de Crédit Disponible :

```
CCA (Mise à Jour)
└─ Result-Code: DIAMETER_CREDIT_LIMIT_REACHED (4012)
└─ Multiple-Services-Credit-Control
    └─ Result-Code: DIAMETER_CREDIT_LIMIT_REACHED (4012)
    └─ Final-Unit-Indication
        └─ Final-Unit-Action: TERMINATE (0)
```

CCR-Termination (Demande de Contrôle de Crédit - Terminaison)

Quand :

- L'UE se détache
- Connexion PDN supprimée
- Session terminée pour une raison quelconque

But :

- Rapport final d'utilisation
- Fermer la session Gy/Ro
- Règlement final

Différences Clés :

- CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
- Used-Service-Unit contient l'utilisation finale
- Pas de Requested-Service-Unit (plus de quota nécessaire)
- Inclut Termination-Cause

Exemple de Structure CCR-T :

```
CCR (Code de Commande: 272, Demande)
├─ Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456;gy"
├─ Auth-Application-Id: 4
├─ Origin-Host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├─ CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
├─ CC-Request-Number: 5
├─ Termination-Cause: DIAMETER_LOGOUT (1)
└─ Multiple-Services-Credit-Control (Grouped)
    ├─ Service-Identifier: 1
    ├─ Rating-Group: 100
    └─ Used-Service-Unit (Grouped)
        └─ CC-Total-Octets: 18500000 (18.5 Mo d'utilisation
totale)
```

CCA-Termination (Réponse de Contrôle de Crédit - Terminaison)

Envoyé par : OCS en réponse à CCR-T

But :

- Accuser réception de la terminaison de session
- Compléter la comptabilité

- Libérer le crédit réservé

Exemple CCA-T :

```
CCA (Code de Commande: 272, Réponse)
├─ Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456;gy"
├─ Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
├─ Origin-Host: "ocs.example.com"
├─ Origin-Realm: "example.com"
├─ Auth-Application-Id: 4
├─ CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
└─ CC-Request-Number: 5
```

Flux de Chargement en Ligne

Types d'Unités de Service

L'OCS peut accorder un quota dans différentes unités :

Type d'Unité	AVP	Description	Cas d'Utilisation
Temps	CC-Time	Secondes	Appels vocaux, durée de session
Volume	CC-Total-Octets	Octets (total montant montant)	Services de données
Volume (séparé)	CC-Input-Octets, CC-Output-Octets	Octets (séparés)	Chargement asymétrique
Spécifique au Service	CC-Service-Specific-Units	Unités personnalisées	SMS, MMS, appels API
Événements	-	Événements comptés	Services payants

Gestion du Seuil de Quota

Problème : Comment le PGW-C sait-il quand demander plus de quota ?

Solution : L'OCS fournit un **Volume-Quota-Threshold** ou **Time-Quota-Threshold**. Le PGW-C surveille l'utilisation via les Rapports de Session PFCP du PGW-U (voir [Interface PFCP](#)).

Exemple de Flux :

1. L'OCS accorde un quota de 10 Mo avec un seuil de 80 % (8 Mo)
2. Le PGW-C surveille l'utilisation via les rapports d'utilisation du PGW-U (Rapports de Session PFCP)
3. Lorsque l'utilisation atteint 8 Mo :
 - Le PGW-C envoie CCR-Update
 - Continue à autoriser le trafic (n'attend pas de réponse)
4. L'OCS répond avec plus de quota
5. Si le quota est épuisé avant l'envoi de CCR-Update :
 - Le PGW-C doit bloquer le trafic

Calcul du Seuil :

Granted-Service-Unit: 100000000 octets (10 Mo)

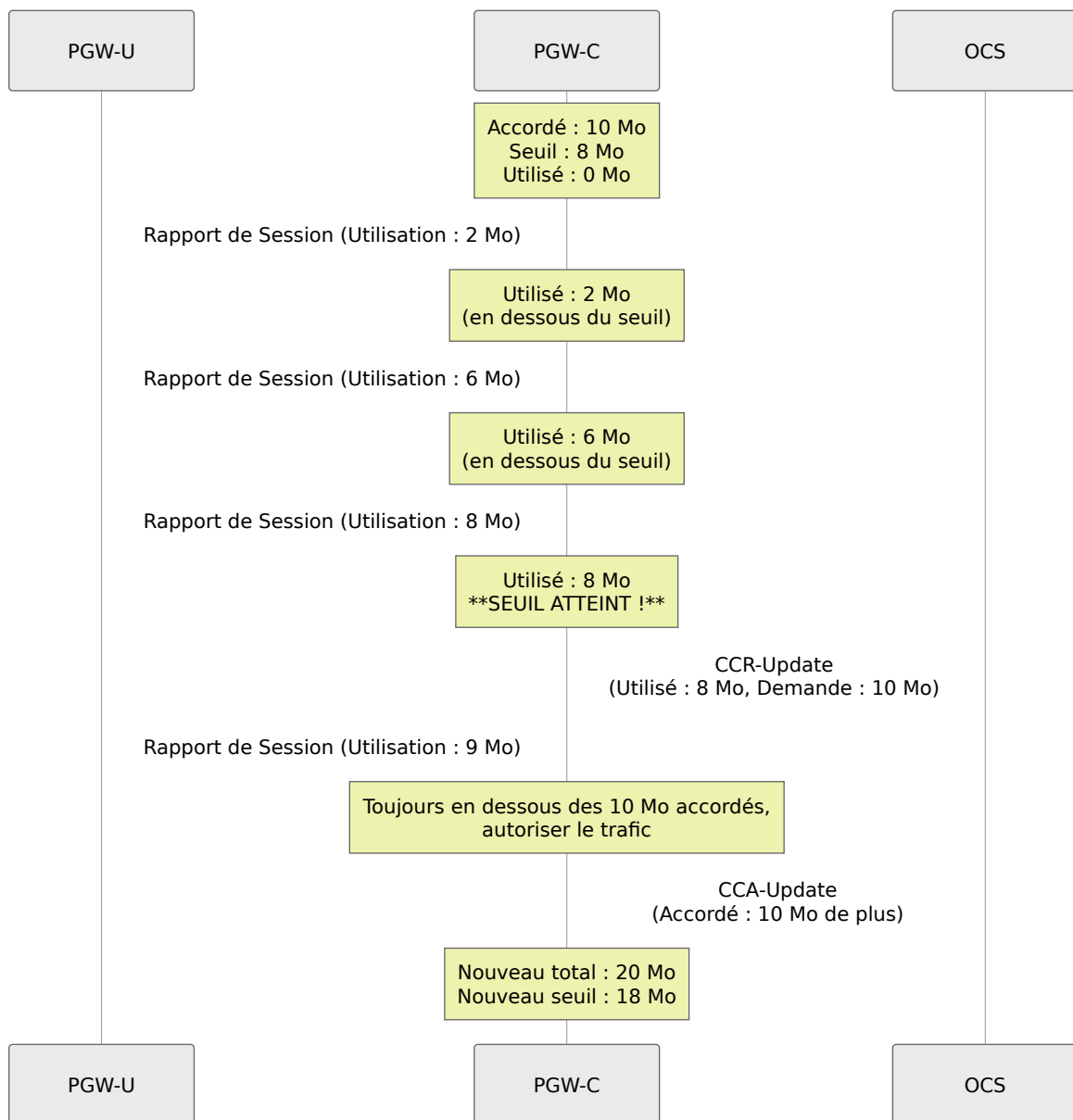
Volume-Quota-Threshold: 80000000 octets (8 Mo)

Lorsque 8 Mo consommés → Déclencher CCR-Update

Tampon restant : 2 Mo (permet du temps pour la réponse de l'OCS)

Surveillance PGW-C :

Le PGW-C surveille l'utilisation via les **Rapports de Session PFCP** du PGW-U :



Indication de l'Unité Finale

Que se passe-t-il lorsque le crédit est épuisé ?

L'OCS inclut l'AVP **Final-Unit-Indication** dans CCA pour spécifier l'action :

Final-Unit-Action	Valeur	Comportement du PGW-C
TERMINATE	0	Bloquer tout le trafic, initier la terminaison de session
REDIRECT	1	Rediriger le trafic vers le portail (par exemple, page de rechargement)
RESTRICT_ACCESS	2	Autoriser l'accès uniquement à des services spécifiques (par exemple, serveur de rechargement)

Exemple : Unité Finale avec Redirection

```

CCA (Mise à Jour)
├─ Multiple-Services-Credit-Control
│   ├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
│   ├── Granted-Service-Unit
│   │   └─ CC-Total-Octets: 10000000 (dernier 1 Mo)
│   └─ Final-Unit-Indication
│       ├── Final-Unit-Action: REDIRECT (1)
│       └─ Redirect-Server (Grouped)
│           ├── Redirect-Address-Type: URL (2)
│           └─ Redirect-Server-Address:
|               "http://topup.example.com"

```

Actions du PGW-C :

1. **TERMINATE** : Envoyer CCR-T, supprimer le support
 2. **REDIRECT** : Installer une règle PFCP pour rediriger HTTP vers l'URL de rechargement
 3. **RESTRICT_ACCESS** : Installer des règles PFCP permettant uniquement les IP sur liste blanche
-

Contrôle de Chargement de Support

Qu'est-ce qui Contrôle si un Support est Chargé ?

Spécification 3GPP : TS 23.203, TS 29.212, TS 32.251

Le chargement de support est contrôlé par des **Règles PCC** fournies par le PCRF via l'interface Gx. Voir [Interface Diameter Gx](#) pour la documentation complète des règles PCC.

Flux de Décision de Chargement :

Demande de
Configuration de
Support

PGW-C envoie CCR-I au
PCRF

PCRF retourne les
Règles PCC

La Règle PCC
spécifie-t-elle le
chargement en ligne ?

Oui

Non

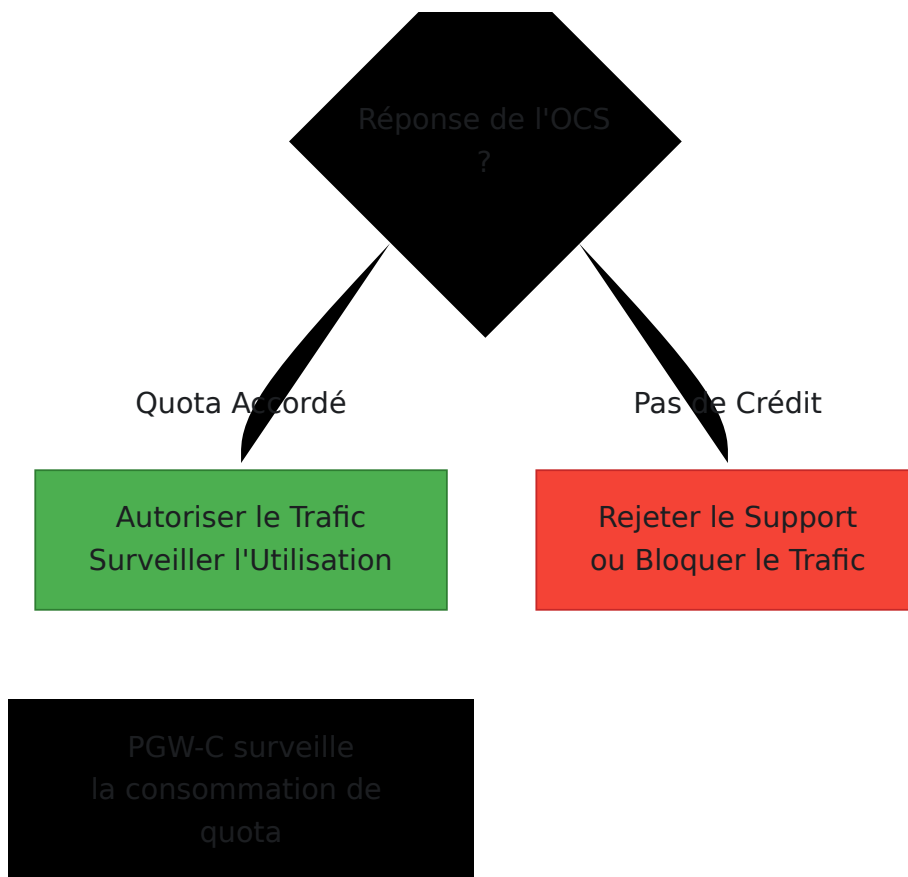
Extraire le Rating-Group
de la Règle PCC

Aucun chargement en
ligne
pour ce support

PGW-C envoie CCR-I
à l'OCS

Autoriser le Trafic
Pas de Chargement





Règle PCC avec Informations de Chargement

Réponse PCRF (CCA-I sur Gx) :

```
CCA (Interface Gx)
├─ Charging-Rule-Definition (Grouped)
│   ├── Charging-Rule-Name: "prepaid_data_rule"
│   ├── Rating-Group: 100
│   ├── Online: 1 (activer le chargement en ligne)
│   ├── Offline: 0 (désactiver le chargement hors ligne)
│   ├── Metering-Method: VOLUME (1)
│   ├── Precedence: 100
│   ├── Flow-Information: [...]
│   └─ QoS-Information: [...]
```

AVPs de Chargement Clés dans les Règles PCC :

Nom de l'AVP	Code de l'AVP	Valeurs	Description
Rating-Group	432	Unsigned32	Catégorie de chargement (correspond à la tarification dans l'OCS)
Online	1009	0=Désactiver, 1=Activer	Activer le chargement en ligne (Gy)
Offline	1008	0=Désactiver, 1=Activer	Activer le chargement hors ligne (Gz)
Metering-Method	1007	0=Durée, 1=Volume, 2=Les Deux	Ce qu'il faut mesurer
Reporting-Level	1011	0=Service, 1=Groupe de Tarification	Granularité des rapports d'utilisation

Matrice de Décision de Chargement de Support

En Ligne	Hors Ligne	Rating-Group	Comportement
1	0	Présent	Chargement en ligne uniquement (prépayé)
0	1	Présent	Chargement hors ligne uniquement (postpayé)
1	1	Présent	Chargement en ligne et hors ligne (convergent)
0	0	-	Aucun chargement (service gratuit)

Groupes de Tarification Multiples

Une seule connexion PDN peut avoir **plusieurs supports avec différents groupes de tarification** :

Scénario Exemple :

Support par Défaut (Internet)

└─ Rating-Group: 100 (Données Standard)

└─ Online: 1

Support Dédié 1 (Streaming Vidéo)

└─ Rating-Group: 200 (Service Vidéo)

└─ Online: 1

Support Dédié 2 (Voix IMS)

└─ Rating-Group: 300 (Voix)

└─ Online: 1

Comportement Gy du PGW-C :

- **Un seul CCR-I** avec plusieurs sections MSCC (Multiple-Services-Credit-Control) :

```
CCR-Initial
├─ Session-Id: "..."/>

```

Réponse de l'OCS :

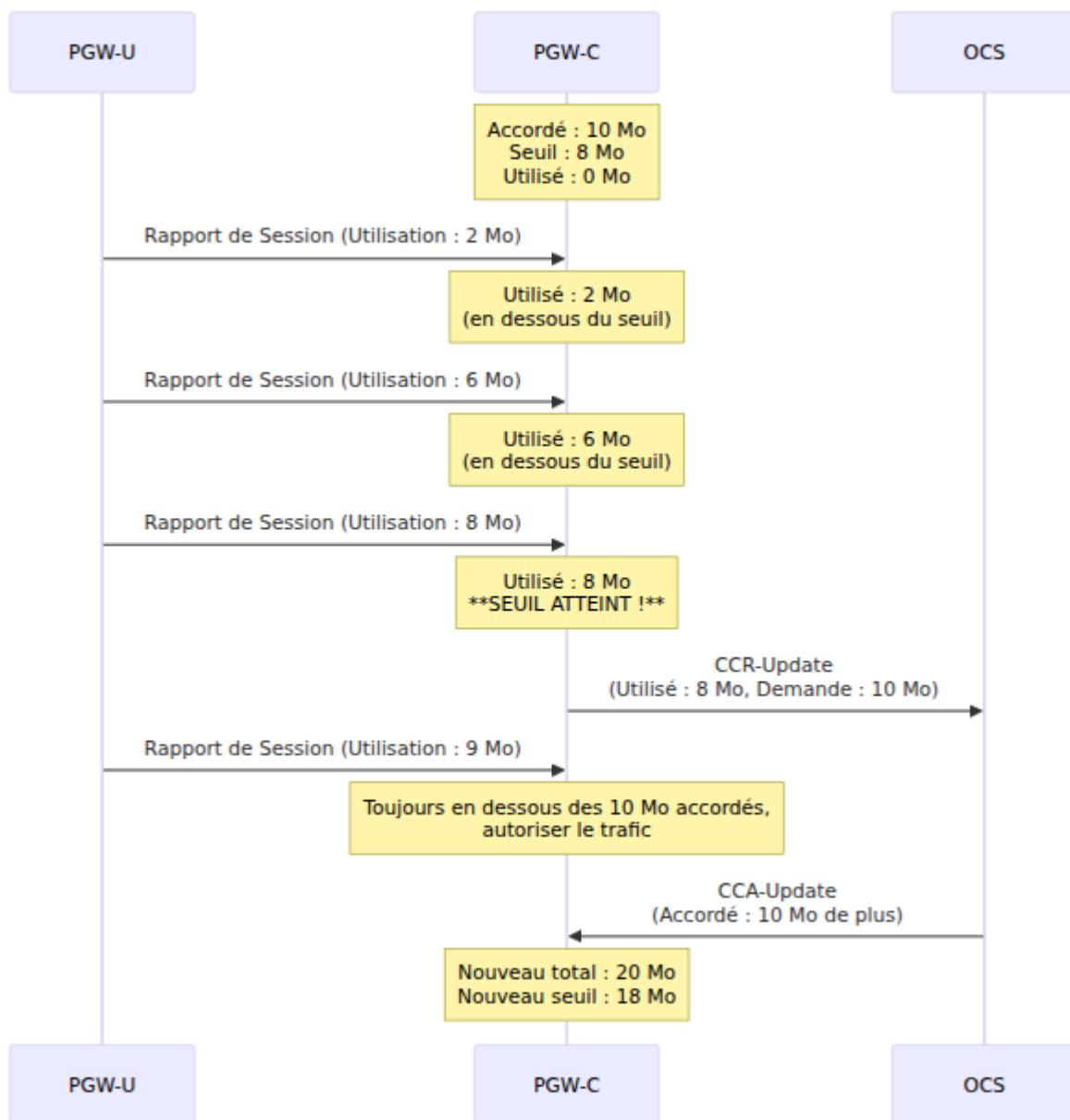
```
CCA-Initial
├─ Multiple-Services-Credit-Control
│   ├── [Rating-Group: 100] → Accordé : 10 Mo
│   ├── [Rating-Group: 200] → Accordé : 5 Mo (vidéo plus cher)
│   └─ [Rating-Group: 300] → Accordé : 60 secondes
```

Application du Chargement par Service

Le PGW-C suit le quota par Rating-Group :

```
# Pseudocode
state.charging_quotas = %{
  100 => %{granted: 10_000_000, used: 0, threshold: 8_000_000},
  200 => %{granted: 5_000_000, used: 0, threshold: 4_000_000},
  300 => %{granted: 60_000, used: 0, threshold: 48_000} #
millisecondes
}
```

Surveillance de l'Utilisation par Support :



Contrôle de Crédit pour Plusieurs Services

AVP MSCC (Multiple-Services-Credit-Control)

But : Regrouper les informations de chargement pour un service/groupe de tarification spécifique

Structure :

```

Multiple-Services-Credit-Control (Grouped, AVP 456)
├─ Service-Identifier (Unsigned32, AVP 439)
├─ Rating-Group (Unsigned32, AVP 432)
├─ Requested-Service-Unit (Grouped, AVP 437)
│   ├─ CC-Time (Unsigned32, AVP 420)
│   ├─ CC-Total-Octets (Unsigned64, AVP 421)
│   ├─ CC-Input-Octets (Unsigned64, AVP 412)
│   └─ CC-Output-Octets (Unsigned64, AVP 414)
├─ Used-Service-Unit (Grouped, AVP 446)
│   └─ [Même structure que Requested-Service-Unit]
├─ Granted-Service-Unit (Grouped, AVP 431)
│   └─ [Même structure que Requested-Service-Unit]
├─ Validity-Time (Unsigned32, AVP 448)
├─ Result-Code (Unsigned32, AVP 268)
└─ Final-Unit-Indication (Grouped, AVP 430)
    └─ Final-Unit-Action (Enumerated, AVP 449)

```

Service-Identifiant vs. Rating-Group

Attribut	Service-Identifiant	Rating-Group
But	Identifie le type de service	Identifie la catégorie de chargement
Exemple	1=Données, 2=Voix, 3=SMS	100=Régulier, 200=Premium
Granularité	Classification large	Tarification spécifique
Requis	Optionnel	Requis pour le chargement
Mapping	Peut mapper à plusieurs RGs	Tarification unique dans l'OCS

Exemple :

```
Service-Identifiant: 1 (Service de Données)
└─ Rating-Group: 100 (Données Standard - 0,01 $/Mo)
└─ Rating-Group: 200 (Données Premium - 0,05 $/Mo)

Service-Identifiant: 2 (Voix)
└─ Rating-Group: 300 (Appels Voix - 0,10 $/min)
```

Configuration

Configuration de Base de Gy

Modifier `config/runtime.exs` :

```

config :pgw_c,
  gy: %{
    # Activer ou désactiver le chargement en ligne globalement
    enabled: true,

    # Délai de connexion OCS (millisecondes)
    timeout_ms: 5000,

    # Quota par défaut à demander (octets) si non spécifié par le
    PCRF
    default_requested_quota: 10_000_000, # 10 Mo

    # Pourcentage de seuil pour la ré-autorisation
    # (0.8 = déclencher CCR-Update à 80 % de quota consommé)
    quota_threshold_percentage: 0.8,

    # Action lorsque le délai d'attente OCS se produit
    # Options : :block, :allow
    timeout_action: :block,

    # Action lorsque l'OCS ne retourne pas de crédit
    # Options : :terminate, :redirect
    no_credit_action: :terminate,

    # URL de redirection pour le rechargement (utilisée si
    no_credit_action: :redirect)
    topup_redirect_url: "http://topup.example.com"
  },
  diameter: %{
    listen_ip: "0.0.0.0",
    host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",

    # Configuration des pairs OCS
    peer_list: [
      # PCRF pour le contrôle de politique (Gx)
      %{
        host: "pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        ip: "10.0.0.30",
        initiate_connection: true
      },
      # OCS pour le chargement en ligne (Gy)

```

```
%{
  host: "ocs.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
  realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
  ip: "10.0.0.40",
  initiate_connection: true
}
]
```

Explication des Paramètres de Configuration

enabled

- **true** : Chargement en ligne actif, messages CCR envoyés à l'OCS
- **false** : Chargement en ligne désactivé, pas de messages Gy

timeout_ms

- Temps d'attente pour la réponse CCA de l'OCS
- Recommandé : 3000-5000 ms

default_requested_quota

- Quota par défaut à demander si le PCRF ne spécifie pas
- Valeurs typiques : 1-100 Mo

quota_threshold_percentage

- Déclencher CCR-Update lorsque ce % de quota est consommé
- Recommandé : 0.75-0.85 (75%-85%)
- Plus élevé = moins de messages, mais risque d'épuisement du quota
- Plus bas = plus de messages, mais plus sûr

timeout_action

- **:block** - Bloquer le trafic si l'OCS ne répond pas (plus sûr, prévient la perte de revenus)
- **:allow** - Autoriser le trafic si l'OCS ne répond pas (meilleure UX, risque de revenus)

no_credit_action

- **:terminate** - Supprimer le support lorsque le crédit est épuisé
- **:redirect** - Rediriger vers le portail de rechargement

Configuration Spécifique à l'Environnement

Production (abonnés prépayés) :

```
config :pgw_c,  
  gy: %{\br/>    enabled: true,  
    timeout_action: :block,  
    no_credit_action: :terminate,  
    quota_threshold_percentage: 0.8  
  }
```

Test/Développement :

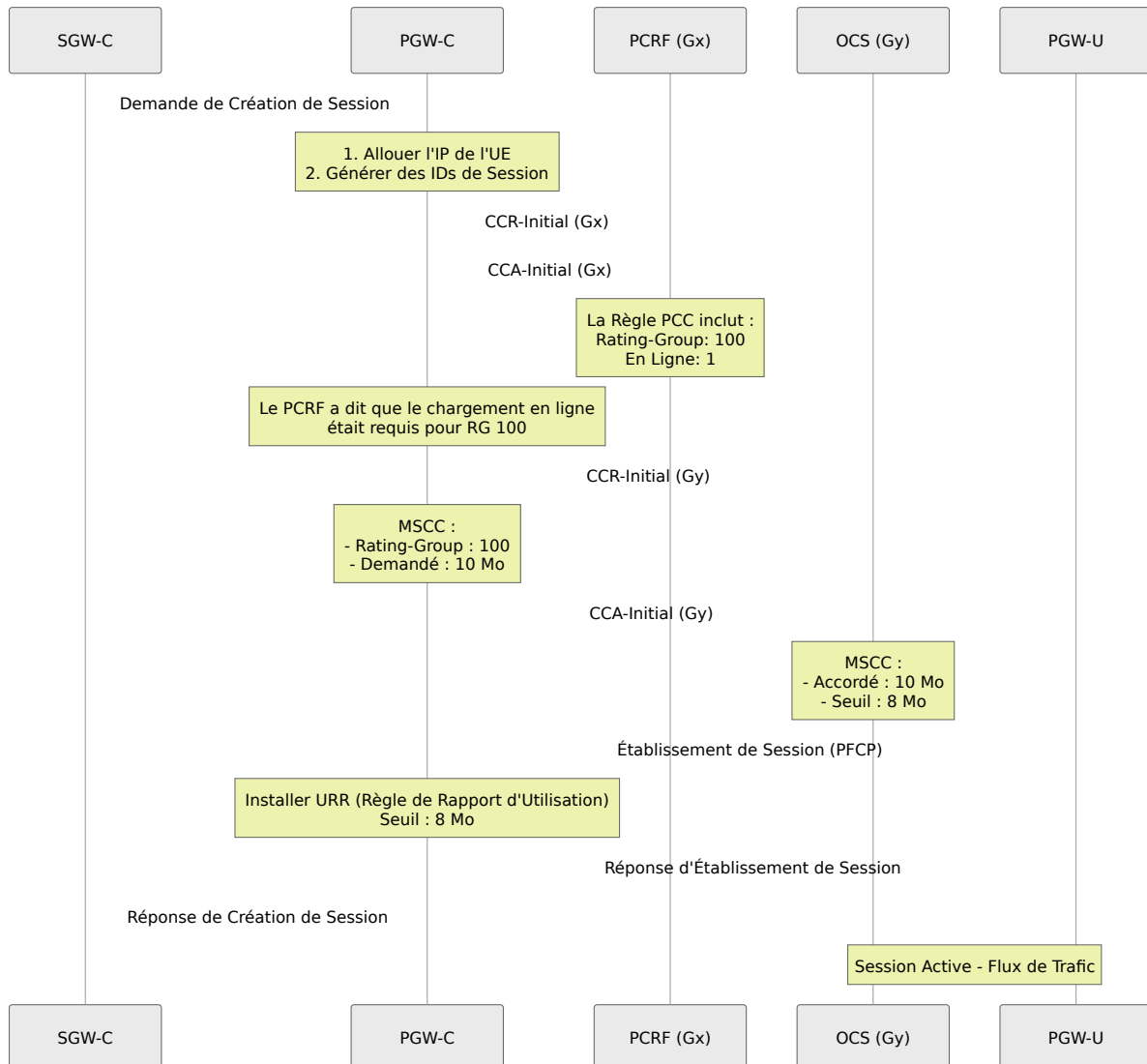
```
config :pgw_c,  
  gy: %{\br/>    enabled: false # Désactiver pour les tests  
  }
```

Hybride (certains prépayés, certains postpayés) :

```
config :pgw_c,  
  gy: %{\br/>    enabled: true, # Contrôlé par abonné par le PCRF  
    timeout_action: :allow, # Ne pas bloquer les postpayés en cas  
d'échec de l'OCS  
    no_credit_action: :terminate  
  }
```

Flux de Messages

Session Réussie avec Chargement en Ligne



Ré-autorisation de Quota (CCR-Update)

Demande de
Configuration de
Support

PGW-C envoie CCR-I au
PCRF

PCRF retourne les
Règles PCC

OmniCore
5GC ▼

OmniCall
▼

OmniRAN
▼

OmniCharge
▼

Platform
▼

🇫🇷 Français ▼



Oui

Extraire le Rating-Group
de la Règle PCC

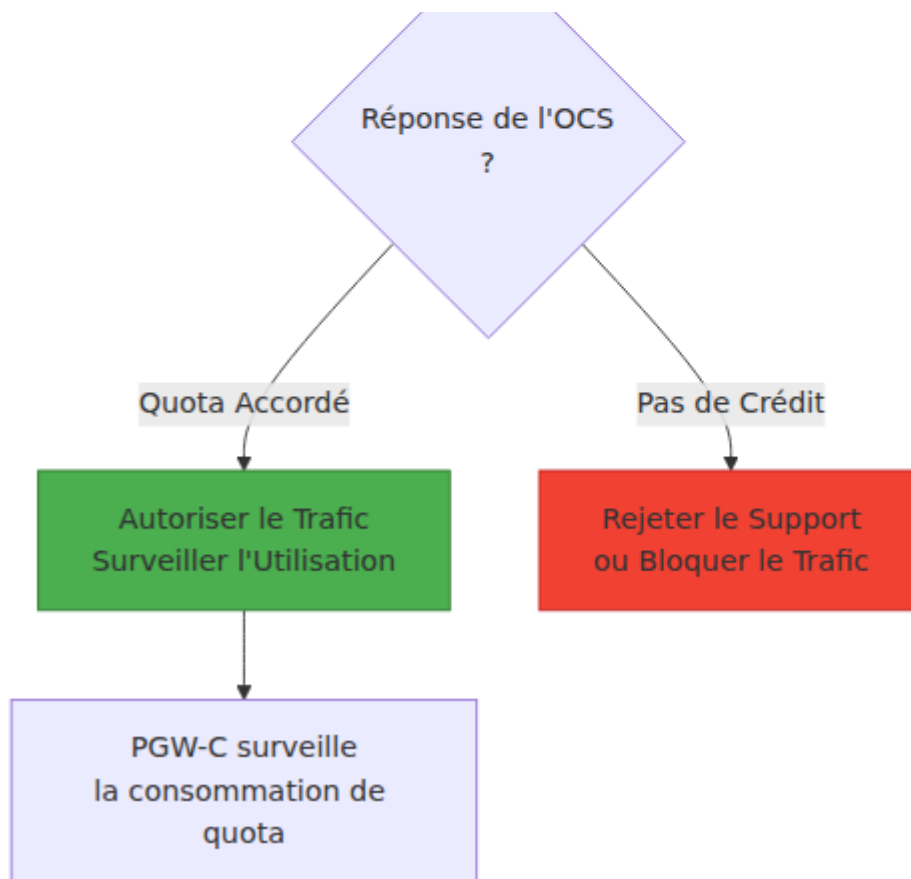
PGW-C envoie CCR-I
à l'OCS



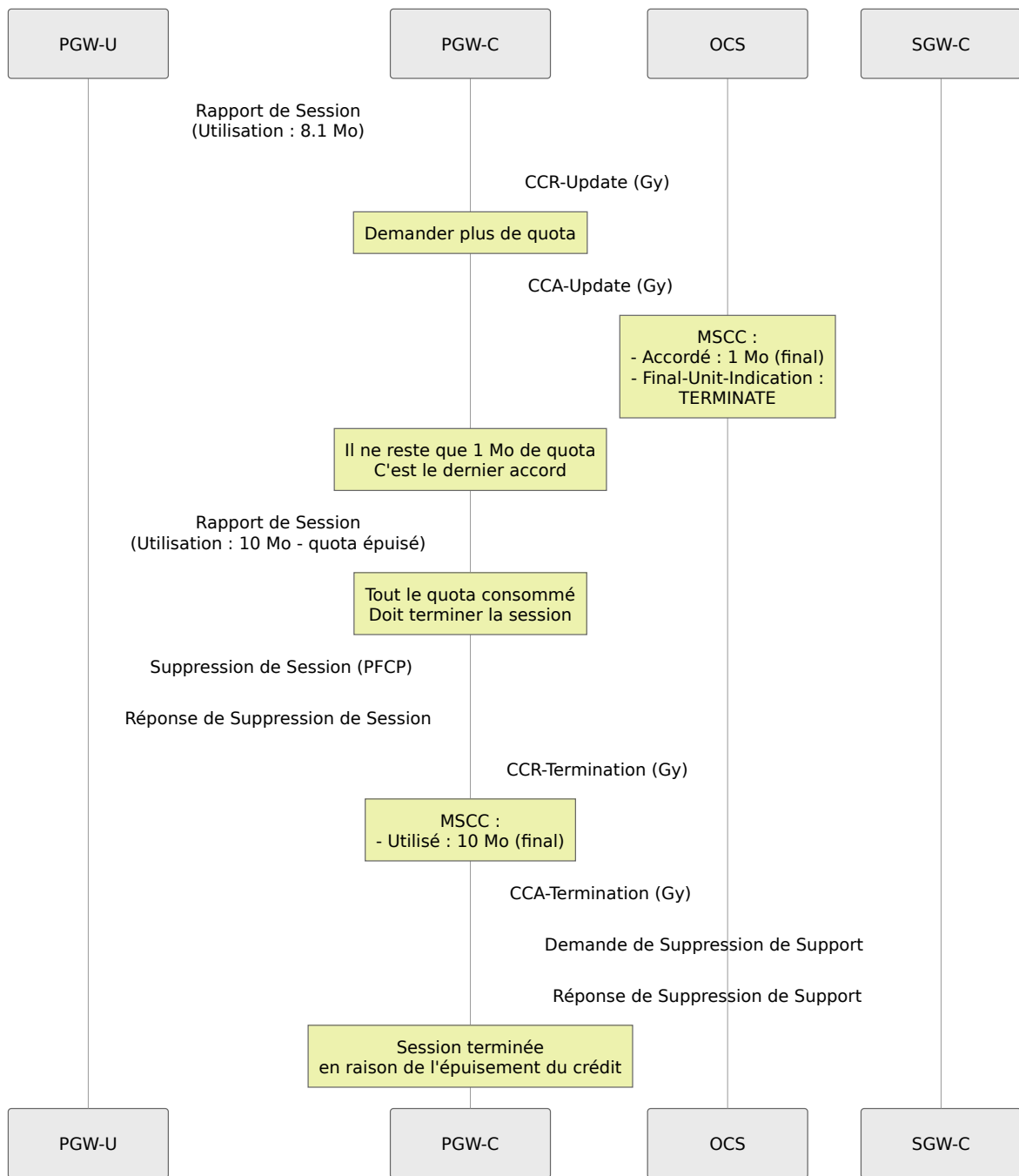
Non

Aucun chargement en
ligne
pour ce support

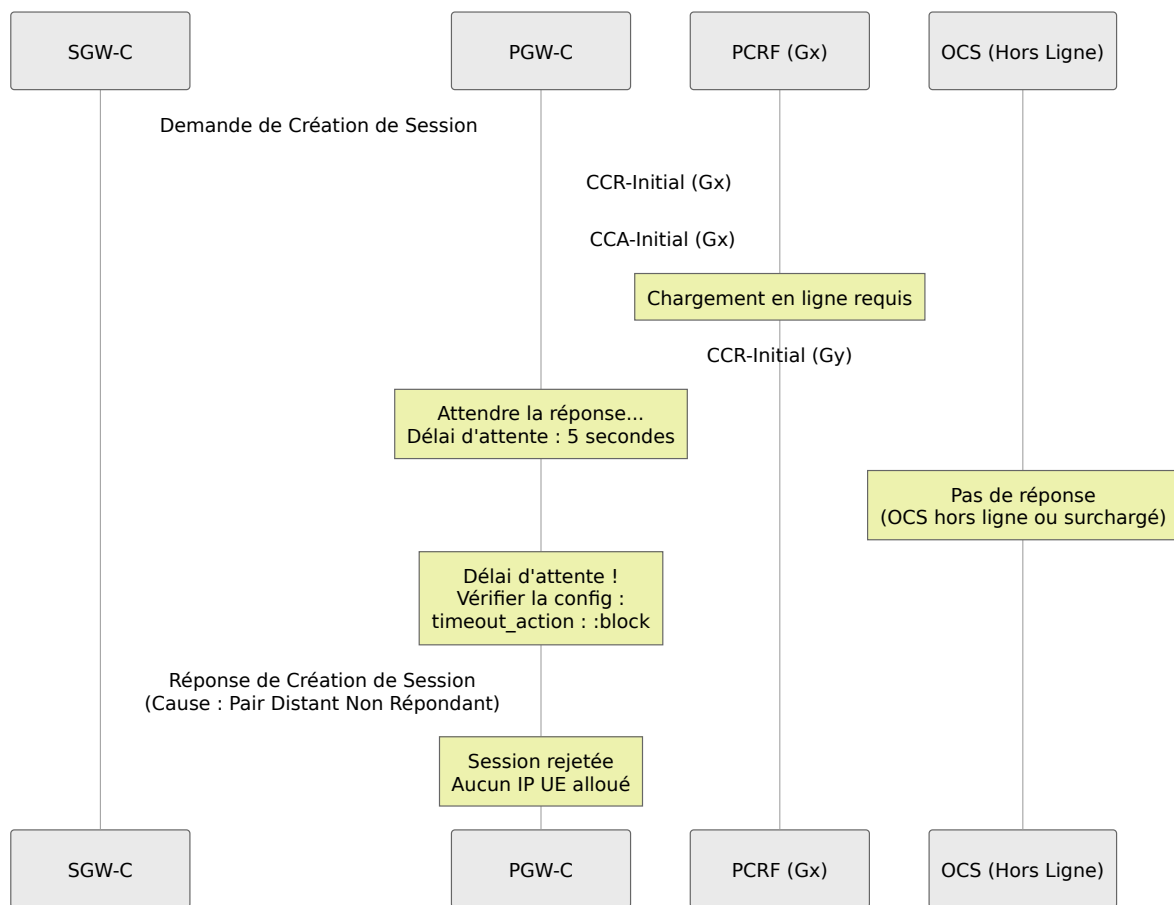
Autoriser le Trafic
Pas de Chargement



Épuisement de Crédit (Unité Finale)



Gestion des Délai d'Attente de l'OCS



Gestion des Erreurs

Codes de Résultat

Codes de Succès :

Code	Nom	Action
2001	DIAMETER_SUCCESS	Continuer avec le quota accordé

Échecs Transitoires (4xxx) :

Code	Nom	Action PGW-C
4010	DIAMETER_TOO_BUSY	Réessayer avec un délai
4011	DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY	Journaliser l'erreur, peut réessayer
4012	DIAMETER_CREDIT_LIMIT_REACHED	Terminer ou rediriger

Échecs Permanents (5xxx) :

Code	Nom	Action PGW-C
5003	DIAMETER_AUTHORIZATION_REJECTED	Rejeter la session
5031	DIAMETER_USER_UNKNOWN	Rejeter la session (abonné invalide)

Codes de Résultat par Service

Important : Le Result-Code peut apparaître à **deux niveaux** :

1. **Niveau de message** - Résultat global
2. **Niveau MSCC** - Résultat par service

Exemple :

```
CCA-Initial
├─ Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001) ← Niveau de message : OK
└─ Multiple-Services-Credit-Control
    ├─ [Rating-Group: 100]
    │   └─ Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001) ← RG 100 : OK
    └─ [Rating-Group: 200]
        └─ Result-Code: DIAMETER_CREDIT_LIMIT_REACHED (4012) ←
RG 200 : Pas de crédit
```

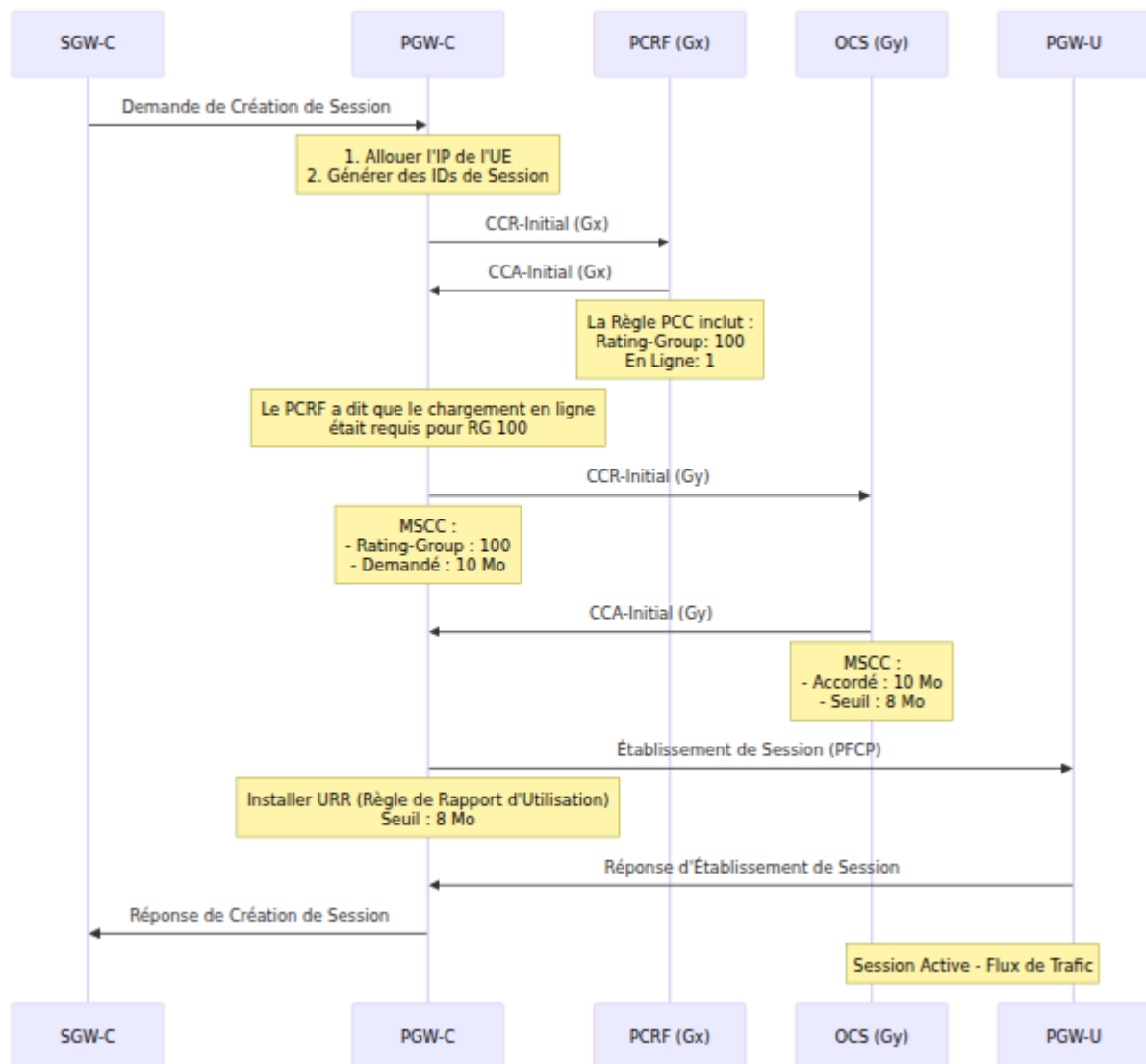
Comportement PGW-C :

- Autoriser le trafic pour le Rating-Group 100
- Bloquer le trafic pour le Rating-Group 200

Intégration avec Gx

L'interface Gx (contrôle de politique PCRF) détermine si le chargement en ligne est requis et fournit le Rating-Group qui entraîne le chargement Gy. Voir [Interface Diameter Gx](#) pour la documentation complète du contrôle de politique.

Relation entre Gx et Gy



Flux d'Intégration

1. Configuration de Support :

```
PGW-C reçoit une Demande de Création de Session
↓
Envoyer CCR-I au PCRF (Gx)
↓
Recevoir CCA-I avec Règles PCC
↓
Analyser les Règles PCC :
  - La règle a-t-elle un Rating-Group ?
  - En Ligne = 1 ?
↓
Si OUI :
  Envoyer CCR-I à l'OCS (Gy) avec Rating-Group
  ↓
  Recevoir CCA-I avec quota
  ↓
  Si quota accordé : Procéder
  Si pas de crédit : Rejeter le support
Si NON :
  Procéder sans chargement en ligne
```

2. Mise à jour de Politique Dynamique (RAR du PCRF) :

```
Le PCRF envoie RAR (Re-Auth-Request) sur Gx
↓
Nouvelle Règle PCC ajoutée avec En Ligne=1, Rating-Group=200
↓
PGW-C envoie CCR-U à l'OCS (Gy)
  - Ajouter MSCC pour Rating-Group 200
↓
L'OCS accorde un quota pour le nouveau service
↓
Installer un support dédié avec chargement en ligne
```

Dépannage

Problèmes Courants

1. Délai d'Attente CCR-Initial vers OCS

Symptômes :

- Les sessions échouent avec "délai d'attente OCS"
- Journal : "Délai d'attente CCR-Initial (Gy)"

Causes Possibles :

- OCS non accessible
- IP OCS incorrect dans la configuration
- Pare-feu bloquant le port Diameter (3868)
- OCS surchargé

Résolution :

```
# Tester la connectivité réseau
ping <ocs_ip>

# Tester le port Diameter (TCP 3868)
telnet <ocs_ip> 3868

# Vérifier la configuration
# Assurez-vous que le pair OCS est configuré dans peer_list
```

2. Sessions Rejetées par l'OCS

Symptômes :

- CCA-I avec Result-Code != 2001
- Échec de la Réponse de Création de Session

Codes de Résultat Courants :

Code de Résultat	Cause Probable	Résolution
4012	Limite de crédit atteinte	L'abonné doit recharger
5003	Autorisation rejetée	Vérifier les autorisations de l'abonné
5031	Utilisateur inconnu	Provisionner l'abonné dans l'OCS

Étapes de Débogage :

1. Vérifier les journaux de l'OCS pour la raison du rejet
2. Vérifier le solde de l'abonné dans l'OCS
3. Vérifier que l'IMSI/MSISDN dans CCR-I correspond à l'enregistrement de l'abonné

3. Épuisement de Quota Non Détecté

Symptômes :

- L'utilisateur continue d'utiliser des données après épuisement du solde
- Aucun CCR-Update envoyé

Causes Possibles :

- URR (Règle de Rapport d'Utilisation) non installée dans PGW-U
- Seuil non configuré correctement
- Rapports de Session PFCP non reçus

Étapes de Débogage :

1. Vérifier URR dans l'Établissement de Session PFCP :

Créer URR

```
|— URR-ID: 1
|— Measurement-Method: VOLUME
|— Volume-Threshold: 80000000 (8 Mo)
|— Reporting-Triggers: VOLUME_THRESHOLD
```

2. Vérifier les journaux PGW-U pour les rapports d'utilisation

3. Vérifier `quota_threshold_percentage` dans la config

4. Groupe de Tarification Incorrect

Symptômes :

- L'OCS rejette avec "Groupe de Tarification Inconnu"
- Les sessions échouent

Cause :

- Groupe de Tarification dans CCR-I ne correspond pas à la configuration de l'OCS
- PCRF a provisionné un Groupe de Tarification invalide

Résolution :

1. Vérifier le Groupe de Tarification dans la Règle PCC du PCRF
 2. Vérifier la configuration de l'OCS pour les Groupes de Tarification valides
 3. Assurer le mapping entre les Règles PCC et les tarifs de l'OCS
-

Surveillance

Métriques Clés

```
# Taux de messages Gy
rate(gy_inbound_messages_total{message_type="cca"}[5m])
rate(gy_outbound_messages_total{message_type="ccr"}[5m])

# Taux d'erreurs Gy
rate(gy_inbound_errors_total[5m])

# Événements d'épuisement de quota
rate(gy_quota_exhausted_total[5m])

# Taux de délai d'attente OCS
rate(gy_timeout_total[5m])

# Durée de traitement des messages Gy
histogram_quantile(0.95,
rate(gy_inbound_handling_duration_bucket[5m]))
```

Alertes

```
# Alerte sur un taux d'erreur Gy élevé
- alert: GyErrorRateHigh
  expr: rate(gy_inbound_errors_total[5m]) > 0.1
  for: 5m
  annotations:
    summary: "Taux d'erreur Gy élevé détecté"

# Alerte sur délai d'attente OCS
- alert: OcsTimeout
  expr: rate(gy_timeout_total[5m]) > 0.05
  for: 2m
  annotations:
    summary: "Délai d'attente OCS en cours"

# Alerte sur une montée en flèche de l'épuisement de crédit
- alert: CreditExhaustionSpike
  expr: rate(gy_quota_exhausted_total[5m]) > 10
  for: 5m
  annotations:
    summary: "Taux élevé d'épuisement de crédit"
```

Interface Web - Simulateur de Contrôle de Crédit Gy

OmniPGW inclut un simulateur Gy/Ro intégré pour tester la fonctionnalité de chargement en ligne sans nécessiter un OCS externe.

Accès : `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/gy_simulator`

But : Tester et simuler des scénarios de chargement en ligne pour les abonnés prépayés

Fonctionnalités :

1. Paramètres de Demande

- **IMSI** - Identité de l'abonné (par exemple, "310170123456789")
- **MSISDN** - Numéro de téléphone (par exemple, "14155551234")
- **Unités Demandées** - Montant du quota à demander (en octets)
- **ID de Service** - Identifiant de type de service
- **Groupe de Tarification** - Catégorie de chargement

2. Simulation CCR-I

- Envoyer CCR-Initial (Demande de Contrôle de Crédit Initial)
- Simule la demande de quota initiale lors de l'établissement de session
- Teste l'intégration de l'OCS sans trafic en direct

3. Cas d'Utilisation

- **Tests de Développement** - Tester l'interface Gy pendant le développement

- **Intégration OCS** - Vérifier la connectivité et les réponses de l'OCS
- **Tests de Quota** - Tester différents scénarios de quota
- **Dépannage** - Déboguer les problèmes de chargement
- **Démonstration** - Démontrer le chargement en ligne aux parties prenantes

Comment Utiliser :

1. Saisir les détails de l'abonné (IMSI, MSISDN)
2. Définir les unités demandées (par exemple, 1000000 pour 1 Mo)
3. Configurer l'ID de Service et le Groupe de Tarification
4. Cliquer sur "Envoyer CCR-I"
5. Voir la réponse de l'OCS et le quota accordé

Avantages :

- Pas besoin d'OCS externe pendant les tests
- Validation rapide de la logique de chargement
- Environnement de test sûr
- Utile pour la formation et les démonstrations

Documentation Connexe

Chargement et Politique

- **Interface Diameter Gx** - Contrôle de politique PCRF, règles PCC qui déclenchent le chargement en ligne
- **Format CDR de Données** - Enregistrements de chargement hors ligne pour la facturation postpayée
- **Guide de Configuration** - Paramètres de configuration complets pour le chargement en ligne

Gestion de Session

- **Gestion de Session** - Cycle de vie de la session PDN, gestion des supports

- **Interface PFCP** - Rapport d'utilisation du PGW-U via URR
- **Interface S5/S8** - Configuration et suppression de support GTP-C

Opérations

- **Guide de Surveillance** - Métriques Gy, suivi de quota, alertes de délai d'attente OCS
- **Allocation d'IP UE** - Configuration de pool IP pour les sessions chargées

[Retour au Guide des Opérations](#)

Documentation de l'interface Gn/Gp

Communication GTP-C avec SGSN (réseaux 2G/3G)

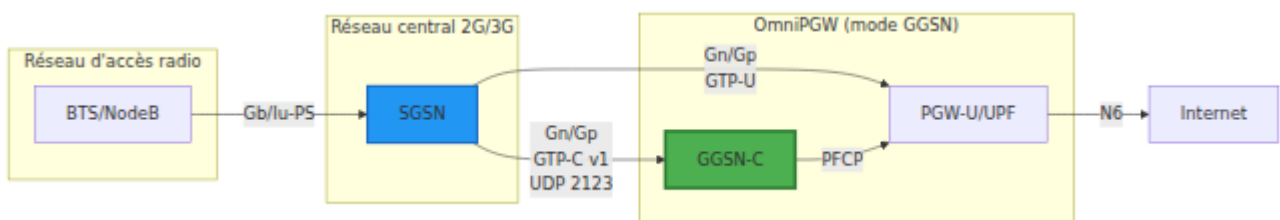
OmniPGW par Omnitouch Network Services

Vue d'ensemble

L'**interface Gn/Gp** permet à OmniPGW de fonctionner comme un **GGSN** (Gateway GPRS Support Node) pour les réseaux 2G/3G en utilisant le protocole **GTP-C v1**. Cette interface gère la gestion du contexte PDP (Packet Data Protocol) entre le GGSN et les SGSN.

- **Interface Gn** : Se connecte aux SGSN au sein du même PLMN (réseau domestique)
- **Interface Gp** : Se connecte aux SGSN dans d'autres PLMN (scénarios de roaming)

Les deux interfaces utilisent des protocoles identiques - la distinction est purement topologique.



Principales différences avec PGW (S5/S8)

Aspect	GGSN (Gn/Gp)	PGW (S5/S8)
Version du protocole	GTP-C v1	GTP-C v2
Spécification 3GPP	TS 29.060	TS 29.274
Concept de session	Contexte PDP	Session PDN + Porteuses
Identifiant de porteuse	NSAPI (0-15)	EBI (5-15)
Interface de politique	Aucune (politique statique)	Gx (PCRF)
Modèle QoS	Profil QoS R99	QoS de porteuse EPS (QCI)
Port	2123 (partagé)	2123

Détails du protocole

GTP-C Version 1

- **Protocole:** GTP-C v1 (3GPP TS 29.060)
- **Transport:** UDP
- **Port:** 2123 (partagé avec S5/S8 GTP-C v2)
- **Type d'interface:** Plan de contrôle

TEID (Identifiant de point de terminaison de tunnel)

Chaque contexte PDP a des TEID uniques pour le plan de contrôle et le plan utilisateur :

- **TEID de contrôle GGSN**: Alloué par OmniPGW pour les messages de contrôle entrants
- **TEID de données GGSN**: Alloué par UPF pour les données utilisateur entrantes
- **TEID de contrôle SGSN**: Fournit par SGSN pour les messages de contrôle sortants
- **TEID de données SGSN**: Fournit par SGSN pour les données utilisateur sortantes

Flux de message:

SGSN → GGSN: TEID de destination = TEID de contrôle du GGSN

GGSN → SGSN: TEID de destination = TEID de contrôle du SGSN

Support CUPS (Séparation du plan de contrôle et du plan utilisateur)

OmniPGW prend en charge l'architecture CUPS pour 2G/3G :

- **Adresse GSN pour la signalisation**: IP du plan de contrôle d'OmniPGW (à partir de `gn.local_ipv4_address`)
- **Adresse GSN pour le trafic utilisateur**: Adresse IP de l'UPF (à partir de la réponse d'établissement de session PFCP)

Cela permet au GGSN-C et au PGW-U/UPF de fonctionner sur des nœuds séparés avec des adresses IP différentes, ce qui est standard pour les déploiements CUPS.

NSAPI (Identifiant de point d'accès au service réseau)

Le NSAPI identifie les contextes PDP individuels au sein d'une session d'abonné :

- **Plage:** 5-15 (0-4 réservés)
 - **Utilisation:** Plusieurs contextes PDP par abonné possibles
 - **Équivalent:** Semblable à l'EBI dans LTE/EPC
-

Configuration

Configuration de base

```
# config/runtime.exs
config :pgw_c,
  # L'interface Gn/Gp est activée automatiquement lorsque la
  # configuration gn est présente
  gn: %{
    # Adresse IPv4 locale pour l'interface Gn
    local_ipv4_address: "10.0.0.20",

    # Optionnel : Adresse IPv6 locale
    local_ipv6_address: nil,

    # Port pour GTP-C v1 (partagé avec S5/S8)
    local_port: 2123
  },

  # Serveurs DNS retournés dans PC0 (partagés avec PGW)
  dns: %{
    primary_ipv4: {8, 8, 8, 8},
    secondary_ipv4: {8, 8, 4, 4}
  }
```

Paramètres de l'interface Gn

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>local_ipv4_address</code>	String	Oui	-	Adresse IPv4 à lier pour l'interface Gn. C'est l'adresse GGSN annoncée aux SGSN.
<code>local_ipv6_address</code>	String	Non	<code>nil</code>	Adresse IPv6 optionnelle. La plupart des réseaux 2G/3G sont uniquement IPv4.
<code>local_port</code>	Integer	Non	2123	Port UDP pour GTP-C. Port standard selon 3GPP TS 29.060 . Partagé avec S5/S8.

Paramètres DNS

Paramètre	Type	Requis	Par défaut	Description
<code>primary_ipv4</code>	Tuple	Non	<code>{8, 8, 8, 8}</code>	Adresse IPv4 du serveur DNS primaire retournée dans PCO.
<code>secondary_ipv4</code>	Tuple	Non	<code>{8, 8, 4, 4}</code>	Adresse IPv4 du serveur DNS secondaire retournée dans PCO.
<code>primary_ipv6</code>	Tuple	Non	<code>nil</code>	Adresse IPv6 du serveur DNS primaire.
<code>secondary_ipv6</code>	Tuple	Non	<code>nil</code>	Adresse IPv6 du serveur DNS secondaire.

Exigences réseau

Règles de pare-feu :

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

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

Types de messages

Gestion du contexte PDP

Demande de création de contexte PDP

Direction: SGSN → GGSN

But: Établir un nouveau contexte PDP pour la connectivité des données

Éléments d'information clés (IE) :

Nom de l'IE	Type	Description
IMSI	Identité	Identité internationale de l'abonné mobile
NSAPI	Entier	Identifiant de point d'accès au service réseau (5-15)
TEID Data I	Entier	Point de terminaison de tunnel du plan utilisateur du SGSN
TEID Control	Entier	Point de terminaison de tunnel du plan de contrôle du SGSN
End User Address	Adresse	Type de PDN demandé et IP optionnelle
Access Point Name	String	APN pour la connexion
GSN Address (Signalling)	IP	Adresse du plan de signalisation du SGSN
GSN Address (User)	IP	Adresse du plan utilisateur du SGSN
QoS Profile	Binaire	Paramètres QoS demandés
MSISDN	Identité	Numéro de téléphone mobile (optionnel)
Selection Mode	Enum	Mode de sélection de l'APN
Protocol Configuration Options	Options	Options de protocole supplémentaires

Exemple :

Demande de création de contexte PDP

- |— IMSI: 310260123456789
- |— NSAPI: 5
- |— TEID Data I: 0x12345678
- |— TEID Control: 0x87654321
- |— End User Address: IPv4 (dynamique)
- |— APN: internet
- |— GSN Address (Signalling): 10.1.1.100
- |— GSN Address (User): 10.1.1.100
- |— QoS Profile: [Paramètres QoS R99]
- |— PCO: [Demande DNS, etc.]

Réponse de création de contexte PDP

Direction: GGSN → SGSN

But: Accuser réception de la création du contexte PDP avec les ressources allouées

Éléments d'information clés :

Nom de l'IE	Type	Description
Cause	Résultat	Code de succès ou d'erreur
Reordering Required	Booléen	Indique si le réordonnancement est nécessaire
Recovery	Compteur	Compteur de redémarrage du GGSN
TEID Data I	Entier	Point de terminaison de tunnel du plan utilisateur du GGSN
TEID Control	Entier	Point de terminaison de tunnel du plan de contrôle du GGSN
NSAPI	Entier	NSAPI confirmé
Charging ID	Binaire	ID de corrélation de facturation
End User Address	Adresse	Adresse IP allouée de l'UE
GSN Address (Signalling)	IP	Adresse du plan de signalisation du GGSN
GSN Address (User)	IP	Adresse du plan utilisateur du GGSN
QoS Profile	Binaire	Paramètres QoS négociés
Protocol Configuration Options	Options	Serveurs DNS, etc.

Réponse de succès :

```
Réponse de création de contexte PDP
├─ Cause: Demande acceptée (128)
├─ TEID Data I: 0xAABBCCDD
├─ TEID Control: 0xDDCCBBAA
├─ NSAPI: 5
├─ Charging ID: 0x11223344
├─ End User Address
│   └─ IPv4: 100.64.1.42
├─ GSN Address (Signalling): 10.0.0.20
├─ GSN Address (User): 10.0.0.20
├─ QoS Profile: [QoS négocié]
└─ PCO
    ├── DNS primaire: 8.8.8.8
    └─ DNS secondaire: 8.8.4.4
```

Demande de mise à jour du contexte PDP

Direction: SGSN → GGSN

But: Modifier un contexte PDP existant (par exemple, relocalisation SGSN, changement de QoS)

Scénarios communs :

- Transfert inter-SGSN (mise à jour de la zone de routage)
- Renégociation de QoS
- Changement d'adresse SGSN

Éléments d'information clés :

Nom de l'IE	Description
NSAPI	Identifiant de contexte PDP
TEID Data I	Nouveau TEID du plan utilisateur du SGSN
GSN Address	Nouvelles adresses SGSN
QoS Profile	QoS mise à jour (optionnelle)

Réponse de mise à jour du contexte PDP

Direction: GGSN → SGSN

But: Accuser réception de la mise à jour du contexte PDP

Éléments d'information clés :

Nom de l'IE	Description
Cause	Code de succès ou d'erreur
TEID Data I	TEID du plan utilisateur du GGSN
GSN Address	Adresses GGSN
QoS Profile	QoS négociée

Demande de suppression du contexte PDP

Direction: SGSN → GGSN

But: Terminer un contexte PDP

Éléments d'information clés :

Nom de l'IE	Description
NSAPI	Contexte PDP à supprimer
Teardown Ind	Supprimer tous les contextes pour cet abonné

Réponse de suppression du contexte PDP

Direction: GGSN → SGSN

But: Accuser réception de la suppression du contexte PDP

Éléments d'information clés :

Nom de l'IE	Description
Cause	Code de succès ou d'erreur

Gestion des chemins

Demande / Réponse Echo

Direction: Bidirectionnelle

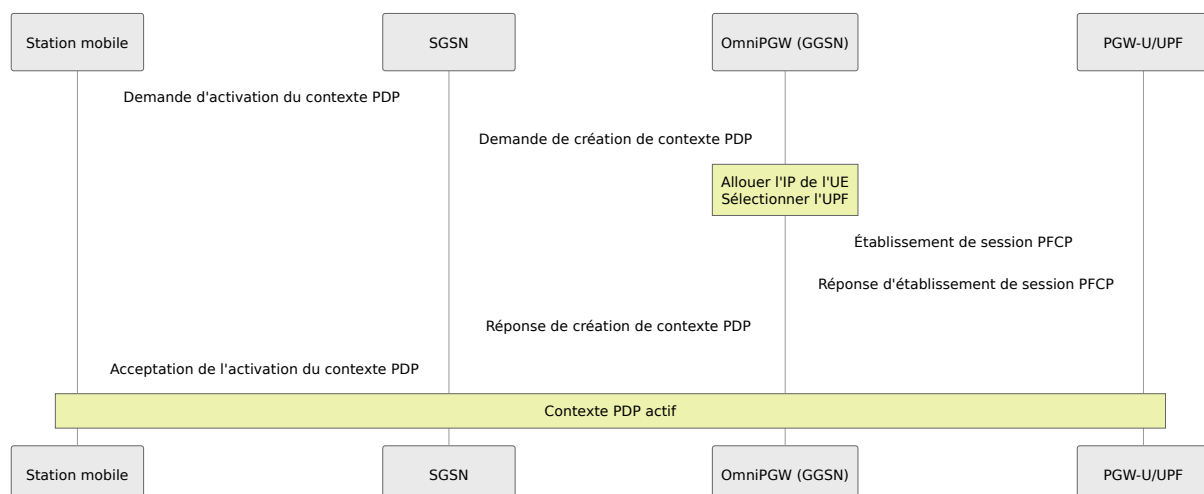
But: Maintien de chemin et détection de redémarrage

Éléments d'information clés :

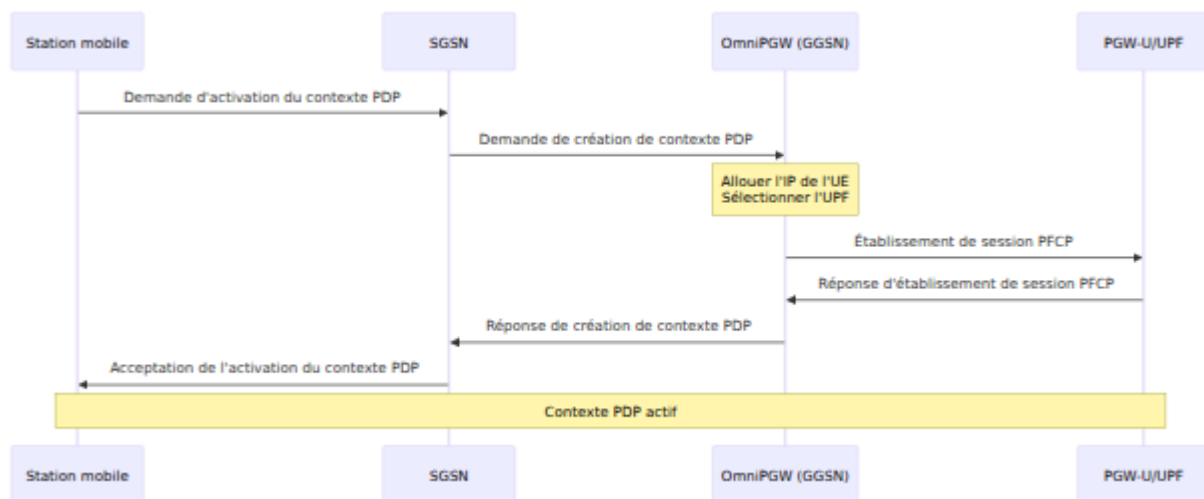
Nom de l'IE	Description
Recovery	Compteur de redémarrage pour détecter les redémarrages de nœuds

Flux de messages

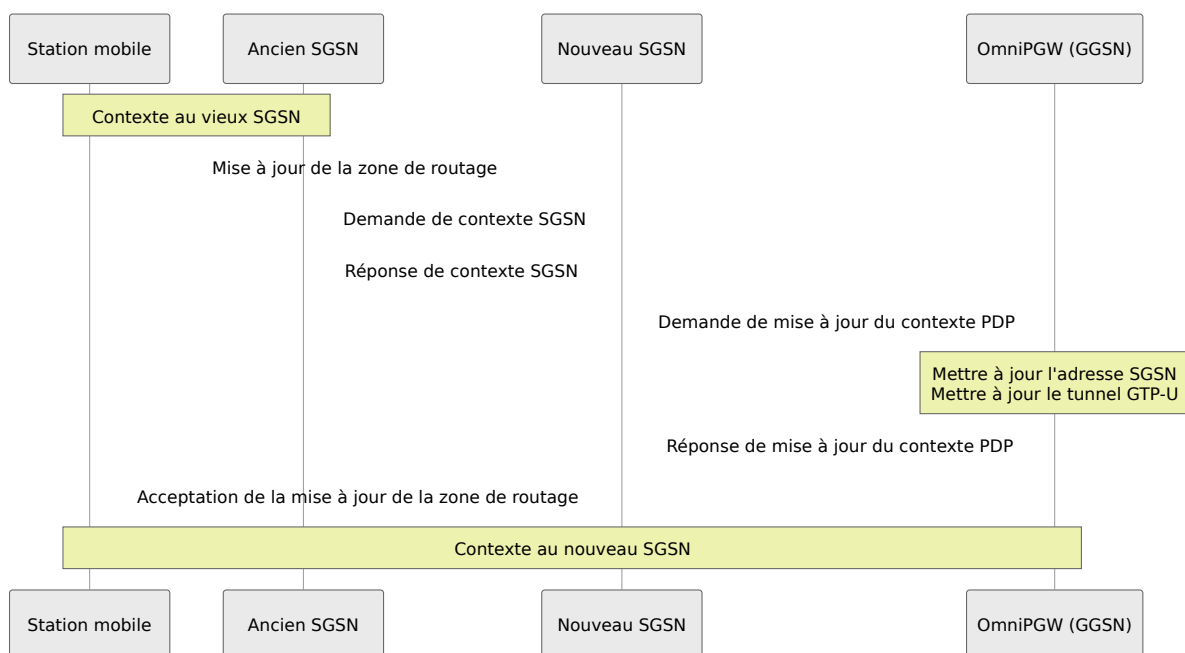
Activation du contexte PDP



Désactivation du contexte PDP



Transfert inter-SGSN



Infrastructure partagée

La fonctionnalité GGSN d'OmniPGW partage l'infrastructure avec le mode PGW

:

Allocation d'adresse IP UE

Utilise le même AddressRegistry et la configuration de sous-réseau que PGW.
Voir [Allocation d'IP UE](#) pour les détails de configuration.

Gestion de session UPF/PFCP

Utilise le même établissement de session PFCP que PGW :

- Règles PDR/FAR/QER créées par contexte PDP
- Sélection de l'UPF via la même configuration upf_selection
- Voir [Interface PFCP](#) pour les détails

Facturation en ligne (Gy)

Intégration Diameter Gy optionnelle disponible :

- Contrôle de crédit pour les abonnés prépayés
- Même configuration Gy que le mode PGW
- Voir [Interface Diameter Gy](#) pour la configuration

Génération de CDR

Utilise la même génération de CDR que PGW. Voir [Format de CDR de données](#) pour les détails.

Codes de cause

Succès

Code	Nom	Description
128	Demande acceptée	Opération réussie

Causes de rejet

Code	Nom	Quand utilisé
192	Inexistant	Contexte PDP non trouvé
193	Format de message invalide	Message GTP mal formé
194	IMSI inconnu	Abonné non trouvé
195	MS est détaché GPRS	MS non attaché
196	MS ne répond pas GPRS	MS injoignable
197	MS refuse	MS a rejeté la demande
198	Version non supportée	Incompatibilité de version GTP
199	Pas de ressources disponibles	Épuisement des ressources
200	Service non supporté	Service non pris en charge
201	IE obligatoire incorrect	Échec de validation de l'IE
202	IE obligatoire manquant	IE requis absent
203	IE optionnel incorrect	IE optionnel invalide
204	Échec système	Erreur interne
205	Restriction de roaming	Roaming non autorisé
206	Mismatch de signature P-TMSI	Échec de sécurité
207	Connexion GPRS suspendue	Connexion suspendue
208	Échec d'authentification	Échec d'authentification

Code	Nom	Quand utilisé
209	Échec d'authentification utilisateur	Échec d'authentification utilisateur

Surveillance

Métriques de l'interface Gn

```
# Compteurs de messages
gn_inbound_messages_total{message_type="create_pdp_context_request"}
gn_inbound_messages_total{message_type="update_pdp_context_request"}
gn_inbound_messages_total{message_type="delete_pdp_context_request"}

gn_outbound_messages_total{message_type="create_pdp_context_response"}
gn_outbound_messages_total{message_type="update_pdp_context_response"}
gn_outbound_messages_total{message_type="delete_pdp_context_response"}

# Latence des transactions
gn_outbound_transaction_duration_bucket
```

Requêtes utiles

Taux de création de contexte PDP :

```
rate(gn_inbound_messages_total{message_type="create_pdp_context_reque
[5m])
```

Taux de réussite :

```
sum(rate(gn_outbound_messages_total{message_type="create_pdp_context_r
[5m]))
/
sum(rate(gn_inbound_messages_total{message_type="create_pdp_context_r
[5m]))
```

Contextes PDP actifs :

```
gn_inbound_messages_total{message_type="create_pdp_context_request"}
-
gn_inbound_messages_total{message_type="delete_pdp_context_request"}
```

Dépannage

Problème : Pas de réponse à la demande de création de contexte PDP

Symptômes :

- SGSN envoie une demande de création de contexte PDP
- Pas de réponse reçue
- Délai d'attente au SGSN

Causes possibles :

1. Problème de connectivité réseau
2. OmniPGW n'écoute pas sur l'IP configurée
3. Pare-feu bloquant UDP 2123
4. Échec d'établissement UPF/PFCP

Débogage :

```
# Vérifier qu'OmniPGW écoute
netstat -ulnp | grep 2123

# Vérifier les paquets entrants
tcpdump -i any -n port 2123

# Vérifier la configuration
grep "local_ipv4_address" config/runtime.exs

# Vérifier la connectivité PFCP
curl http://pgw:9090/metrics | grep pfc
```

Problème : Création de contexte PDP rejetée

Symptômes :

- Réponse de création de contexte PDP avec code d'erreur
- Contexte PDP non établi

Causes courantes :

Cause 199 (Pas de ressources disponibles):

- Pool IP épuisé
- Vérifier: `curl http://pgw:9090/metrics | grep address_registry_count`
- Étendre le pool IP dans `ue.subnet_map`

Cause 202 (IE obligatoire manquant):

- SGSN n'envoie pas les IEs requis
- Vérifier la configuration du SGSN
- Examiner le message dans `tcpdump`

Cause 204 (Échec système):

- Échec UPF/PFCP
- Vérifier l'état d'association PFCP
- Examiner les journaux d'OmniPGW

Problème : Échec de mise à jour du contexte PDP

Symptômes :

- Réponse de mise à jour du contexte PDP avec code d'erreur
- Échec du transfert

Causes possibles :

- Contexte PDP non trouvé (TEID différent)
- Mismatch de NSAPI
- Session déjà supprimée

Débogage :

```
# Vérifier les sessions actives
curl http://pgw:9090/metrics | grep session_count

# Examiner les journaux pour la recherche de contexte
journalctl -u omnipgw | grep "PDP Context"
```

Meilleures pratiques

Conception réseau

1. Port partagé avec S5/S8

- Gn et S5/S8 partagent le port UDP 2123
- OmniPGW détecte automatiquement la version GTP à partir du message
- Une seule IP peut servir à la fois 2G/3G et 4G

2. Connectivité SGSN

- Assurez-vous que tous les SGSN peuvent atteindre l'IP du GGSN

- Envisagez un VLAN dédié pour le trafic Gn
- Planifiez le roaming (Gp) si applicable

3. Planification des adresses IP

- Les mêmes pools IP servent à la fois les modes PGW et GGSN
- Envisagez des pools basés sur l'APN séparés pour 2G/3G

Performance

1. Capacité de session

- Surveillez la métrique `session_count`
- Planifiez en fonction du nombre d'abonnés 2G/3G attendu
- Considérez que 2G/3G a généralement moins de sessions simultanées

2. Tailles de tampon UDP

- Recommandations identiques à S5/S8
- Typique : 4-8 Mo par socket

Considérations de migration

Lors de la migration d'un GGSN autonome vers OmniPGW :

1. Configuration de l'APN

- Assurez-vous que les APN correspondent à la configuration existante du GGSN
- Vérifiez les paramètres du serveur DNS dans PCO

2. Migration du pool IP

- Planifiez soigneusement le basculement du pool IP
- Envisagez une migration progressive par APN

3. Mapping QoS

- Profils QoS R99 acceptés tels quels

- Pas de traduction QCI nécessaire pour 2G/3G
-

Documentation connexe

Fonctions principales

- **Guide de configuration** - Référence complète de configuration
- **Gestion des sessions** - Détails sur le cycle de vie des sessions
- **Allocation d'IP UE** - Gestion des adresses IP
- **Configuration PCO** - Options de configuration de protocole

Interfaces connexes

- **Interface S5/S8** - Interface équivalente 4G/LTE
- **Interface PFCP** - Coordination du plan utilisateur
- **Interface Diameter Gy** - Facturation en ligne

Opérations

- **Guide de surveillance** - Métriques et alertes
 - **Dépannage** - Problèmes courants
 - **Format de CDR de données** - Génération de CDR
-

Références

- **3GPP TS 29.060** - Protocole de tunneling GPRS (GTP) à travers l'interface Gn et Gp
 - **3GPP TS 23.060** - Service de description du service de paquet radio général (GPRS)
 - **3GPP TS 24.008** - Spécification de l'interface radio mobile couche 3 (profils QoS)
-

[Retour à l'index de documentation](#)

Interface Gn/Gp d'OmniPGW - *par Omnitouch Network Services*

Guide de Surveillance et de Métriques d'OmniPGW

Intégration Prometheus et Surveillance Opérationnelle

par Omnitouch Network Services

Table des Matières

1. [Aperçu](#)
 2. [Point de terminaison des métriques](#)
 3. [Métriques Disponibles](#)
 4. [Configuration de Prometheus](#)
 5. [Tableaux de Bord Grafana](#)
 6. [Alertes](#)
 7. [Surveillance des Performances](#)
 8. [Dépannage des Métriques](#)
-

Aperçu

OmniPGW fournit deux approches de surveillance complémentaires :

1. Interface Web en Temps Réel (couverte brièvement ici, détaillée dans les documents respectifs de l'interface)

- Visionneuse de session en direct
- État des pairs PFCP
- Connectivité des pairs Diameter

- Inspection des sessions individuelles

2. Métriques Prometheus (principal objectif de ce document)

- Tendances historiques et analyses
- Alertes et notifications
- Métriques de performance
- Planification de capacité

Ce document se concentre sur **les métriques Prometheus**. Pour les détails de l'interface Web, voir :

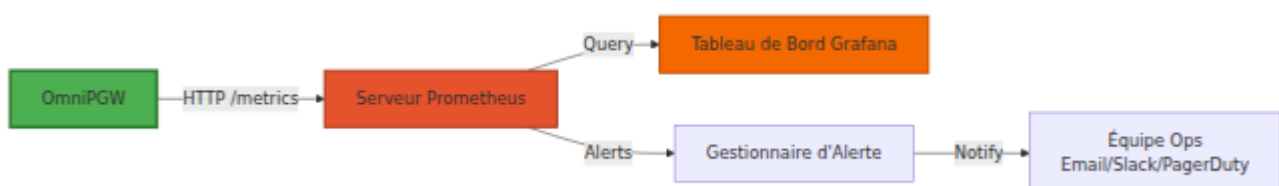
- [Gestion des Sessions - Interface Web](#)
- [Interface PFCP - Interface Web](#)
- [Diameter Gx - Interface Web](#)

Aperçu des Métriques Prometheus

OmniPGW expose des **métriques compatibles avec Prometheus** pour une surveillance complète de la santé du système, de la performance et de la capacité. Cela permet aux équipes opérationnelles de :

- **Surveiller la Santé du Système** - Suivre les sessions actives, les allocations et les erreurs
- **Planification de Capacité** - Comprendre les tendances d'utilisation des ressources
- **Analyse de Performance** - Mesurer la latence de traitement des messages
- **Alertes** - Notification proactive des problèmes
- **Débogage** - Identifier les causes profondes des problèmes

Architecture de Surveillance



Point de terminaison des métriques

Configuration

Activez les métriques dans `config/runtime.exs` :

```
config :pgw_c,  
  metrics: %{  
    enabled: true,  
    ip_address: "0.0.0.0", # Lier à toutes les interfaces  
    port: 9090,             # Port HTTP  
    registry_poll_period_ms: 5_000 # Intervalle de sondage  
  }
```

Accès aux Métriques

Point de terminaison HTTP :

```
http://<omnipgw_ip>:<port>/metrics
```

Exemple :

```
curl http://10.0.0.20:9090/metrics
```

Format de Sortie

Les métriques sont exposées au format **texte Prometheus** :

```
# HELP teid_registry_count Le nombre de TEID enregistrés pour les sessions
# TYPE teid_registry_count gauge
teid_registry_count 150

# HELP address_registry_count Le nombre d'adresses enregistrées pour les sessions
# TYPE address_registry_count gauge
address_registry_count 150

# HELP s5s8_inbound_messages_total Le nombre total de messages reçus des pairs S5/S8
# TYPE s5s8_inbound_messages_total counter
s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"} 1523
s5s8_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"} 1487
```

Métriques Disponibles

OmniPGW expose les catégories de métriques suivantes :

Métriques de Session

Comptes de Sessions Actives :

Nom de la Métrique	Type	Description
teid_registry_count	Gauge	Sessions S5/S8 actives (compte TEID)
seid_registry_count	Gauge	Sessions PFCP actives (compte SEID)
session_id_registry_count	Gauge	Sessions Gx actives (compte Diameter Session-ID)
session_registry_count	Gauge	Sessions actives (paires IMSI, EBI)
address_registry_count	Gauge	Adresses IP UE allouées
charging_id_registry_count	Gauge	IDs de facturation actifs (voir Format CDR de Données pour les enregistrements de facturation CDR)
sxb_sequence_number_registry_count	Gauge	Réponses PFCP en attente (attente de réponse)
s5s8_sequence_number_registry_count	Gauge	Réponses S5/S8 en attente (attente de réponse)
sxb_peer_registry_count	Gauge	Nombre de processus de pairs PFCP enregistrés

Utilisation :

```
# Sessions actives actuelles
teid_registry_count

# Taux de création de session (par seconde)
rate(teid_registry_count[5m])

# Sessions maximales au cours de la dernière heure
max_over_time(teid_registry_count[1h])
```

Compteurs de Messages

Messages S5/S8 (GTP-C) :

Nom de la Métrique	Type	Étiquettes	Description
s5s8_inbound_messages_total	Counter	message_type	Nombre total de messages S5/S8 entrants
s5s8_outbound_messages_total	Counter	message_type	Nombre total de messages S5/S8 sortants
s5s8_inbound_errors_total	Counter	message_type	Erreurs de traitement S5/S8

Types de Messages :

- create_session_request
- create_session_response
- delete_session_request
- delete_session_response

- create_bearer_request
- delete_bearer_request

Messages Sxb (PFCP) :

Nom de la Métrique	Type	Étiquettes	Description
sxb_inbound_messages_total	Counter	message_type	Nombre total de messages PFCP entrants
sxb_outbound_messages_total	Counter	message_type	Nombre total de messages PFCP sortants
sxb_inbound_errors_total	Counter	message_type	Erreurs de traitement PFCP entrants
sxb_outbound_errors_total	Counter	message_type	Erreurs de traitement PFCP sortants

Types de Messages :

- association_setup_request
- association_setup_response
- heartbeat_request
- heartbeat_response
- session_establishment_request
- session_establishment_response
- session_modification_request
- session_deletion_request

Messages Gx (Diameter) :

Nom de la Métrique	Type	Étiquettes	Descript
<code>gx_inbound_messages_total</code>	Counter	<code>message_type</code>	Nombre total de messages Diameter entrants
<code>gx_outbound_messages_total</code>	Counter	<code>message_type</code>	Nombre total de messages Diameter sortants
<code>gx_inbound_errors_total</code>	Counter	<code>message_type</code>	Erreurs de traitement Diameter entrants
<code>gx_outbound_errors_total</code>	Counter	<code>message_type</code>	Erreurs de traitement Diameter sortants
<code>gx_outbound_responses_total</code>	Counter	<code>message_type</code> , <code>result_code_class</code> , <code>diameter_host</code>	Réponses Diameter envoyées classées par classe de code de résultat et par hôte pair

Types de Messages :

- `gx_CCA` (Credit-Control-Answer)
- `gx_CCR` (Credit-Control-Request)

- `gx_RAA` (Re-Auth-Answer)
- `gx_RAR` (Re-Auth-Request)

Classes de Codes de Résultat (pour `gx_outbound_responses_total`) :

- `2xxx` - Réponses de succès (ex. : 2001 DIAMETER_SUCCESS)
- `3xxx` - Erreurs de protocole (ex. : 3001 DIAMETER_COMMAND_UNSUPPORTED)
- `4xxx` - Échecs transitoires (ex. : 4001 DIAMETER_AUTHENTICATION_REJECTED)
- `5xxx` - Échecs permanents (ex. : 5012 DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY)

Exemples d'Utilisation :

```
# Surveiller le taux de succès des réponses Gx
sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class="2xxx"}[5m]))
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) * 100

# Suivre les échecs par hôte PCRF
rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class!="2xxx"}[5m]) by (

# Compter le nombre total de messages Re-Auth-Answer réussis
gx_outbound_responses_total{message_type="gx_RAA",result_code_class='

# Alerte sur un taux d'échec élevé vers un PCRF spécifique
rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class=~"4xxx|5xxx",diameter[5m]) > 0.1
```

Gestion des Erreurs :

Nom de la Métrique	Type	Étiquettes	Description
<code>rescues_total</code>	Counter	<code>module,</code> <code>function</code>	Nombre total de blocs de secours atteints (gestion des exceptions)

Métriques de Latence

Durée de Traitement des Messages Entrants :

Nom de la Métrique	Type	Étiquettes	Impact
s5s8_inbound_handling_duration	Histogram	request_message_type	Temps de traitement des messages entrants pour les messages de type s5s8
sxb_inbound_handling_duration	Histogram	request_message_type	Temps de traitement des messages entrants pour les messages de type sxb
gx_inbound_handling_duration	Histogram	request_message_type	Temps de traitement des messages entrants pour les messages de type gx

Durée des Transactions Sortantes :

Nom de la Métrique	Type	Étiquettes
s5s8_outbound_transaction_duration	Histogram	request_message_type
sxb_outbound_transaction_duration	Histogram	request_message_type
gx_outbound_transaction_duration	Histogram	request_message_type

Seaux (secondes) :

- Valeurs : 0.0001, 0.0005, 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0
- (100µs, 500µs, 1ms, 5ms, 10ms, 50ms, 100ms, 500ms, 1s, 5s)

Utilisation :

```
# 95ème percentile de latence S5/S8
histogram_quantile(0.95,
  rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
)

# Latence moyenne PFCP
rate(sxb_inbound_handling_duration_sum[5m]) /
rate(sxb_inbound_handling_duration_count[5m])
```

Surveillance de la Santé du UPF

Métriques des Pairs UPF :

Nom de la Métrique	Type	Étiquettes	Description
<code>upf_peers_total</code>	Gauge	-	Nombre total de pairs UPF enregistrés
<code>upf_peers_healthy</code>	Gauge	-	Nombre de pairs UPF sains (associés + cœurs OK)
<code>upf_peers_unhealthy</code>	Gauge	-	Nombre de pairs UPF non sains
<code>upf_peers_associated</code>	Gauge	-	Nombre de pairs UPF avec association PFCP active
<code>upf_peers_unassociated</code>	Gauge	-	Nombre de pairs UPF sans association PFCP
<code>upf_peer_healthy</code>	Gauge	<code>peer_ip</code>	État de santé d'un UPF spécifique (1=sain, 0=non sain)
<code>upf_peer_missed_heartbeats</code>	Gauge	<code>peer_ip</code>	Cœurs consécutifs manqués pour un UPF spécifique

Utilisation :

```
# Surveiller la santé du pool UPF
upf_peers_healthy / upf_peers_total

# Alerte sur les UPF non sains
upf_peers_unhealthy > 0

# Suivre la santé d'un UPF spécifique
upf_peer_healthy{peer_ip="10.98.0.20"}

# Identifier les UPF avec des problèmes de cœur
upf_peer_missed_heartbeats > 2
```

Exemples d'Alerte :

```
# Alerte lorsque le UPF tombe
- alert: UPF_Peer_Down
  expr: upf_peer_healthy == 0
  for: 1m
  labels:
    severity: critical
  annotations:
    summary: "Le UPF {{ $labels.peer_ip }} est hors service"
    description: "Le pair UPF ne répond pas aux cœurs PFCP"

# Alerte lorsque plusieurs UPF sont hors service
- alert: UPF_Pool_Degraded
  expr: (upf_peers_healthy / upf_peers_total) < 0.5
  for: 2m
  labels:
    severity: critical
  annotations:
    summary: "Pool UPF dégradé"
    description: "Seulement {{ $value | humanizePercentage }} des
UPF sont sains"

# Alerte sur des problèmes de cœur
- alert: UPF_Heartbeat_Issues
  expr: upf_peer_missed_heartbeats > 2
  for: 30s
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "UPF {{ $labels.peer_ip }} problèmes de cœur"
    description: "{{ $value }} cœurs consécutifs manqués"
```

Surveillance de la Santé du P-CSCF

Métriques du Serveur P-CSCF :

Nom de la Métrique	Type	Étiquettes	Description
<code>pcscf_fqdns_total</code>	Gauge	-	Total des FQDN P-CSCF surveillés
<code>pcscf_fqdns_resolved</code>	Gauge	-	FQDN P-CSCF résolus avec succès via DNS
<code>pcscf_fqdns_failed</code>	Gauge	-	FQDN P-CSCF ayant échoué à la résolution DNS
<code>pcscf_servers_total</code>	Gauge	-	Total des serveurs P-CSCF découverts
<code>pcscf_servers_healthy</code>	Gauge	<code>fqdn</code>	Serveurs P-CSCF sains par FQDN
<code>pcscf_servers_unhealthy</code>	Gauge	<code>fqdn</code>	Serveurs P-CSCF non sains par FQDN

Voir : [Guide de Surveillance P-CSCF](#) pour un suivi détaillé de la santé IMS.

Métriques de Licence

État de la Licence :

Nom de la Métrique	Type	Description
<code>license_status</code>	Gauge	État actuel de la licence (1 = valide, 0 = invalide)

Utilisation :

```
# Vérifier si la licence est valide
license_status == 1

# Alerte sur une licence invalide
license_status == 0
```

Exemple d'Alerte :

```
- alert: PGW_C_License_Invalid
  expr: license_status == 0
  for: 1m
  labels:
    severity: critical
  annotations:
    summary: "Licence PGW-C invalide ou expirée"
    description: "L'état de la licence est invalide - les demandes de création de session sont bloquées"
```

Impact d'une Licence Invalide :

Lorsque la licence est invalide ou que le serveur de licences est inaccessible, **les demandes de création de session seront rejetées** avec le code de cause GTP-C "**Aucune ressource disponible**" (73). Cela est visible dans les captures de paquets comme indiqué ci-dessous :

Capture Wireshark montrant la réponse de création de session avec la cause "Aucune ressource disponible" lorsque la licence est invalide

Remarques :

- Nom du produit enregistré auprès du serveur de licences : `omnipgwc`
- L'URL du serveur de licences est configurée dans `config/runtime.exs` sous `:license_client`
- Lorsque la licence est invalide (`license_status == 0`), les demandes de création de session sont bloquées avec le code de cause GTP-C 73 (Aucune ressource disponible)
- L'interface utilisateur et la surveillance restent accessibles indépendamment de l'état de la licence
- Les pairs Diameter, GTP-C et PFCP continuent de maintenir des connexions
- Les sessions existantes ne sont pas affectées - seule la création de nouvelles sessions est bloquée

Métriques Système

Métriques de la VM Erlang :

Nom de la Métrique	Type	Description
<code>vm_memory_total</code>	Gauge	Mémoire totale de la VM (octets)
<code>vm_memory_processes</code>	Gauge	Mémoire utilisée par les processus
<code>vm_memory_system</code>	Gauge	Mémoire utilisée par le système
<code>vm_system_process_count</code>	Gauge	Nombre total de processus Erlang
<code>vm_system_port_count</code>	Gauge	Nombre total de ports ouverts

Configuration de Prometheus

Configuration de Scraping

Ajoutez OmniPGW au fichier `prometheus.yml` de Prometheus :

```
# prometheus.yml
global:
  scrape_interval: 15s
  evaluation_interval: 15s

scrape_configs:
  - job_name: 'omnipegw'
    static_configs:
      - targets: ['10.0.0.20:9090']
        labels:
          instance: 'omnipegw-01'
          environment: 'production'
          site: 'datacenter-1'
```

Plusieurs Instances OmniPGW

```
scrape_configs:
  - job_name: 'omnipegw'
    static_configs:
      - targets:
          - '10.0.0.20:9090'
          - '10.0.0.21:9090'
          - '10.0.0.22:9090'
        labels:
          environment: 'production'
```

Découverte de Service

Kubernetes :

```
scrape_configs:
  - job_name: 'omnipgw'
    kubernetes_sd_configs:
      - role: pod
    relabel_configs:
      - source_labels: [__meta_kubernetes_pod_label_app]
        action: keep
        regex: omnipgw
      - source_labels: [__meta_kubernetes_pod_ip]
        target_label: __address__
        replacement: '${1}:9090'
```

Vérification

Tester le scraping :

```
# Vérifier les cibles de Prometheus
curl http://prometheus:9090/api/v1/targets

# Interroger une métrique
curl 'http://prometheus:9090/api/v1/query?
query=teid_registry_count'
```

Tableaux de Bord Grafana

Configuration du Tableau de Bord

1. Ajouter la Source de Données Prometheus :

```
Configuration → Sources de Données → Ajouter une source de données
→ Prometheus
URL : http://prometheus:9090
```

2. Importer le Tableau de Bord :

Créer un nouveau tableau de bord ou importer depuis JSON.

Panneaux Clés

Panneau 1 : Sessions Actives

```
# Requête
teid_registry_count

# Type de Panneau : Gauge
# Seuils :
#   Vert : < 5000
#   Jaune : 5000-8000
#   Rouge : > 8000
```

Panneau 2 : Taux de Session

```
# Requête
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"
[5m])

# Type de Panneau : Graphique
# Unité : requêtes/sec
```

Panneau 3 : Utilisation du Pool IP

```
# Requête (pour un sous-réseau /24 avec 254 IPs)
(address_registry_count / 254) * 100

# Type de Panneau : Gauge
# Unité : pourcentage (0-100)
# Seuils :
#   Vert : < 70%
#   Jaune : 70-85%
#   Rouge : > 85%
```

Panneau 4 : Latence des Messages (95ème Percentile)

```
# Requête
histogram_quantile(0.95,

rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket{request_message_type="crea
[5m])
)

# Type de Panneau : Graphique
# Unité : millisecondes
```

Panneau 5 : Taux d'Erreur

```
# Requête
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m])

# Type de Panneau : Graphique
# Unité : erreurs/sec
# Seuil d'Alerte : > 0.1
```

Panneau 6 : Taux de Succès des Réponses Gx

```
# Requête : Calculer le pourcentage des réponses Gx réussies
sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class="2xxx"}
[5m])) /
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) * 100

# Type de Panneau : Gauge
# Unité : pourcentage (0-100)
# Seuils :
#   Vert : > 95%
#   Jaune : 90-95%
#   Rouge : < 90%
```

Alternative - Répartition par Classe de Code de Résultat :

```
# Requête : Montrer les comptes de réponses par classe de code de
résultat
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) by (result_code_class)

# Type de Panneau : Diagramme Circulaire ou Diagramme à Barres
# Légende : {{ result_code_class }}
```

Alternative - Statut des Réponses par PCRF :

```
# Requête : Montrer les réponses par hôte PCRF
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) by (diameter_host,
result_code_class)

# Type de Panneau : Diagramme à Barres Empilées
# Légende : {{ diameter_host }} - {{ result_code_class }}
```

Panneau 7 : État de Santé du UPF

```
# Requête : Pourcentage de santé global du pool
(upf_peers_healthy / upf_peers_total) * 100

# Type de Panneau : Gauge
# Unité : pourcentage (0-100)
# Seuils :
#   Vert : 100%
#   Jaune : 50-99%
#   Rouge : < 50%
```

Alternative - État par UPF :

```
# Requête : Santé individuelle des UPF
upf_peer_healthy

# Type de Panneau : Stat
# Mappings :
#   1 = "UP" (Vert)
#   0 = "DOWN" (Rouge)
```

Exemple Complet de Tableau de Bord

```
{
  "dashboard": {
    "title": "OmniPGW - Tableau de Bord des Opérations",
    "panels": [
      {
        "title": "Sessions Actives",
        "targets": [
          {
            "expr": "teid_registry_count",
            "legendFormat": "Sessions Actives"
          }
        ],
        "type": "graph"
      },
      {
        "title": "Taux de Création de Session",
        "targets": [
          {
            "expr":
"rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type=\"create_session_request\"}[5m])",
            "legendFormat": "Sessions/sec"
          }
        ],
        "type": "graph"
      },
      {
        "title": "Utilisation du Pool IP",
        "targets": [
          {
            "expr": "(address_registry_count / 254) * 100",
            "legendFormat": "Utilisation du Pool %"
          }
        ],
        "type": "gauge"
      },
      {
        "title": "Latence des Messages (p95)",
        "targets": [
          {
            "expr": "histogram_quantile(0.95,
```

```
rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m]))",
    "legendFormat": "S5/S8 p95"
  },
  {
    "expr": "histogram_quantile(0.95,
rate(sxb_inbound_handling_duration_bucket[5m]))",
    "legendFormat": "PFCP p95"
  }
],
"type": "graph"
}
]
```

Alertes

Règles d'Alerte

Créez `omnipgw_alerts.yml` :


```

groups:
- name: omnipgw
  interval: 30s
  rules:
    # Alertes de Compte de Sessions
    - alert: OmniPGW_HighSessionCount
      expr: teid_registry_count > 8000
      for: 5m
      labels:
        severity: warning
      annotations:
        summary: "Nombre élevé de sessions OmniPGW"
        description: "{{ $value }} sessions actives (seuil :
8000)"

    - alert: OmniPGW_SessionCountCritical
      expr: teid_registry_count > 9500
      for: 2m
      labels:
        severity: critical
      annotations:
        summary: "Nombre critique de sessions OmniPGW"
        description: "{{ $value }} sessions actives approchant
la capacité"

    # Alertes de Pool IP
    - alert: OmniPGW_IPPoolUtilizationHigh
      expr: (address_registry_count / 254) * 100 > 80
      for: 10m
      labels:
        severity: warning
      annotations:
        summary: "Utilisation élevée du pool IP OmniPGW"
        description: "Pool IP {{ $value }}% utilisé"

    - alert: OmniPGW_IPPoolExhausted
      expr: address_registry_count >= 254
      for: 1m
      labels:
        severity: critical
      annotations:
        summary: "Pool IP OmniPGW épuisé"
        description: "Aucune IP disponible pour allocation"

```

```

# Alertes de Taux d'Erreur
- alert: OmniPGW_HighErrorRate
  expr: rate(s5s8_inbound_errors_total[5m]) > 0.1
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "Taux d'erreur élevé OmniPGW"
    description: "{{ $value }}" erreurs/sec sur l'interface
S5/S8"

- alert: OmniPGW_GxErrorRate
  expr: rate(gx_inbound_errors_total[5m]) > 0.05
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "Erreurs Gx OmniPGW"
    description: "{{ $value }}" erreurs Diameter/sec"

# Alertes de Réponse Gx
- alert: OmniPGW_GxResponseFailureRate
  expr: |

sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class!="2xxx"}
[5m])) /
    sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) > 0.1
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "Taux d'échec élevé des réponses Gx OmniPGW"
    description: "{{ $value | humanizePercentage }}" des
réponses Gx sont des échecs (codes de résultat non-2xxx)"

- alert: OmniPGW_GxPCRFFailures
  expr:
rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class=~"4xxx|5xxx"}
[5m]) by (diameter_host) > 0.05
  for: 3m
  labels:
    severity: warning
  annotations:

```

```
summary: "PCRF {{ $labels.diameter_host }} recevant des  
réponses d'échec"
```

```
description: "{{ $value }}" réponses d'échec/sec au PCRF  
{{ $labels.diameter_host }}"
```

```
# Alertes de Santé du UPF
```

```
- alert: OmniPGW_UPF_PeerDown
```

```
expr: upf_peer_healthy == 0
```

```
for: 1m
```

```
labels:
```

```
severity: critical
```

```
annotations:
```

```
summary: "Pair UPF {{ $labels.peer_ip }} hors service"
```

```
description: "UPF ne répond pas aux cœurs PFCP"
```

```
- alert: OmniPGW_UPF_PoolDegraded
```

```
expr: (upf_peers_healthy / upf_peers_total) < 0.5
```

```
for: 2m
```

```
labels:
```

```
severity: critical
```

```
annotations:
```

```
summary: "Pool UPF dégradé"
```

```
description: "{{ $value | humanizePercentage }}" des UPF  
sont sains (< 50%)"
```

```
- alert: OmniPGW_UPF_HeartbeatFailures
```

```
expr: upf_peer_missed_heartbeats > 2
```

```
for: 30s
```

```
labels:
```

```
severity: warning
```

```
annotations:
```

```
summary: "Problèmes de cœur UPF {{ $labels.peer_ip }}"
```

```
description: "{{ $value }}" cœurs consécutifs manqués"
```

```
- alert: OmniPGW_UPF_AllDown
```

```
expr: upf_peers_healthy == 0 and upf_peers_total > 0
```

```
for: 30s
```

```
labels:
```

```
severity: critical
```

```
annotations:
```

```
summary: "Tous les pairs UPF hors service"
```

```
description: "Aucun UPF sain disponible pour la création  
de session"
```

```

# Alertes de Latence
- alert: OmniPGW_HighLatency
  expr: |
    histogram_quantile(0.95,
      rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
    ) > 100000
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "Latence élevée des messages OmniPGW"
    description: "latence p95 {{ $value }}µs (> 100ms)"

# Alertes Système
- alert: OmniPGW_HighMemoryUsage
  expr: vm_memory_total > 20000000000
  for: 10m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "Utilisation élevée de la mémoire OmniPGW"
    description: "VM utilisant {{ $value | humanize }}B de
mémoire"

- alert: OmniPGW_HighProcessCount
  expr: vm_system_process_count > 100000
  for: 10m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "Nombre élevé de processus OmniPGW"
    description: "{{ $value }} processus Erlang (fuite
potentielle)"

```

Configuration du Gestionnaire d'Alerte

```
# alertmanager.yml
global:
  resolve_timeout: 5m

route:
  receiver: 'ops-team'
  group_by: ['alertname', 'instance']
  group_wait: 10s
  group_interval: 10s
  repeat_interval: 12h

routes:
  - match:
      severity: critical
    receiver: 'pagerduty'

  - match:
      severity: warning
    receiver: 'slack'

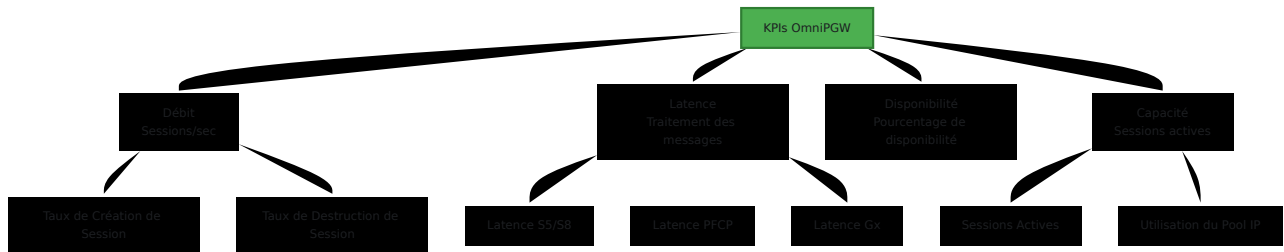
receivers:
  - name: 'ops-team'
    email_configs:
      - to: 'ops@example.com'

  - name: 'slack'
    slack_configs:
      - api_url:
        'https://hooks.slack.com/services/YOUR/SLACK/WEBHOOK'
        channel: '#omnipgw-alerts'
        title: 'Alerte OmniPGW : {{ .GroupLabels.alertname }}'
        text: '{{ range .Alerts }}{{ .Annotations.description }}{{
end }}'

  - name: 'pagerduty'
    pagerduty_configs:
      - service_key: 'YOUR_PAGERDUTY_KEY'
```

Surveillance des Performances

Indicateurs Clés de Performance (KPI)



Requêtes de Débit

Taux de Création de Session :

```
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request" [5m] )
```

Taux de Destruction de Session :

```
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request" [5m] )
```

Croissance Nette des Sessions :

```
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request" [5m] ) -  
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request" [5m] )
```

Analyse de Latence

Latence de Traitement des Messages (Percentiles) :

```
# p50 (Médiane)
histogram_quantile(0.50,
  rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
)

# p95
histogram_quantile(0.95,
  rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
)

# p99
histogram_quantile(0.99,
  rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
)
```

Répartition de la Latence par Type de Message :

```
histogram_quantile(0.95,
  rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
) by (request_message_type)
```

Tendance de Capacité

Tendance de Croissance des Sessions (24h) :

```
teid_registry_count -
teid_registry_count offset 24h
```

Capacité Restante :

```
# Pour une capacité maximale de 10 000 sessions
10000 - teid_registry_count
```

Temps jusqu'à l'Épuisement de la Capacité :

```
# Jours jusqu'à épuisement de la capacité (basé sur le taux de
croissance de 1h)
(10000 - teid_registry_count) /
(rate(teid_registry_count[1h]) * 86400)
```

Dépannage des Métriques

Identification des Problèmes

Problème : Taux de Rejet de Session Élevé

Requête :

```
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m]) by (message_type)
```

Action :

- Vérifier les journaux d'erreurs
- Vérifier la connectivité PCRF (erreurs Gx)
- Vérifier l'épuisement du pool IP

Problème : Création de Session Lente

Requête :

```
histogram_quantile(0.95,
rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket{request_message_type="crea
[5m])
)
```

Action :

- Vérifier la latence Gx (temps de réponse PCRF)
- Vérifier la latence PFCP (temps de réponse PGW-U)

- Examiner l'utilisation des ressources système

Problème : Échecs de Politique PCRF

Requêtes :

```
# Taux global d'échec des réponses Gx
sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class!="2xxx"}
[5m])) /
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) * 100

# Répartition par hôte PCRF
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) by (diameter_host,
result_code_class)

# Classes de codes de résultat spécifiques
rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class="5xxx"}[5m]) by
(diameter_host)
```

Action :

- Vérifier la connectivité et la santé du PCRF
- Examiner les profils d'abonnés dans le PCRF (les erreurs 5xxx indiquent souvent des problèmes de politique)
- Vérifier la configuration des pairs Diameter
- Vérifier les journaux du PCRF pour les erreurs correspondantes
- Pour 5012 (DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY), examiner le traitement des Re-Auth-Request

Problème : Fuite de Mémoire Suspectée

Requêtes :

```
# Tendance de la mémoire totale
rate(vm_memory_total[1h])

# Tendance de la mémoire des processus
rate(vm_memory_processes[1h])

# Tendance du nombre de processus
rate(vm_system_process_count[1h])
```

Action :

- Vérifier les sessions obsolètes
- Examiner les comptes d'enregistrement
- Redémarrer si la fuite est confirmée

Requêtes de Débogage

Trouver le Temps de Pic des Sessions :

```
max_over_time(teid_registry_count[24h])
```

Comparer Actuel vs. Historique :

```
teid_registry_count /
avg_over_time(teid_registry_count[7d])
```

Identifier les Anomalies :

```
abs(
  teid_registry_count -
  avg_over_time(teid_registry_count[1h])
) > 100
```

Meilleures Pratiques

Collecte de Métriques

1. **Intervalle de Scraping** : 15-30 secondes (équilibrer granularité et charge)
2. **Rétention** : 15+ jours pour l'analyse historique
3. **Étiquettes** : Utiliser un étiquetage cohérent (instance, environnement, site)

Conception de Tableau de Bord

1. **Tableau de Bord d'Aperçu** - KPI de haut niveau pour le NOC
2. **Tableaux de Bord Détaillés** - Plongée approfondie par interface
3. **Tableau de Bord de Dépannage** - Métriques d'erreur et journaux

Conception d'Alerte

1. **Éviter la Fatigue d'Alerte** - Alerter uniquement sur des problèmes exploitables
 2. **Escalade** - Avertissement → Critique avec sévérité croissante
 3. **Contexte** - Inclure des liens vers des manuels dans les descriptions d'alerte
-

Documentation Connexe

Configuration et Mise en Place

- **Guide de Configuration** - Configuration des métriques Prometheus, mise en place de l'interface Web
- **Guide de Dépannage** - Utilisation des métriques pour le débogage

Métriques d'Interface

- **Interface PFCP** - Métriques de session PFCP, surveillance de la santé du UPF
- **Interface Diameter Gx** - Métriques de politique Gx, suivi de l'interaction PCRF
- **Interface Diameter Gy** - Métriques de facturation Gy, suivi des quotas, délais OCS
- **Interface S5/S8** - Métriques de messages GTP-C, communication SGW-C

Surveillance Spécialisée

- **Surveillance P-CSCF** - Métriques de découverte P-CSCF, santé IMS
- **Gestion des Sessions** - Sessions actives, métriques du cycle de vie des sessions
- **Allocation IP UE** - Métriques d'utilisation du pool IP

Retour au Guide des Opérations

Guide de Surveillance d'OmniPGW - *par Omnitouch Network Services*

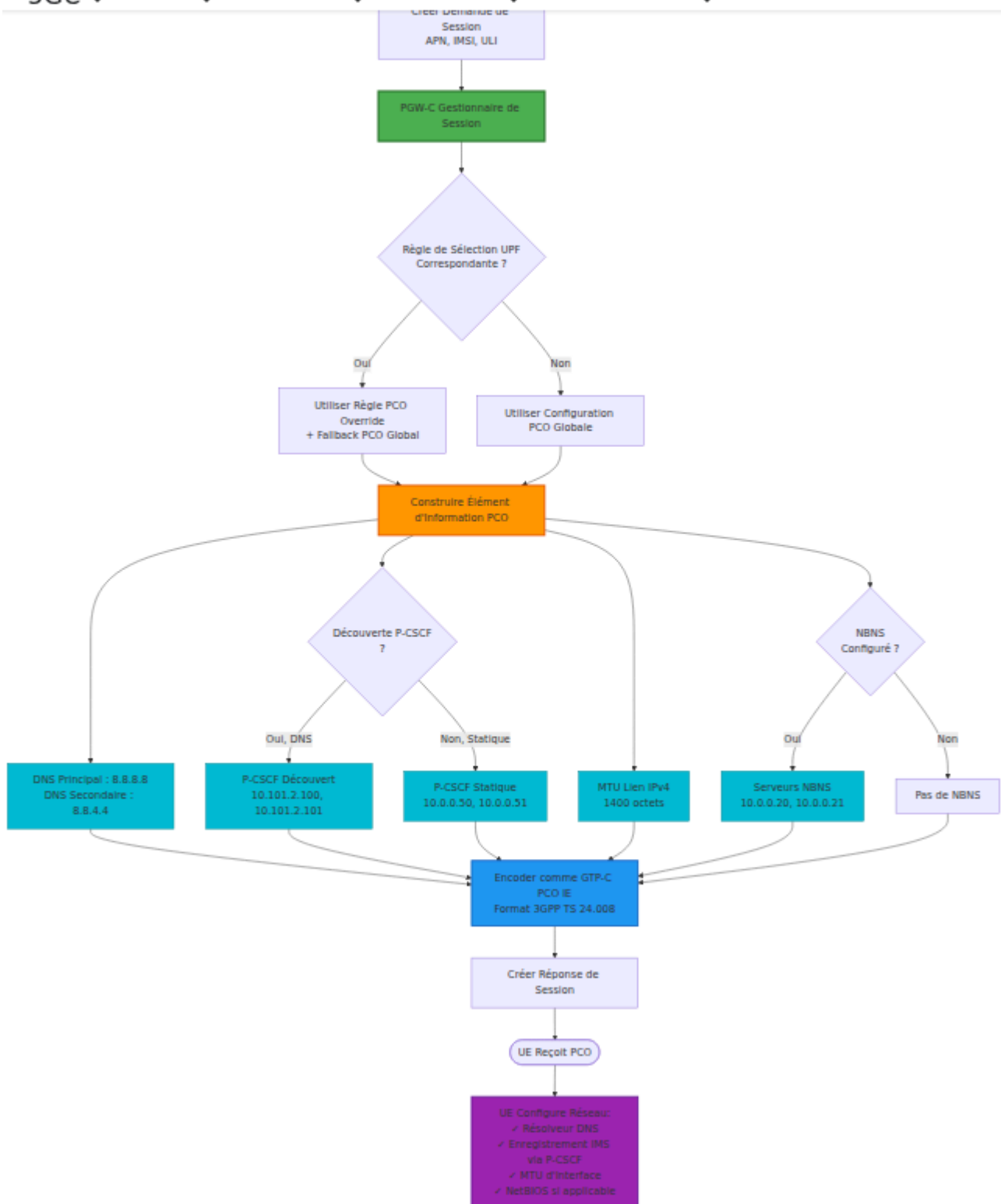
Options de Configuration du Protocole (PCO)

Paramètres Réseau Fournis à l'UE

OmniPGW par Omnitouch Network Services

Aperçu

PCO (Options de Configuration du Protocole) sont des paramètres réseau envoyés à l'UE (appareil mobile) lors de l'établissement de la connexion PDN. Ces paramètres permettent à l'UE d'accéder à des services réseau comme DNS, IMS, et de configurer les paramètres réseau.



Éléments d'Information PCO :

Nom IE	ID de Conteneur	Description	Requis
Adresse IPv4 du Serveur DNS	0x000D	DNS Principal	Oui
Adresse IPv4 du Serveur DNS	0x000D	DNS Secondaire	Optionnel
Adresse IPv4 du P-CSCF	0x000C	P-CSCF pour IMS	Optionnel (IMS)
MTU Lien IPv4	0x0010	Unité de transmission maximale	Recommandé
Adresse IPv4 du Serveur NBNS	0x0011	Serveur de noms NetBIOS	Optionnel

Configuration

Configuration de Base

```
# config/runtime.exs
config :pgw_c,
  pco: %{
    # Serveurs DNS (requis)
    primary_dns_server_address: "8.8.8.8",
    secondary_dns_server_address: "8.8.4.4",

    # Serveurs NBNS (optionnel, pour appareils Windows)
    primary_nbns_server_address: nil,
    secondary_nbns_server_address: nil,

    # Adresses P-CSCF pour IMS/VoLTE (optionnel)
    p_cscf_ipv4_address_list: [],

    # Découverte Dynamique P-CSCF (optionnel)
    p_cscf_discovery_enabled: false,
    p_cscf_discovery_dns_server: nil,
    p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000,

    # Taille MTU IPv4 (octets)
    ipv4_link_mtu_size: 1400
  }
```

Paramètres PCO

Adresses des Serveurs DNS

DNS Principal et Secondaire :


```
pco: %{\n  primary_dns_server_address: "8.8.8.8",\n  secondary_dns_server_address: "8.8.4.4"\n}
```

Fournisseurs DNS Courants :

Fournisseur	Principal	Secondaire
Google	8.8.8.8	8.8.4.4
Cloudflare	1.1.1.1	1.0.0.1
Quad9	9.9.9.9	149.112.112.112
OpenDNS	208.67.222.222	208.67.220.220

DNS Privé :

```
pco: %{\n  primary_dns_server_address: "10.0.0.10",\n  secondary_dns_server_address: "10.0.0.11"\n}
```

Adresses P-CSCF (IMS)

Pour les Services IMS/VoLTE :

```
pco: %{\n  p_cscf_ipv4_address_list: [\n    "10.0.0.50",  # P-CSCF Principal\n    "10.0.0.51"   # P-CSCF Secondaire\n  ]\n}
```

P-CSCF (Fonction de Contrôle de Session d'Appel Proxy) :

- Point d'entrée pour la signalisation IMS
- Requis pour VoLTE, VoWiFi, RCS
- L'UE utilise SIP via ce serveur

Découverte Dynamique P-CSCF

Découverte P-CSCF Basée sur DNS :

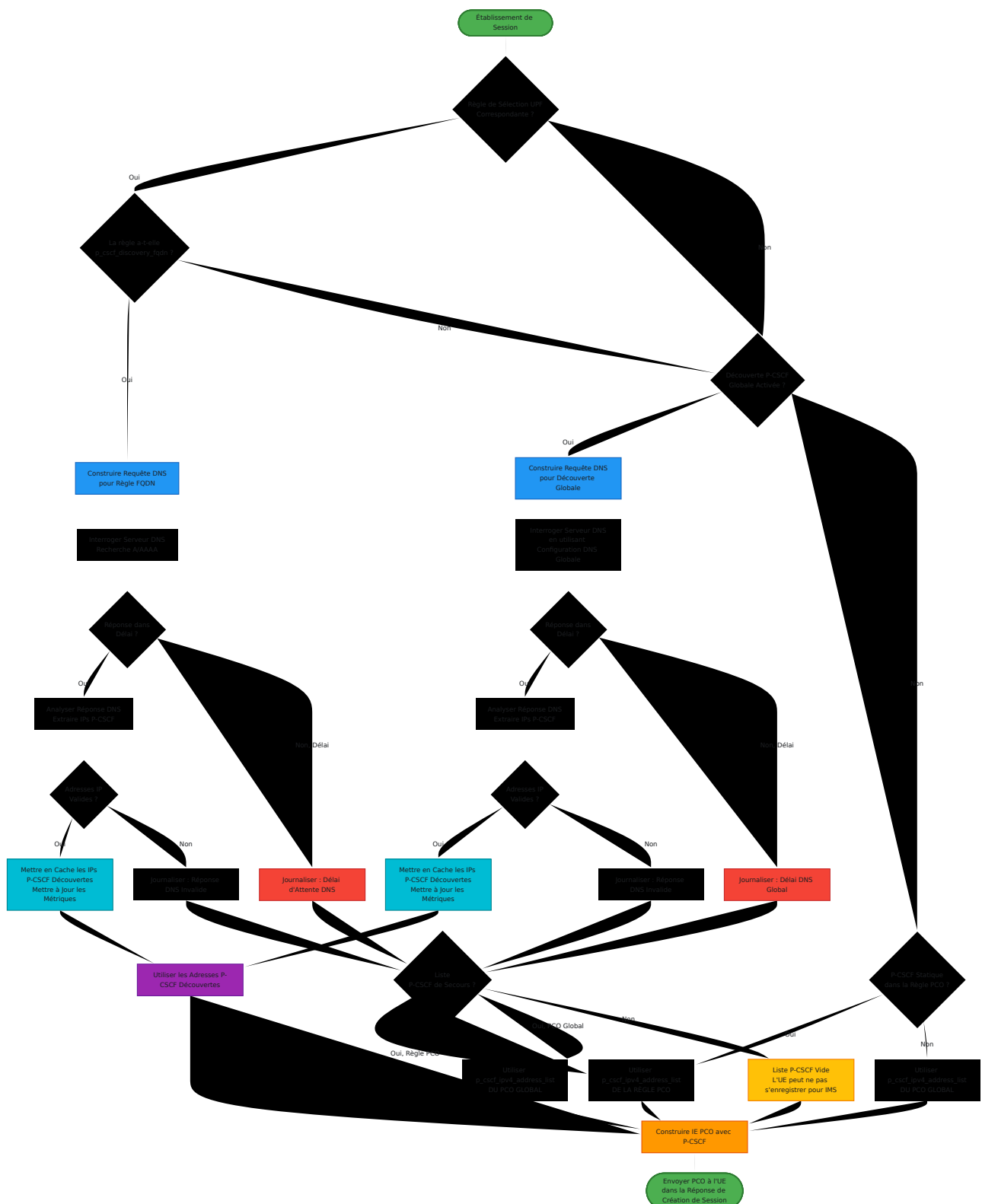
OmniPGW prend en charge la découverte dynamique de P-CSCF via des requêtes DNS comme défini dans 3GPP TS 23.003 et TS 24.229. Lorsqu'elle est activée, PGW-C peut interroger DNS pour les adresses P-CSCF au lieu d'utiliser une configuration statique.

```
pco: %{  
  # Activer la découverte dynamique P-CSCF  
  p_cscf_discovery_enabled: true,  
  
  # Serveur DNS pour les requêtes P-CSCF (sous forme de tuple)  
  p_cscf_discovery_dns_server: {10, 179, 2, 177},  
  
  # Délai d'attente pour les requêtes DNS (millisecondes)  
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000,  
  
  # Liste statique de P-CSCF (utilisée comme secours si DNS  
  échoue)  
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.0.0.50"]  
}
```

Comment Ça Fonctionne :

1. Lorsque `p_cscf_discovery_enabled: true`, PGW-C effectue des requêtes DNS pour les adresses P-CSCF
2. La requête DNS est envoyée au `p_cscf_discovery_dns_server` configuré
3. Si la requête DNS réussit, les adresses P-CSCF découvertes sont envoyées à l'UE via PCO
4. Si la requête DNS échoue ou expire, elle revient à la liste statique `p_cscf_ipv4_address_list`
5. Voir [Surveillance P-CSCF](#) pour des détails de surveillance et de métriques

Flux de Découverte P-CSCF



Priorité de Découverte :

1. Découverte FQDN par Règle (Priorité la Plus Élevée) -

`p_cscf_discovery_fqdn` dans la règle de sélection UPF

2. **Découverte DNS Globale** - `p_cscf_discovery_enabled: true` dans la configuration PCO globale
3. **Liste Statique PCO de Règle** - `p_cscf_ipv4_address_list` dans l'override PCO de règle
4. **Liste Statique PCO Globale** (Secours) - `p_cscf_ipv4_address_list` dans la configuration PCO globale

Surveillance :

Toutes les tentatives de découverte P-CSCF sont journalisées et suivies avec des métriques :

- Taux de succès/échec des requêtes DNS
- Latence de découverte
- Statistiques d'utilisation des secours
- Métriques de découverte par règle et globale

Voir [Surveillance P-CSCF](#) pour des détails complets sur la surveillance.

Options de Configuration :

Paramètre	Type	Par Défaut	Description
<code>p_cscf_discovery_enabled</code>	Booléen	<code>false</code>	Activer la découverte dynamique P-CSCF basée sur DNS
<code>p_cscf_discovery_dns_server</code>	Tuple (IP)	<code>nil</code>	Adresse IP du serveur DNS sous forme de tuple 4 (ex. : <code>{10, 179, 2, 177}</code>)
<code>p_cscf_discovery_timeout_ms</code>	Entier	<code>5000</code>	Délai d'attente pour les requêtes DNS en millisecondes

Cas d'Utilisation :

- **Déploiements IMS Dynamiques** - Les adresses P-CSCF changent en fonction de la configuration DNS
- **Équilibrage de Charge Géographique** - DNS renvoie les serveurs P-CSCF les plus proches
- **Haute Disponibilité** - DNS renvoie automatiquement les serveurs P-CSCF disponibles
- **Environnements Multi-Tenants** - Différents abonnés obtiennent différents serveurs P-CSCF

Exemple : IMS en Production avec Découverte DNS

```
pco: %{
  primary_dns_server_address: "10.0.0.10",
  secondary_dns_server_address: "10.0.0.11",

  # Activer la découverte dynamique P-CSCF
  p_cscf_discovery_enabled: true,
  p_cscf_discovery_dns_server: {10, 179, 2, 177}, # Serveur DNS
IMS
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 3000,

  # Adresses P-CSCF de secours (si DNS échoue)
  p_cscf_ipv4_address_list: [
    "10.0.0.50", # Secours principal
    "10.0.0.51" # Secours secondaire
  ],

  ipv4_link_mtu_size: 1400
}
```

Découverte P-CSCF par Règle :

La découverte P-CSCF peut également être configurée par règle de sélection UPF. Cela permet à différents APN d'utiliser différents serveurs DNS pour la découverte P-CSCF :

```
# Dans la configuration de sélection upf
rules: [
  %{
    name: "Trafic IMS",
    priority: 20,
    match_field: :apn,
    match_regex: "^ims",
    upf_pool: [...],

    # Découverte P-CSCF par règle
    p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org"
  }
]
```

Voir [Configuration de Sélection UPF](#) pour des détails sur la découverte P-CSCF par règle.

Voir aussi : [Surveillance P-CSCF](#) pour surveiller la découverte et la santé P-CSCF

Serveurs NBNS (NetBIOS)

Pour la Compatibilité des Appareils Windows :

```
pco: %{  
  primary_nbns_server_address: "10.0.0.20",  
  secondary_nbns_server_address: "10.0.0.21"  
}
```

Quand Utiliser :

- Réseaux d'entreprise avec des appareils Windows
- Support d'applications héritées
- Résolution de noms NetBIOS requise

Taille MTU du Lien

Unité de Transmission Maximale :

```
pco: %{  
  ipv4_link_mtu_size: 1400 # octets  
}
```

Valeurs MTU Courantes :

MTU	Cas d'Utilisation
1500	Ethernet Standard (sans tunneling)
1400	Surcharge de tunneling GTP prise en compte
1420	Surcharge réduite
1280	MTU minimum IPv6
1360	Environnements VPN/tunnel

Recommandation : Utilisez **1400** pour LTE afin de tenir compte de la surcharge GTP-U.

Exemples de Configuration

APN Internet

```
pco: %{\n  primary_dns_server_address: "8.8.8.8",\n  secondary_dns_server_address: "8.8.4.4",\n  ipv4_link_mtu_size: 1400\n}
```


APN IMS

```
pco: %{  
  primary_dns_server_address: "10.0.0.10",  
  secondary_dns_server_address: "10.0.0.11",  
  p_cscf_ipv4_address_list: [  
    "10.0.0.50",  
    "10.0.0.51"  
  ],  
  ipv4_link_mtu_size: 1400  
}
```

Voir : [Surveillance P-CSCF](#) pour surveiller les taux de succès d'enregistrement IMS et la santé P-CSCF

APN Entreprise

```
pco: %{  
  primary_dns_server_address: "10.100.0.10",  
  secondary_dns_server_address: "10.100.0.11",  
  primary_nbns_server_address: "10.100.0.20",  
  secondary_nbns_server_address: "10.100.0.21",  
  ipv4_link_mtu_size: 1400  
}
```

PCO dans les Messages GTP-C

Réponse de Création de Session

OmniPGW inclut PCO dans le message **Réponse de Création de Session** :

Réponse de Création de Session

```
|— Cause : Demande acceptée
|— Adresse IP de l'UE : 100.64.1.42
|— PCO (Options de Configuration du Protocole)
|   |— Adresse IPv4 du Serveur DNS : 8.8.8.8
|   |— Adresse IPv4 du Serveur DNS : 8.8.4.4
|   |— Adresse IPv4 du P-CSCF : 10.0.0.50
|   |— Adresse IPv4 du P-CSCF : 10.0.0.51
|   |— MTU Lien IPv4 : 1400
```

Traitement de l'UE

L'UE reçoit PCO et :

1. Configure le résolveur DNS avec les serveurs fournis
 2. S'enregistre auprès du P-CSCF pour les services IMS
 3. Définit la MTU d'interface à la valeur spécifiée
-

Dépannage

Problème : L'UE Ne Peut Pas Résoudre DNS

Symptômes :

- L'UE a une adresse IP mais ne peut pas accéder à Internet
- Les recherches DNS échouent

Causes Possibles :

1. Adresses de serveur DNS incorrectes dans la configuration PCO
2. Serveurs DNS inaccessibles depuis le pool IP de l'UE
3. Pare-feu bloquant le trafic DNS

Résolution :

```
# Tester la connectivité du serveur DNS
ping 8.8.8.8

# Tester la résolution DNS depuis le réseau de l'UE
nslookup google.com 8.8.8.8

# Vérifier la configuration PC0
grep "primary_dns_server_address" config/runtime.exs
```

Problème : Échec de l'Enregistrement IMS

Symptômes :

- Les appels VoLTE échouent
- L'UE affiche "Pas d'enregistrement IMS"

Causes Possibles :

1. Configuration P-CSCF manquante
2. Adresses IP P-CSCF incorrectes
3. P-CSCF inaccessibles

Résolution :

```
# Vérifier la configuration P-CSCF
pco: %{
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.0.0.50"] # S'assurer qu'elle
n'est pas vide
}
```

Problème : Problèmes de MTU

Symptômes :

- Certains sites Web se chargent, d'autres non
- Les transferts de fichiers volumineux échouent
- Problèmes de fragmentation

Causes Possibles :

- MTU trop grande pour la surcharge de tunneling
- MTU trop petite causant une fragmentation excessive

Résolution :

```
# Recommandé : 1400 pour le tunneling GTP
pco: %{
  ipv4_link_mtu_size: 1400
}

# Si des problèmes persistent, essayer plus bas
pco: %{
  ipv4_link_mtu_size: 1360
}
```

Meilleures Pratiques

Configuration DNS

1. Utiliser des Serveurs DNS Fiables

- Public : Google (8.8.8.8), Cloudflare (1.1.1.1)
- Privé : DNS interne pour l'entreprise

2. Toujours Configurer un Secondaire

- Fournit de la redondance
- Améliore la fiabilité

3. Considérer la Sécurité DNS

- Résolveurs compatibles DNSSEC
- Filtrage DNS pour la sécurité

Configuration IMS

1. Fournir Plusieurs P-CSCF

- Au moins 2 pour la redondance
- Distribution géographique si possible

2. Assurer la Connectivité

- Le P-CSCF doit être accessible depuis le pool IP de l'UE
- Tester la connectivité SIP

Optimisation de la MTU

1. Tenir Compte de la Surcharge

- GTP-U : 36 octets (IPv4)
- IPsec : Variable (50-100 octets)

2. MTU Standard LTE

- Recommandé : **1400 octets**
- Équilibre entre débit et compatibilité

3. Tester de Bout en Bout

- Découverte MTU de chemin
- Tester avec de gros paquets

Documentation Connexe

Guides de Configuration

- **Guide de Configuration** - Référence complète de runtime.exs, sélection UPF avec overrides PCO
- **Attribution IP de l'UE** - Gestion du pool IP, attribution basée sur APN

- **Surveillance P-CSCF** - Surveillance de la découverte P-CSCF, suivi de la santé, métriques

Gestion des Sessions et Interfaces

- **Gestion des Sessions** - Cycle de vie de la session PDN, établissement de porteur
- **Interface S5/S8** - Protocole GTP-C, encodage et livraison PCO
- **Interface PFCP** - Établissement de session de plan utilisateur

IMS et VoLTE

- **Interface Diameter Gx** - Contrôle de politique pour les porteurs IMS
- **Guide de Surveillance** - Métriques et tableaux de bord liés à PCO

Retour au Guide des Opérations

Configuration PCO OmniPGW - *par Omnitouch Network Services*

Découverte et Surveillance du P-CSCF

Découverte Dynamique du Serveur P-CSCF avec Surveillance en Temps Réel

OmniPGW par Omnitouch Network Services

Aperçu

La Découverte et la Surveillance du P-CSCF (Fonction de Contrôle de Session d'Appel Proxy) fournissent une découverte dynamique des serveurs IMS P-CSCF en utilisant des requêtes DNS SRV avec vérification de santé SIP OPTIONS en temps réel. Cette fonctionnalité permet :

- **Découverte P-CSCF par Règle** : Différents serveurs P-CSCF pour différents types de trafic
- **Surveillance Automatique** : Un processus en arrière-plan surveille en continu la résolution DNS (toutes les 60 secondes)
- **Vérifications de Santé SIP OPTIONS** : Vérifie que les serveurs P-CSCF sont actifs via des pings SIP OPTIONS
 - **TCP d'Abord** : Tente SIP OPTIONS via TCP (préféré pour la fiabilité)
 - **Repli UDP** : Repli vers UDP si TCP échoue
 - **Suivi de Statut** : Marque chaque serveur comme :up ou :down en fonction de la réponse
- **Suivi de Santé en Temps Réel** : L'interface Web affiche le statut de résolution, les IP découvertes et le statut de santé
- **Repli Élégant** : Stratégie de repli en trois niveaux pour une fiabilité maximale
- **Métriques Prometheus** : Observabilité complète via des métriques Prometheus

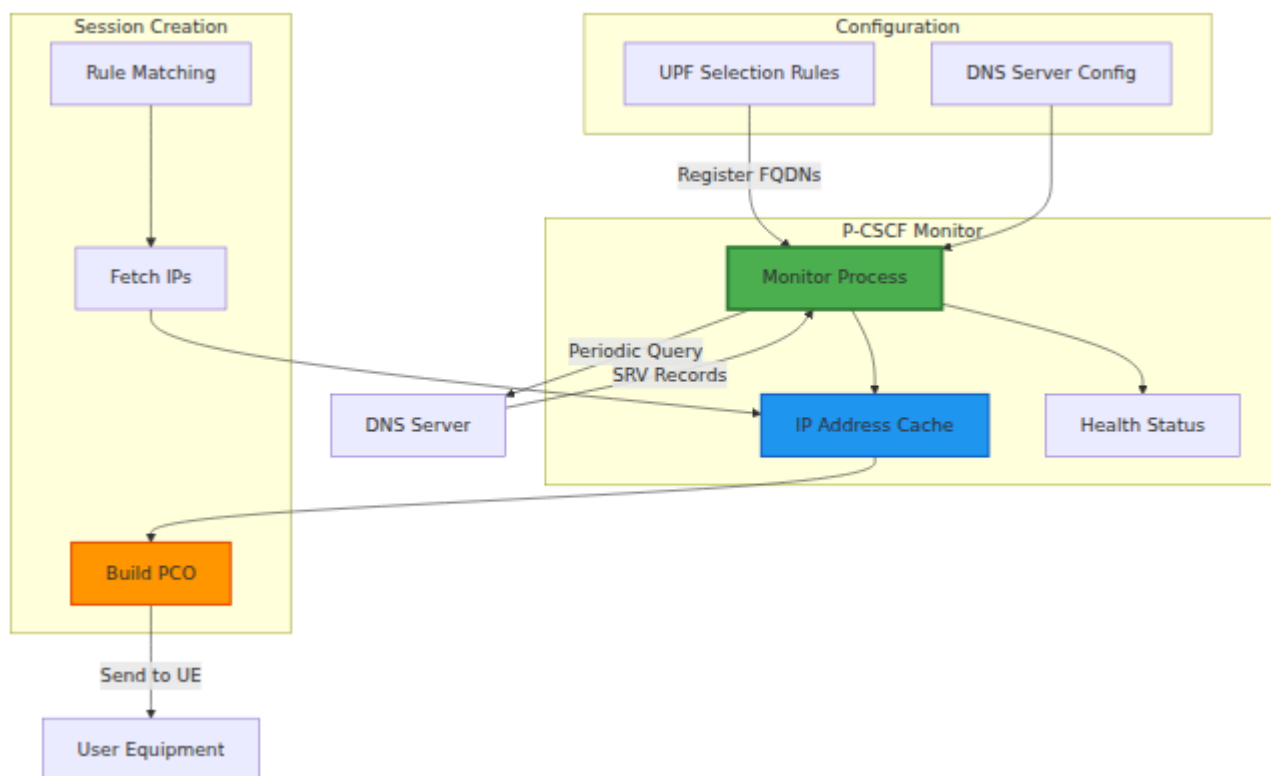


Table des Matières

1. Démarrage Rapide
 2. Configuration
 3. Comment Ça Marche
 4. Surveillance de l'Interface Web
 5. Métriques et Observabilité
 6. Stratégie de Repli
 7. Configuration DNS
 8. Dépannage
 9. Meilleures Pratiques
-

Démarrage Rapide

Configuration de Base

```
# config/runtime.exs

# Configuration globale du PC0 (serveur DNS pour la découverte P-
CSCF)
config :pgw_c,
  pco: %{
    p_cscf_discovery_dns_server: "10.179.2.177",
    p_cscf_discovery_enabled: true,
    p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000
  },

  upf_selection: %{
    rules: [
      # Trafic IMS - Découverte dynamique du P-CSCF
      %{
        name: "Trafic IMS",
        priority: 20,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^ims",
        upf_pool: [
          %{remote_ip_address: "10.100.2.21", remote_port: 8805,
weight: 80}
        ],
        # FQDN de découverte P-CSCF (voir le Guide de
Configuration pour plus de règles de sélection UPF)
        p_cscf_discovery_fqdn:
"pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org",
        # Repli statique (voir le Guide de Configuration PC0)
        pco: %{
          p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100",
"10.101.2.101"]
        }
      }
    ]
  }
}
```

Voir le [Guide de Configuration](#) pour la configuration complète des règles de sélection UPF et le [PCO Configuration](#) pour les options de repli statique P-CSCF.

Surveillance d'Accès

1. Démarrer OmniPGW
 2. Naviguer vers **Web UI → P-CSCF Monitor**
(https://localhost:8086/pcscf_monitor)
 3. Voir le statut de résolution en temps réel et les IP découvertes
-

Configuration

Paramètres Globaux de Découverte P-CSCF

Configurer le serveur DNS utilisé pour la découverte P-CSCF dans la section PCO :

```
pco: %{  
  # Serveur DNS pour la découverte P-CSCF (séparé du DNS donné à  
  l'UE)  
  p_cscf_discovery_dns_server: "10.179.2.177",  
  
  # Activer la fonctionnalité de découverte DNS P-CSCF  
  p_cscf_discovery_enabled: true,  
  
  # Délai d'attente pour les requêtes DNS SRV (millisecondes)  
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000,  
  
  # Adresses P-CSCF statiques (repli global)  
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.146"]  
}
```

FQDN P-CSCF par Règle

Chaque règle de sélection UPF peut spécifier son propre FQDN de découverte P-CSCF :

```

upf_selection: %{
  rules: [
    # Trafic IMS - P-CSCF spécifique à l'IMS
    %{
      name: "Trafic IMS",
      match_field: :apn,
      match_regex: "^ims",
      upf_pool: [...],
      p_cscf_discovery_fqdn:
"pcscf.ims.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org",
      pco: %{
        p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100"] # Repli
      }
    },

    # Entreprise - P-CSCF spécifique à l'entreprise
    %{
      name: "Trafic Entreprise",
      match_field: :apn,
      match_regex: "^enterprise",
      upf_pool: [...],
      p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.enterprise.example.com",
      pco: %{
        p_cscf_ipv4_address_list: ["192.168.1.50"] # Repli
      }
    },

    # Internet - Pas de découverte P-CSCF (utilise la
configuration globale)
    %{
      name: "Trafic Internet",
      match_field: :apn,
      match_regex: "^internet",
      upf_pool: [...]
      # Pas de p_cscf_discovery_fqdn - utilise la configuration
PCO globale
    }
  ]
}

```

Comment Ça Marche

Processus de Démarrage

1. L'application démarre

- Le GenServer de surveillance P-CSCF s'initialise
- Le parseur de configuration extrait tous les FQDN P-CSCF uniques des règles de sélection UPF

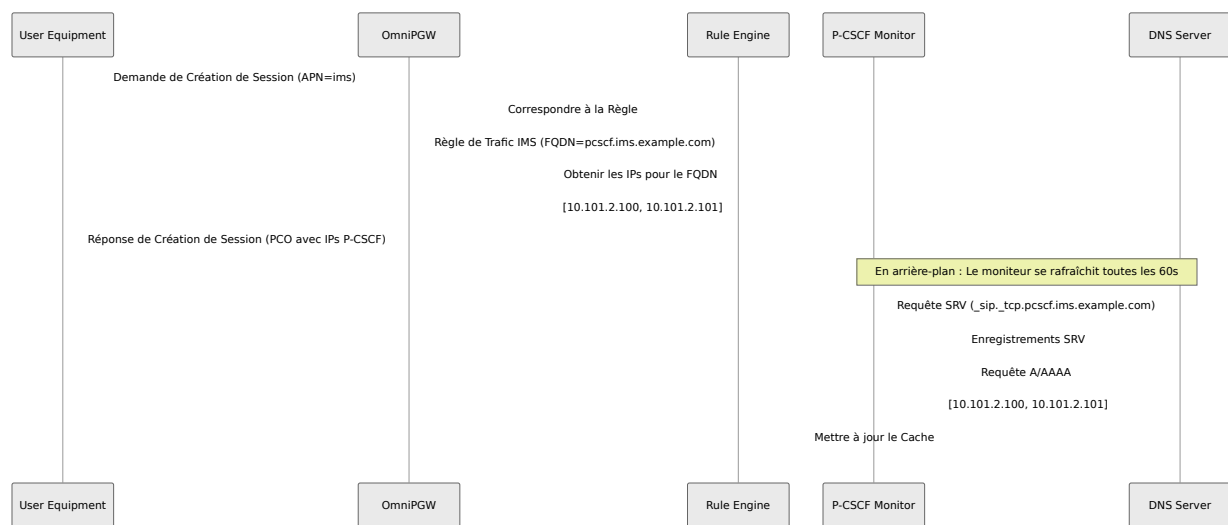
2. Enregistrement des FQDN

- Chaque FQDN unique est enregistré auprès du moniteur
- Le moniteur effectue une requête DNS SRV initiale pour chaque FQDN
- **Vérification de Santé SIP OPTIONS** (en parallèle pour tous les serveurs découverts) :
 - Essayer TCP d'abord (SIP/2.0/TCP sur le port 5060)
 - Si TCP échoue, repli vers UDP (SIP/2.0/UDP sur le port 5060)
 - Marquer chaque serveur comme :up (répond) ou :down (pas de réponse/délai d'attente)
- Les résultats (IPs, statut de santé ou erreurs) sont mis en cache avec des horodatages

3. Surveillance Périodique (Toutes les 60 secondes)

- Le moniteur rafraîchit tous les FQDN
- Les requêtes DNS s'exécutent en arrière-plan sans blocage
- Pour chaque serveur découvert :
 - Envoyer SIP OPTIONS via TCP (délai d'attente : 5 secondes)
 - Si TCP échoue, essayer UDP (délai d'attente : 5 secondes)
 - Mettre à jour le statut de santé en fonction de la réponse
- Le cache est mis à jour avec les derniers résultats DNS et le statut de santé

Flux de Création de Session



Processus de Requête DNS

Le moniteur utilise **les enregistrements DNS SRV** pour la découverte directe du P-CSCF :

1. **Requête SRV** : Requête des enregistrements SRV à `_sip._tcp.{fqdn}`
2. **Tri par Priorité** : Trier par priorité et poids
3. **Extraction de Cible** : Extraire les noms d'hôtes cibles des enregistrements SRV
4. **Résolution de Nom d'Hôte** : Résoudre les noms d'hôtes cibles en adresses IP (enregistrements A/AAAA)
5. **Mise en Cache** : Mettre en cache les IP résolues avec statut et horodatage

Précédence de Sélection d'Adresse P-CSCF

Lorsque à la fois le FQDN et le PCO statique sont configurés sur une règle, le FQDN prend la priorité :

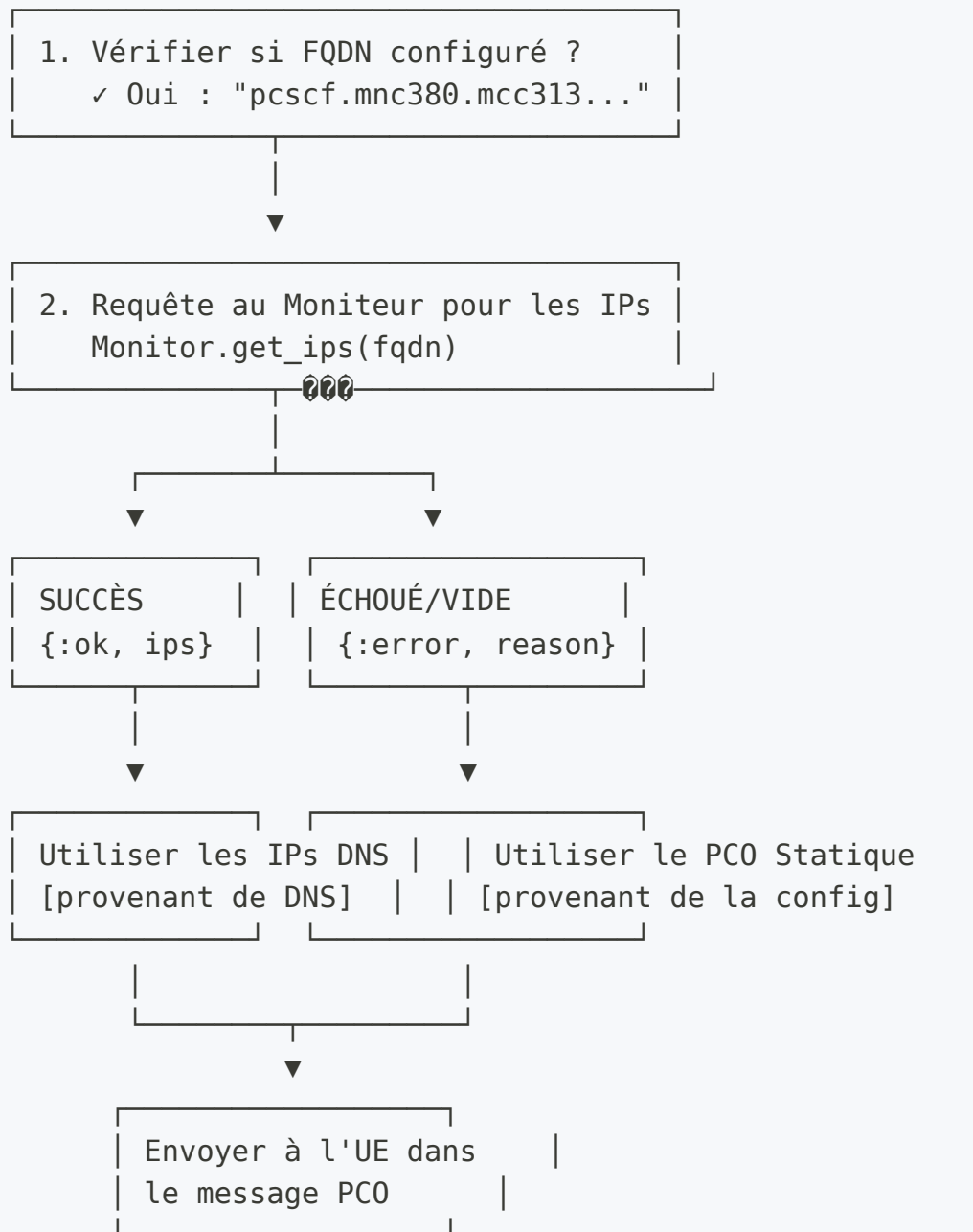
```
%{
  name: "Trafic IMS",
  p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org",  #
← Essayer D'ABORD
  pco: %{
    p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100", "10.101.2.101"]  #
← Repli
  }
}
```

Logique de Sélection :

Condition	Source P-CSCF	IPs Utilisées	Messagerie
Le FQDN se résout avec succès	Découverte DNS (Moniteur)	IPs découvertes via DNS	"Utilise l'adresse FQDN pcscf.e
Le FQDN échoue à se résoudre	Remplacement PCO de la Règle	IPs statiques de pco.p_cscf_ipv4_address_list	"Échec l'obtention des IPs P-CSCF. FQDN... vers la configuration statique
Le FQDN retourne une liste vide	Remplacement PCO de la Règle	IPs statiques de pco.p_cscf_ipv4_address_list	Repli dé
Moniteur indisponible	Remplacement PCO de la Règle	IPs statiques de pco.p_cscf_ipv4_address_list	L'erreur le repli
Aucun FQDN configuré	Remplacement PCO de la Règle ou Global	IPs statiques de la règle ou configuration globale	Utilise d la config statique

Flux d'Exemple :

Création de Session pour la Règle de Trafic IMS :



Scénarios Réels :

Scénario 1 : La Découverte DNS Fonctionne ☐

Configuration :

```
p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com"  
pco.p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100"]
```

Résultat DNS : [10.101.2.150, 10.101.2.151]

L'UE reçoit : [10.101.2.150, 10.101.2.151] ← Provenant de DNS

Remarque : Le PCO statique est ignoré lorsque DNS réussit

Scénario 2 : DNS Échoue, Repli Élégant ⚠

Configuration :

```
p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com"  
pco.p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100"]
```

Résultat DNS : ERREUR :no_naptr_records

L'UE reçoit : [10.101.2.100] ← Provenant du PCO statique

Remarque : La session réussit malgré l'échec de DNS

Scénario 3 : Aucun FQDN Configuré

Configuration :

```
# Pas de p_cscf_discovery_fqdn  
pco.p_cscf_ipv4_address_list: ["192.168.1.50"]
```

L'UE reçoit : [192.168.1.50] ← Provenant du PCO statique

Remarque : La découverte DNS n'est pas tentée

Pourquoi ce Design ?

1. **Préférer Dynamique** : DNS offre flexibilité, équilibrage de charge et routage conscient de la localisation
2. **Assurer la Fiabilité** : Le repli statique garantit que les sessions ne échouent jamais en raison de problèmes DNS
3. **Aucune Intervention Manuelle** : Basculement automatique sans intervention de l'opérateur
4. **Sécurisé en Production** : Le meilleur des deux mondes - agilité avec stabilité

Recommandation : Toujours configurer à la fois le FQDN et le PCO statique pour les déploiements en production :

```
# ✓ RECOMMANDÉ : Dynamique avec repli
%{
  p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com", # Préféré
  pco: %{
    p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100"]      # Filet de
sécurité
  }
}

# ⚠ RISQUÉ : Dynamique uniquement (repli vers le PCO global)
%{
  p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com"
  # Pas de repli spécifique à la règle !
}

# ✓ VALIDE : Statique uniquement (pas de surcharge DNS)
%{
  pco: %{
    p_cscf_ipv4_address_list: ["192.168.1.50"]
  }
}
```

Surveillance de l'Interface Web

Page de Surveillance P-CSCF

Accédez à l'interface de surveillance à :

https://localhost:8086/pcscf_monitor

Fonctionnalités :

- **Statistiques d'Aperçu**

- Total des FQDN surveillés
- FQDN résolus avec succès
- Résolutions échouées
- Total des IPs P-CSCF découvertes

- **Tableau FQDN**

- FQDN surveillé
- Statut de résolution (✓ Résolu / ✗ Échoué / □ En Attente)
- Nombre d'IPs découvertes
- Liste des adresses IP résolues (avec détails de serveur extensibles)
- Horodatage de la dernière mise à jour
- Bouton de rafraîchissement manuel par FQDN
- **Statut de Santé** : Chaque serveur découvert montre :
 - Adresse IP et port
 - Nom d'hôte (provenant de la cible DNS SRV)
 - Indicateur de santé en temps réel (✓ Actif / ✗ Inactif)

- **Contrôles de Rafraîchissement**

- Bouton **Rafraîchir Tout** : Déclenche une nouvelle requête immédiate de tous les FQDN
- **Rafraîchissement par FQDN** : Rafraîchir les FQDN individuels à la demande
- Auto-rafraîchissement : La page se met à jour toutes les 5 secondes

- **Tableau de Bord des Métriques de Surveillance**

- **Total FQDN** : Nombre de FQDN uniques enregistrés pour la surveillance
- **Résolus avec Succès** : FQDN qui se sont résolus avec succès via DNS
- **Résolutions DNS Échouées** : FQDN qui ont échoué à se résoudre
- **Total des Serveurs P-CSCF** : Nombre total de serveurs découverts à travers tous les FQDN
- ✓ **Sains (SIP OPTIONS UP)** : Serveurs répondant aux vérifications de santé SIP OPTIONS
- ✗ **Malades (SIP OPTIONS DOWN)** : Serveurs ne répondant pas aux SIP OPTIONS
- **Taux de Réussite DNS** : Pourcentage de résolutions DNS réussies
- **Intervalle de Vérification de Santé** : Fréquence des vérifications de santé SIP OPTIONS (60s, délai de 5s)

Le tableau de bord des métriques fournit une visibilité en temps réel sur la santé de la résolution DNS et la disponibilité des serveurs P-CSCF via SIP OPTIONS.

Intégration de la Page de Sélection UPF

La page de Sélection UPF (`/upf_selection`) affiche le statut de découverte P-CSCF pour chaque règle :

☐ Trafic IMS (Priorité 20)

Correspondance : APN correspondant à ^ims

Pool : UPF-IMS-Primary (10.100.2.21:8805)

☐ Découverte P-CSCF

FQDN : pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org

Statut : ✓ Résolu (2 IPs)

IPs Résolues : 10.101.2.100, 10.101.2.101

⚙ Remplacements PCO

DNS Principal : 10.103.2.195

P-CSCF (repli statique) : 10.101.2.100, 10.101.2.101

Métriques et Observabilité

Métriques Prometheus

Le système de surveillance P-CSCF expose des métriques via Prometheus (port 42069 par défaut) :

Métriques de Type Gauge

```

# Métriques au niveau FQDN
pcscf_fqdns_total                                # Nombre total de FQDN
surveillés
pcscf_fqdns_resolved                             # FQDN résolus avec succès
(DNS réussi)
pcscf_fqdns_failed                               # Résolutions de FQDN
échouées (DNS échoué)

# Métriques au niveau serveur (agrégées)
pcscf_servers_total                              # Nombre total de serveurs
P-CSCF découverts via DNS SRV
pcscf_servers_healthy                            # Serveurs répondant aux
SIP OPTIONS (agrégées)
pcscf_servers_unhealthy                          # Serveurs ne répondant pas
aux SIP OPTIONS (agrégées)

# Métriques au niveau serveur (par FQDN avec étiquette)
pcscf_servers_healthy{fqdn="..."}                # Serveurs sains pour un
FQDN spécifique
pcscf_servers_unhealthy{fqdn="..."}              # Serveurs malades pour un
FQDN spécifique

```

Détails de Vérification de Santé :

- **healthy** : Le serveur a répondu au ping SIP OPTIONS (TCP ou UDP)
- **unhealthy** : Le serveur n'a pas répondu aux SIP OPTIONS (délai d'attente de 5s par transport)

Exemples de Métriques

Métriques de Résolution DNS :

```
# Requête des FQDN résolus avec succès
pcscf_fqdns_resolved

# Calculer le taux de réussite DNS
(pcscf_fqdns_resolved / pcscf_fqdns_total) * 100

# Total des serveurs découverts
pcscf_servers_total
```

Métriques de Santé SIP OPTIONS :

```
# Total des serveurs sains à travers tous les FQDN
pcscf_servers_healthy

# Total des serveurs malades
pcscf_servers_unhealthy

# Calculer le taux de réussite de la vérification de santé
(pcscf_servers_healthy / pcscf_servers_total) * 100

# Serveurs sains pour un FQDN spécifique
pcscf_servers_healthy{fqdn="pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org"}

# Alerte sur tous les serveurs en panne
pcscf_servers_healthy == 0 AND pcscf_servers_total > 0
```

Exemples d'Alerte Prometheus :

```

# Alerte lorsque tous les serveurs P-CSCF sont en panne
- alert: AllPCSCFServersDown
  expr: pcscf_servers_healthy == 0 AND pcscf_servers_total > 0
  for: 5m
  labels:
    severity: critical
  annotations:
    summary: "Tous les serveurs P-CSCF sont malades"
    description: "{{ $value }}" serveurs sains (0) - tous les
contrôles SIP OPTIONS échoués"

# Alerte lorsque plus de 50% des serveurs sont en panne
- alert: MajorityPCSCFServersDown
  expr: (pcscf_servers_healthy / pcscf_servers_total) < 0.5
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "La majorité des serveurs P-CSCF sont malades"
    description: "Seulement {{ $value }}% des serveurs répondent
aux SIP OPTIONS"

# Alerte sur les échecs de résolution DNS
- alert: PCSCFDNSResolutionFailed
  expr: pcscf_fqdns_failed > 0
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "Échecs de résolution DNS P-CSCF"
    description: "{{ $value }}" FQDN(s) échouant à se résoudre"

```

Journalisation

Le moniteur enregistre les événements clés :


```
[info] Moniteur P-CSCF démarré
[info] Enregistrement de 2 FQDN P-CSCF uniques pour la
surveillance : ["pcscf.ims.example.com",
"pcscf.entreprise.example.com"]
[info] Moniteur P-CSCF : Enregistrement du FQDN
pcscf.ims.example.com
[debug] Moniteur P-CSCF : Résolution réussie de
pcscf.ims.example.com vers 2 IPs
[warning] Moniteur P-CSCF : Échec de la résolution de
pcscf.entreprise.example.com : :nxdomain
[debug] Utilisation des adresses P-CSCF du FQDN
pcscf.ims.example.com : [{10, 101, 2, 100}, {10, 101, 2, 101}]
```

Stratégie de Repli

Le système utilise une **stratégie de repli en trois niveaux** pour une fiabilité maximale :

Niveau 1 : Découverte DNS (Préférée)

```
p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com"
```

- Le moniteur interroge DNS et met en cache les IPs résolues
- La session utilise les IPs mises en cache si disponibles
- **Avantage** : Dynamique, équilibré, conscient de la localisation

Niveau 2 : PCO Statique Spécifique à la Règle (Repli)

```
pco: %{
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100", "10.101.2.101"]
}
```

- Utilisé si la découverte DNS échoue ou ne retourne aucune IP

- Configuration statique spécifique à la règle
- **Avantage** : Repli spécifique à la règle, prévisible

Niveau 3 : Configuration PCO Globale (Dernier Recours)

```
# Configuration PCO globale
pco: %{
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.146"]
}
```

- Utilisé si aucune configuration spécifique à la règle et que DNS échoue
- Adresses P-CSCF par défaut globales
- **Avantage** : Toujours disponible, empêche l'échec de session

Exemple de Logique de Repli

La session correspond à la règle "Trafic IMS" :

1. Essayer la découverte DNS pour "pcscf.ims.example.com"
 - └ Succès → Utiliser [10.101.2.100, 10.101.2.101] ✓
 - └ Échec → Essayer le niveau suivant
 2. Essayer le remplacement PCO de la règle
 - └ Configuré → Utiliser [10.101.2.100, 10.101.2.101] ✓
 - └ Non configuré → Essayer le niveau suivant
 3. Utiliser la configuration PCO globale
 - └ Utiliser [10.101.2.146] ✓ (Réussit toujours)
-

Configuration DNS

Configuration du Serveur DNS

Configurer le serveur DNS avec des enregistrements SRV et A/AAAA pour la découverte P-CSCF :

```
; Enregistrements SRV pour P-CSCF (_sip._tcp préfixe est interrogé automatiquement)
_sip._tcp.pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org. IN SRV 10 50 5060 pcscf1.example.com.
_sip._tcp.pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org. IN SRV 20 50 5060 pcscf2.example.com.

; Enregistrements A
pcscf1.example.com. IN A 10.101.2.100
pcscf2.example.com. IN A 10.101.2.101
```

Important : OmniPGW préfixe automatiquement `_sip._tcp.` au FQDN configuré. Si vous configurez `p_cscf_discovery_fqdn:` `"pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org"`, le système interrogera `_sip._tcp.pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org`.

Format d'Enregistrement SRV

Les enregistrements SRV suivent ce format :

```
_service._proto.domain. IN SRV priority weight port target.
```

- **Priorité** : Les valeurs plus basses ont une priorité plus élevée (10 avant 20)
- **Poids** : Pour l'équilibrage de charge parmi la même priorité (plus élevé = plus de trafic)
- **Port** : Port SIP (typiquement 5060 pour TCP, 5060 pour UDP)
- **Cible** : Nom d'hôte à résoudre en adresse IP

Tester la Configuration DNS

```
# Interroger les enregistrements SRV (notez le préfixe _sip._tcp)
dig SRV _sip._tcp.pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org
@10.179.2.177
```

```
# Sortie attendue :
# _sip._tcp.pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org. 300 IN SRV 10 50
5060 pcscf1.example.com.
```

```
# Résoudre le nom d'hôte P-CSCF en IP
dig A pcscf1.example.com @10.179.2.177
```

```
# Sortie attendue :
# pcscf1.example.com. 300 IN A 10.101.2.100
```

Dépannage

Problème : FQDN Affiche le Statut "Échoué"

Symptômes :

- L'interface Web affiche un statut **✗ Échoué**
- Erreur : `:nxdomain`, `:timeout`, ou `:no_naptr_records`

Causes Possibles :

1. Serveur DNS non joignable
2. FQDN n'existe pas dans DNS
3. Aucun enregistrement NAPTR configuré
4. Délai d'attente du serveur DNS

Résolution :

```
# 1. Tester la connectivité du serveur DNS
ping 10.179.2.177

# 2. Tester la requête NAPTR manuellement
dig NAPTR pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org @10.179.2.177

# 3. Vérifier les journaux OmniPGW
grep "P-CSCF" /var/log/pgw_c.log

# 4. Vérifier la configuration
grep "p_cscf_discovery_dns_server" config/runtime.exs

# 5. Rafraîchissement manuel dans l'interface Web
# Cliquez sur le bouton "Rafraîchir" à côté du FQDN échoué
```

Problème : Aucune IP Retourne

Symptômes :

- L'interface Web affiche "0 IPs"
- Le statut peut être ✓ Résolu ou ✗ Échoué

Causes Possibles :

1. Les enregistrements NAPTR existent mais les FQDN de remplacement ne se résolvent pas
2. Le champ de service ne correspond pas au modèle IMS/SIP
3. Enregistrements A/AAAA manquants

Résolution :

```
# Vérifier le champ de service de l'enregistrement NAPTR
dig NAPTR pcscf.example.com @10.179.2.177
```

```
# Assurez-vous que le service contient "SIP" ou "IMS" :
# CORRECT : "SIP+D2U", "x-3gpp-ims:sip"
# FAUX : "HTTP", "FTP"
```

```
# Vérifier que les enregistrements A/AAAA existent
dig pcscf1.example.com A @10.179.2.177
```

Problème : Les Sessions Utilisent le Mauvais P-CSCF

Symptômes :

- L'UE reçoit des adresses P-CSCF inattendues
- Le repli statique utilisé au lieu des IP découvertes

Causes Possibles :

1. La découverte DNS a échoué mais le repli fonctionne
2. Correspondance de règle incorrecte
3. FQDN non enregistré

Résolution :

```
# 1. Vérifier la page du Moniteur P-CSCF
# Vérifier que le FQDN est enregistré et résolu

# 2. Vérifier les journaux de session
grep "Utilisation des adresses P-CSCF du FQDN" /var/log/pgw_c.log

# 3. Vérifier la page de Sélection UPF
# Vérifier que la règle montre le bon FQDN et le statut

# 4. Tester la correspondance de règle
# Créer une session avec un APN spécifique et vérifier quelle
règle correspond
```

Problème : Latence Élevée des Requêtes DNS

Symptômes :

- Création de session lente
- Les métriques montrent une haute `p_cscf_discovery_query_duration_seconds`

Causes Possibles :

1. Problèmes de performance du serveur DNS
2. Latence réseau vers le serveur DNS
3. Délai d'attente trop élevé

Résolution :

```
# Réduire le délai d'attente de requête
pco: %{
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 2000  # Réduire de 5000ms
}

# Envisager d'utiliser un serveur DNS plus proche
pco: %{
  p_cscf_discovery_dns_server: "10.0.0.10"  # DNS local
}
```

Meilleures Pratiques

1. Sélection du Serveur DNS

Utiliser un Serveur DNS Dédié

```
pco: %{
  # DNS dédié pour la découverte P-CSCF (pas le même que le DNS de l'UE)
  p_cscf_discovery_dns_server: "10.179.2.177",

  # Serveurs DNS de l'UE (donnés aux appareils mobiles)
  primary_dns_server_address: "8.8.8.8",
  secondary_dns_server_address: "8.8.4.4"
}
```

Pourquoi ?

- Séparer les préoccupations : DNS de l'UE vs. DNS IMS interne
- Politiques d'accès et sécurité différentes
- Mise à l'échelle et fiabilité indépendantes

2. Toujours Configurer un Repli Statique

```
%{
  p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com", # Préféré
  pco: %{
    p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100"] # Repli requis
  }
}
```

Pourquoi ?

- Assure que les sessions réussissent même si DNS échoue
- Dégradation élégante
- Répond aux exigences SLA

3. Utiliser des FQDN Spécifiques par Type de Trafic

```
rules: [  
  # IMS  
  %{  
    name: "IMS",  
    match_regex: "^ims",  
    p_cscf_discovery_fqdn:  
"pcscf.ims.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org"  
  },  
  
  # Entreprise  
  %{  
    name: "Entreprise",  
    match_regex: "^enterprise",  
    p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.entreprise.example.com"  
  }  
]
```

Pourquoi ?

- Différents pools P-CSCF par service
- Meilleure distribution de charge
- Routage spécifique au service

4. Surveiller la Performance des Requêtes DNS

```
# Alerte sur une latence élevée des requêtes P-CSCF  
alert: HighPCSCFQueryLatency  
expr: histogram_quantile(0.95,  
pcscf_discovery_query_duration_seconds_bucket) > 2  
for: 5m  
labels:  
  severity: warning  
annotations:  
  summary: "Les requêtes DNS P-CSCF sont lentes (p95 > 2s)"
```

5. Vérifications de Santé DNS Régulières

- **Interface Web** : Vérifiez la page Moniteur P-CSCF quotidiennement
- **Métriques** : Surveillez la métrique `pcscf_monitor_fqdns_failed`
- **Journaux** : Surveillez les erreurs DNS
- **Tests** : Vérifiez périodiquement que les enregistrements DNS existent

6. Configurer un Délai d'Attente Approprié

```
# Production : Équilibrer fiabilité et latence
pco: %{
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000  # 5 secondes
}

# Haute performance : Favoriser la vitesse, compter sur le repli
pco: %{
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 2000  # 2 secondes
}
```

7. Utiliser la Redondance DNS

Configurer DNS primaire et secondaire :

```
# DNS P-CSCF primaire
pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org. IN NAPTR 10 50 "s" "SIP+D2U"
"" _sip._udp.pcscf1.example.com.

# DNS P-CSCF secondaire
pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org. IN NAPTR 20 50 "s" "SIP+D2U"
"" _sip._udp.pcscf2.example.com.
```

Documentation Connexe

- **Configuration PCO** - Options de Configuration de Protocole, paramètres DNS et P-CSCF

- **Guide de Configuration** - Référence complète de configuration OmniPGW
 - **Surveillance** - Métriques, journalisation et observabilité
 - **Gestion de Session** - Cycle de vie de la session et livraison PCO
 - **Interface PFCP** - Communication de la Fonction de Plan Utilisateur
-

[Retour à la Documentation Principale](#)

Surveillance P-CSCF OmniPGW - *par Omnitouch Network Services*

Documentation de l'Interface PFCP/Sxb

Protocole de Contrôle de Transfert de Paquets - Communication entre PGW-C et PGW-U

Table des Matières

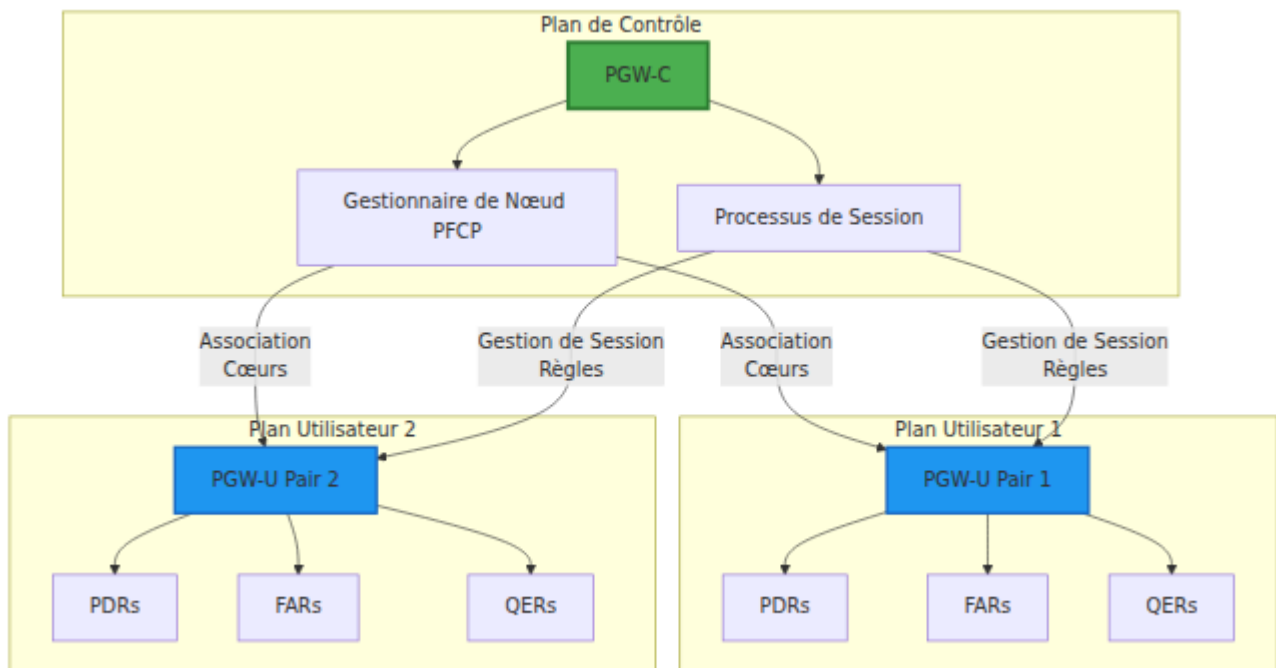
1. [Aperçu](#)
 2. [Bases du Protocole](#)
 3. [Gestion des Associations PFCP](#)
 4. [Gestion des Sessions PFCP](#)
 5. [Règles de Traitement des Paquets](#)
 6. [Configuration](#)
 7. [Sélection UPF Basée sur DNS](#)
 8. [Flux de Messages](#)
 9. [Dépannage](#)
 10. [Interface Web - Surveillance PFCP](#)
 11. [Documentation Connexe](#)
-

Aperçu

L'**interface Sxb** utilise le **PFCP (Protocole de Contrôle de Transfert de Paquets)** pour la communication entre le PGW-C (plan de contrôle) et le PGW-U (plan utilisateur). Cette séparation permet :

- **Plan de Contrôle (PGW-C)** - Gère le signalement, la gestion des sessions, les décisions de politique
- **Plan Utilisateur (PGW-U)** - Gère le transfert effectif de paquets à haute vitesse

Architecture PFCP



Bases du Protocole

Version PFCP

PGW-C implémente **PFCP Version 1** (3GPP TS 29.244).

Transport

- **Protocole** : UDP
- **Port par Défaut** : 8805
- **Format de Message** : Encodé binaire selon la spécification PFCP

Types d'ID de Nœud

Les pairs PFCP sont identifiés par l'ID de Nœud, qui peut être :

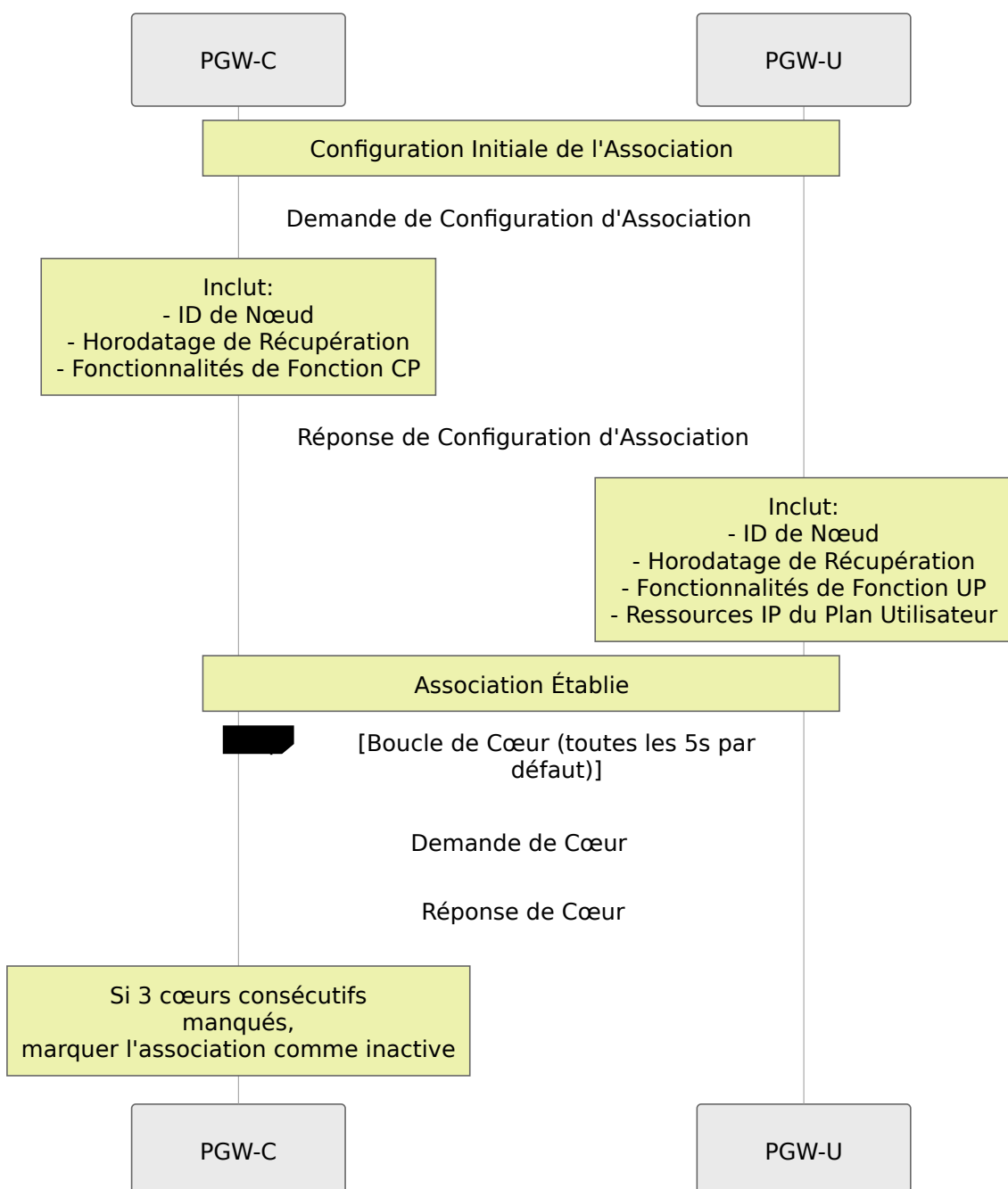
- **Adresse IPv4** - La plus courante
- **Adresse IPv6**

- **FQDN** (Nom de Domaine Entièrement Qualifié)

Gestion des Associations PFCP

Avant que la gestion des sessions puisse avoir lieu, une **association** PFCP doit être établie entre PGW-C et PGW-U.

Flux de Configuration de l'Association



Gestion de l'État des Pairs

Chaque pair PFCP maintient un état :

Champ	Description
<code>is_associated</code>	Booléen indiquant l'état de l'association
<code>remote_node_id</code>	ID de Nœud du pair (IP ou FQDN)
<code>remote_ip_address</code>	Adresse IP pour la communication
<code>remote_port</code>	Port UDP (par défaut 8805)
<code>heartbeat_period_ms</code>	Intervalle de cœur en millisecondes
<code>missed_heartbeats_consecutive</code>	Compte des cœurs manqués
<code>up_function_features</code>	Fonctionnalités du plan utilisateur prises en charge
<code>up_recovery_time_stamp</code>	Horodatage de récupération du pair

Mécanisme de Cœur

Objectif : Détecter les pannes de pairs et maintenir la vivacité de l'association

Configuration :

```
# Dans config/runtime.exs
sxb: %{
  local_ip_address: "10.0.0.20"
},
upf_selection: %{
  fallback_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.0.0.21", remote_port: 8805, weight:
100}
  ]
}
# Tous les UPFs sont automatiquement enregistrés avec des cœurs de
5 secondes
```

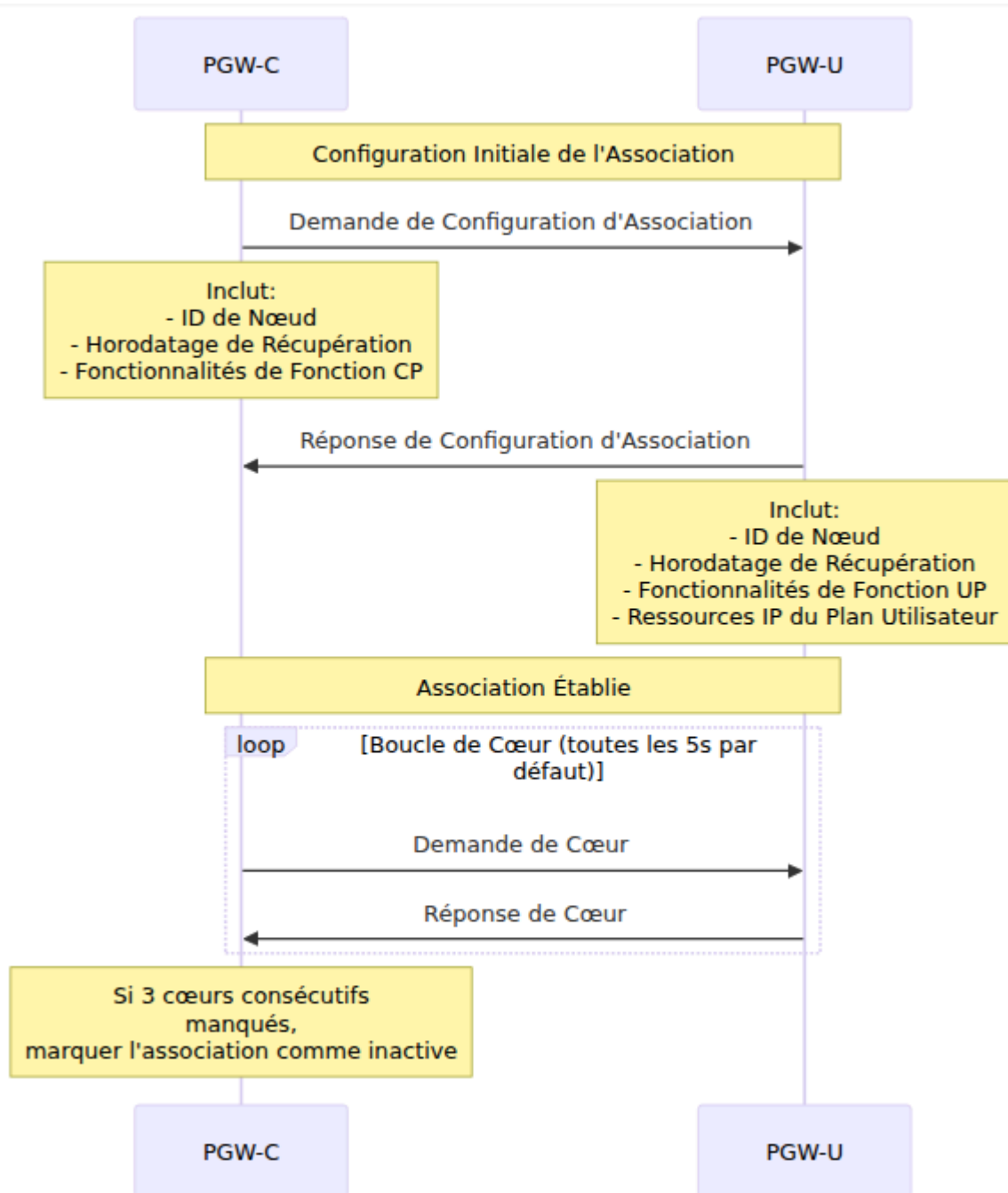
Détection de Panne :

- Chaque cœur manqué incrémente `missed_heartbeats_consecutive`
 - Typiquement configuré pour échouer après 3 manqués consécutifs
 - L'association échouée empêche de nouvelles sessions vers ce pair
-

Gestion des Sessions PFCP

Les sessions PFCP sont créées pour chaque connexion PDN UE afin de programmer les règles de transfert dans le plan utilisateur.

Cycle de Vie de la Session



Établissement de Session

Quand : L'UE s'attache et crée une connexion PDN

PGW-C envoie à PGW-U :

Demande d'Établissement de Session contenant :

- **SEID** (ID de Point de Terminaison de Session) - Identifiant de session unique
- **ID de Nœud** - ID de Nœud de PGW-C
- **F-SEID** - SEID Entièrement Qualifié (inclut IP + SEID)
- **PDRs** - Règles de Détection de Paquets (typiquement 2 : uplink + downlink)
- **FARs** - Règles d'Action de Transfert (typiquement 2 : uplink + downlink)
- **QERs** - Règles d'Application de QoS (limites de débit)
- **BAR** - Règle d'Action de Mise en Tampon (pour la mise en tampon descendante)

PGW-U répond :

Réponse d'Établissement de Session contenant :

- **Cause** - Raison de succès ou d'échec
- **F-SEID** - Point de terminaison de session de PGW-U
- **PDRs Créés** - Accusé de réception des règles créées
- **F-TEID** - TEID Entièrement Qualifié pour l'interface S5/S8

Modification de Session

Quand : Des changements de QoS, des mises à jour de politique ou des modifications de porteur se produisent

La modification peut inclure :

- Ajout de nouvelles PDRs, FARs, QERs
- Suppression de règles existantes
- Mise à jour des paramètres de règles

Suppression de Session

Quand : L'UE se détache ou la connexion PDN est terminée

Processus :

1. PGW-C envoie une Demande de Suppression de Session avec SEID

2. PGW-U supprime toutes les règles et libère les ressources
3. PGW-U répond avec une Réponse de Suppression de Session

Allocation de F-TEID

F-TEID (Identifiant de Point de Terminaison de Tunnel Entièrement Qualifié) identifie les points de terminaison de tunnel GTP-U pour le trafic du plan utilisateur. Lors de l'établissement d'une session PFCP, quelqu'un doit allouer le F-TEID qui identifie où le UPF doit envoyer le trafic montant. Il existe deux approches :

Comprendre l'Allocation de F-TEID

Ce qui est alloué : Le F-TEID se compose de :

- **TEID** (Identifiant de Point de Terminaison de Tunnel) - Nombre de 32 bits identifiant le tunnel
- **Adresse IP** - Où envoyer les paquets GTP-U (l'adresse IP du UPF)

La Question : Qui alloue la valeur TEID ?

Option 1 : UPF Alloue (Recommandé par Défaut)

- PGW-C dit "veuillez allouer un TEID pour moi" (drapeau CHOOSE)
- UPF choisit un TEID de son pool local et répond avec la valeur

Option 2 : PGW-C Alloue (Mode de Compatibilité)

- PGW-C choisit un TEID et dit à UPF "utilisez ce TEID spécifique"
- UPF utilise le TEID fourni sans allocation

Allocation UPF (Défaut - Recommandé)

Configuration :

```
sxb: %{\n  allocate_uplink_f_teid: false  # Par défaut\n}
```

Comment ça fonctionne :

1. PGW-C construit une Demande d'Établissement de Session PFCP avec le drapeau F-TEID CHOOSE
2. UPF reçoit la demande, alloue le TEID de son pool interne
3. UPF répond avec le F-TEID alloué (TEID + adresse IP)
4. PGW-C stocke le F-TEID alloué pour la durée de la session

Pourquoi c'est mieux (généralement) :

☐ Séparation des Préoccupations

- UPF possède le plan utilisateur = UPF gère les identifiants du plan utilisateur
- Pas besoin pour PGW-C de suivre quels TEIDs UPF a disponibles
- Chaque composant gère son propre pool de ressources

☐ Scalabilité Multi-PGW-C

- Plusieurs instances PGW-C peuvent communiquer avec le même UPF sans coordination
- Aucun risque de collisions de TEID entre différentes instances PGW-C
- UPF assure l'unicité entre tous les pairs du plan de contrôle

☐ Comportement Standard 3GPP

- Le drapeau CHOOSE est défini dans 3GPP TS 29.244 à cet effet
- Les implémentations modernes de UPF le prennent en charge
- Suit le principe "laisser le propriétaire allouer"

☐ Échec de Basculement Plus Simple

- Si PGW-C redémarre, UPF possède toujours l'espace de noms TEID
- Pas besoin de synchroniser l'état d'allocation de TEID
- UPF peut continuer à utiliser les TEIDs existants

Quand l'utiliser :

- ☐ Déploiements de production avec des UPFs modernes (par défaut)

- ☐ Déploiements Multi-PGW-C partageant des pools UPF
- ☐ Architectures cloud-native avec des plans de contrôle sans état
- ☐ Vous voulez un comportement PFCP standard 3GPP

Problèmes Potentiels :

- ⚠ Certaines implémentations de UPF anciennes ou propriétaires ne prennent pas en charge le drapeau CHOOSE
- ⚠ Si l'établissement de session échoue avec "IE obligatoire manquant" ou similaire, UPF peut ne pas prendre en charge CHOOSE

Allocation PGW-C (Compatibilité Héritée)

Configuration :

```
sxb: %{
  allocate_uplink_f_teid: true
}
```

Comment ça fonctionne :

1. PGW-C alloue le TEID à partir du pool local lors de la création de session
2. PGW-C construit une Demande d'Établissement de Session PFCP avec une valeur TEID explicite
3. UPF reçoit la demande, utilise le TEID fourni sans allocation
4. PGW-C et UPF suivent tous deux la même valeur TEID

Pourquoi vous pourriez avoir besoin de cela :

☐ UPF ne prend pas en charge CHOOSE

- Certaines implémentations de UPF (en particulier anciennes/propriétaires) ne prennent pas en charge l'allocation dynamique
- UPF s'attend à un TEID explicite dans la Demande d'Établissement de Session PFCP
- Seul contournement pour la compatibilité

☐ Gestion Centralisée des TEID

- Si vous avez besoin que PGW-C ait une visibilité complète sur tous les TEIDs alloués
- Utile pour le débogage des problèmes de plan utilisateur (PGW-C connaît les valeurs TEID exactes)
- Peut corréler le TEID dans les captures de paquets avec l'état de session

□ **Allocation Déterministe**

- Si vous avez besoin de modèles d'allocation de TEID prévisibles
- Certains environnements de test peuvent nécessiter des plages de TEID spécifiques

Compromis :

⚠ **Coordination Requise pour Multi-PGW-C**

- Plusieurs instances PGW-C partageant un UPF doivent éviter les collisions de TEID
- Nécessite soit :
 - Plages de TEID partitionnées par PGW-C (configuration complexe)
 - Service d'allocation de TEID partagé (infrastructure supplémentaire)
 - Accepter le risque de collision avec allocation aléatoire (faible probabilité)

⚠ **Synchronisation d'État**

- PGW-C doit suivre les TEIDs alloués pour éviter la réutilisation
- État du pool de TEID perdu lors du redémarrage de PGW-C (doit être reconstruit à partir des sessions)
- Scénarios de basculement plus complexes

⚠ **Comportement Non Standard**

- Pas le modèle de conception PFCP prévu
- Peut ne pas fonctionner avec toutes les implémentations de UPF s'attendant à CHOOSE

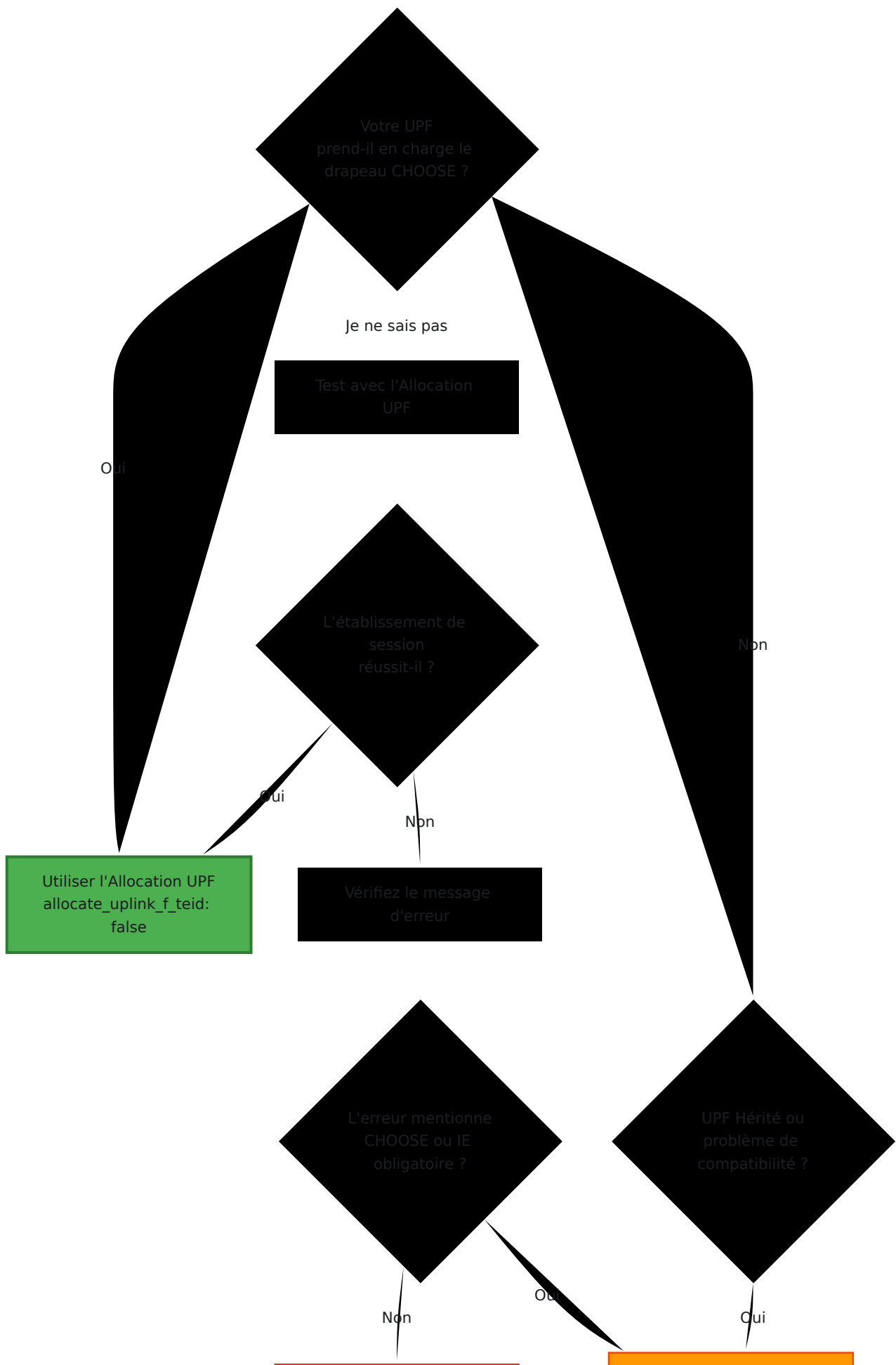
Quand l'utiliser :

- ⚠ **Uniquement lorsque UPF ne prend pas en charge le drapeau CHOOSE**
- ⚠ Implémentations de UPF héritées (par exemple, certains matériels propriétaires)
- ⚠ Exigences de compatibilité spécifiques
- ⚠ Scénarios de débogage nécessitant la visibilité TEID de PGW-C

Gestion des Collisions de TEID : PGW-C utilise une allocation aléatoire avec détection de collision :

- Plage de TEID : 1 à 0xFFFFFFFF (4,2 milliards de valeurs)
- Probabilité de collision : ~0,023 % à 1 million de sessions
- Réessai automatique en cas de collision (transparent pour l'appelant)
- TEIDs automatiquement libérés lorsque la session se termine

Comment Choisir



Problème différent
vérifiez les journaux de
UPF

Utiliser l'Allocation PGW-
C
allocate_uplink_f_teid:
true

Dépannage

Symptôme : L'établissement de session échoue immédiatement

Vérifiez les journaux PFCP :

```
# Recherchez les erreurs liées à CHOOSE
grep -i "choose\|mandatory.*missing" /var/log/pgw_c.log

# Vérifiez les codes de cause de la Réponse d'Établissement de
Session PFCP
grep "Session Establishment Response" /var/log/pgw_c.log
```

Si UPF rejette le drapeau CHOOSE :

- L'erreur peut dire "IE obligatoire manquant" ou "IE invalide"
- UPF s'attend à un F-TEID explicite mais a reçu CHOOSE
- **Solution** : Définir `allocate_uplink_f_teid: true`

Si l'allocation PGW-C cause des problèmes :

- Très rare - l'espace TEID est énorme (4 milliards de valeurs)
- Vérifiez l'épuisement des TEID (improbable en dessous de millions de sessions) :

```
# Vérifiez le compte du registre
grep "registered_teid_count" /var/log/pgw_c.log
```

Changement entre les modes :

```
# Modifier config/runtime.exs
sxb: %{
  local_ip_address: "10.0.0.20",
  allocate_uplink_f_teid: false # Changez à true si UPF ne prend
pas en charge CH00SE
}
```

Puis redémarrez PGW-C :

```
systemctl restart pgw_c
```

Vérification du Mode Actif : Vérifiez les captures de paquets PFCP :

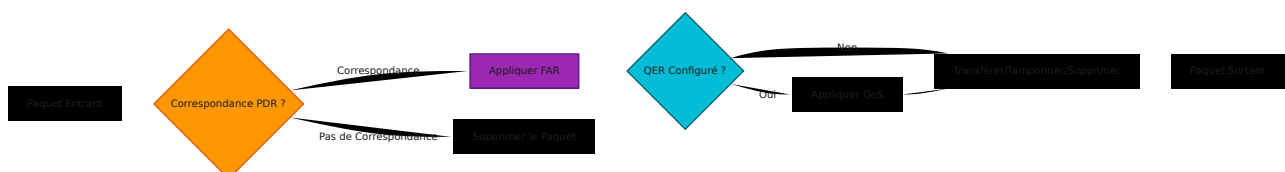
```
# Capturez le trafic PFCP
tcpdump -i any -n port 8805 -w pfcp.pcap

# Ouvrez dans Wireshark et regardez la Demande d'Établissement de
Session
# Si F-TEID montre des drapeaux "CH00SE" : mode d'allocation UPF
# Si F-TEID montre une valeur TEID explicite : mode d'allocation
PGW-C
```

Règles de Traitement des Paquets

PFCP utilise un ensemble de règles pour définir comment le plan utilisateur traite les paquets.

Architecture des Règles



PDR (Règle de Détection de Paquet)

Objectif : Identifier à quels paquets cette règle s'applique

Configuration Typique de PGW-C :

PDR #1 - Descendant :

```
ID de PDR : 1
Précédence : 100
PDI (Informations de Détection de Paquet) :
  - Interface Source : CORE (côté Internet)
  - Adresse IP UE : 100.64.1.42/32
ID de FAR : 1 (règle de transfert associée)
```

PDR #2 - Montant :

```
ID de PDR : 2
Précédence : 100
PDI (Informations de Détection de Paquet) :
  - Interface Source : ACCESS (côté SGW)
  - F-TEID : <point de terminaison de tunnel S5/S8>
ID de FAR : 2 (règle de transfert associée)
ID de QER : 1 (application de QoS)
```

Champs Clés de PDR :

- **ID de PDR** - Identifiant unique de la règle (par session)
- **Précédence** - Priorité de correspondance de la règle (plus élevé = plus spécifique)
- **PDI** - Critères de correspondance (interface, IP, TEID, etc.)
- **Suppression de l'En-tête Externe** - Supprimer l'en-tête GTP-U à l'entrée
- **ID de FAR** - Action de transfert associée
- **ID de QER** - Application de QoS associée (optionnelle)

FAR (Règle d'Action de Transfert)

Objectif : Définir quoi faire avec les paquets correspondants

FAR #1 - Descendant (Internet → UE) :

ID de FAR : 1

Appliquer l'Action : TRANSFÉRER

Paramètres de Transfert :

- Interface de Destination : ACCESS (vers SGW)
- Création d'En-tête Externe : GTP-U/UDP/IPv4
- F-TEID Distant : <point de terminaison de tunnel SGW S5/S8>

FAR #2 - Montant (UE → Internet) :

ID de FAR : 2

Appliquer l'Action : TRANSFÉRER

Paramètres de Transfert :

- Interface de Destination : CORE (vers Internet)
- (Pas d'en-tête externe - transfert IP simple)

Champs Clés de FAR :

- **ID de FAR** - Identifiant unique de la règle
- **Appliquer l'Action** - TRANSFÉRER, SUPPRIMER, TAMPOUNER, NOTIFIER
- **Paramètres de Transfert :**
 - Interface de destination (ACCESS/CORE)
 - Création d'En-tête Externe (ajouter un tunnel GTP-U)
 - Instance Réseau (VRF/table de routage)

QER (Règle d'Application de QoS)

Objectif : Appliquer des limites de débit et des paramètres de QoS. Les QER peuvent également suivre l'utilisation pour la gestion des quotas de facturation en ligne (voir [Interface Diameter Gy](#) pour le contrôle de crédit).

Exemple de QER :

ID de QER : 1
État de la Porte : OUVERT
Débit Maximum :
- Montant : 100 Mbps
- Descendant : 50 Mbps
Débit Garanti : (optionnel, pour les porteurs GBR)
- Montant : 10 Mbps
- Descendant : 10 Mbps

Champs Clés de QER :

- **ID de QER** - Identifiant unique de la règle
- **État de la Porte** - OUVERT (autoriser) ou FERMÉ (bloquer)
- **MBR** - Débit Maximum (montant/descendant)
- **GBR** - Débit Garanti (pour les porteurs dédiés)
- **QCI** - Identifiant de Classe de QoS (affecte la planification)

BAR (Règle d'Action de Mise en Tampon)

Objectif : Contrôler la mise en tampon des paquets descendants lorsque l'UE est inactif

Exemple de BAR :

ID de BAR : 1
Délai de Notification de Données Descendantes : 100ms
Nombre de Paquets Suggérés à Tamponner : 10

Utilisé pour : Optimisation DRX (Réception Discontinue) en mode inactif

Configuration

Configuration de Base Sxb

Modifiez `config/runtime.exs` :

```

config :pgw_c,
  sxb: %{
    # Adresse IP locale pour la communication PFCP
    local_ip_address: "10.0.0.20",

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

    # Délai d'attente des requêtes PFCP en millisecondes (par
défaut : 500ms)
    # Temps d'attente pour la réponse UPF avant de retransmettre
    # Doit être >= temps de traitement UPF attendu pour éviter les
sessions dupliquées
    request_timeout_ms: 500,

    # Nombre de tentatives de retransmission pour les requêtes
PFCP (par défaut : 3)
    # Temps d'attente maximum total = request_timeout_ms *
request_attempts
    request_attempts: 3,

    # Optionnel : Contrôler l'allocation de F-TEID pour le plan
utilisateur
    # Lorsque faux (par défaut) : UPF alloue F-TEID (drapeau
CHOOSE)
    # Lorsque vrai : PGW-C pré-alloue F-TEID et fournit une valeur
explicite
    # Remarque : Certains UPFs peuvent ne pas prendre en charge le
drapeau CHOOSE et nécessiter une allocation explicite
    allocate_uplink_f_teid: false
  },

  # Sélection UPF - Tous les UPFs définis ici sont automatiquement
enregistrés
  upf_selection: %{
    fallback_pool: [
      %{
        # Adresse IP de PGW-U
        remote_ip_address: "10.0.0.21",

        # Port PFCP (par défaut : 8805)
        remote_port: 8805,

```

```
# Poids pour l'équilibrage de charge (100 = normal, 0 =  
veille)  
weight: 100  
}  
]  
}
```

Configuration du Délai d'Attente des Requêtes

L'interface PFCP utilise des délais d'attente configurables pour les demandes d'Établissement, de Modification et de Suppression de Session vers le UPF.

Paramètres :

Paramètre	Type	Par Défaut	Description
<code>request_timeout_ms</code>	Entier	500	Temps en millisecondes à attendre pour la réponse UPF avant de retransmettre
<code>request_attempts</code>	Entier	3	Nombre maximum de tentatives de transmission avant d'échouer la demande

Temps d'Attente Total : `request_timeout_ms × request_attempts`

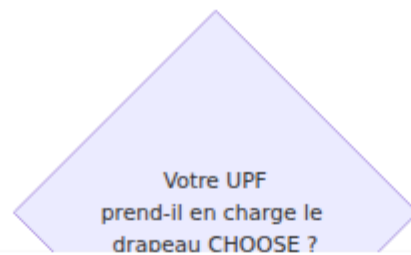
Comportement par Défaut : 500ms × 3 tentatives = **1,5 secondes de temps d'attente maximum total**

Pourquoi la Configuration du Délai d'Attente est Importante

Si `request_timeout_ms` est réglé trop bas par rapport au temps de traitement UPF :

1. PGW-C envoie une Demande d'Établissement de Session
2. Le délai d'attente expire avant que UPF ne réponde
3. PGW-C retransmet avec le même numéro de séquence

4. UPF traite les deux demandes et crée **des sessions PFCP dupliquées**
5. PGW-C reçoit la première réponse et stocke un ID de session
6. La deuxième session devient **orpheline** dans le UPF



OmniCore 5GC ▼

OmniCall ▼

OmniRAN ▼

OmniCharge ▼

Platform ▼

🇫🇷 Français ▼

Je ne sais pas

Test avec l'Allocation UPF

L'établissement de session réussit-il ?

Oui

Oui

Non

Non

Utiliser l'Allocation UPF
allocate_uplink_f_teid:
false

Vérifiez le message d'erreur

L'erreur mentionne CHOOSE ou IE obligatoire ?

Non

Oui

UPF Hérité ou problème de compatibilité ?

Oui



Problème différent
vérifiez les journaux de
UPF

Utiliser l'Allocation PGW-
C
allocate_uplink_f_teid:
true

Directives de Réglage

Temps de Réponse UPF	<code>request_timeout_ms</code> Recommandé	Temps d'Attente Total
Rapide (<100ms)	200-300ms	600-900ms (3 tentatives)
Normal (100-300ms)	500ms (par défaut)	1.5s (3 tentatives)
Lent (300-500ms)	750-1000ms	2.25-3s (3 tentatives)
Très lent (>500ms)	1500-2000ms	4.5-6s (3 tentatives)

Recommandation : Réglez `request_timeout_ms` à au moins **2x le temps de réponse UPF attendu** pour éviter les sessions orphelines induites par retransmission.

Exemple - UPF Lent

```
sxb: %{  
  local_ip_address: "10.0.0.20",  
  request_timeout_ms: 1000, # 1 seconde par tentative  
  request_attempts: 3      # Total : 3 secondes max  
}
```

Diagnostic des Problèmes de Délai d'Attente

Symptômes d'un délai d'attente trop bas :

- UPF signale plus de sessions PFCP que prévu

- Les sessions orphelines s'accumulent dans le UPF au fil du temps
- Messages de journal : "Demande d'Établissement de Session expirée" suivie d'une session réussie

Comment diagnostiquer :

1. Vérifiez le compte de session UPF via l'API ou l'interface de gestion UPF
2. Comparez avec le compte de session actif de PGW-C
3. Si UPF a plus de sessions, des orphelines existent à partir des retransmissions

Résolution :

1. Augmentez `request_timeout_ms` pour dépasser le temps de réponse UPF
2. Redémarrez PGW-C pour appliquer la nouvelle configuration
3. Nettoyez les sessions orphelines du UPF (nettoyage manuel ou redémarrage de UPF)

Plusieurs Pairs PGW-U

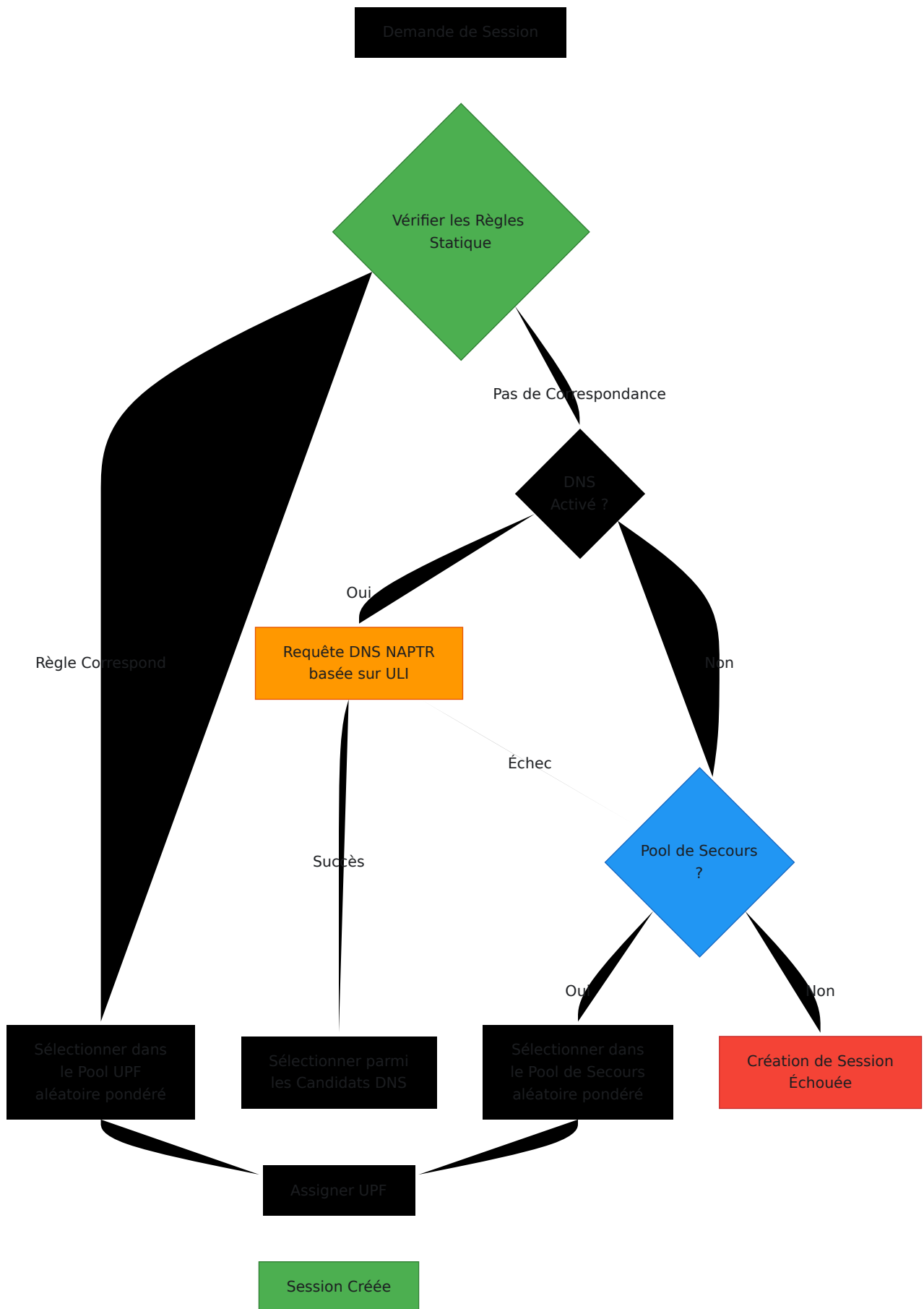
Pour l'équilibrage de charge ou la redondance :

```
config :pgw_c,  
  sxb: %{  
    local_ip_address: "10.0.0.20"  
  },  
  upf_selection: %{  
    fallback_pool: [  
      %{remote_ip_address: "10.0.1.21", remote_port: 8805, weight:  
50}, # 50% du trafic  
      %{remote_ip_address: "10.0.2.21", remote_port: 8805, weight:  
50} # 50% du trafic  
    ]  
  }  
# Les deux UPFs sont automatiquement enregistrés avec des cœurs de  
5 secondes
```

Configuration de Sélection UPF

PGW-C utilise un **système de sélection UPF à trois niveaux** avec des règles basées sur la priorité :

1. **Règles Statique** (Priorité la Plus Élevée) - Correspondance basée sur les attributs de session
2. **Sélection Basée sur DNS** (Priorité Moyenne) - Routage conscient de la localisation via des requêtes DNS NAPTR
3. **Pool de Secours** (Priorité la Plus Basse) - Pool UPF par défaut lorsque aucune règle ne correspond



Exemple Complet de Sélection UPF

```

config :pgw_c,
  # Interface PFCP
  sxb: %{
    local_ip_address: "10.0.0.20"
  },

  # Sélection UPF : Tous les UPFs définis ici sont automatiquement
  enregistrés
  upf_selection: %{
    #
=====
    # Sélection Basée sur DNS (Routage Conscient de la Localisation)
    #
=====
    # Interroge DNS en utilisant les Informations de Localisation de
    l'Utilisateur (ULI)
    # Fournit une sélection dynamique de UPF basée sur la
    localisation de la cellule
    dns_enabled: false,
    dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],
    dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",
    dns_timeout_ms: 5000,

    #
=====
    # Règles de Sélection Statique (Évaluées par Priorité)
    #
=====
    # Les règles sont vérifiées de la priorité la plus élevée à la
    plus basse
    # La première règle correspondante détermine le pool UPF
    rules: [
      # Règle 1 : Trafic IMS - Priorité la Plus Élevée
      %{
        name: "Trafic IMS",
        priority: 20,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^ims",
        upf_pool: [
          %{remote_ip_address: "10.100.2.21", remote_port: 8805,
weight: 80},
          %{remote_ip_address: "10.100.2.22", remote_port: 8805,
weight: 20}
        ]
      }
    ]
  }

```

```

    ],
    # Optionnel : Remplacements PCO pour cette règle
    pco: %{
        p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100", "10.101.2.101"]
    }
},

# Règle 2 : APN Entreprise - Haute Priorité
%{
    name: "Trafic Entreprise",
    priority: 15,
    match_field: :apn,
    match_regex: "^(entreprise|corporate)\.apn",
    upf_pool: [
        %{remote_ip_address: "10.100.3.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
    ],
    pco: %{
        primary_dns_server_address: "192.168.1.10",
        secondary_dns_server_address: "192.168.1.11",
        ipv4_link_mtu_size: 1500
    }
},

# Règle 3 : Abonnés en Roaming - Priorité Moyenne
%{
    name: "Abonnés en Roaming",
    priority: 10,
    match_field: :serving_network_plmn_id,
    match_regex: "^(310|311|312|313)", # Réseaux américains
    upf_pool: [
        %{remote_ip_address: "10.100.4.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
    ]
},

# Règle 4 : Trafic Internet - Priorité Inférieure
%{
    name: "Trafic Internet",
    priority: 5,
    match_field: :apn,
    match_regex: "^internet",
    upf_pool: [
        %{remote_ip_address: "10.100.1.21", remote_port: 8805,

```

```
weight: 33},
    {%remote_ip_address: "10.100.1.22", remote_port: 8805,
weight: 33},
    {%remote_ip_address: "10.100.1.23", remote_port: 8805,
weight: 34}
    ]
    }
    ],

    #
=====
    # Pool de Secours (Dernier Recours)
    #
=====
    # Utilisé lorsque aucune règle ne correspond et que la sélection
DNS échoue ou est désactivée
    fallback_pool: [
        {%remote_ip_address: "127.0.0.21", remote_port: 8805, weight:
100}
    ]
    }
```

Champs de Correspondance Pris en Charge

Champ de Correspondance	Description	Valeur Exemple
:imsi	Identifiant International de l'Abonné Mobile	"310260123456789"
:apn	Nom de Point d'Accès	"internet", "ims"
:serving_network_plmn_id	PLMN du réseau de service (MCC+MNC)	"310260" (opérateur américain)
:sgw_ip_address	Adresse IP du SGW (format chaîne)	"10.0.1.50"
:uli_tai_plmn_id	ID de PLMN de la Zone de Suivi	"310260"
:uli_ecgi_plmn_id	ID de PLMN de la Cellule E-UTRAN	"310260"

Pool UPF et Équilibrage de Charge

Chaque règle peut spécifier un **pool UPF** avec sélection aléatoire pondérée :

```
upf_pool: [
  {%remote_ip_address: "10.100.1.21", remote_port: 8805, weight: 50},
  {%remote_ip_address: "10.100.1.22", remote_port: 8805, weight: 30},
  {%remote_ip_address: "10.100.1.23", remote_port: 8805, weight: 20}
]
```

Comment Fonctionne la Sélection Pondérée :

1. Calculez le poids total : $50 + 30 + 20 = 100$
2. Générez un nombre aléatoire : 0.0 à 100.0
3. Sélectionnez UPF en fonction des plages de poids cumulées :
 - 0-50 : UPF-1 (chance de 50 %)
 - 50-80 : UPF-2 (chance de 30 %)
 - 80-100 : UPF-3 (chance de 20 %)

Cas d'Utilisation :

- **Distribution égale** : Tous les poids égaux (33, 33, 34)
- **Principal/backup** : Poids élevé principal (80), poids faible backup (20)
- **Basé sur la capacité** : Poids proportionnel à la capacité du UPF

Remplacements PCO

Les règles peuvent remplacer les valeurs PCO (Options de Configuration de Protocole) :

```
%{
  name: "Trafic IMS",
  match_field: :apn,
  match_regex: "^ims",
  upf_pool: [...],
  pco: %{
    # Remplacer uniquement des champs spécifiques
    p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100", "10.101.2.101"],
    # Autres champs utilisent les valeurs par défaut de la
    configuration principale de pco
  }
}
```

Champs de Remplacement PCO Disponibles :

- primary_dns_server_address
- secondary_dns_server_address
- primary_nbns_server_address
- secondary_nbns_server_address
- p_cscf_ipv4_address_list

- `ipv4_link_mtu_size`

Sélection Basée sur DNS

Lorsqu'elle est activée, PGW-C effectue des requêtes DNS NAPTR basées sur les Informations de Localisation de l'Utilisateur :

```
upf_selection: %{\n  dns_enabled: true,\n  dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],\n  dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",\n  dns_timeout_ms: 5000\n}
```

Priorité de Requête :

1. **ECGI** (Identifiant Global de Cellule E-UTRAN) - Le plus spécifique
2. **TAI** (Identifiant de Zone de Suivi) - Zone de cellule
3. **RAI** (Identifiant de Zone de Routage) - Zone 3G/2G
4. **SAI** (Identifiant de Zone de Service) - Zone de service 3G
5. **CGI** (Identifiant Global de Cellule) - Cellule 2G

Exemple de Requête DNS :

```
# Pour la requête ECGI :  
eci-1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org  
  
# Pour la requête TAI :  
tac-lb64.tac-hb00.tac.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

Processus de Sélection DNS :

1. Essayez les requêtes dans l'ordre de priorité (ECGI d'abord, puis TAI, etc.)
2. Si DNS retourne des candidats, utilisez le premier résultat (enregistré dynamiquement si nécessaire)
3. Sélectionnez le UPF retourné
4. Si aucune correspondance DNS ou DNS désactivé, passez au pool de secours

Voir [Sélection UPF Basée sur DNS](#) pour des informations détaillées.

Sélection UPF Basée sur DNS

Aperçu

La sélection UPF basée sur DNS fournit un **routing conscient de la localisation** en effectuant des requêtes DNS NAPTR en utilisant les Informations de Localisation de l'Utilisateur (ULI) de la cellule actuelle de l'UE.

Référence 3GPP : TS 23.003 - Procédures DNS pour la découverte de UPF

Avantages :

- Sélection automatique de UPF basée sur la localisation géographique
- Pas de configuration manuelle des règles par cellule
- Adaptation dynamique aux changements de topologie du réseau
- Réduit le backhaul en routant vers le UPF le plus proche

Comment Ça Fonctionne

```
Parse error on line 25: ... style PGWC fill:#4CAF50,stroke:#2E7 -----  
--^ Expecting 'SOLID_OPEN_ARROW', 'DOTTED_OPEN_ARROW',  
'SOLID_ARROW', 'BIDIRECTIONAL_SOLID_ARROW', 'DOTTED_ARROW',  
'BIDIRECTIONAL_DOTTED_ARROW', 'SOLID_CROSS', 'DOTTED_CROSS',  
'SOLID_POINT', 'DOTTED_POINT', got 'TXT'
```

Réessayer

Configuration

```
config :pgw_c,  
  upf_selection: %{  
    # Activer la sélection basée sur DNS  
    dns_enabled: true,  
  
    # Priorité de requête : essayer ECGI d'abord, puis TAI, puis  
    RAI, etc.  
    dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],  
  
    # Suffixe DNS pour les requêtes  
    dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",  
  
    # Délai d'attente de la requête DNS  
    dns_timeout_ms: 5000,  
  
    # Les règles statiques prennent toujours la priorité sur DNS  
    rules: [...],  
  
    # Fallback si DNS échoue  
    fallback_pool: [...]  
  }  
}
```

Formats de Requête DNS

Les requêtes DNS sont construites en utilisant les Informations de Localisation de l'Utilisateur (ULI) du message GTP-C :

1. ECGI (Identifiant Global de Cellule E-UTRAN)

Le plus spécifique - Routage au niveau de la cellule LTE

Format :

```
eci-<HEX-ECI>.ecgi.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.<dns_suffix>
```

Exemple :

```
# ID de Cellule : 0x1A2B3C (1 715 004 décimal)
# PLMN : MCC=999, MNC=999
eci-1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

Quand Utilisé : Réseaux LTE (4G)

2. TAI (Identifiant de Zone de Suivi)

Zone de cellule - Plusieurs cellules dans la même zone de suivi

Format :

```
tac-lb<LB>.tac-hb<HB>.tac.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.<dns_suffix>
```

Exemple :

```
# TAC : 0x0064 (100 décimal)
# Octet bas : 0x64, Octet haut : 0x00
tac-lb64.tac-hb00.tac.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

Quand Utilisé : Zones de suivi LTE (4G)

3. RAI (Identifiant de Zone de Routage)

Zone de routage 3G/2G

Format :

```
rac<RAC>.lac-lb<LB>.lac-hb<HB>.lac.raimnc<MNC>.mcc<MCC>.<dns_suffix>
```

Exemple :

```
# RAC : 0x0A (10 décimal)
# LAC : 0x1234 (4660 décimal)
rac0a.lac-lb34.lac-hb12.lac.raimnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

Quand Utilisé : Réseaux 3G/2G UMTS/GPRS

4. SAI (Identifiant de Zone de Service)

Zone de service 3G

Format :

```
sac<SAC>.lac-lb<LB>.lac-hb<HB>.lac.sai.mnc<MNC>.mcc<MCC>.  
<dns_suffix>
```

Exemple :

```
# SAC : 0x0001  
# LAC : 0x1234  
sac0001.lac-lb34.lac-  
hb12.lac.sai.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

Quand Utilisé : Zones de service 3G UMTS

5. CGI (Identifiant Global de Cellule)

Niveau de cellule 2G

Format :

```
ci<CI>.lac-lb<LB>.lac-hb<HB>.lac.cgi.mnc<MNC>.mcc<MCC>.  
<dns_suffix>
```

Exemple :

```
# CI : 0x5678  
# LAC : 0x1234  
ci5678.lac-lb34.lac-hb12.lac.cgi.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

Quand Utilisé : Cellules GSM 2G

Traitement de la Réponse DNS

Format d'Enregistrement NAPTR :

DNS retourne des enregistrements NAPTR pointant vers des adresses IP UPF :

```
eci-1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org.  
  IN NAPTR 10 50 "a" "x-3gpp-upf:x-s5-gtp:x-s8-gtp" ""  
upf1.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org.
```

```
upf1.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org.  
  IN A 10.100.1.21
```

Traitement PGW-C :

1. Analyser les enregistrements NAPTR pour extraire les adresses IP UPF
2. Sélectionner le premier candidat de la réponse DNS
3. Enregistrer dynamiquement si non déjà configuré (ou mettre en œuvre une sélection basée sur la charge)

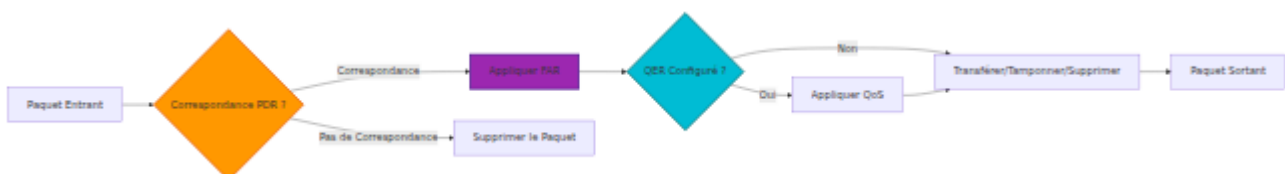
Exemple :

DNS retourne : [10.100.1.21, 10.100.5.99, 10.200.3.50]

Sélectionné : 10.100.1.21 (premier candidat)

Action : Enregistrer dynamiquement si non dans
upf_selection

Exemple de Priorité de Sélection



Cas d'Utilisation

1. Équilibrage de Charge Géographique

Scénario : L'opérateur a des UPFs dans plusieurs villes

Configuration DNS :

```
# Cellule de Chicago
eci-aaa.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org → UPF-Chicago
(10.1.1.21)

# Cellule de New York
eci-bbb.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org → UPF-NewYork
(10.2.1.21)

# Cellule de Los Angeles
eci-ccc.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org → UPF-
LosAngeles (10.3.1.21)
```

Avantage : Les utilisateurs sont automatiquement routés vers le UPF le plus proche, réduisant la latence et le backhaul

2. Informatique de Bord

Scénario : UPFs MEC (Informatique Multi-Accès de Bord) déployés sur les sites de cellules

Configuration DNS :

```
# Chaque cellule pointe vers le UPF de bord local
eci-*.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org → UPF de Bord
Local
```

Avantage : Latence ultra-faible pour les applications de bord

3. Topologie Réseau Dynamique

Scénario : Les adresses UPF changent en raison de mises à niveau ou de maintenance

Avantage : Mettre à jour les enregistrements DNS sans changer la configuration de PGW-C

Dépannage de la Sélection DNS

Échecs de Requête DNS

Symptômes :

- Journal : "Échec de la sélection UPF DNS : :nxdomain"
- Les sessions tombent dans le pool de secours

Causes Possibles :

1. Serveur DNS mal configuré
2. Zone DNS non peuplée pour les IDs de cellule
3. ULI non présent dans le message GTP-C

Résolution :

```
# Tester la requête DNS manuellement
dig eci-1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org NAPTR

# Vérifier les journaux PGW-C pour les requêtes DNS
grep "DNS UPF selection: querying" /var/log/pgw_c.log

# Vérifier que l'ULI est présent dans la session
# Vérifiez le champ "uli" dans l'état de session
```

DNS Retourne un UPF Inconnu

Comportement :

- DNS retourne un UPF candidat qui n'est pas dans `upf_selection`
- Le système tente automatiquement l'enregistrement dynamique
- Si l'association PFCP réussit, le UPF est utilisé pour la session
- Si l'association PFCP échoue, tombe dans le pool de secours

Exemple :

DNS retourne : [10.99.1.50]

upf_selection : [10.100.1.21, 10.100.1.22]

Action : Enregistrer dynamiquement 10.99.1.50

- Envoyer la Configuration d'Association PFCP
- Si succès : Utiliser pour la session
- Si délai d'attente : Tomber dans le pool de secours

Options de Résolution :

1. Pré-configurer dans `upf_selection` pour un suivi immédiat :

```
upf_selection: %{\n  fallback_pool: [\n    {%remote_ip_address: "10.99.1.50", remote_port: 8805, weight:\n100}\n  ]\n}
```

2. Mettre à jour DNS pour retourner les IPs UPF pré-configurées
3. Autoriser l'enregistrement dynamique (recommandé pour les scénarios MEC/de bord)

Délai d'Attente de Requête

Symptômes :

- Journal : "Sélection UPF DNS : délai d'attente de requête"
- Les sessions prennent plus de temps à établir

Résolution :

```
upf_selection: %{\n  dns_timeout_ms: 10000 # Augmenter le délai d'attente à 10\nsecondes\n}
```

Surveillance de la Sélection DNS

Métriques :

```
# Taux de réussite des requêtes DNS
rate(upf_selection_dns_success_total[5m]) /
rate(upf_selection_dns_attempts_total[5m])

# Latence de requête DNS
histogram_quantile(0.95,
rate(upf_selection_dns_duration_seconds_bucket[5m]))

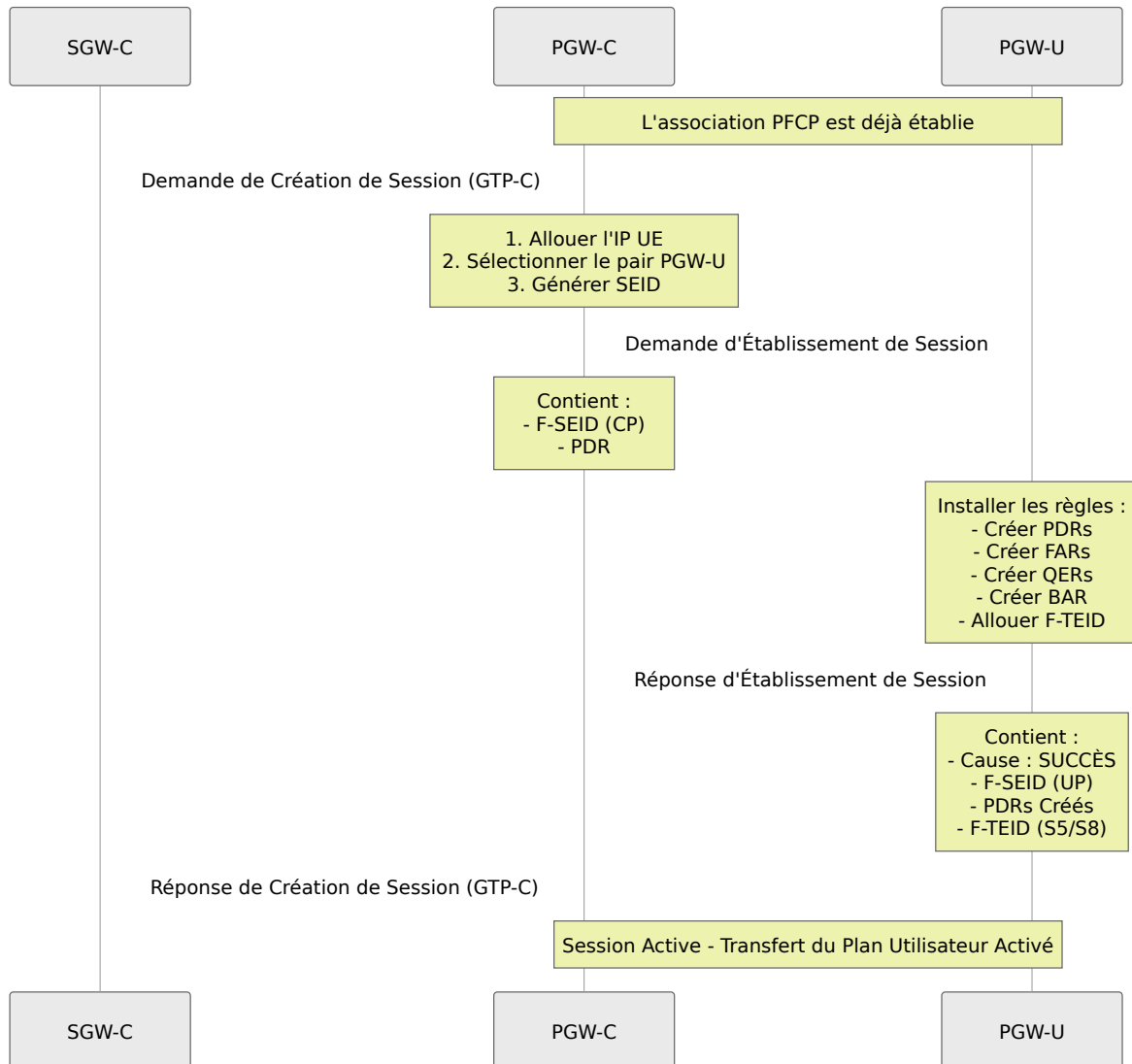
# Utilisation du fallback (indique des problèmes DNS)
rate(upf_selection_fallback_used_total[5m])
```

Exemples de Journaux :

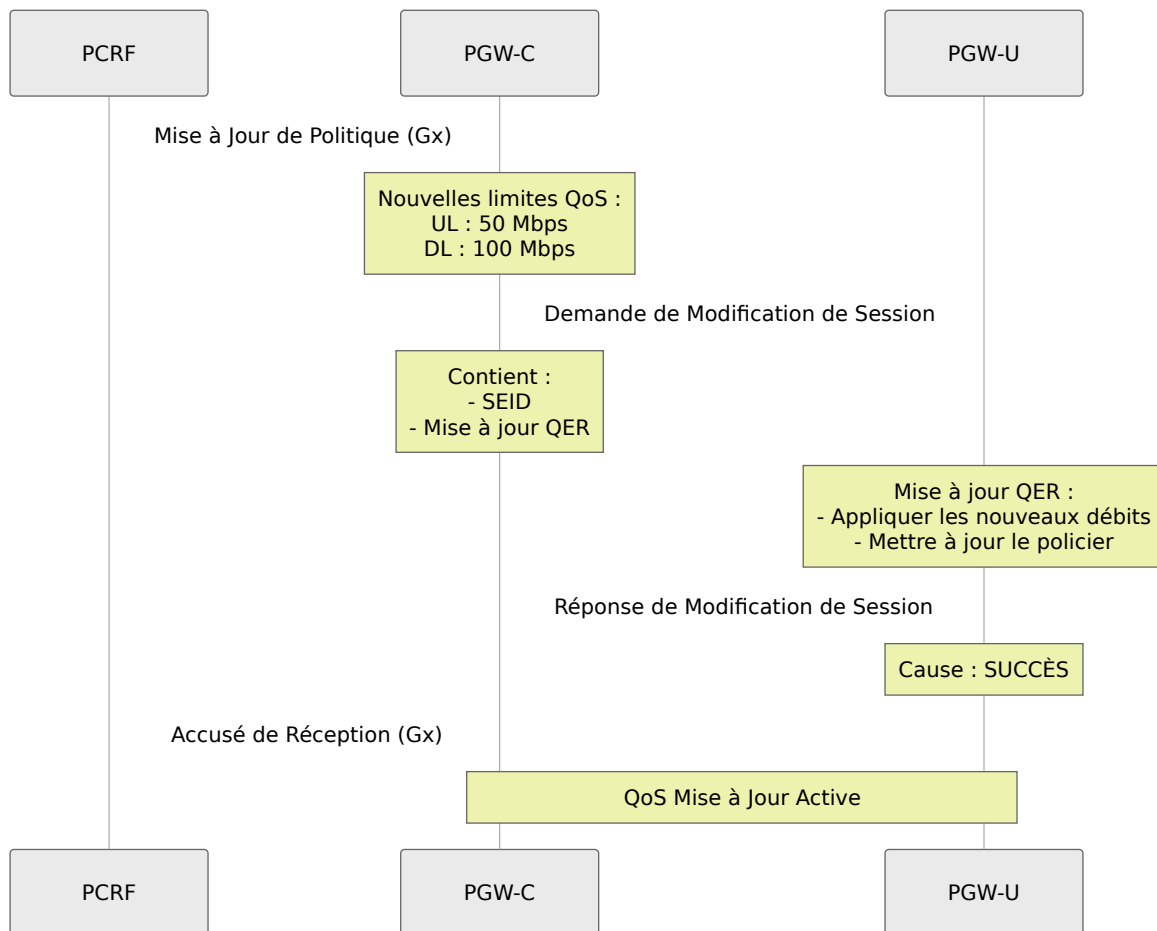
```
[debug] Sélection UPF DNS : requête eci-
1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
[debug] Sélection UPF DNS : a obtenu 2 candidats de DNS
[info] Sélection UPF DNS : sélectionné 10.100.1.21
```

Flux de Messages

Flux Complet d'Établissement de Session



Flux de Modification de Session



Récupération après Échec de Cœur



Dépannage

Problèmes Courants

1. Échec de Configuration de l'Association

Symptômes :

- Message journal : "Échec de Configuration de l'Association PFCP"
- Pas de réponse à la Demande de Configuration d'Association

Causes Possibles :

- PGW-U non accessible (problème réseau)
- PGW-U non en cours d'exécution
- Pare-feu bloquant le port UDP 8805
- Adresse `remote_ip_address` incorrecte dans la configuration

Résolution :

```
# Tester la connectivité
ping <pgw_u_ip_address>

# Tester le port UDP
nc -u -v <pgw_u_ip_address> 8805

# Vérifier le pare-feu
iptables -L -n | grep 8805
```

2. Échecs de Cœurs

Symptômes :

- Journal : "Échecs consécutifs de cœur : 3"
- Association marquée comme inactive

Causes Possibles :

- Latence réseau ou perte de paquets
- PGW-U surchargé
- Intervalle de cœur trop agressif

Résolution :

La période de cœur est fixée à 5 secondes avec un seuil d'échec de 3 cœurs manqués consécutifs.

3. Échec de l'Établissement de Session

Symptômes :

- Réponse de Création de Session avec code de cause d'erreur
- Journal : "Échec de l'Établissement de Session PFCP"

Causes Possibles :

- Aucun pair PGW-U disponible
- Épuisement des ressources PGW-U
- Configuration de règle invalide

Vérifiez :

1. Vérifiez qu'au moins un pair a `is_associated = true`
2. Vérifiez les journaux PGW-U pour des erreurs
3. Vérifiez l'unicité de SEID

4. Erreurs de SEID Dupliqué

Symptômes :

- Réponse d'Établissement de Session : Cause "Contexte de session non trouvé"

Cause :

- Collision de SEID (très rare)
- Redémarrage de PGW-U sans connaissance de PGW-C

Résolution :

- Redémarrez l'association PFCP (déclenche un nouveau horodatage de récupération)
- PGW-C détectera le redémarrage de PGW-U et nettoiera les anciennes sessions

Surveillance de la Santé PFCP

Métriques à Surveiller :

```
# État d'association des pairs PFCP
pfcpeer_associated{peer="PGW-U Principal"} 1

# Sessions PFCP actives
seid_registry_count 150

# Taux de messages PFCP
rate(sxb_inbound_messages_total[5m])

# Erreurs PFCP
rate(sxb_inbound_errors_total[5m])

# Échecs de cœur
pfcpeer_consecutive_heartbeat_failures{peer="PGW-U Principal"} 0
```

Exemples d'Alerte :

```
# Alerte sur association inactive
- alert: PFCPPAssociationDown
  expr: pfcpeer_associated == 0
  for: 1m
  annotations:
    summary: "Le pair PFCP {{ $labels.peer }} est hors ligne"

# Alerte sur un taux élevé d'échecs d'établissement de session
- alert: PFCPSessionEstablishmentFailureHigh
  expr:
rate(sxb_inbound_errors_total{message_type="session_establishment_res
[5m]) > 0.1
  for: 5m
  annotations:
    summary: "Taux élevé d'échecs d'établissement de session PFCP"
```

Interface Web - Surveillance PFCP

OmniPGW fournit deux pages d'interface Web pour surveiller les opérations PFCP/Sxb en temps réel.

Page d'État des Pairs UPF/PFCP

Accès : `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/upf_status`

Objectif : Surveiller l'état d'association PFCP avec tous les PGW-U configurés

Fonctionnalités :

1. Vue d'Ensemble de l'État des Pairs

- **Compte Associé** - Nombre de pairs avec une association PFCP active
- **Compte Non Associé** - Nombre de pairs hors ligne ou non connectés
- Actualisation automatique toutes les 2 secondes

2. Informations par Pair Pour chaque PGW-U configuré :

- **Nom du Pair** - Nom convivial de la configuration
- **Adresse IP** - IP distante de PGW-U
- **État de l'Association** - Associé (vert) ou Non Associé (rouge)
- **ID de Nœud** - Identifiant de Nœud PFCP
- **Horodatage de Récupération** - Dernière heure de redémarrage du pair
- **Période de Cœur** - Intervalle de cœur configuré
- **Cœurs Manqués Consécutifs** - Compte actuel des échecs
- **Fonctionnalités de Fonction UP** - Capacités annoncées par PGW-U

3. Détails Développables Cliquez sur n'importe quel pair pour voir :

- Configuration complète du pair
- Bitmap des fonctionnalités de la fonction UP
- Horodatages d'association
- État complet du pair

Page des Sessions PFCP

Accès : `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/pfcp_sessions`

Objectif : Voir les sessions PFCP actives entre OmniPGW et PGW-U

Fonctionnalités :

1. Compte de Session Actif

- Nombre total de sessions PFCP actives
- Mises à jour en temps réel

2. Informations sur la Session Pour chaque session PFCP :

- **Clé de Session** - Clé d'enregistrement interne
- **ID de Processus** - Identifiant de processus de session

- **IMSI** - Abonné associé (si disponible)
- **État** - État de la session

3. État Complet de la Session Vue développable montrant :

- Contexte complet de la session PFCP
- PDRs, FARs, QERs, BARs (règles de transfert)
- F-SEIDs (identifiants de point de terminaison de session)
- Association avec le pair PGW-U

Cas d'Utilisation Opérationnels

Surveiller la Santé de l'Association PFCP :

1. Ouvrir la page d'État UPF
2. Vérifier que tous les pairs affichent "Associé"
3. Vérifier que le compte de cœurs manqués = 0
4. Si un pair affiche "Non Associé" :
 - Vérifier la connectivité IP du pair
 - Vérifier que le pair est en cours d'exécution
 - Vérifier le pare-feu (UDP 8805)

Dépanner les Échecs d'Établissement de Session :

1. La session utilisateur échoue à s'établir
2. Vérifier la page des Sessions PGW - la session existe-t-elle ?
3. Vérifier la page des Sessions PFCP - session PFCP créée ?
4. Si aucune session PFCP :
 - Vérifier l'État UPF - au moins un pair est-il associé ?
 - Vérifier les journaux pour des erreurs PFCP
5. Si la session PFCP existe :
 - Inspecter les PDRs/FARs pour vérifier les règles programmées
 - Le problème est probablement en aval (PGW-U ou réseau)

Vérifier la Distribution de Charge des Pairs :

1. Avec plusieurs pairs PGW-U configurés
2. Vérifier la page des Sessions PFCP
3. Vérifier que les sessions sont distribuées entre les pairs
4. Identifier si un pair a une charge disproportionnée

Détecter les Pannes de Pairs :

- Un coup d'œil rapide à la page d'État UPF
- Badge rouge "Non Associé" immédiatement visible
- Le compteur de cœurs manqués montre la dégradation avant l'échec total
- Configurer des alertes de surveillance basées sur les données de l'interface Web

Avantages :

- **Surveillance en temps réel** - Pas besoin de requêter des métriques ou de se connecter en SSH
- **État visuel** - Code couleur associé/non associé
- **Tendances de santé des pairs** - Le compteur de cœurs manqués montre un avertissement précoce
- **Inspection au niveau de la session** - Voir exactement les PDRs/FARs/QERs programmés
- **Aucun outil requis** - Juste un navigateur web

Documentation Connexe

Configuration

- **Guide de Configuration** - Sélection UPF, surveillance de la santé, configuration PFCP
- **Gestion des Sessions** - Cycle de vie de la session PDN, établissement de porteur

Facturation et Surveillance

- **Interface Diameter Gx** - Règles PCC qui pilotent l'application de QoS PFCP
- **Interface Diameter Gy** - Gestion des quotas de facturation en ligne via URRs
- **Format CDR de Données** - Génération de CDR à partir des rapports d'utilisation PFCP
- **Guide de Surveillance** - Métriques PFCP, suivi des sessions, alertes de santé UPF

Interfaces Réseau

- **Interface S5/S8** - Gestion des porteurs du plan de contrôle
- **Allocation IP UE** - Attribution d'adresse UE via PFCP

[Retour au Guide des Opérations](#)

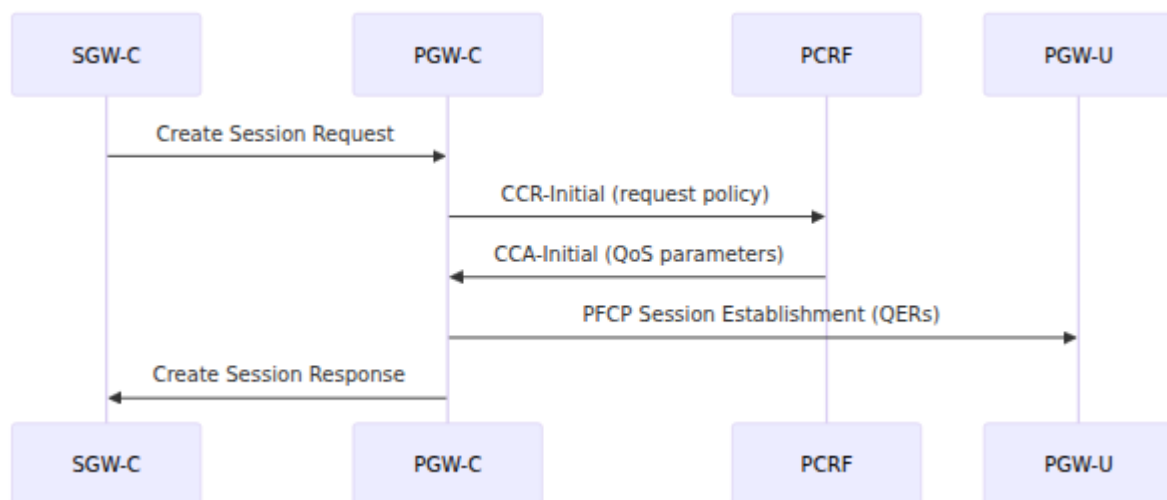
Gestion de la QoS et des Porteuses

Aperçu

Le PGW-C met en œuvre un système de gestion de la porteuse et de la QoS basé sur des politiques qui coordonne trois interfaces clés :

- **Gx (Diameter)** - Reçoit les décisions de politique et les paramètres de QoS du PCRF
- **S5/S8 (GTP-C)** - Gère les contextes de porteuse avec le SGW-C
- **Sxb (PFCP)** - Programme les règles d'application de la QoS dans le PGW-U

Flux d'Architecture



Concepts Clés

- **Session** : Contient des informations sur l'UE, une carte de porteuse, des cartes PDR/FAR/QER/BAR, et AMBR
- **Contexte de Porteuse** : Lie l'EBI (EPS Bearer ID) à des PDR, FAR, et QER spécifiques

- **QER (Règle d'Application de la QoS)** : Applique des limites MBR/GBR et l'état de la porte dans le plan utilisateur
- **Porteuse par Défaut** : Toujours créée avec la session PDN, fournit une connectivité de base
- **Porteuse Dédiée** : Créée dynamiquement en fonction de la politique du PCRF, fournit des garanties de QoS spécifiques

Configuration

Important : Politique de QoS Dynamique

Tous les paramètres de QoS sont reçus dynamiquement du PCRF via l'interface Diameter Gx et définis dans le PCRF (voir OmniHSS pour plus d'infos).

Les opérateurs configurent la **connexion PCRF** dans `config/runtime.exs` :

```
config :pgw_c,  
  diameter: %{  
    listen_ip: "0.0.0.0",  
    host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
    peer_list: [  
      %{  
        host: "pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  
        ip: "192.168.1.100",  
        initiate_connection: true  
      }  
    ]  
  }  
}
```

Les politiques de QoS, les règles de facturation et les limites de bande passante sont configurées sur le PCRF, pas dans les fichiers de configuration du PGW-C.

Cycle de Vie de la Porteuse

Création de la Porteuse par Défaut

La porteuse par défaut est créée lors de l'établissement de la session PDN :



Create Session Request

AllocateIP

UE IP assigned

RequestPolicy

CCR-Initial sent to PCRF

CreateBearer

CCA-Initial received
with QoS

ProgramUPF

PFCP Session
Establishment

Active

Delete Session Request



Flux de travail :

1. SGW-C envoie une demande de création de session
2. PGW-C alloue une adresse IP UE à partir du pool configuré
3. PGW-C envoie CCR-Initial au PCRF avec IMSI, APN, adresse IP
4. PCRF répond avec CCA-Initial contenant les paramètres de QoS :
 - Default-EPS-Bearer-QoS (QCI, ARP)
 - QoS-Information (ajustements AMBR)
5. PGW-C crée un contexte de porteuse avec :
 - IDs fixes : Downlink PDR=1, Uplink PDR=2, Downlink FAR=1, Uplink FAR=2, QER=1, BAR=1
 - QER programmé avec MBR de la QoS de la porteuse
6. PGW-C envoie une demande d'établissement de session PFCP au PGW-U
7. PGW-C envoie une réponse de création de session au SGW-C

Caractéristiques de la porteuse par défaut :

- Existe toujours pendant la durée de la session PDN
- Utilise généralement QCI 5 ou QCI 9 (non-GBR)
- EBI suivi dans l'état de session
- Ne peut pas être supprimée indépendamment (la supprimer termine la session)

Création de la Porteuse Dédiée

Les porteuses dédiées sont créées dynamiquement en fonction de la politique du PCRF :

Déclencheur : Re-Auth Request (RAR) du PCRF avec Charging-Rule-Install

Flux de travail :

1. PCRF envoie RAR avec Charging-Rule-Definition contenant :
 - Charging-Rule-Name (identifiant de règle de politique)
 - Flow-Information (filtres de paquets)
 - QoS-Information (QCI, MBR, GBR, ARP)
 - Precedence (priorité de correspondance de règle)
2. PGW-C traduit la règle dynamique en entités PFCP :

- Chaque entrée Flow-Information → nouveau PDR avec filtre SDF
 - QoS-Information → nouveau QER avec application MBR/GBR
 - Flow-Description → règles de correspondance IP 5-tuple
3. PGW-C envoie une demande de modification de session PFCP pour ajouter des PDR/FAR/QER
 4. PGW-C initie une demande de création de porteuse au SGW-C
 5. SGW-C répond avec une réponse de création de porteuse confirmant l'établissement

Exemple de Charging-Rule-Definition :

```
Charging-Rule-Name: "video_streaming"
Flow-Information:
  - Flow-Description: "permit in ip from any to 10.0.0.1 5000-6000"
    Flow-Direction: 1 (downlink)
QoS-Information:
  QoS-Class-Identifier: 7
  Max-Requested-Bandwidth-UL: 5000000 (5 Mbps)
  Max-Requested-Bandwidth-DL: 10000000 (10 Mbps)
  Guaranteed-Bitrate-UL: 1000000 (1 Mbps)
  Guaranteed-Bitrate-DL: 2000000 (2 Mbps)
Precedence: 100
Flow-Status: 2 (ENABLED)
```

Modification de la Porteuse

La QoS de la porteuse peut être modifiée via :

- **Gx RAR** avec Charging-Rule-Definition mise à jour
- **PFCP Session Modification** pour mettre à jour les QER existants (changer les débits), les FAR (changer le transfert), ou les PDR (changer les filtres de paquets)

Suppression de la Porteuse

Déclencheurs :

- **Delete Session Request** (initié par SGW) - Supprime la porteuse par défaut et termine la session
- **Re-Auth Request avec Charging-Rule-Remove** (initié par PCRF) - Supprime la porteuse dédiée

Flux de travail :

1. Supprimer la porteuse de l'état de session
2. Supprimer les PDR/FAR/QER associés
3. Envoyer une demande de suppression de porteuse au SGW-C (si initié par PCRF)
4. Envoyer une modification de session PFCP (supprimer les règles) ou une suppression de session (si porteuse par défaut)

Paramètres de QoS

QCI (Identifiant de Classe de QoS)

Source : PCRF via Gx QoS-Class-Identifier AVP

Valeurs Standards :

- **QCI 1** : Voix Conversationnelle (GBR, budget de retard de 100 ms)
- **QCI 2** : Vidéo Conversationnelle (GBR, budget de retard de 150 ms)
- **QCI 3** : Jeux en Temps Réel (GBR, budget de retard de 50 ms)
- **QCI 4** : Vidéo Non-Conversationnelle (GBR, budget de retard de 300 ms)
- **QCI 5** : Signalisation IMS (non-GBR, budget de retard de 100 ms) - **Par défaut pour la porteuse par défaut**
- **QCI 6** : Vidéo (basé sur TCP), Streaming en Direct (non-GBR, budget de retard de 300 ms)
- **QCI 7** : Voix, Jeux Interactifs (non-GBR, budget de retard de 100 ms)
- **QCI 8** : Vidéo (basé sur TCP), par exemple, YouTube (non-GBR, budget de retard de 300 ms)
- **QCI 9** : Internet par Défaut (non-GBR, budget de retard de 300 ms)

Remarque de l'Opérateur :

- Le QCI est reçu du PCRF et signalé au SGW-C dans l'IE Bearer-Level-QoS
- Le PGW-C n'applique pas directement le comportement du QCI - l'application réelle se fait via MBR/GBR dans les QER
- Des valeurs de QCI plus faibles indiquent généralement une priorité plus élevée
- Le QCI détermine le traitement de transfert de paquets et la priorité de planification

ARP (Priorité d'Allocation et de Rétention)

Source : PCRF via Allocation-Retention-Priority AVP groupé

Composants :

- **Priority-Level** : 1 (priorité la plus élevée) à 15 (priorité la plus basse)
- **Pre-emption-Capability** : Cette portuse peut-elle préempter des portuses de priorité inférieure ?
 - 0 = ACTIVÉ (peut préempter d'autres)
 - 1 = DÉSACTIVÉ (ne peut pas préempter)
- **Pre-emption-Vulnerability** : Cette portuse peut-elle être préemptée par des portuses de priorité supérieure ?
 - 0 = ACTIVÉ (peut être préemptée)
 - 1 = DÉSACTIVÉ (ne peut pas être préemptée)

Valeurs Par Défaut :

- Priority-Level : 1
- Pre-emption-Capability : ACTIVÉ (0)
- Pre-emption-Vulnerability : DÉSACTIVÉ (1)

Remarque de l'Opérateur :

- L'ARP est signalé au SGW-C et finalement à l'eNodeB
- **Non appliqué par le PGW-C** - l'application se fait généralement au niveau de l'eNodeB lors du contrôle d'admission radio
- Utilisé pendant la congestion du réseau pour déterminer quelles portuses admettre ou supprimer

- Critique pour les services d'urgence (niveau de priorité 1) et les services de haute valeur

MBR (Débit Maximum)

Source : PCRF via `Max-Requested-Bandwidth-UL` et `Max-Requested-Bandwidth-DL` AVPs

Format : Octets par seconde (converti en kbps en interne : `octets / 1000`)

Appliqué à : Toutes les porteuses (par défaut et dédiées)

Comment ça fonctionne :

- PGW-C crée un QER avec `mbr: %Bitrate{ul: kbps_ul, dl: kbps_dl}`
- QER envoyé au PGW-U via PFCP
- **PGW-U applique la limitation de débit** (policing de trafic)
- Le trafic excessif au-dessus du MBR est supprimé

Exemple :

Max-Requested-Bandwidth-UL: 5000000 (5 Mbps)
Max-Requested-Bandwidth-DL: 10000000 (10 Mbps)

- QER créé avec `mbr: {ul: 5000, dl: 10000} kbps`
- PGW-U supprime les paquets montants dépassant 5 Mbps
- PGW-U supprime les paquets descendants dépassant 10 Mbps

GBR (Débit Garanti)

Source : PCRF via `Guaranteed-Bitrate-UL` et `Guaranteed-Bitrate-DL` AVPs

Format : Octets par seconde (converti en kbps)

Appliqué à : Uniquement aux porteuses dédiées (porteuses GBR)

Comment ça fonctionne :

- Si le GBR est spécifié dans la Charging-Rule-Definition, la porteuse est de **type GBR**
- PGW-U applique une garantie de débit minimum via le QER
- Nécessite une planification appropriée au niveau de l'eNodeB pour réserver des ressources radio
- Les porteuses GBR ont un contrôle d'admission - peuvent être rejetées si les ressources ne sont pas disponibles

Exemple :

Guaranteed-Bitrate-UL: 1000000 (1 Mbps)

Guaranteed-Bitrate-DL: 2000000 (2 Mbps)

→ QER créé avec gbr: {ul: 1000, dl: 2000} kbps

→ Le réseau garantit au moins 1 Mbps en amont et 2 Mbps en aval

→ Utilisé pour VoIP, appels vidéo, streaming en direct

Remarque de l'Opérateur :

- Le GBR nécessite une planification de capacité réseau suffisante
- La surabondance des ressources GBR entraîne des échecs d'admission
- Surveillez l'utilisation du GBR via les comptes de session et les métriques de porteuse

AMBR (Débit Maximum Agrégé)

Source : PCRF via `APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL` et `APN-Aggregate-Max-Bitrate-DL` AVPs

Portée : S'applique à **toutes les porteuses non-GBR** pour l'APN (pas par porteuse)

Comment ça fonctionne :

- L'AMBR est une limite agrégée sur toutes les porteuses non-GBR dans une session
- Envoyé au SGW-C dans la réponse de création de session

- L'application se fait généralement au niveau de l'eNodeB/SGW
- PGW-C stocke l'AMBR dans l'état de session et le signale au SGW-C

Exemple :

APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL: 50000000 (50 Mbps)

APN-Aggregate-Max-Bitrate-DL: 100000000 (100 Mbps)

- Toutes les porteuses non-GBR combinées ne peuvent pas dépasser 50 Mbps en amont / 100 Mbps en aval
- Les porteuses individuelles sont limitées par leur propre MBR
- L'AMBR fournit un plafond global supplémentaire par UE/APN

Remarque de l'Opérateur :

- Défini via le profil d'abonné dans HSS/PCRF
- Utilisé pour appliquer des niveaux d'abonnement (par exemple, plan de 10 Mbps contre plan de 100 Mbps)
- N'affecte pas les porteuses GBR

État de Flux et Contrôle

Mapping de l'État de Flux (Gx) à l'État de Porte (PFCP)

Le PCRF contrôle si le trafic est autorisé via l'AVP `Flow-Status` dans la Charging-Rule-Definition :

Flow-Status (Gx)	Gate-Status (PFCP QER)	Signification
0 = ENABLED-UPLINK	ul: OPEN, dl: CLOSED	Seulement le trafic montant autorisé
1 = ENABLED-DOWNLINK	ul: CLOSED, dl: OPEN	Seulement le trafic descendant autorisé
2 = ENABLED	ul: OPEN, dl: OPEN	Les deux directions autorisées
3 = DISABLED	ul: CLOSED, dl: CLOSED	Aucun trafic autorisé
4 = REMOVED	ul: CLOSED, dl: CLOSED	Porteuse en cours de suppression

Cas d'utilisation :

- **DISABLED** : Utilisé pour les services en attente ou l'épuisement de crédit (paquets supprimés mais porteuse conservée)
- **ENABLED-UPLINK** : Inhabituel, mais pourrait être utilisé pour des services uniquement de téléchargement
- **ENABLED-DOWNLINK** : Services uniquement de téléchargement ou scénarios limités par le crédit
- **ENABLED** : Fonctionnement normal

Surveillance et Observabilité

Métriques Prometheus

Métriques au niveau de la session :

session_registry_count	# Porteuses actives (paires IMSI, EBI)
address_registry_count	# IPs UE allouées
charging_id_registry_count	# Sessions de facturation actives

Métriques de l'interface Gx :

gx_inbound_messages_total{message_type="gx_RAR"}	# Mises à jour de politique du PCRF
gx_outbound_messages_total{message_type="gx_CCR"}	# Demandes de politique au PCRF
gx_outbound_transaction_duration_bucket	# Latence vers le PCRF

Métriques de l'interface PFCP :

sxb_outbound_messages_total{message_type="pfc_session_establishment"}	
sxb_outbound_messages_total{message_type="pfc_session_modification_r"}	
sxb_outbound_transaction_duration_bucket	

Métriques de création de porteuse :

s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}	# Porteuses par défaut
s5s8_outbound_messages_total{message_type="create_bearer_request"}	# Porteuses dédiées

Surveillance de l'Interface Web

Page des Sessions PGW (/pgw_sessions) :

- Recherche par IMSI, adresse IP, MSISDN, ou APN
- Voir les porteuses actives par session
- Inspecter les paramètres de QoS de la porteuse (QCI, MBR, GBR, AMBR)
- Actualisation automatique en temps réel (2 secondes)

Page Diameter (/diameter) :

- État de connectivité du pair PCRF
- Nombre de sessions Gx
- État du pair (connecté/déconnecté)

Page des Journaux (/logs) :

- Diffusion en temps réel des journaux
- Filtrer par "Contrôle de Crédit" pour les échanges CCR/CCA
- Filtrer par "Re-Auth" pour les événements RAR (changements de politique)
- Filtrer par "PFCP" pour les événements de programmation du plan utilisateur

Messages de Journal Clés

[debug] Sending Credit Control Request: ...	# CCR au PCRF
[debug] Handling Credit Control Answer: ... (contient QoS)	# CCA du PCRF
[debug] Handling Re-Auth Request (changement de politique)	# RAR du PCRF
[debug] Sending Session Establishment Request PGW-U (programmer les QER)	# PFCP au
[debug] Sending Session Modification Request PGW-U (mettre à jour les QER)	# PFCP au

Tâches Opérationnelles

Vérifier la QoS Appliquée à la Session

1. Accéder à l'interface Web → page **PGW Sessions**
2. Rechercher l'IMSI (par exemple, 999000123456789)
3. Développer les détails de la session
4. Vérifier la section **qer_map** :

```
qer_id: 1
gate_status: {ul: OPEN, dl: OPEN}
mbr: {ul: 50000, dl: 100000} # kbps
gbr: {ul: 10000, dl: 20000} # kbps (ou nil pour non-GBR)
```

5. Vérifier que les valeurs correspondent à la politique attendue du PCRF

Dépanner la QoS Manquante

Symptôme : Session créée mais QoS non appliquée

Étapes :

1. Vérifier la connectivité PCRF :

- Accéder à l'interface Web → page **Diameter**
- Vérifier l'état du pair PCRF = "connecté"
- Si déconnecté, vérifier la connectivité réseau et la configuration Diameter

2. Vérifier l'échange CCR/CCA :

- Accéder à l'interface Web → page **Logs**
- Rechercher "Credit Control Answer"
- Vérifier que l'AVP **QoS-Information** est présent dans le journal CCA
- Vérifier les erreurs dans la CCA (Result-Code devrait être 2001 = SUCCESS)

3. Vérifier la programmation PFCP :

- Rechercher les journaux pour "PFCP Session Establishment Request"
- Vérifier que le QER est inclus dans le message
- Vérifier les journaux PGW-U pour les erreurs de traitement PFCP

4. Vérifier la configuration de la politique PCRF :

- Vérifier le profil d'abonné dans le PCRF
- Confirmer que les règles de politique spécifiques à l'APN existent
- Vérifier les journaux PCRF pour les erreurs d'évaluation de politique

Surveiller le Taux de Création de Porteuse

Requêtes Prometheus :

```
# Taux de création de porteuse par défaut (sessions/seconde)
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}[5m])

# Taux de création de porteuse dédiée
rate(s5s8_outbound_messages_total{message_type="create_bearer_request"}[5m])

# Taux de mise à jour de politique du PCRF
rate(gx_inbound_messages_total{message_type="gx_RAR"}[5m])
```

Planification de Capacité

Métriques clés à surveiller :

```
# Utilisation de l'adresse IP UE (pourcentage)
(address_registry_count / <configured_pool_size>) * 100

# Nombre de porteuses actives
session_registry_count

# Latence de requête PCRF (P95)
histogram_quantile(0.95, gx_outbound_transaction_duration_bucket)
```

Limites de capacité :

- Taille du pool d'adresses : configurée dans `config/runtime.exs` sous `ue.subnet_map`
- Espace TEID : 32 bits (4 milliards d'identifiants uniques, gérés automatiquement)
- Sessions simultanées : généralement limitées par la taille du pool d'adresses

Directives de planification :

- Surveiller l'utilisation des adresses IP - étendre le pool avant de dépasser 80%
- Surveiller la latence PCRF - une latence élevée impacte le temps de mise en place de la session
- Surveiller le taux de création de porteuses dédiées - indique la complexité de la politique

Documentation Connexe

- [Gestion des Sessions](#) - Cycle de vie de la session PDN
- [Interface Diameter Gx](#) - Détails du protocole de politique PCRF
- [Interface PFCP](#) - Programmation du plan utilisateur
- [Guide de Configuration](#) - Configuration du système
- [Guide de Surveillance](#) - Métriques et observabilité

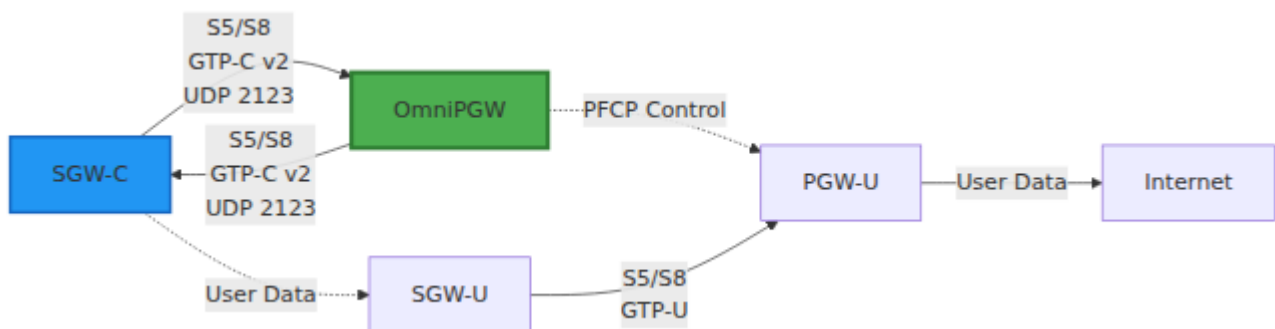
Documentation de l'Interface S5/S8

Communication GTP-C avec SGW-C

OmniPGW par Omnitouch Network Services

Aperçu

L'**interface S5/S8** connecte OmniPGW au SGW-C (Serving Gateway Control plane) en utilisant le protocole **GTP-C v2** (GPRS Tunnelling Protocol - Control plane). Cette interface gère le signalement de gestion de session entre les passerelles.



Détails du Protocole

GTP-C Version 2

- **Protocole** : GTP-C v2 (3GPP TS 29.274)
- **Transport** : UDP
- **Port** : 2123 (standard)
- **Type d'interface** : Control Plane

TEID (Identifiant de Point de Terminaison de Tunnel)

Chaque session a un **TEID** unique pour le routage des messages :

- **TEID Local** - Alloué par OmniPGW pour les messages entrants
- **TEID Distant** - Alloué par SGW-C pour les messages sortants

Flux de Message :

SGW-C → OmniPGW : TEID de destination = TEID local d'OmniPGW

OmniPGW → SGW-C : TEID de destination = TEID distant de SGW-C

Configuration

Configuration de Base

```
# config/runtime.exs
config :pgw_c,
  s5s8: %{
    # Adresse IPv4 locale pour l'interface S5/S8
    local_ipv4_address: "10.0.0.20",

    # Optionnel : Adresse IPv6 locale
    local_ipv6_address: nil,

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

    # Délai d'attente de la requête GTP-C en millisecondes (par
    # défaut : 500ms)
    # Délai d'attente par tentative lors de l'attente des réponses
    # GTP-C (Créer Bearer, Supprimer Bearer, etc.)
    request_timeout_ms: 500,

    # Nombre de tentatives de réessai pour les requêtes GTP-C (par
    # défaut : 3)
    # Temps d'attente total maximum = request_timeout_ms *
    # request_attempts
    # Exemple : 500ms * 3 tentatives = 1500ms (1,5 secondes) au
    # total
    request_attempts: 3
  }
```

Configuration des Délais

L'interface S5/S8 utilise des délais configurables pour les transactions de requête/réponse GTP-C.

Paramètres :

- **request_timeout_ms** - Délai en millisecondes par tentative de réessai (par défaut : 500ms)

- **request_attempts** - Nombre de tentatives de réessai avant d'abandonner (par défaut : 3)

Temps d'attente total : `request_timeout_ms × request_attempts`

Comportement par défaut : 500ms × 3 tentatives = **1,5 secondes au total maximum d'attente**

Directives de Réglage :

Latence Réseau	<code>request_timeout_ms</code> Recommandé	Temps d'Attente Total
Faible (<50ms)	200-300ms	600-900ms (3 tentatives)
Normal (50-150ms)	500ms (par défaut)	1,5s (3 tentatives)
Haute (>150ms)	1000-2000ms	3-6s (3 tentatives)
Instable/satellite	2000-3000ms	6-9s (3 tentatives)

Exemple - Réseau à Haute Latence :

```
s5s8: %{
  local_ipv4_address: "10.0.0.20",
  request_timeout_ms: 1500, # 1,5 secondes par tentative
  request_attempts: 3      # Total : 4,5 secondes max
}
```

Lorsque le délai d'attente se produit :

- OmniPGW enregistre l'erreur : "Délai d'attente de la requête de création de bearer"
- Renvoie une erreur au PCRF (Diameter Result-Code : 5012 UNABLE_TO_COMPLY)

- Le bearer reste en stockage précoce pour nettoyage via Charging-Rule-Remove

Exigences Réseau

Règles de Pare-feu :

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

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

Routage :

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

Types de Messages

L'interface S5/S8 gère le signalement GTP-C pour la gestion des sessions PDN. Pour un cycle de vie de session détaillé et la gestion des états, voir le [Guide de Gestion des Sessions](#).

Gestion des Sessions

Requête de Création de Session

Direction : SGW-C → OmniPGW

But : Établir une nouvelle connexion PDN

IEs Clés (Éléments d'Information) :

Nom de l'IE	Type	Description
IMSI	Identité	Identité Internationale de l'Abonné Mobile
MSISDN	Identité	Numéro de téléphone mobile
APN	Chaîne	Nom du Point d'Accès (par ex., "internet")
Type de RAT	Enum	Technologie d'Accès Radio (EUTRAN)
Contexte de Bearer	Groupé	Informations sur le bearer par défaut
Fuseau Horaire UE	Horodatage	Fuseau horaire de l'UE
ULI	Groupé	Informations de Localisation de l'Utilisateur (TAI, ECGI)
Réseau Servant	PLMN	MCC/MNC du réseau servant

Exemple :

Requête de Création de Session

```

├─ IMSI : 310260123456789
├─ MSISDN : 14155551234
├─ APN : internet
├─ Type de RAT : EUTRAN (6)
├─ Contexte de Bearer
│   └─ EBI : 5
│   └─ QoS de Bearer (QCI 9, ARP, débits)
│   └─ S5/S8 F-TEID (point de terminaison de tunnel SGW-U)
└─ ULI
    └─ TAI : MCC 310, MNC 260, TAC 12345
    └─ ECGI : MCC 310, MNC 260, ECI 67890

```

Réponse de Création de Session

Direction : OmniPGW → SGW-C

But : Accuser réception de la création de session

IEs Clés :

Nom de l'IE	Type	Description
Cause	Résultat	Code de succès ou d'erreur
Contexte de Bearer	Grouper	Informations sur le bearer
Allocation d'Adresse PDN	IP	Adresse IP UE allouée (voir Allocation IP UE)
Restriction APN	Enum	Restrictions d'utilisation de l'APN
PCO	Options	Options de Configuration de Protocole (voir Configuration PCO)

Réponse de Succès :

Réponse de Création de Session

└─ Cause : Requête acceptée (16)

└─ Allocation d'Adresse PDN

└─ IPv4 : 100.64.1.42

└─ Contexte de Bearer

└─ EBI : 5

└─ Cause : Requête acceptée

└─ S5/S8 F-TEID (point de terminaison de tunnel PGW-U depuis PFCP)

└─ Restriction APN : Public-1 (1)

└─ PCO

└─ Serveur DNS : 8.8.8.8

└─ Serveur DNS : 8.8.4.4

└─ MTU de Lien : 1400

Requête de Suppression de Session

Direction : SGW-C → OmniPGW

But : Terminer la connexion PDN

IEs Clés :

Nom de l'IE	Description
EBI	ID de Bearer EPS à supprimer
EBI Lié	Bearer associé (optionnel)

Réponse de Suppression de Session

Direction : OmniPGW → SGW-C

But : Accuser réception de la suppression de session

IEs Clés :

Nom de l'IE	Description
Cause	Code de succès ou d'erreur

Gestion des Bearers

Requête de Création de Bearer

Direction : OmniPGW → SGW-C

But : Créer un bearer dédié (initié par la politique PCRF)

Déclenché par :

- PCRF envoie une nouvelle règle PCC nécessitant un bearer dédié
- OmniPGW demande à SGW-C d'établir le bearer

Requête de Suppression de Bearer

Direction : OmniPGW → SGW-C ou SGW-C → OmniPGW

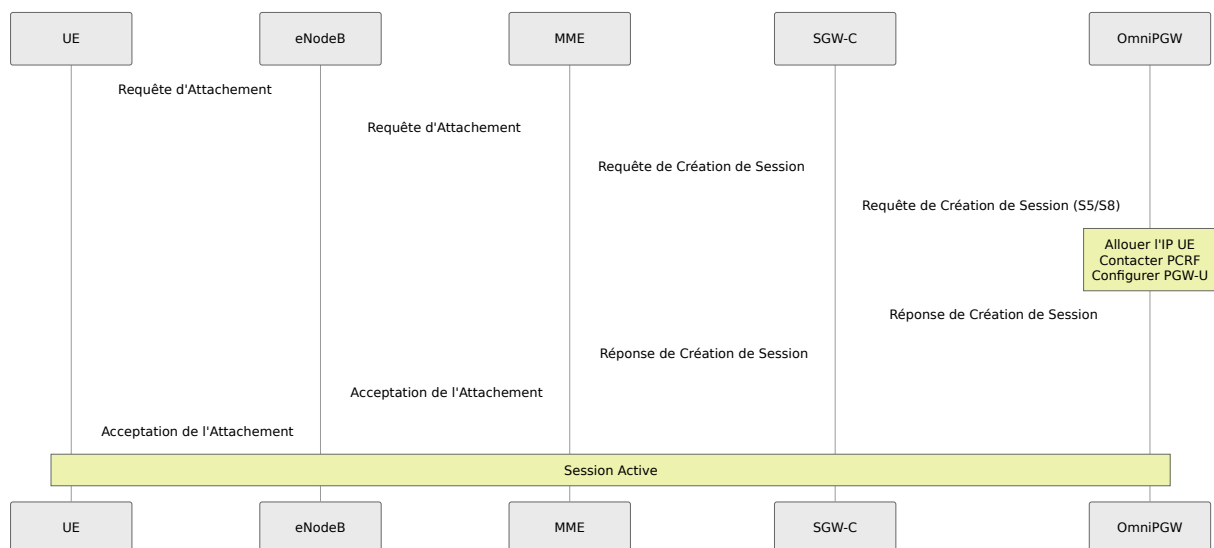
But : Supprimer un bearer dédié

Scénarios :

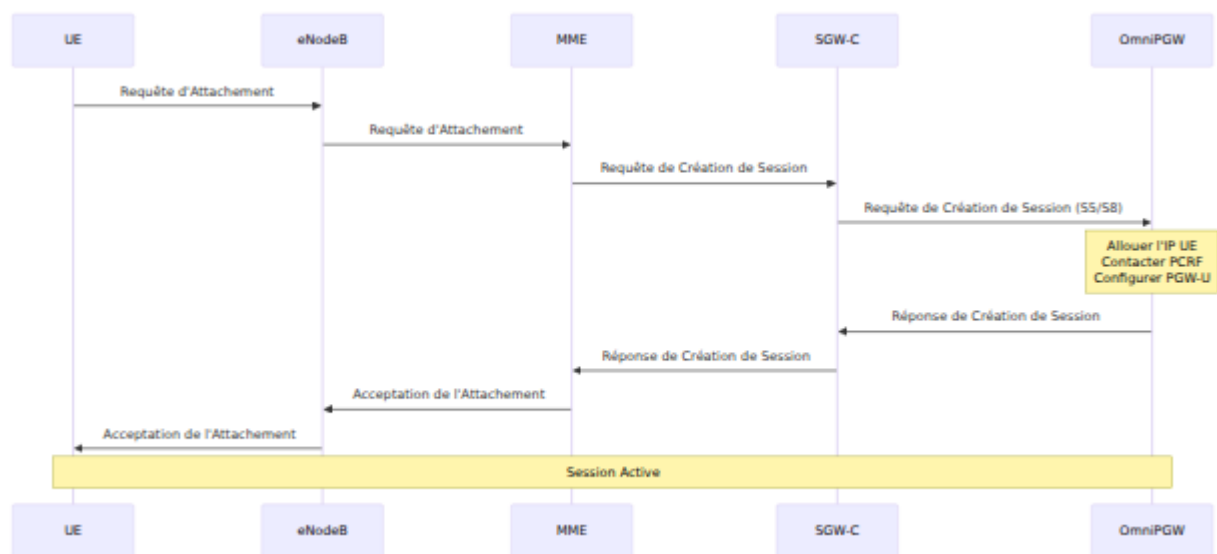
- **Initié par PGW :** Changement de politique PCRF supprime le bearer dédié
- **Initié par SGW :** Libération des ressources radio

Flux de Messages

Établissement de Session



Terminaison de Session



Codes de Cause

Succès

Code	Nom	Description
16	Requête acceptée	Opération réussie

Erreurs (Échecs Permanents)

Code	Nom	Quand Utilisé
65	Utilisateur Inconnu	PCRF rejeté (IMSI non trouvé)
66	Pas de ressources disponibles	Pool IP épuisé
93	Service non pris en charge	APN invalide
94	Erreur sémantique dans TFT	Modèle de flux de trafic invalide

Erreurs (Échecs Transitoires)

Code	Nom	Quand Utilisé
72	Pair distant ne répond pas	Délai d'attente PCRF/PGW-U
73	Collision avec une requête initiée par le réseau	Opérations simultanées

Surveillance

Métriques S5/S8

```
# Compteurs de messages
s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
s5s8_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}

# Compteurs d'erreurs
s5s8_inbound_errors_total

# Latence de traitement des messages
s5s8_inbound_handling_duration_bucket

# TEIDs actifs
teid_registry_count
```

Requêtes Utiles

Taux de Création de Session :

```
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}[5m])
```

Taux d'Erreur :

```
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m])
```

Latence (p95) :

```
histogram_quantile(0.95,  
  
rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket{request_message_type="crea  
[5m])  
)
```

Dépannage

Problème : Pas de Réponse d'OmniPGW

Symptômes :

- SGW-C envoie une Requête de Création de Session
- Pas de réponse reçue
- Délai d'attente à SGW-C

Causes :

1. Problème de connectivité réseau
2. OmniPGW ne répond pas sur l'IP configurée
3. Pare-feu bloquant UDP 2123
4. TEID incorrect dans la requête

Débogage :

```
# Vérifiez qu'OmniPGW écoute
netstat -ulnp | grep 2123

# Vérifiez les paquets entrants
tcpdump -i any -n port 2123

# Vérifiez la configuration
grep "local_ipv4_address" config/runtime.exs

# Vérifiez le pare-feu
iptables -L -n | grep 2123
```

Problème : Échec de la Création de Session

Symptômes :

- Réponse de Création de Session avec cause d'erreur
- Session non établie

Causes Courantes :

Cause 65 (Utilisateur Inconnu) :

- PCRF a rejeté l'abonné
- Vérifiez l'IMSI dans HSS/SPR

Cause 66 (Pas de ressources) :

- Pool IP épuisé
- Vérifiez : `curl http://pgw:9090/metrics | grep address_registry_count`
- Élargissez le pool IP

Cause 72 (Pair distant ne répond pas) :

- Délai d'attente PCRF ou PGW-U hors service
- Vérifiez la connectivité Gx
- Vérifiez l'association PFCP

Problème : Collision de TEID

Symptômes :

- Message routé vers la mauvaise session
- Comportement inattendu

Cause :

- TEID réutilisé avant nettoyage
- Bug dans l'allocation de TEID

Résolution :

- Assurez-vous d'une allocation unique de TEID
 - Vérifiez le registre de TEID pour les fuites
-

Meilleures Pratiques

Conception Réseau

1. Interface Réseau Dédiée

- Utilisez un VLAN séparé pour S5/S8
- Isolez du trafic de gestion

2. Optimisation MTU

- Assurez-vous que le MTU prend en charge les en-têtes GTP
- MTU minimum : 1500 octets (1464 charge utile + 36 GTP)

3. Redondance

- Plusieurs instances d'OmniPGW
- Équilibrage de charge basé sur DNS depuis SGW-C

Performance

1. Taille des Tampons UDP

- Augmentez les tampons de socket pour une charge élevée

- Typique : 4-8 Mo par socket

2. Limites de Connexion

- Planifiez le nombre de sessions attendu
- Surveillez le compte du registre de TEID

Sécurité

1. Filtrage IP

- N'autorisez GTP-C que depuis des IP SGW-C connues
- Utilisez iptables ou ACL réseau

2. Validation des Messages

- OmniPGW valide tous les messages entrants
 - Rejette les paquets GTP-C malformés
-

Documentation Connexe

Fonctions Principales

- **Guide de Configuration** - Configuration de l'interface S5/S8, configuration de l'IP locale
- **Gestion des Sessions** - Cycle de vie de la session PDN, établissement du bearer
- **Allocation IP UE** - Livraison d'adresse IP via Réponse de Création de Session
- **Configuration PCO** - Paramètres PCO dans les messages GTP-C

Interfaces Connexes

- **Interface Gn/Gp** - GTP-C v1 pour la fonctionnalité GGSN 2G/3G

- **Interface PFCP** - Coordination du plan utilisateur avec le plan de contrôle S5/S8
- **Interface Diameter Gx** - Intégration des politiques avec l'établissement de bearer
- **Interface Diameter Gy** - Intégration de facturation avec la gestion des bearers

Opérations

- **Guide de Surveillance** - Métriques GTP-C S5/S8, suivi des messages
- **Format CDR de Données** - Génération de CDR à partir des sessions GTP-C

Retour au Guide des Opérations

Interface S5/S8 d'OmniPGW - *par Omnitouch Network Services*

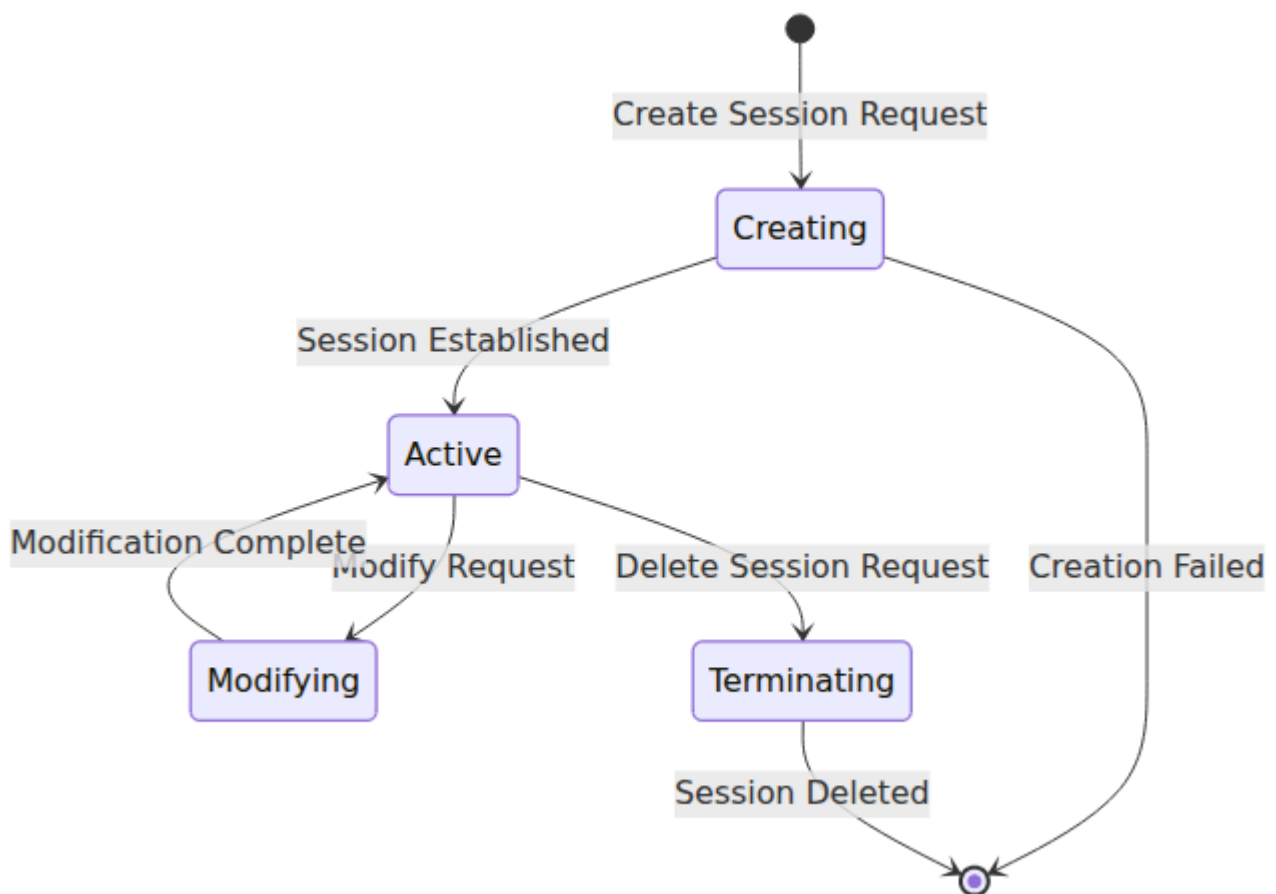
Guide de Gestion des Sessions

Cycle de Vie et Opérations de Connexion PDN

OmniPGW par Omnitouch Network Services

Aperçu

Une **Session PDN (Packet Data Network)** représente la connexion de données d'un UE à travers OmniPGW. Chaque session coordonne plusieurs interfaces et ressources pour permettre la connectivité des données.



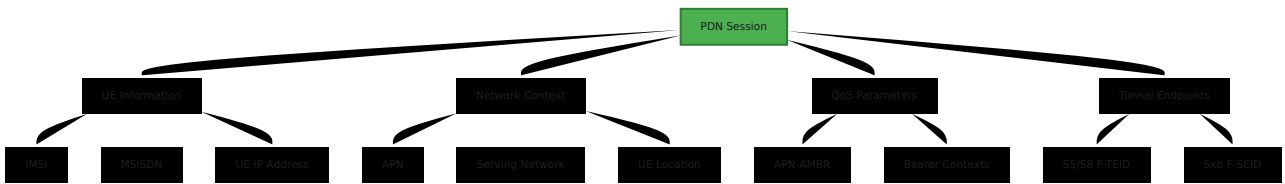
Composants de la Session

Identifiants de Session

Chaque session a plusieurs identifiants pour différentes interfaces :

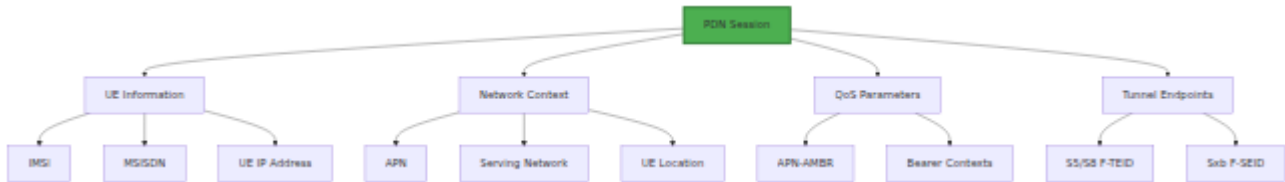
Identifiant	Interface	But
TEID	S5/S8 (GTP-C)	ID de Point de Terminaison de Tunnel pour la communication SGW-C
SEID	Sxb (PFCP)	ID de Point de Terminaison de Session pour la communication PGW-U
Session-ID	Gx (Diameter)	Session Diameter pour la communication PCRF
Charging-ID	Comptabilité	ID unique pour la facturation

Données de Session



Création de Session

Flux d'Appel



Étapes

1. Recevoir la Demande de Création de Session (S5/S8)

La création de session est initiée via le signalement GTP-C sur l'interface S5/S8. Voir [Interface S5/S8](#) pour les détails complets du protocole GTP-C et des formats de message.

Entrée :

- IMSI, MSISDN, IMEI
- APN (par exemple, "internet")
- Type de RAT (EUTRAN)
- Localisation UE (TAI, ECGI)
- Contexte de Porteuse (QoS, F-TEID)

2. Allocation des Ressources

- Allouer IP UE à partir du pool APN
- Générer ID de Facturation
- Générer Gx Session-ID
- Allouer S5/S8 TEID
- Sélectionner le pair PGW-U

3. Demande de Politique (Gx)

Demander la politique au PCRF :

- Envoyer CCR-Initial
- Recevoir CCA-Initial avec QoS et règles PCC

4. Configuration du Plan Utilisateur (PFCP)

Programmer PGW-U avec des règles de transfert :

- Envoyer la Demande d'Établissement de Session
- Inclure PDRs, FARs, QERs, BAR
- Recevoir F-TEID pour le tunnel S5/S8

5. Réponse au SGW-C

Envoyer la Réponse de Création de Session :

- Adresse IP UE
 - S5/S8 F-TEID (du PGW-U)
 - PCO (DNS, P-CSCF, MTU)
 - Contexte de Porteuse
-

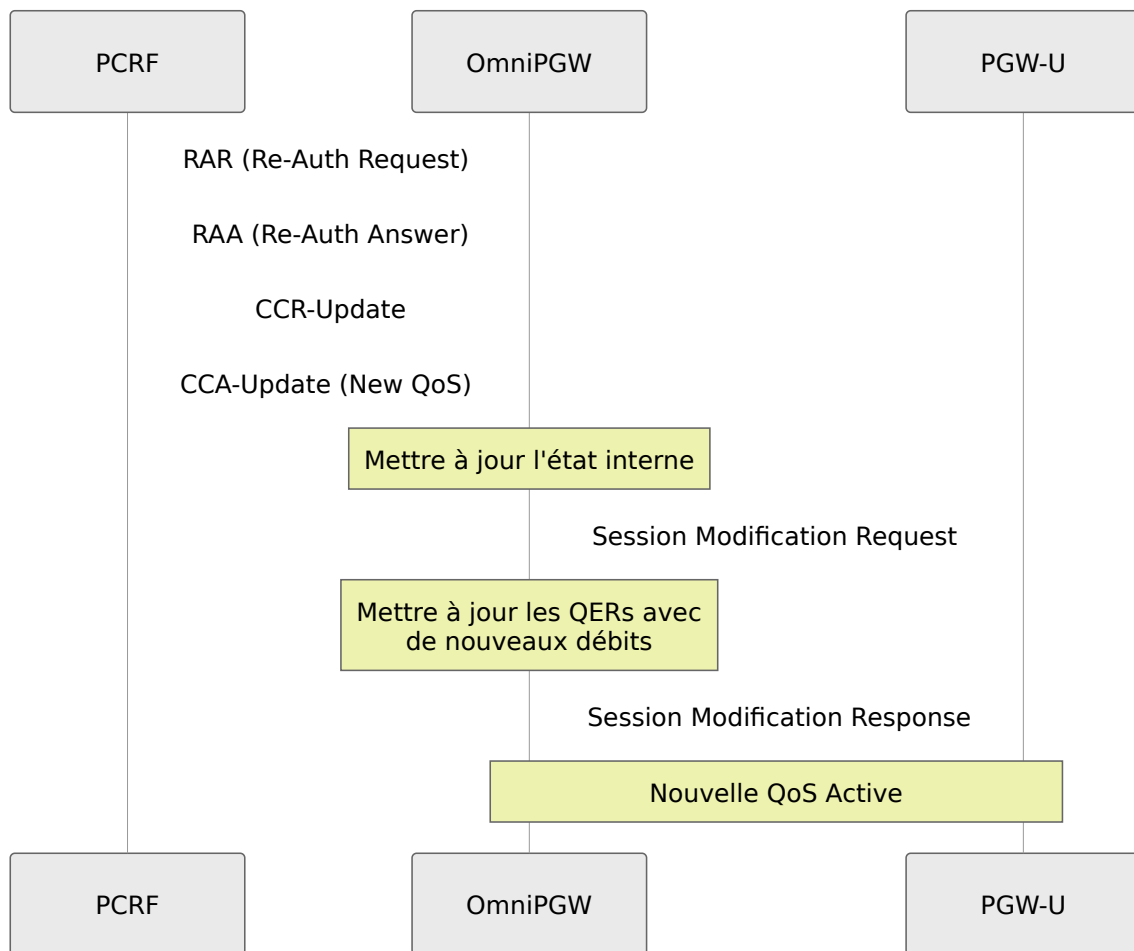
Modification de Session

Déclencheurs

Les sessions peuvent être modifiées en raison de :

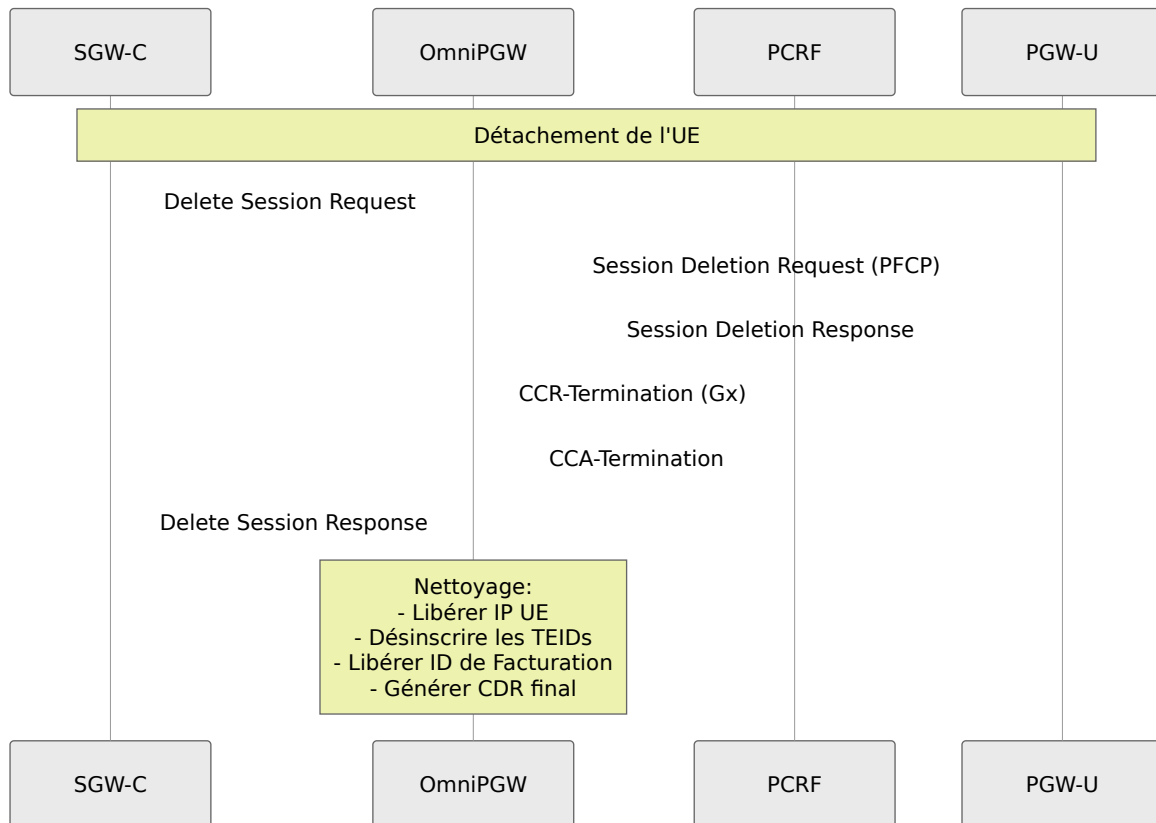
- **Changements de QoS** - Mises à jour des débits par le PCRF
- **Opérations de Porteuse** - Ajouter/retirer des porteuses dédiées
- **Transfert** - Changement de SGW
- **Mises à jour de Politique** - Nouvelles règles PCC du PCRF

Flux de Modification de QoS



Suppression de Session

Flux d'Appel



Processus de Nettoyage

Ressources Libérées :

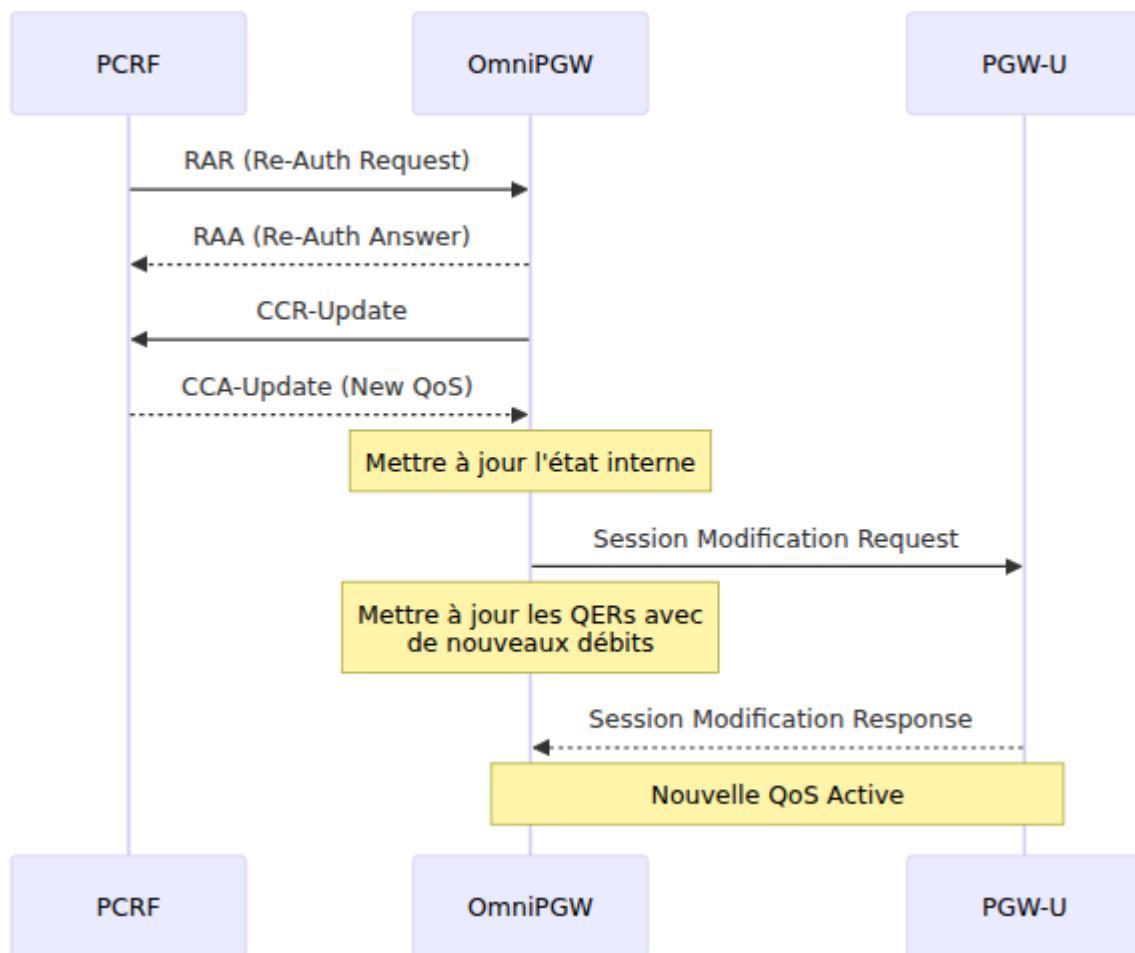
1. Adresse IP UE → retour au pool
2. TEID → retiré du registre
3. SEID → retiré du registre
4. Session-ID → retiré du registre
5. Charging-ID → libéré
6. Processus de session terminé

Enregistrements de Facturation Générés :

- CDR final (Charging Data Record) écrit pour la facturation hors ligne - Voir [Format de CDR de Données](#)

État de Session

Machine d'État



Suivi de Session

Requêtes de Registre :

Par TEID (S5/S8):

TEID 0x12345678 → Session PID

Par SEID (Sxb):

SEID 0xABCDEF → Session PID

Par Session-ID (Gx):

"pgw.example.com;123;456" → Session PID

Par IP UE:

100.64.1.42 → Session PID

Par IMSI + EBI:

"310260123456789" + EBI 5 → Session PID

Surveillance des Sessions

Compte de Sessions Actives

```
# Total des sessions actives  
teid_registry_count
```

```
# Sessions PFCP  
seid_registry_count
```

```
# Sessions Gx  
session_id_registry_count
```


Métriques de Session

```
# Taux de création de session
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}

# Taux de suppression de session
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}

# Latence de création de session (p95)
histogram_quantile(0.95,

rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket{request_message_type="create_session_request",le="[5m]"}
)
```

Problèmes Courants

Échecs de Création de Session

Causes :

1. **Pool IP Épuisé** - Pas d'IP disponibles
2. **PCRF Injoignable** - Délai d'attente Gx
3. **PGW-U Hors Service** - Pas de pair PFCP disponible
4. **Rejet PCRF** - Utilisateur inconnu, non autorisé

Débogage :

```
# Vérifier le pool IP
curl http://pgw:9090/metrics | grep address_registry_count

# Vérifier la connectivité PCRF
# Vérifier les erreurs Gx dans les journaux

# Vérifier l'association PGW-U
# Vérifier l'état du pair PFCP
```

Session Bloquée/Obsolète

Symptômes :

- Session non supprimée correctement
- Ressources non libérées
- Les registres montrent un nombre plus élevé que prévu

Causes :

1. Demande de suppression de session non reçue
2. Plantage du processus de session sans nettoyage
3. Fuite de registre

Résolution :

```
# Redémarrer OmniPGW (libère toutes les sessions)
# Implémenter un mécanisme de délai d'expiration de session
```

UE Ne Peut Pas Établir de Session

Symptômes :

- Échec de l'attachement de l'UE
- Réponse de création de session avec cause d'erreur

Causes & Réponses Courantes :

Valeur de Cause	Signification	Action
Utilisateur Inconnu	Rejet PCRF (IMSI non dans la base de données)	Provisionner l'abonné
Pas de Ressources Disponibles	Pool IP épuisé	Étendre le pool IP
Pair Distant Ne Répond Pas	Délai d'attente PCRF/PGW-U	Vérifier la connectivité
Service Non Supporté	APN invalide	Configurer le pool APN

Meilleures Pratiques

Limites de Session

Configurer une capacité appropriée :

Utilisateurs concurrents attendus : 10,000
 Surcharge de session par utilisateur : ~10 Ko RAM
 RAM totale pour les sessions : ~100 Mo

Paramètres de la VM Erlang :

- Max processus : 262,144 (par défaut)
- Taille du tas de processus : Ajuster en fonction de la charge

Nettoyage de Session

Assurer un nettoyage approprié :

1. Toujours répondre aux demandes de suppression de session
2. Implémenter un délai d'expiration de session pour les sessions obsolètes

3. Surveiller les comptes de registre pour les fuites

Haute Disponibilité

Redondance de Session :

- Utiliser un design sans état (sessions liées à l'instance)
 - Implémenter une base de données de session pour la HA (futur)
 - DNS/équilibreur de charge pour la bascule
-

Éléments de Données de Session

Quelles Informations Une Session Stocke-t-elle ?

Chaque session PDN active maintient les informations suivantes :

Identification de l'UE :

- IMSI : "310260123456789" (identité de l'abonné)
- MSISDN : "14155551234" (numéro de téléphone)
- MEI/IMEI : Identifiant de l'appareil

Détails de Connexion PDN :

- APN : "internet" (nom du réseau)
- Adresse IP UE : 100.64.1.42 (IP allouée)
- Type de PDN : IPv4, IPv6, ou IPv4v6

Identifiants de Session :

- ID de Facturation : Identifiant de facturation unique
- EBI de Porteuse par Défaut : Identifiant de Porteuse EPS (typiquement 5)

Paramètres de QoS :

- APN-AMBR : Débit Maximum Agrégé
 - Montée : 100 Mbps
 - Descente : 50 Mbps

Règles de Transfert :

- PDRs (Règles de Détection de Paquets) : Correspondre aux paquets
- FARs (Règles d'Action de Transfert) : Actions de transfert/droppage
- QERs (Règles d'Application de QoS) : Limitation de débit
- BAR (Règle d'Action de Tampon) : Tamponnement de descente

Contexte d'Interface :

- État S5/S8 : TEIDs locaux/distants, adresse SGW-C
 - État Sxb : SEIDs locaux/distants, adresse PGW-U
 - État Gx : Session-ID Diameter, compteur de requêtes
-

Interface Web - Surveillance des Sessions en Direct

OmniPGW inclut une **Interface Web** en temps réel pour surveiller les sessions actives sans avoir besoin d'interroger des métriques ou des journaux.

Recherche UE & Analyse Approfondie

Accès : `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/ue_search`

But : Rechercher des sessions UE spécifiques et afficher des informations détaillées

Fonctionnalités :

1. Fonctionnalité de Recherche Rechercher des sessions par :

- **IMSI** (par exemple, "310170123456789")
- **MSISDN** (numéro de téléphone)
- **Adresse IP** (par exemple, "100.64.1.42")

2. Options de Recherche

- Sélecteur déroulant pour choisir le type de recherche
- Recherche en temps réel avec résultats instantanés
- Interface claire avec des indices de recherche

3. Résultats d'Analyse Approfondie Une fois trouvée, affiche des informations complètes sur la session :

a) Sessions Actives

- Toutes les sessions actives pour cet abonné

- IMSI, MSISDN, Adresse IP UE
- APN, Type de RAT
- TEID PGW, TEID SGW

b) Localisation Actuelle Données de localisation en temps réel de la session :

- **TAC** (Code de Zone de Suivi) - Zone de suivi où se trouve l'UE
- **ID de Cellule (ECI)** - Identifiant de Cellule E-UTRAN
- **ECGI** - Identifiant Global de Cellule E-UTRAN (PLMN + ECI)
- **MCC/MNC** - Code Pays Mobile / Code Réseau Mobile

Intégration de la Base de Données des Tours de Cellules : Si la base de données OpenCellID est configurée, l'interface affiche :

- Coordonnées géographiques de la tour de cellule (latitude/longitude)
- Google Maps intégré montrant l'emplacement exact de la tour
- Carte visuelle du dernier site de cellule connu de l'UE

Voir [Configuration de la Base de Données des Tours de Cellules](#) ci-dessous pour les instructions de configuration.

c) Informations sur la Porteuse Liste détaillée des porteuses avec paramètres QoS :

Porteuse par Défaut :

- EBI (Identifiant de Porteuse EPS)
- QCI (Identifiant de Classe de QoS)
- Nom de Règle de Facturation
- APN-AMBR (montée/descente)

Porteuses Dédiées (si actives) :

- EBI, QCI, Nom de Règle de Facturation
- MBR UL/DL (Débit Maximum)
- GBR UL/DL (Débit Garanti)

d) Informations de Facturation (Interface Gy)

- ID de Session Gy
- Quota Accordé, Quota Utilisé
- Caractéristiques de Facturation

e) Informations de Politique (Interface Gx)

- ID de Session Gx
- Hôte d'Origine/Destination PCRF
- Numéro de Demande CC
- Règles de Facturation Installées (règles PCC des porteuses)

f) Événements Récents

- Historique des événements pour cet abonné
- Événements de création/mise à jour/suppression de session

Cas d'Utilisation :

- Dépanner des problèmes spécifiques d'abonné
- Vérifier l'établissement de session
- Vérifier l'adresse IP assignée
- Inspecter les paramètres de session

Page des Sessions PGW

Accès : `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/pgw_sessions`

But : Vue en temps réel de toutes les sessions PDN actives

Fonctionnalités :

1. Aperçu de la Session

- Compte de sessions en direct (mise à jour toutes les 2 secondes)
- Vue en grille de toutes les sessions actives
- Pas de rafraîchissement nécessaire - mises à jour automatiques

2. Informations Rapides sur la Session

Visibles pour chaque session :

- **IMSI** - Identité de l'abonné
- **UE IP** - Adresse IP allouée
- **SGW TEID** - ID de tunnel S5/S8 du SGW
- **PGW TEID** - ID de tunnel S5/S8 de l'OmniPGW
- **APN** - Nom du Point d'Accès

3. Fonctionnalité de Recherche

Rechercher des sessions par :

- IMSI (par exemple, "310260")
- Adresse IP UE (par exemple, "100.64")
- MSISDN / numéro de téléphone
- Nom APN

4. Détails Développables Cliquez sur n'importe quelle ligne de session pour voir les détails complets :

- Informations complètes sur l'abonné (IMSI, MSISDN, IMEI)
- Contexte réseau (type de RAT, réseau de service MCC/MNC)
- Paramètres QoS (AMBR montée/descente en format lisible)
- Identifiants de tunnel (les deux TEIDs en format hexadécimal)
- ID de processus pour le débogage
- État complet de la session (structure de données brute)

Vue de Topologie Réseau

Accès : `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/topology`

But : Représentation visuelle des connexions réseau et des sessions actives

Fonctionnalités :

1. Visualisation de la Topologie

- Graphique visuel des éléments du réseau
- Montre le nœud PGW-C (Plan de Contrôle)
- Pairs HSS (Home Subscriber Server) connectés
- Affichage du compte de sessions actives

2. Éléments Interactifs

- Contrôles de zoom (+/-)
- Bouton de centrage de vue
- Cliquez sur les nœuds pour des détails
- Montre l'état de connexion (vert = actif, rouge = hors service)

3. Compte de Sessions

- Compteur de sessions actives en temps réel
- Mises à jour automatiques
- Indication visuelle de la charge

Cas d'Utilisation :

- Comprendre l'architecture réseau d'un coup d'œil
- Vérifier les connexions de pairs
- Surveiller les changements de topologie
- Vérification rapide de la santé du réseau

Historique des Sessions & Journal d'Audit

Accès : `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/session_history`

But : Suivre les événements historiques de session et la piste d'audit

Fonctionnalités :

1. Filtrage des Événements

- Filtrer par type d'événement (Tous les Événements, Session Créée, Session Supprimée, etc.)
- Sélection de la plage de dates (De Date / À Date)
- Recherche par IMSI, MSISDN, adresse IP ou TEID

2. Fonctionnalité d'Exportation

- Exporter au format CSV pour analyse
- Inclut tous les résultats filtrés
- Utile pour la conformité et les rapports

3. Types d'Événements Suivis

- Événements de création de session
- Événements de suppression de session
- Événements de modification
- Événements d'erreur

Cas d'Utilisation :

- Piste d'audit pour la conformité
- Analyse historique des sessions
- Dépanner des problèmes passés
- Générer des rapports d'utilisation
- Suivre les modèles de session au fil du temps

Cas d'Utilisation Opérationnels

Vérification de Session :

1. L'utilisateur signale un problème de connectivité
2. Rechercher dans l'Interface Web par IMSI ou numéro de téléphone
3. Vérifier que la session existe et que l'UE a une adresse IP
4. Vérifier que les valeurs QoS correspondent au plan d'abonnement
5. Vérifier que les points de terminaison de tunnel sont établis

Surveillance de Capacité :

- Jeter un œil au compte de sessions actives
- Comparer avec la capacité sous licence
- Identifier les modèles d'utilisation par APN

Dépannage :

- Trouver une session spécifique par n'importe quel identifiant
- Inspecter l'état complet de la session sans SSH/IEEx
- Vérifier que les TEIDs SGW et PGW correspondent entre les systèmes
- Vérifier les valeurs AMBR appliquées par le PCRF

Avantages par Rapport aux Métriques :

- Voir les détails de session individuels (les métriques montrent des agrégats)
 - Capacités de recherche et de filtrage
 - Format lisible par l'homme (bande passante en Mbps, pas en bps)
 - Inspection de l'état en temps réel
 - Aucun accès à la ligne de commande requis
-

Configuration de la Base de Données des Tours de Cellules

OmniPGW peut s'intégrer à la base de données OpenCellID pour afficher les emplacements des tours de cellules dans l'interface de recherche UE. Cette fonctionnalité permet une visualisation géographique de l'emplacement des abonnés en fonction de leur site de cellule de service.

Aperçu

Lorsqu'elle est configurée, l'interface de recherche UE affichera :

- Coordonnées des tours de cellules (latitude/longitude)
- Vue Google Maps intégrée de l'emplacement de la tour
- Confirmation visuelle de l'emplacement de l'abonné
- Aider à dépanner les problèmes de routage basés sur la localisation

Configuration

Accédez à la page des Tours de Cellules à `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/cell_towers` et cliquez sur le bouton "**Télécharger à Nouveau la Base de Données**". Cela déclenche un processus de téléchargement et d'importation automatique en arrière-plan.

Fonctionnalités :

- Télécharge des données fraîches depuis OpenCellID.org
- Extrait et importe automatiquement dans SQLite
- S'exécute en arrière-plan (prend 10-15 minutes)
- Affiche des notifications de progression via l'interface web
- Sûr : supprime uniquement l'ancienne base de données après confirmation que le nouveau téléchargement réussit

Configuration Initiale : Lorsque vous accédez pour la première fois à la page des Tours de Cellules, elle affichera des instructions de configuration avec le bouton "Télécharger à Nouveau la Base de Données". Il suffit de cliquer dessus pour initialiser la base de données.

Informations sur la Base de Données

Emplacement de la Base de Données :

- DB SQLite : `priv/cell_towers.db`
- Téléchargement CSV (temporaire) : `priv/data/cell_towers.csv.gz`
- Index : Créés automatiquement sur MCC, MNC, LAC, CellID pour des recherches rapides

Taille de la Base de Données :

- ~107 Mo de téléchargement compressé depuis OpenCellID.org
- Temps d'importation : 10-15 minutes selon le matériel

Performance de Recherche :

- Les recherches de tours de cellules sont indexées et très rapides (<1ms)

- Pas d'impact sur la performance de l'établissement de session
- Les recherches se produisent uniquement lors de la visualisation des résultats de recherche UE

Fonctionnalités Activées

Après la configuration, les fonctionnalités suivantes deviennent disponibles :

Page de Recherche UE :

- La section Localisation Actuelle affiche les coordonnées des tours de cellules
- Google Maps intégré affichant l'emplacement de la tour
- Représentation visuelle du dernier site de cellule connu de l'abonné

Interface Web des Tours de Cellules :

- Voir les statistiques de la base de données (total des enregistrements, taille de la base de données, date de création)
- **Bouton Télécharger à Nouveau la Base de Données** - Mise à jour en un clic des dernières données OpenCellID
- Parcourir la base de données des tours de cellules
- Rechercher par MCC, MNC, LAC, ID de Cellule
- Voir la distribution géographique des tours
- Voir les instructions de configuration si la base de données n'est pas encore configurée

Avantages Opérationnels :

- Identifier rapidement l'emplacement géographique de l'abonné
- Vérifier les scénarios de roaming
- Dépanner les problèmes basés sur la localisation
- Soutenir les exigences de localisation des services d'urgence

Mise à Jour de la Base de Données

La base de données OpenCellID est maintenue par la communauté et mise à jour régulièrement.

Pour rafraîchir votre base de données locale :

1. Naviguez vers `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/cell_towers`
2. Cliquez sur le bouton "**Télécharger à Nouveau la Base de Données**"
3. Confirmez l'action dans la boîte de dialogue contextuelle
4. Attendez 10-15 minutes pour que le téléchargement/l'importation en arrière-plan soit terminé
5. Rafraîchissez la page pour voir les statistiques mises à jour

Fréquence de Mise à Jour Recommandée : Mensuelle ou trimestrielle

Remarque : OpenCellID peut limiter les téléchargements. Si vous avez téléchargé récemment, attendez quelques heures avant d'essayer à nouveau.

Dépannage

Échec de Téléchargement à Nouveau :

- Vérifiez la connectivité Internet vers OpenCellID.org
- Vérifiez que le pare-feu permet les téléchargements HTTPS
- Vérifiez l'espace disque (environ 200 Mo d'espace libre requis)
- Vérifiez les journaux d'application pour des messages d'erreur spécifiques
- OpenCellID peut limiter les taux - attendez quelques heures et réessayez
- Vérifiez que l'interface web affiche le message d'erreur de la tâche en arrière-plan

Erreurs d'Écriture de Base de Données :

- Vérifiez les permissions d'écriture de la base de données dans le répertoire `priv/`
- Assurez-vous d'avoir suffisamment d'espace disque (environ 150 Mo pour la base de données)

- Vérifiez que l'application a la permission de créer/supprimer des fichiers dans `priv/`

Tour de Cellule Non Trouvée :

- La base de données peut ne pas avoir de couverture pour tous les sites de cellules
- OpenCellID est contribué par la communauté et peut avoir des lacunes
- Les données des tours de cellules peuvent être obsolètes pour les sites récemment déployés

Carte Non Affichée :

- Vérifiez la console JavaScript du navigateur pour des erreurs
 - Vérifiez les permissions d'intégration de Google Maps
 - Vérifiez si les coordonnées de la tour de cellule sont valides
-

Documentation Connexe

Fonctions de Session de Base

- **Interface PFCP** - Établissement de session du plan utilisateur, PDRs, FARs, QERs, URRs
- **Allocation IP UE** - Attribution d'adresse IP, gestion du pool APN
- **Configuration PCO** - DNS, P-CSCF, paramètres MTU livrés à l'UE
- **Guide de Configuration** - Sélection UPF, flux d'établissement de session

Politique et Facturation

- **Interface Diameter Gx** - Contrôle de politique PCRF, règles PCC, gestion de QoS
- **Interface Diameter Gy** - Facturation en ligne OCS, suivi des quotas
- **Format de CDR de Données** - Génération d'enregistrements de facturation hors ligne

Interfaces Réseau

- **Interface S5/S8** - Protocole GTP-C, communication SGW-C
- **Gestion de QoS & Porteurs** - Application de QoS des porteuses

Opérations

- **Guide de Surveillance** - Métriques de session, suivi des sessions actives, alertes
- **Surveillance P-CSCF** - Surveillance des sessions IMS

Retour au Guide des Opérations

Gestion des Sessions OmniPGW - *par Omnitouch Network Services*

Guide de Dépannage OmniPGW

Procédures de dépannage et problèmes courants

par Omnitouch Network Services

Table des Matières

1. [Aperçu](#)
 2. [Outils de Dépannage](#)
 3. [Problèmes d'Établissement de Session](#)
 4. [Problèmes PFCP / Plan Utilisateur](#)
 5. [Problèmes Diameter \(Gx/Gy\)](#)
 6. [Problèmes d'Allocation IP](#)
 7. [Référence Rapide](#)
-

Aperçu

Ce guide fournit des procédures de dépannage étape par étape pour les problèmes opérationnels courants d'OmniPGW. Chaque problème comprend :

- **Symptôme** : Ce que vous observerez
- **Causes Probables** : Causes racines courantes
- **Diagnostic** : Comment confirmer la cause
- **Résolution** : Solution étape par étape
- **Prévention** : Comment éviter la récurrence

Documentation Connexe

- **Guide de Surveillance** - Métriques Prometheus, alertes, surveillance des performances
 - **Guide de Configuration** - Référence de configuration système
-

Outils de Dépannage

Interface Web

Accès : `http://<omnipgw_ip>:4000`

Pages Clés :

- **/pgw_sessions** - Visualiseur de session en temps réel (recherche par IMSI, IP, MSISDN, APN)
- **/diameter** - Statut des pairs Diameter (Gx PCRF, Gy OCS)
- **/pfcpeers** - Statut des pairs PFCP (connectivité PGW-U)
- **/logs** - Diffusion de journaux en temps réel avec filtrage

Métriques Prometheus

Accès : `http://<omnipgw_ip>:9090/metrics`

Métriques Clés :

- `teid_registry_count` - Sessions actives
- `address_registry_count` - IPs UE allouées
- `sxb_inbound_errors_total` - Erreurs PFCP
- `gx_inbound_errors_total` - Erreurs Diameter Gx
- `gy_inbound_errors_total` - Erreurs Diameter Gy

Voir le **Guide de Surveillance** pour la référence complète des métriques.

Analyse des Journaux

Interface Web : Accédez à la page **/logs** et utilisez les filtres de recherche

Filtres de Journal Courants :

- "create_session_request" - Établissement de session
 - "Credit Control" - Interactions Gx/Gy
 - "PFCP Session" - Programmation du plan utilisateur
 - "error" ou "ERROR" - Messages d'erreur
 - "timeout" - Problèmes de délai d'attente
-

Problèmes d'Établissement de Session

Problème : Demande de Création de Session Rejetée avec "Aucune Ressource Disponible"

Symptôme :

- SGW-C reçoit une Réponse de Création de Session avec la cause "Aucune ressource disponible" (73)
- Tous les nouveaux essais de session échouent
- Les sessions existantes continuent de fonctionner
- Journaux : [PGW-C] Demande de Création de Session bloquée - licence invalide

Capture Wireshark montrant la Réponse de Création de Session avec la cause "Aucune ressource disponible"

Cause Probable :

- Licence OmniPGW invalide ou expirée
- Serveur de licence injoignable

Diagnostic :

1. Vérifiez la métrique de licence :

```
license_status
```

- Une valeur de 0 indique une licence invalide

2. Vérifiez les journaux pour les avertissements de licence :

- Recherchez "license" ou "License"
- Recherchez des messages "Impossible de contacter le serveur de licence"

3. Vérifiez la connectivité du serveur de licence :

- Vérifiez l'URL configurée dans `config/runtime.exs` sous `:license_client`
- Par défaut : `https://localhost:10443/api`

Résolution :

1. Vérifiez que le serveur de licence est accessible :

```
curl -k https://<license_server_ip>:10443/api/status
```

2. Vérifiez la configuration de la licence dans `config/runtime.exs` :

```
config :license_client,  
  license_server_api_urls:  
  ["https://<license_server_ip>:10443/api"],  
  licensee: "Votre Nom de Société"
```

3. Vérifiez que le produit est sous licence :

- Nom du produit : `omnipgwc`
- Contactez Omnitouch pour vérifier l'état de la licence

4. Redémarrez OmniPGW après les modifications de configuration

Prévention :

- Surveillez la métrique `license_status` avec des alertes critiques
- Assurez-vous de la haute disponibilité du serveur de licence
- Configurez des alertes d'expiration de licence avant l'expiration

Problème : Demande de Création de Session Rejetée (Autres Causes)

Symptôme :

- SGW-C reçoit une Réponse de Création de Session avec une cause d'erreur

- Les utilisateurs ne peuvent pas établir de connexions PDN
- Métrique : `s5s8_inbound_errors_total` en augmentation

Causes Probables :

1. Pool IP épuisé
2. PCRF (Gx) injoignable ou rejetant la politique
3. PGW-U (PFCP) indisponible
4. Configuration APN invalide

Diagnostic :

1. Vérifiez l'utilisation du pool IP :

```
address_registry_count
```

- Si égal à la taille du pool configuré, le pool est épuisé

2. Vérifiez la connectivité PCRF :

- Interface Web → page **/diameter**
- Recherchez le statut du pair PCRF = "déconnecté"
- Journaux : Recherchez "Credit Control Answer" pour des erreurs

3. Vérifiez le statut du pair PFCP :

- Interface Web → page **/pfcpeers**
- Recherchez "Association : DOWN"
- Métrique : `pfcpe_peer_associated` = 0

4. Vérifiez la configuration APN :

- Examinez `config/runtime.exs` sous `ue.apn_map`
- Vérifiez que l'APN demandé existe dans la configuration

Résolution :

Pour l'Épuisement du Pool IP :

1. Identifiez les sessions obsolètes : Interface Web → **/pgw_sessions**, recherchez les anciennes sessions
2. Élargissez le pool IP dans `config/runtime.exs` :

```
config :pgw_c,  
  ue: %{  
    subnet_map: %{  
      "internet" => "10.0.0.0/23"  # Changé de /24 à /23  
      (double la capacité)  
    }  
  }  
}
```

3. Redémarrez OmniPGW
4. Vérifiez : `curl http://<ip>:9090/metrics | grep address_registry_count`

Pour les Problèmes de Connectivité PCRF :

1. Vérifiez la connectivité réseau : `ping <pcrf_ip>`
2. Vérifiez le service Diameter PCRF : `telnet <pcrf_ip> 3868`
3. Vérifiez la configuration des pairs Diameter dans `config/runtime.exs`
4. Redémarrez OmniPGW si la configuration a changé
5. Vérifiez via l'Interface Web → **/diameter** (le pair devrait montrer "connecté")

Pour les Problèmes PFCP :

- Voir la section [Problèmes PFCP / Plan Utilisateur](#)

Prévention :

- Surveillez l'utilisation du pool IP avec des alertes à 80%
 - Surveillez la connectivité PCRF avec des alertes de pairs Diameter
 - Mettez en œuvre un nettoyage de session pour les sessions inactives
-

Problème : Sessions Bloquées dans un État Intermédiaire

Symptôme :

- La session apparaît dans l'Interface Web mais est incomplète
- Les métriques montrent un nombre de sessions croissant mais aucun trafic utilisateur
- La Demande de Suppression de Session échoue ou expire

Causes Probables :

1. Établissement de session PFCP échoué mais session S5/S8 créée
2. CCR-Initial PCRF expiré
3. Demande de Création de Porteuse (porteuse dédiée) échouée
4. Perturbation du réseau lors de l'établissement de session

Diagnostic :

1. Recherchez la session dans l'Interface Web :

- **/pgw_sessions** → Recherchez par IMSI
- Vérifiez si `pfcp_seid` est présent (s'il manque, PFCP a échoué)
- Vérifiez si `gx_session_id` est présent (s'il manque, Gx a échoué)

2. Vérifiez les journaux pour l'IMSI :

- Filtrez les journaux par IMSI
- Recherchez "Demande d'Établissement de Session" (PFCP)
- Recherchez "Demande de Contrôle de Crédit" (Gx)
- Recherchez des messages de délai d'attente ou d'erreur

3. Vérifiez les métriques :

```
# Sessions avec TEID mais pas de session PFCP
teid_registry_count - seid_registry_count

# Sessions avec TEID mais pas de session Gx
teid_registry_count - session_id_registry_count
```

Résolution :

1. Pour les échecs d'établissement PFCP :

- Vérifiez la santé et les journaux de PGW-U
- Vérifiez l'association PFCP : Interface Web → **/pfcp_peers**
- Envoyez une Demande de Suppression de Session depuis SGW-C pour nettoyer

2. Pour les problèmes de délai d'attente Gx :

- Vérifiez la latence PCRF : `histogram_quantile(0.95, rate(gx_outbound_transaction_duration_bucket[5m]))`
- Augmentez le délai d'attente Gx dans `config/runtime.exs` si nécessaire
- Envoyez une Demande de Suppression de Session pour nettoyer

3. Nettoyage manuel (dernier recours) :

- Nécessite actuellement un redémarrage d'OmniPGW pour effacer les sessions bloquées
- Surveillez `teid_registry_count` avant/après le redémarrage pour confirmer le nettoyage

Prévention :

- Surveillez les métriques de latence PFCP et Gx
 - Mettez en œuvre un délai d'attente/nettoyage de session pour les sessions incomplètes
 - Alerte sur les incohérences de compte de registre
-

Problèmes PFCP / Plan Utilisateur

Problème : Association PFCP Hors Service

Symptôme :

- Interface Web → **/pfcpeers** montre "Association : DOWN"
- Tous les nouveaux établissements de session échouent
- Métrique : `pfcpeer_associated` = 0
- Journaux : "Délai d'attente de cœur PFCP" ou "Échec de la configuration de l'association"

Causes Probables :

1. PGW-U injoignable (problème réseau)
2. PGW-U planté ou redémarré
3. Incompatibilité de configuration PFCP (IP, port)
4. Pare-feu bloquant UDP 8805

Diagnostic :

1. Vérifiez la connectivité réseau :

```
ping <pgw_u_ip>  
nc -u -v <pgw_u_ip> 8805
```

2. Vérifiez la configuration PFCP :

- Examinez `config/runtime.exs` sous `upf.peer_list`
- Vérifiez que l'adresse IP et l'ID de nœud correspondent à la configuration PGW-U

3. Vérifiez l'état de PGW-U :

- Accédez aux journaux de PGW-U
- Vérifiez que PGW-U fonctionne : `systemctl status omnipgw_u` (ou équivalent)

4. Vérifiez les métriques :

```
# Échecs de cœur
pfcpc_consecutive_heartbeat_failures

# Taux d'erreur PFCP
rate(sxb_inbound_errors_total[5m])
```

Résolution :

1. Pour les problèmes réseau :

- Vérifiez le routage : `traceroute <pgw_u_ip>`
- Vérifiez les règles de pare-feu : Assurez-vous que UDP 8805 est autorisé
- Vérifiez les groupes de sécurité (si déploiement cloud)

2. Pour les plantages de PGW-U :

- Redémarrez le service PGW-U
- Attendez 30 secondes pour la réétablissement de l'association
- Vérifiez via l'Interface Web → **/pfcpc_peers** (devrait montrer "Association : UP")

3. Pour les problèmes de configuration :

- Corrigez la configuration des pairs PFCP dans `config/runtime.exs`
- Redémarrez OmniPGW
- Vérifiez que l'association est établie

Prévention :

- Surveillez la métrique `pfcpc_peer_associated` avec des alertes critiques
 - Surveillez `pfcpc_consecutive_heartbeat_failures` (alerte à > 2)
 - Mettez en œuvre des instances redondantes de PGW-U
 - Activez le keepalive/cœur PFCP (devrait être par défaut)
-

Problème : Échecs de Modification de Session PFCP

Symptôme :

- La création de porteuse dédiée échoue
- Les mises à jour de politique QoS (de PCRF RAR) échouent
- Journaux : "Échec de la Demande de Modification de Session"
- Métrique :

`sxb_inbound_errors_total{message_type="session_modification_response"}` en augmentation

Causes Probables :

1. Règles PFCP invalides (références PDR/FAR/QER)
2. Épuisement des ressources PGW-U
3. Conflits d'ID de règle
4. Bug logiciel PGW-U

Diagnostic :

1. Vérifiez les journaux :

- Filtrez pour "Modification de Session" et SEID
- Recherchez des codes de cause d'erreur dans la réponse PFCP
- Causes courantes : "L'ID de règle existe déjà", "Ressources épuisées"

2. Vérifiez les journaux PGW-U :

- Recherchez des erreurs de traitement PFCP
- Vérifiez l'utilisation des ressources (CPU, mémoire)

3. Vérifiez l'état de la session dans l'Interface Web :

- **/pgw_sessions** → Trouvez la session par IMSI
- Examinez `pdr_map`, `far_map`, `qer_map` pour des conflits
- Recherchez des ID en double

Résolution :

1. Pour les conflits de règles :

- Supprimez et recréez la porteuse dédiée
- Si persistant, supprimez la session et faites reconnecter l'UE

2. Pour les problèmes de ressources PGW-U :

- Vérifiez la capacité de PGW-U (sessions, PDRs, débit)
- Élargissez PGW-U si nécessaire
- Réduisez la charge de session sur l'instance PGW-U affectée

3. Pour les bugs logiciels :

- Capturez l'état complet de la session (détails de session de l'Interface Web)
- Capturez les journaux de messages PFCP
- Signalez au fournisseur avec des étapes de reproduction

Prévention :

- Surveillez l'utilisation des ressources PGW-U
 - Testez la création de porteuse dédiée en staging
 - Surveillez `sxb_inbound_errors_total` avec des alertes
-

Problèmes Diameter (Gx/Gy)

Problème : Pair PCRF Déconnecté (Gx)

Symptôme :

- Interface Web → **/diameter** montre le pair PCRF "déconnecté"
- Sessions créées sans politiques QoS (QCI par défaut=5 appliqué)
- Journaux : "Échec de la connexion du pair Diameter" ou "Délai d'attente CER/CEA"

Causes Probables :

1. PCRF injoignable (problème réseau)
2. Service PCRF hors service
3. Incompatibilité de configuration Diameter (Origin-Host, Realm)
4. Pare-feu bloquant TCP 3868

Diagnostic :

1. Vérifiez la connectivité réseau :

```
ping <pcrf_ip>
telnet <pcrf_ip> 3868
```

2. Vérifiez la configuration Diameter :

- Examinez `config/runtime.exs` sous `diameter.peer_list`
- Vérifiez que `host`, `realm`, `ip` correspondent à la configuration PCRF
- Vérifiez que `origin_host` correspond à ce que le PCRF attend

3. Vérifiez les journaux PCRF :

- Recherchez CER (Capabilities-Exchange-Request) de PGW-C
- Recherchez des raisons de rejet

4. Vérifiez les métriques :

```
# Erreurs de connexion Diameter
diameter_peer_connected{peer="<pcrf_host>"}
```

Résolution :

1. Pour les problèmes réseau :

- Vérifiez le routage vers le PCRF
- Vérifiez les règles de pare-feu : Assurez-vous que TCP 3868 est autorisé
- Testez la connectivité : `nc -v <pcrf_ip> 3868`

2. Pour le service PCRF hors service :

- Redémarrez le service PCRF
- Attendez la reconnexion automatique (intervalle de réessai de 30s)
- Vérifiez via l'Interface Web → **/diameter**

3. Pour l'incompatibilité de configuration :

- Corrigez la configuration Diameter dans `config/runtime.exs` :

```
config :pgw_c,
  diameter: %{
    host: "pgw-c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org", #
    Doit correspondre à la config PCRF
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    peer_list: [
      %{
        host: "pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        ip: "192.168.1.100",
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }
}
```

- Redémarrez OmniPGW
- Vérifiez que la connexion est établie

Prévention :

- Surveillez la connectivité des pairs Diameter avec des alertes critiques
- Mettez en œuvre des instances PCRF redondantes (si supporté)
- Documentez la configuration Diameter dans le livre de procédures

Problème : Délai d'Attente CCR/CCA (Demandes de Politique Gx)

Symptôme :

- Établissement de session lent (> 5 secondes)
- Journaux : "Délai d'attente de Demande de Contrôle de Crédit"

- Métrique : `gx_outbound_transaction_duration` très élevée (> 5s)
- Sessions créées avec QoS par défaut (comportement de secours)

Causes Probables :

1. PCRF surchargé
2. Base de données PCRF lente
3. Latence réseau
4. Problème logiciel PCRF

Diagnostic :

1. Vérifiez la latence Gx :

```
# Latence P95
histogram_quantile(0.95,
rate(gx_outbound_transaction_duration_bucket[5m]))

# Latence P99 (valeurs aberrantes)
histogram_quantile(0.99,
rate(gx_outbound_transaction_duration_bucket[5m]))
```

2. Vérifiez la santé du PCRF :

- Accédez aux tableaux de bord de surveillance PCRF
- Vérifiez CPU, mémoire, connexions à la base de données
- Examinez les journaux PCRF pour des requêtes lentes

3. Vérifiez la latence réseau :

```
ping -c 100 <pcrf_ip> | tail -1 # Vérifiez la latence moyenne
```

4. Vérifiez les journaux :

- Comptez les échanges CCR/CCA : Filtrez "Contrôle de Crédit"
- Mesurez le temps entre "Envoi CCR" et "Reçu CCA"

Résolution :

1. Pour la surcharge du PCRF :

- Élargissez le PCRF (ajoutez des instances)
- Réduisez la taille des messages CCR si possible
- Ajustez les pools de threads/travailleurs du PCRF

2. Pour la latence réseau :

- Enquêtez sur le chemin réseau (routeurs, commutateurs)
- Envisagez de co-localiser PGW-C et PCRF

3. Solution temporaire (augmenter le délai d'attente) :

- Modifiez `config/runtime.exs` :

```
config :pgw_c,  
  diameter: %{  
    transaction_timeout_ms: 10000 # Augmentez de 5000 par  
    défaut  
  }
```

- Redémarrez OmniPGW
- **Remarque** : Cela ne masque que le problème ; corrigez la cause profonde

Prévention :

- Surveillez la latence Gx avec des alertes (avertissement > 1s, critique > 5s)
- Planifiez la capacité du PCRF pour le taux de session attendu
- Testez les performances du PCRF sous charge

Problème : Pair OCS Déconnecté (Gy)

Symptôme :

- Interface Web → **/diameter** montre le pair OCS "déconnecté"
- Les sessions ne peuvent pas être facturées (la facturation en ligne échoue)

- Journaux : "Échec de la connexion du pair Gy"

Diagnostic et Résolution :

Similaire à [Pair PCRF Déconnecté](#), mais pour l'interface Gy.

Différences Clés :

- Port : Généralement TCP 3868 (même que Gx)
- Impact : La facturation échoue, les sessions peuvent être rejetées ou autorisées sans facturation (dépend de la config)
- Configuration : Vérifiez `diameter.peer_list` pour l'entrée OCS

Voir : [Interface Diameter Gy](#) pour le dépannage spécifique à Gy

Problèmes d'Allocation IP

Problème : Pool IP Épuisé

Symptôme :

- Demande de Création de Session rejetée avec la cause "Aucune ressource disponible"
- Métrique : `address_registry_count` égal à la taille du pool configuré
- Interface Web → **/pgw_sessions** montre de nombreuses sessions actives
- Journaux : "Échec de l'allocation IP : pool épuisé"

Causes Probables :

1. Pool trop petit pour la base d'abonnés
2. Sessions ne libérant pas les IP (échecs de Suppression de Session)
3. Churn rapide de session sans nettoyage
4. Fuite d'adresse IP

Diagnostic :

1. Vérifiez l'utilisation du pool :

```
# Pour le sous-réseau /24 (254 IPs)
(address_registry_count / 254) * 100
```

2. Vérifiez la taille du pool configuré :

- Examinez `config/runtime.exs` sous `ue.subnet_map`
- Exemple : "10.0.0.0/24" = 254 IPs utilisables

3. Comparez le nombre de sessions au nombre d'IP :

```
# Devrait être à peu près égal
teid_registry_count
address_registry_count
```

4. Examinez les sessions actives :

- Interface Web → **/pgw_sessions**
- Triez par heure de début de session
- Recherchez des sessions très anciennes (fuites potentielles)

Résolution :

Immédiate (élargir le pool) :

1. Modifiez `config/runtime.exs` :

```
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      "internet" => "10.0.0.0/22" # 1022 IPs (était /24 = 254
IPs)
    }
  }
}
```

2. Redémarrez OmniPGW

3. Vérifiez : Les sessions peuvent maintenant s'établir

À Long Terme (nettoyage) :

1. Identifiez les sessions obsolètes dans l'Interface Web
2. Coordonnez-vous avec SGW-C pour envoyer des Demandes de Suppression de Session
3. Mettez en œuvre une politique de délai d'attente de session sur PCRF/SGW
4. Surveillez `address_registry_count` pour vérifier que le pool s'est libéré après le nettoyage

Prévention :

- Surveillez l'utilisation du pool IP avec des alertes :
 - Avertissement : > 70%
 - Critique : > 85%
 - Analyse des tendances pour prédire l'épuisement
 - Mettez en œuvre un délai d'attente pour les sessions inactives
 - Audits réguliers des sessions
-

Problème : Adresse IP Dupliquée Assignée

Symptôme :

- UE signale un conflit d'adresse IP
- Journaux : Avertissement "IP déjà allouée"
- Deux sessions dans l'Interface Web avec la même adresse IP

Causes Probables :

1. Bug logiciel (rare)
2. Incohérence de base de données après un plantage
3. Erreur d'intervention manuelle

Diagnostic :

1. Recherchez l'IP dans l'Interface Web :

- `/pgw_sessions` → Recherchez par adresse IP

- Vérifiez si plusieurs IMSIs ont la même IP

2. Vérifiez les journaux :

- Recherchez l'adresse IP
- Recherchez des événements "allocation IP"

Résolution :

1. Identifiez les sessions affectées :

- Notez les deux IMSIs avec l'IP dupliquée

2. Supprimez une session :

- Coordonnez-vous avec SGW-C pour envoyer une Demande de Suppression de Session pour un IMSI
- Préférez supprimer la session la plus récente

3. L'UE se reconnecte :

- L'UE devrait se reconnecter automatiquement
- Recevra une nouvelle IP unique

4. Si persistant :

- Redémarrez OmniPGW pour reconstruire le registre IP
- Toutes les sessions seront perdues (coordonnez une fenêtre de maintenance)

Prévention :

- Surveillez les allocations dupliquées (aucune métrique intégrée actuellement)
 - Vérifications régulières de l'intégrité de la base de données (si applicable)
-

Référence Rapide

Requêtes Prometheus Courantes

```
# Sessions actives
teid_registry_count

# Taux de configuration de session (par seconde)
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}[5m])

# Utilisation du pool IP (pour le sous-réseau /24)
(address_registry_count / 254) * 100

# Latence de configuration de session P95
histogram_quantile(0.95,
rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket{request_message_type="create_session_request"}[5m]))

# Taux d'erreur
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m])

# Latence PCRF
histogram_quantile(0.95, rate(gx_outbound_transaction_duration_bucket{transaction_type="PCRF"}[5m]))

# Statut de l'association PFCP
pfcpeer_associated
```

Filtres de Journal Courants (Interface Web)

Filtre	Objectif
IMSI	Trouver tous les journaux pour un abonné spécifique
"create_session"	Flux d'établissement de session
"delete_session"	Flux de démantèlement de session
"Credit Control"	Interactions PCRF Gx
"PFCP Session"	Programmation du plan utilisateur
"error"	Tous les messages d'erreur
"timeout"	Problèmes de délai d'attente
"Association"	Événements d'association PFCP

Commandes de Vérification de Santé

```
# Vérifiez l'état du service
systemctl status omnipgw_c

# Vérifiez l'interface web
curl http://<omnipgw_ip>:4000

# Vérifiez le point de terminaison des métriques
curl http://<omnipgw_ip>:9090/metrics

# Vérifiez les sessions actives
curl http://<omnipgw_ip>:9090/metrics | grep teid_registry_count

# Vérifiez l'association PFCP
curl http://<omnipgw_ip>:9090/metrics | grep pfcpeer_associated

# Vérifiez l'utilisation du pool IP
curl http://<omnipgw_ip>:9090/metrics | grep
address_registry_count
```

Documentation Connexe

- **Guide de Surveillance** - Métriques Prometheus, tableaux de bord Grafana, alertes
- **Guide de Configuration** - Référence de configuration système
- **Gestion des Sessions** - Détails du cycle de vie des sessions
- **Interface PFCP** - Détails de dépannage PFCP
- **Interface Diameter Gx** - Dépannage de la politique Gx
- **Interface Diameter Gy** - Dépannage de la facturation Gy
- **Gestion QoS & Porteurs** - Problèmes liés à la QoS

[Retour au Guide des Opérations](#)

Guide de Dépannage OmniPGW - *par Omnitouch Network Services*

Documentation sur l'allocation de pool IP UE

Gestion des adresses IP pour les appareils mobiles

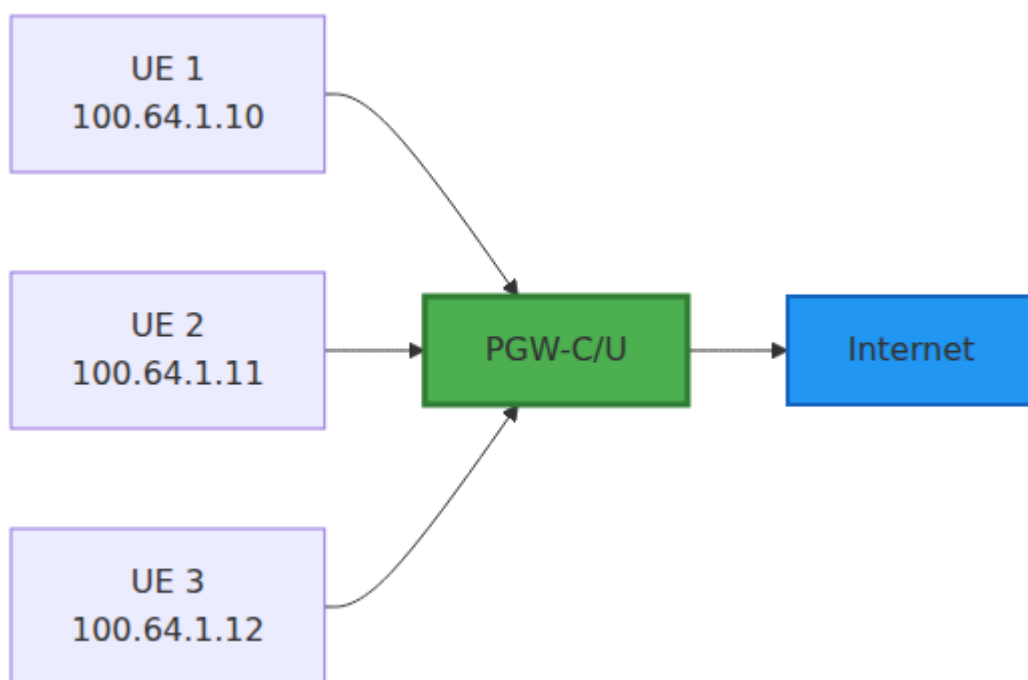
Table des matières

1. [Aperçu](#)
 2. [Concepts d'allocation IP](#)
 3. [Configuration](#)
 4. [Processus d'allocation](#)
 5. [Sujets avancés](#)
 6. [Surveillance](#)
 7. [Dépannage](#)
-

Aperçu

Le PGW-C alloue des adresses IP aux appareils UE (User Equipment) lorsqu'ils établissent des connexions PDN (Packet Data Network). C'est une fonction critique qui permet aux appareils mobiles de communiquer avec des réseaux externes.

Pourquoi l'allocation IP est importante



Chaque UE reçoit une **adresse IP unique** du PGW-C qui :

- Identifie l'appareil sur le réseau
- Achemine le trafic vers/depuis l'appareil
- Permet la facturation et l'application des politiques
- Persiste pendant la durée de la connexion PDN

Versions IP prises en charge

Version IP	Support	Description
IPv4	☐ Complet	Adresses IPv4 standard
IPv6	☐ Complet	Adresses et préfixes IPv6
IPv4v6	☐ Complet	Dual-stack (IPv4 et IPv6)

Concepts d'allocation IP

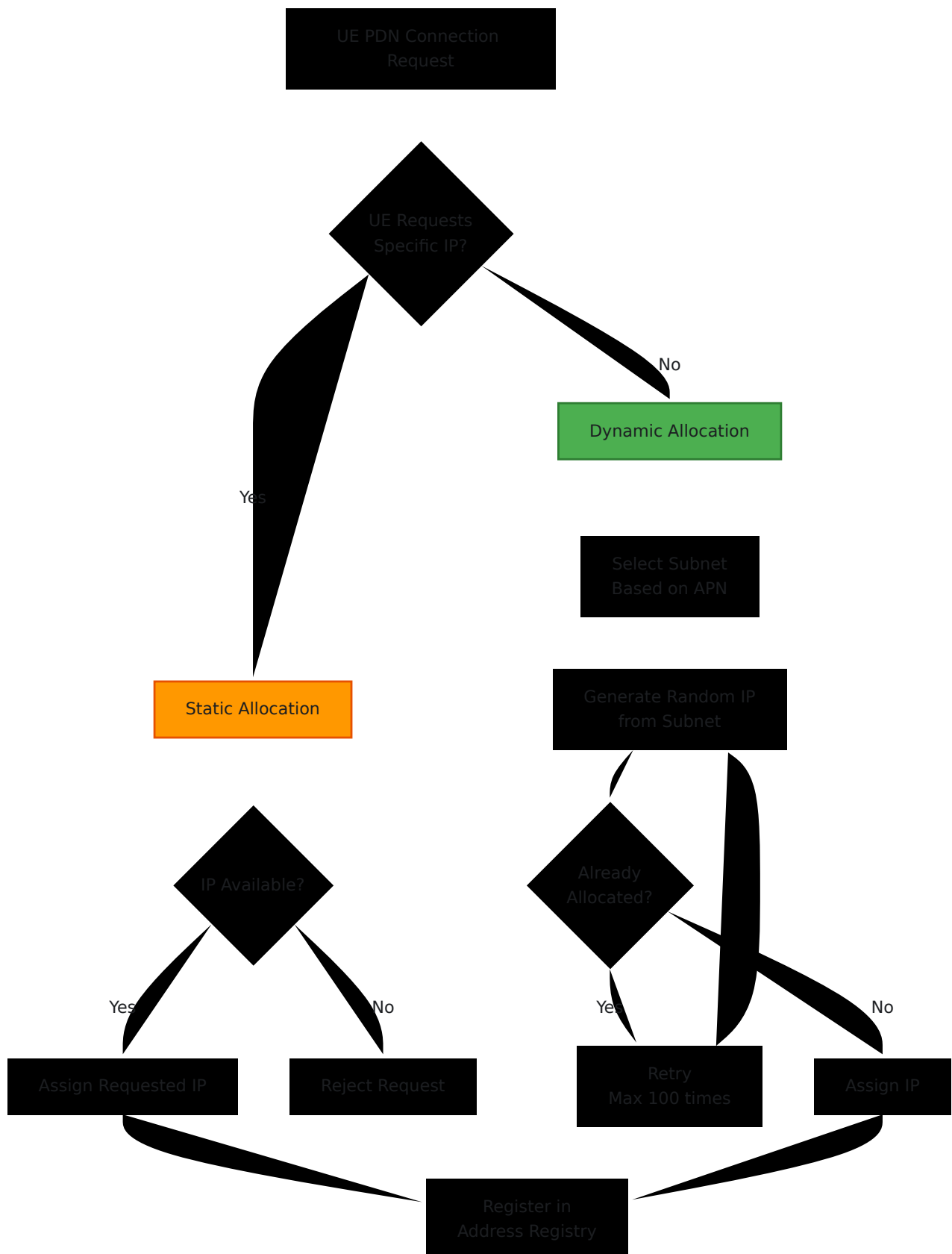
Type de PDN

Lorsqu'un UE demande une connexion PDN, il spécifie un **Type de PDN** :

Type de PDN	Description	Adresses allouées
IPv4	Connexion uniquement IPv4	Adresse IPv4 unique
IPv6	Connexion uniquement IPv6	Préfixe IPv6 (par exemple, /64)
IPv4v6	Connexion dual-stack	Adresse IPv4 et préfixe IPv6

Méthodes d'allocation

Le PGW-C prend en charge deux méthodes d'allocation IP :



1. Allocation dynamique (la plus courante) :

- Le PGW-C sélectionne une IP dans le pool configuré
- Sélection aléatoire pour éviter la prévisibilité

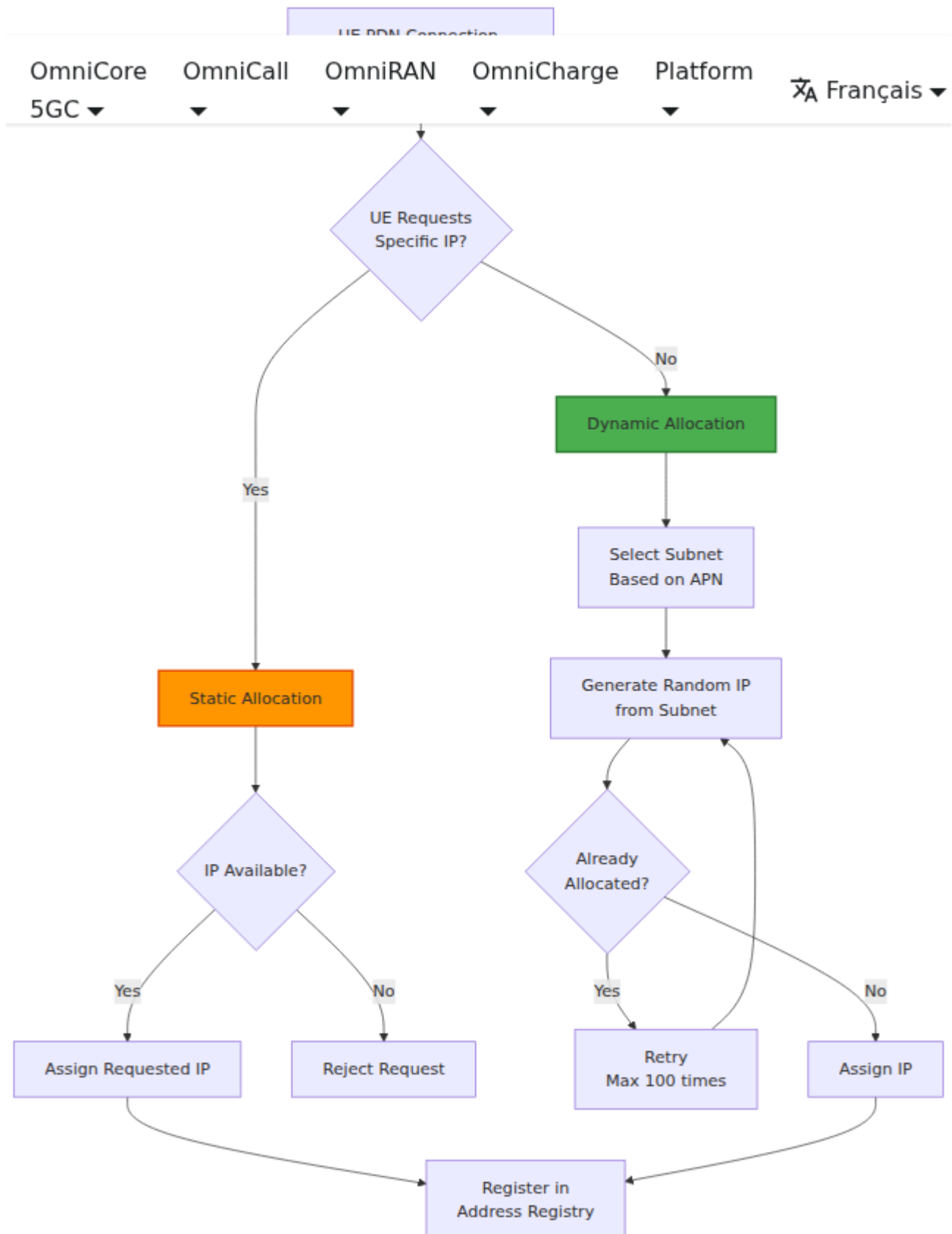
- La détection des collisions garantit l'unicité

2. Allocation statique :

- L'UE demande une IP spécifique dans le message GTP-C
- Le PGW-C valide la disponibilité
- Utile pour les appareils d'entreprise avec des IP fixes

Sélection de sous-réseau basée sur l'APN

Différents **APN (Access Point Names)** peuvent utiliser différents pools IP :



Avantages :

- **Séparation du trafic** - Différents APN acheminent vers différents réseaux
- **Différenciation des politiques** - Appliquer différentes politiques par APN

- **Planification de la capacité** - Dimensionner les pools en fonction de l'utilisation prévue
- **Facturation** - Suivre l'utilisation par type de service

Registre d'adresses

Le **Registre d'adresses** suit les IP allouées :

Fonction	Description
Enregistrement	Map UE IP → PID du processus de session
Recherche	Trouver la session par UE IP
Désenregistrement	Libérer l'IP lorsque la session se termine
Détection de collision	Prévenir les allocations en double

Configuration

Configuration de base

Modifier `config/runtime.exs` :

```

config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      # L'APN "internet" utilise deux sous-réseaux
      "internet" => [
        "100.64.1.0/24",    # 254 IPs utilisables
        "100.64.2.0/24"    # 254 IPs utilisables
      ],

      # L'APN "ims" utilise un sous-réseau
      "ims" => [
        "100.64.10.0/24"
      ],

      # Pool par défaut pour les APN inconnus
      default: [
        "42.42.42.0/24"
      ]
    }
  }
}

```

Correspondance de motifs Regex pour les APN

Pour les scénarios où plusieurs APN partagent le même pool de sous-réseaux, vous pouvez utiliser des **motifs regex** au lieu de noms d'APN exacts. Cela est utile pour la correspondance d'APN avec des jokers.

Règles de motif :

- Les clés commençant par `^` sont traitées comme des motifs regex
- Les clés sans `^` sont correspondantes exactement (rétrocompatibles)
- Les motifs sont évalués dans l'ordre - le premier match l'emporte
- Retombe sur `default` si aucun motif ne correspond

```

config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      # Regex : APNs commençant par "ims" (par exemple, "ims",
      "ims.apn", "ims.something.else")
      "^ims" => [
        "100.64.10.0/24"
      ],

      # Regex : APNs commençant par "m2m." (par exemple,
      "m2m.test", "m2m.prod")
      "^m2m\." => [
        "100.64.20.0/24"
      ],

      # Correspondance exacte uniquement - "enterprise.corp"
      exactement
      "enterprise.corp" => [
        "10.100.0.0/16"
      ],

      # Pool par défaut pour les APN non correspondants
      default: [
        "42.42.42.0/24"
      ]
    }
  }
}

```

Remarques importantes :

- Les motifs regex utilisent la syntaxe regex standard Elixir/Erlang
- Les barres obliques doivent être échappées dans les chaînes Elixir (utilisez `\` pour `\`)
- Le `^` au début est requis pour indiquer un motif regex
- Les correspondances exactes et les motifs regex peuvent être mélangés dans la même configuration
- L'ordre est important pour les motifs regex - placez les motifs plus spécifiques en premier

Exemples de motifs courants :

Type de motif	Clé Regex	Correspondances
Commence par	<code>"^ims"</code>	ims, ims.apn, ims.anything
Finit par	<code>"^.*\.corp\$"</code>	foo.corp, bar.corp
Contient	<code>"^.*test.*"</code>	test, foo.test.bar, testing
Exact (avec des points)	<code>"^internet\.apn\$"</code>	internet.apn uniquement

Exemple de correspondance de suffixe :

Pour correspondre aux APN se terminant par un suffixe spécifique (comme `.corp`), utilisez `^.*\.suffix$` :

```
subnet_map: %{
  # Correspondre aux APN se terminant par ".corp"
  "^.*\.corp$" => ["10.100.0.0/16"],

  # Correspondre aux APN se terminant par ".iot"
  "^.*\.iot$" => ["10.200.0.0/16"],

  default: ["42.42.42.0/24"]
}
```

Exemple de correspondance de motifs :

Demande APN	Clé correspondante	Pool utilisé
ims	^ims	100.64.10.0/24
ims.apn	^ims	100.64.10.0/24
ims.something.else	^ims	100.64.10.0/24
m2m.test	^m2m\.	100.64.20.0/24
m2m	default	42.42.42.0/24
enterprise.corp	enterprise.corp	10.100.0.0/16
foo.corp	^.*\.corp\$	10.100.0.0/16
unknown.apn	default	42.42.42.0/24

Notation de sous-réseau

Notation CIDR : <network>/<prefix_length>

CIDR	IPs utilisables	Plage d'exemple
/24	254	100.64.1.1 - 100.64.1.254
/23	510	100.64.0.1 - 100.64.1.254
/22	1022	100.64.0.1 - 100.64.3.254
/20	4094	100.64.0.1 - 100.64.15.254
/16	65534	100.64.0.1 - 100.64.255.254

Remarques :

- L'adresse réseau (par exemple, 100.64.1.0) n'est pas allouée
- L'adresse de diffusion (par exemple, 100.64.1.255) n'est pas allouée
- Le PGW-C alloue de `<network> + 1` à `<broadcast> - 1`

Plusieurs sous-réseaux par APN

Équilibrage de charge entre sous-réseaux :

```
config :pgw_c,  
  ue: %{  
    subnet_map: %{  
      "internet" => [  
        "100.64.1.0/24",  
        "100.64.2.0/24",  
        "100.64.3.0/24",  
        "100.64.4.0/24"  
      ]  
    }  
  }  
}
```

Méthode de sélection :

- Le PGW-C sélectionne aléatoirement un sous-réseau dans la liste
- Fournit un équilibrage de charge de base
- Chaque session sélectionne indépendamment un sous-réseau

Avantages :

- Répartir la charge sur plusieurs sous-réseaux
- Expansion de capacité plus facile (ajouter de nouveaux sous-réseaux)
- Flexibilité pour les politiques de routage

Exemple du monde réel

```
config :pgw_c,  
  ue: %{  
    subnet_map: %{  
      # Accès général à Internet  
      "internet" => [  
        "100.64.0.0/20"      # 4094 IPs pour usage général  
      ],  
  
      # IMS (Voix sur LTE)  
      "ims" => [  
        "100.64.16.0/22"    # 1022 IPs pour IMS  
      ],  
  
      # APN d'entreprise  
      "enterprise.corp" => [  
        "10.100.0.0/16"     # 65534 IPs pour l'entreprise  
      ],  
  
      # Appareils IoT (bande passante faible)  
      "iot.m2m" => [  
        "100.64.20.0/22"   # 1022 IPs pour IoT  
      ],  
  
      # Fallback par défaut  
      default: [  
        "42.42.42.0/24"    # 254 IPs pour les APN inconnus  
      ]  
    }  
  }  
}
```

Configuration IPv6

```
config :pgw_c,  
  ue: %{  
    subnet_map: %{  
      "internet" => [  
        # Pools IPv4  
        "100.64.1.0/24"  
      ],  
      "internet.ipv6" => [  
        # Pools IPv6 (délégation de préfixe)  
        "2001:db8:1::/48"  
      ],  
      default: [  
        "42.42.42.0/24"  
      ]  
    }  
  }  
}
```

Délégation de préfixe IPv6 :

- L'UE reçoit généralement un préfixe /64
- Permet à l'UE d'assigner plusieurs IP (par exemple, pour le partage de connexion)
- Exemple : L'UE reçoit `2001:db8:1:a::/64`

Configuration dual-stack (IPv4v6)

```
config :pgw_c,  
  ue: %{  
    subnet_map: %{  
      "internet" => [  
        "100.64.1.0/24",      # Pool IPv4  
        "2001:db8:1::/48"    # Pool IPv6 (sera utilisé pour  
l'allocation IPv6)  
      ]  
    }  
  }  
}
```

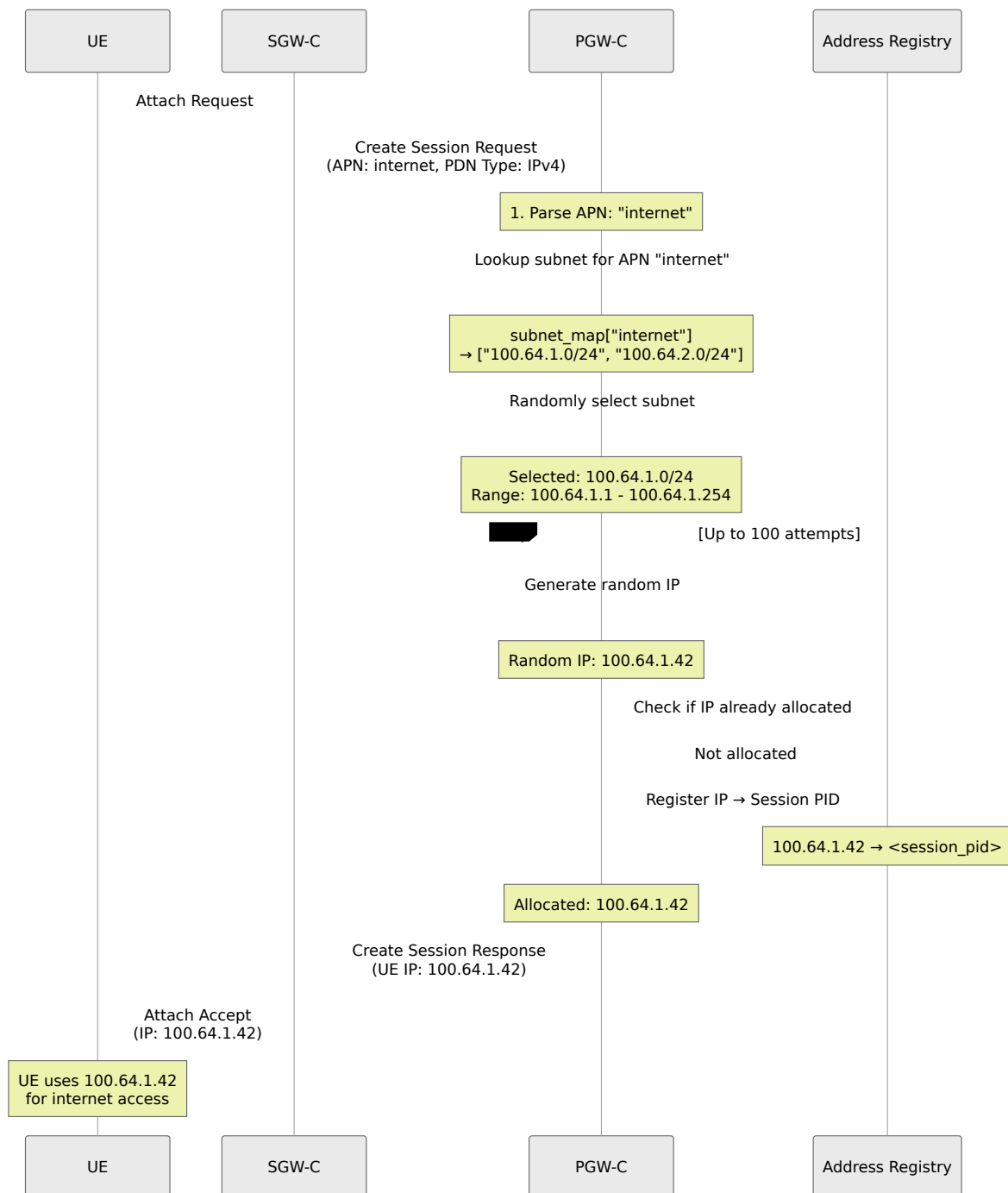
Allocation dual-stack :

- L'UE demande un Type de PDN : IPv4v6
 - Le PGW-C alloue à la fois une adresse IPv4 et un préfixe IPv6
 - Les deux adresses sont actives simultanément
-

Processus d'allocation

L'allocation IP se produit lors de la création de session lorsque le PGW-C reçoit une demande de création de session via l'interface S5/S8. Voir [Interface S5/S8](#) pour les détails du message GTP-C et [Gestion de session](#) pour le cycle de vie de la session.

Étape par étape : Allocation dynamique IPv4



Comment ça fonctionne

Processus d'allocation dynamique :

1. **Recherche de sous-réseau** : Le système récupère les sous-réseaux configurés pour l'APN demandé

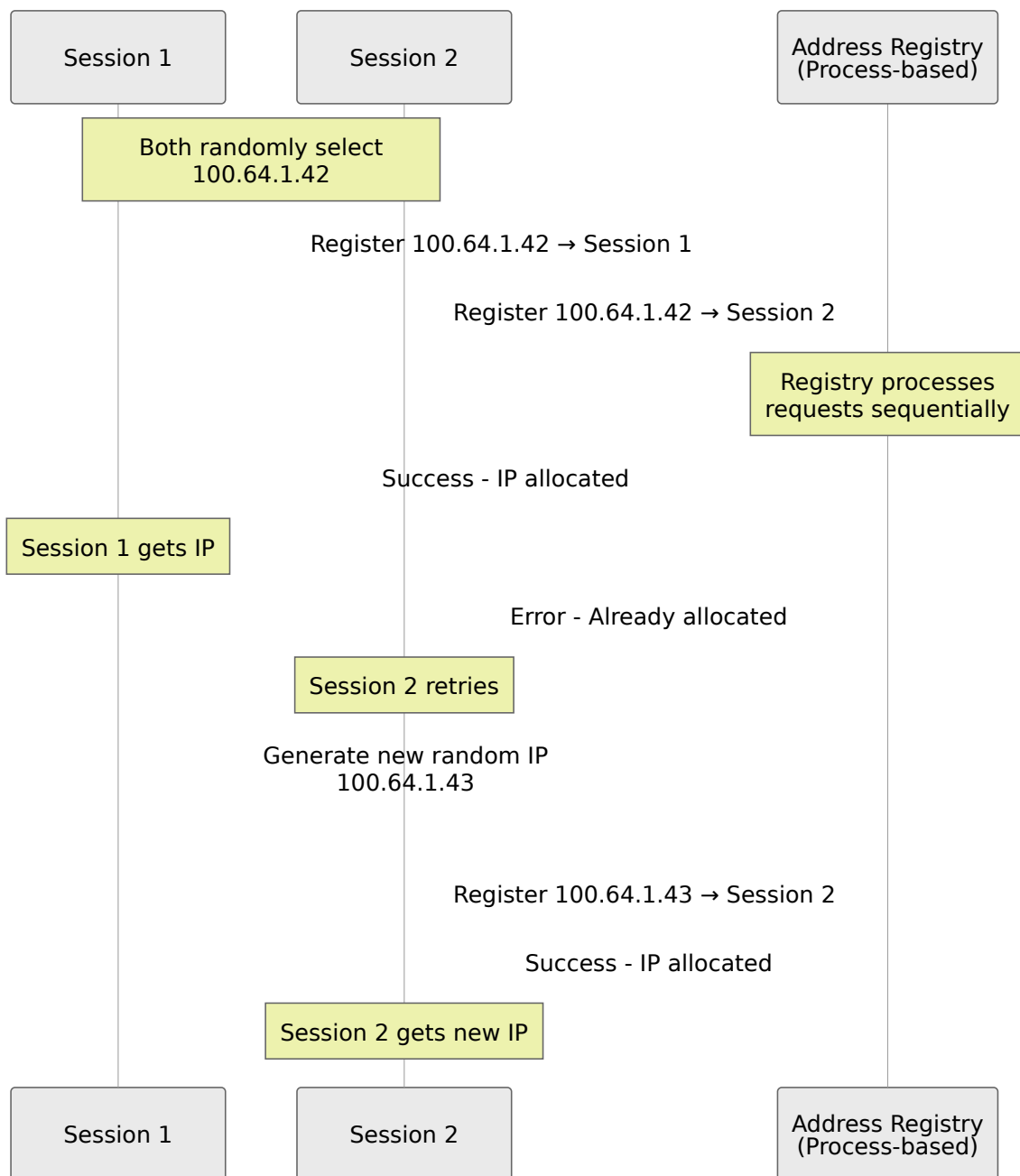
2. **Sélection aléatoire** : Un sous-réseau est sélectionné aléatoirement dans la liste disponible
3. **Génération d'IP** : Une IP aléatoire est générée dans la plage du sous-réseau
4. **Vérification d'unicité** : Le système vérifie que l'IP n'a pas été allouée
5. **Logique de réessai** : Si une collision est détectée, réessayer jusqu'à 100 fois avec une nouvelle IP aléatoire
6. **Enregistrement** : Une fois une IP unique trouvée, elle est enregistrée à la session

Points de conception clés :

- **Max 100 tentatives** : Empêche les boucles infinies lorsque le pool est presque épuisé
- **Sélection aléatoire** : Évite les modèles d'attribution d'IP prévisibles pour la sécurité
- **Opérations atomiques** : Le registre basé sur les processus garantit aucune allocation en double
- **Retour au pool par défaut** : Si l'APN n'est pas trouvé dans la configuration, utilise le pool par défaut

Gestion des collisions

Scénario : Deux sessions essaient d'allouer la même IP simultanément



Comment la prévention des collisions fonctionne :

- Le registre traite les demandes une à la fois (sérialisé)
- Aucune condition de concurrence possible
- La première demande à enregistrer une IP réussit
- Les demandes ultérieures pour la même IP sont rejetées
- Les sessions rejetées réessaient automatiquement avec une nouvelle IP aléatoire

Retour au sous-réseau par défaut

Scénario : L'UE demande un APN inconnu

Configuration d'exemple :

```
# Config
subnet_map: %{
  "internet" => ["100.64.1.0/24"],
  default: ["42.42.42.0/24"]
}
```

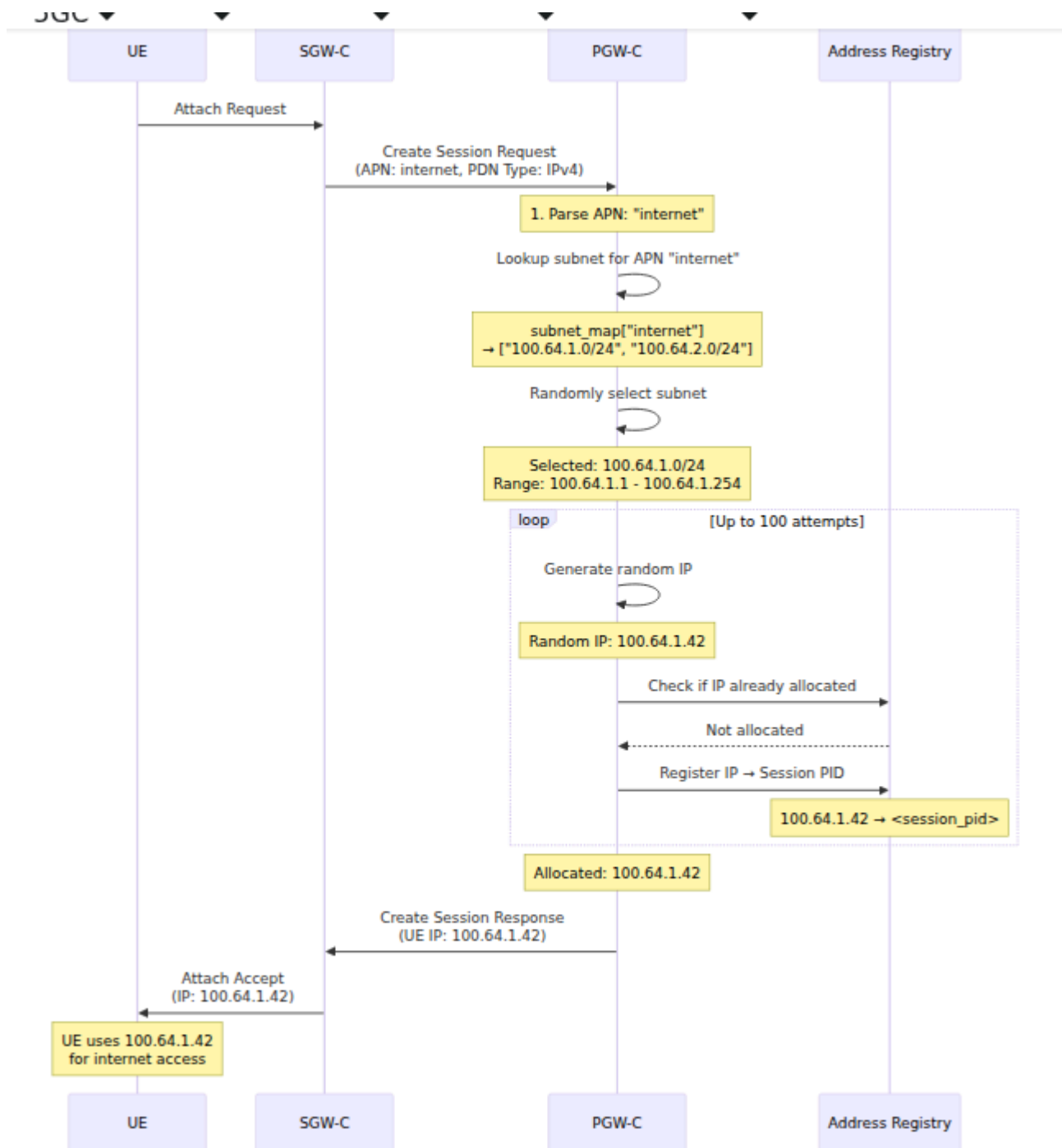
Comportement :

- L'UE demande l'APN : "unknown.apn"
- Le système recherche "unknown.apn" dans subnet_map
- Non trouvé, donc retombe sur le pool par défaut
- Alloue une IP de 42.42.42.0/24

Logique de retour :

1. D'abord, essayez de trouver un pool spécifique à l'APN dans la configuration
2. Si non trouvé, utilisez le pool `default`
3. Si aucun défaut configuré, l'allocation échoue

Désallocation à la terminaison de session



Nettoyage automatique :

- Lorsque le processus de session se termine, le registre nettoie
- L'IP est immédiatement disponible pour de nouvelles allocations
- Aucune intervention manuelle requise

Sujets avancés

Épuisement du pool

Scénario : Toutes les IP du pool sont allouées

Pool: 100.64.1.0/24 (254 IPs utilisables)
Allouées: 254 IPs
Nouvelle demande arrive → Épuisement

Que se passe-t-il :

1. Le PGW-C tente 100 allocations aléatoires
2. Toutes les tentatives trouvent l'IP déjà allouée
3. Retourne : `{:error, :ue_ip_address_allocation_failed}`
4. L'établissement de session échoue
5. Le SGW-C reçoit une réponse d'erreur

Prévention :

```
# Surveiller l'utilisation du pool
address_registry_count / total_pool_size > 0.8 # Alerte à 80%

# Élargir le pool avant épuisement
"internet" => [
  "100.64.1.0/24",
  "100.64.2.0/24", # Ajouter un sous-réseau supplémentaire
  "100.64.3.0/24"
]
```

Allocation IP statique

Cas d'utilisation : Appareil d'entreprise a besoin d'une IP fixe

Format de message GTP-C :

Create Session Request

└─ IMSI: 310260123456789

└─ APN: enterprise.corp

└─ PDN Address Allocation (IE)

| └─ PDN Type: IPv4

| └─ IPv4 Address: 10.100.0.50 ← UE demande une IP spécifique

Traitement OmniPGW :

1. **Extraire l'IP demandée** : Analyser l'IE d'allocation d'adresse PDN à partir de la demande
2. **Valider l'IP** : Vérifier si l'IP demandée est dans le pool configuré pour cet APN
3. **Vérifier la disponibilité** : Vérifier que l'IP n'est pas déjà allouée à une autre session
4. **Allouer ou rejeter** :
 - Si disponible : Allouer l'IP demandée à cette session
 - Si indisponible : Rejeter la session avec un code de cause approprié

Résultats possibles :

- **Succès** : L'UE reçoit exactement l'adresse IP qu'elle a demandée
- **Échec (IP utilisée)** : Session rejetée - IP déjà allouée
- **Échec (IP non dans le pool)** : Session rejetée - IP non dans la plage configurée

Délégation de préfixe IPv6

L'UE demande IPv6 :

Create Session Request

└─ PDN Type: IPv6

Le PGW-C alloue un préfixe /64 :

Préfixe alloué : 2001:db8:1:a::/64

L'UE peut utiliser :

- 2001:db8:1:a::1
- 2001:db8:1:a::2
- ... (18 quintillions d'adresses)

Avantages :

- L'UE peut assigner plusieurs IP (par exemple, partage de connexion)
- Prend en charge SLAAC (Stateless Address Autoconfiguration)
- Élimine la nécessité de NAT

Allocation dual-stack

L'UE demande IPv4v6 :

Create Session Request
└─ PDN Type: IPv4v6

Le PGW-C alloue les deux :

IPv4: 100.64.1.42
IPv6: 2001:db8:1:a::/64

Gestion du trafic :

- Le trafic IPv4 utilise l'adresse IPv4
- Le trafic IPv6 utilise le préfixe IPv6
- Les deux actifs simultanément
- Tunnels GTP séparés (ou tunnel dual-stack)

Adresses IP privées vs publiques

Pools IP privées (RFC 1918) :

```
# Non routables sur Internet public
subnet_map: %{
  "internet" => [
    "10.0.0.0/8",
    "172.16.0.0/12",
    "192.168.0.0/16"
  ]
}
```

Nécessite NAT au PGW-U pour accéder à Internet

Pools IP publiques :

```
# IP publiques routables (exemple seulement)
subnet_map: %{
  "internet" => [
    "203.0.113.0/24" # Bloc IP public
  ]
}
```

Aucun NAT requis - routage direct vers Internet

Recommandation :

- Utilisez des **IP privées (RFC 6598)** : `100.64.0.0/10` (NAT de niveau opérateur)
- Réservez des IP publiques uniquement pour des services spéciaux

Surveillance

Interface Web - Gestion des pools IP

OmniPGW fournit une interface web en temps réel pour surveiller l'allocation et l'utilisation des pools IP.

Accès : `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/ip_pools`

Fonctionnalités :

1. Vue d'ensemble du pool

- Total des IPs dans tous les pools
- Adresses actuellement allouées
- IPs disponibles restantes
- Pourcentage d'utilisation en temps réel

2. État du pool par APN Chaque pool configuré affiche :

- **Nom du pool** - Identifiant APN (par exemple, "default", "ims.something.else", "Internet")
- **Étiquette APN** - Badge du nom APN configuré
- **Plage IP** - Notation CIDR montrant la plage de sous-réseau
- **Utilisation** - Indicateur visuel montrant le pourcentage utilisé
- **Statistiques d'allocation :**
 - Total : Nombre d'IPs dans le pool
 - Allouées : IPs actuellement assignées
 - Disponibles : IPs restantes pour allocation

3. Mises à jour en temps réel

- Actualisation automatique toutes les 2 secondes
- Aucune recharge de page requise
- Suivi en direct de l'utilisation

Cas d'utilisation :

- Vérification rapide de la capacité avant la maintenance
- Identifier les pools approchant de l'épuisement
- Vérifier la configuration du pool
- Surveiller les modèles d'allocation par APN

Métriques clés

Nombre d'adresses dans le registre :

```
# IPs actuellement allouées  
address_registry_count
```

```
# Utilisation du pool (nécessite un calcul)  
address_registry_count / <total_pool_size> * 100
```

Exemple :

```
Pool: 100.64.1.0/24 (254 IPs)  
Allouées: 150 IPs  
Utilisation: 150 / 254 = 59%
```

Alertes

```
# Alerte sur une utilisation élevée du pool
- alert: UEIPPoolUtilizationHigh
  expr: address_registry_count > 200 # Pour le pool /24
  for: 10m
  annotations:
    summary: "Utilisation du pool IP UE au-dessus de 80%"
    description: "Actuel : {{ $value }} / 254 IPs allouées"

# Alerte sur l'épuisement du pool
- alert: UEIPPoolExhausted
  expr: address_registry_count >= 254 # Pour le pool /24
  for: 1m
  annotations:
    summary: "Pool IP UE épuisé - aucune IP disponible"

# Alerte sur les échecs d'allocation
- alert: UEIPAllocationFailures
  expr: rate(ue_ip_allocation_failures_total[5m]) > 0
  for: 5m
  annotations:
    summary: "Échecs d'allocation IP UE en cours"
```

Tableau de bord Grafana

Panneau 1 : Utilisation du pool IP

```
# Jauge montrant le pourcentage
(address_registry_count / 254) * 100
```

Panneau 2 : IPs allouées au fil du temps

```
# Série temporelle
address_registry_count
```

Panneau 3 : Taux d'allocation

```
# Taux de nouvelles allocations  
rate(address_registry_count[5m])
```

Panneau 4 : Risque d'épuisement du pool

```
# Jours jusqu'à épuisement (basé sur le taux actuel)  
(254 - address_registry_count) / rate(address_registry_count[1h])
```

Dépannage

Problème 1 : Établissement de session échoue (Aucune IP disponible)

Symptômes :

- Réponse de création de session : Cause "Demande rejetée"
- Journal : "Échec de l'allocation d'adresse IP UE"

Causes possibles :

1. Pool épuisé

```
# Vérifier l'allocation actuelle  
curl http://<pgw_c_ip>:42069/metrics | grep  
address_registry_count
```

2. Erreur de configuration


```
# Vérifier la configuration du sous-réseau
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      "internet" => [
        "100.64.1.0/24" # Assurez-vous que CIDR est valide
      ]
    }
  }
}
```

3. Mauvaise configuration de l'APN

```
# Si l'APN n'est pas trouvé, retombe sur le défaut
# Assurez-vous que le pool par défaut existe
subnet_map: %{
  default: ["42.42.42.0/24"]
}
```

Résolution :

- **Élargir le pool** : Ajouter plus de sous-réseaux
- **Nettoyer les sessions obsolètes** : Redémarrer le PGW-C pour libérer les IPs perdues
- **Vérifier la config** : Vérifier `runtime.exs` pour des fautes de frappe

Problème 2 : Collision d'adresse IP

Symptômes :

- Deux UEs reçoivent la même IP (très rare)
- Problèmes de routage

Cause :

- Bug dans le registre d'adresses (ne devrait pas se produire)

Débogage :

```
# Vérifier les IPs en double dans les journaux
grep "already_registered" /var/log/pgw_c.log
```

Résolution :

- Devrait se corriger automatiquement (la deuxième session réessaie)
- Si persistant, signaler un bug

Problème 3 : Mauvais pool IP utilisé

Symptômes :

- L'UE reçoit une IP d'un sous-réseau inattendu
- L'APN "internet" obtient une IP du pool "ims"

Cause :

- Configuration incorrecte de subnet_map

Vérifier :

```
# Vérifier la correspondance exacte de la chaîne APN
subnet_map: %{
  "internet" => [...],      # Sensible à la casse
  "Internet" => [...]      # APN différent !
}
```

Résolution :

- Assurez-vous que les noms d'APN correspondent exactement (sensible à la casse)
- Utilisez le pool par défaut pour attraper tout

Problème 4 : Échec de l'allocation IPv6

Symptômes :

- L'UE demande IPv6, reçoit une erreur

Causes possibles :

1. Aucun pool IPv6 configuré

```
# Sous-réseaux IPv6 manquants
subnet_map: %{
  "internet" => [
    "100.64.1.0/24" # Seulement IPv4
  ]
}
```

2. Préfixe IPv6 invalide

```
# Préfixe trop petit (devrait être /48 ou plus grand)
"internet" => [
  "2001:db8::/128" # Mauvais - pas de place pour allocation
]
```

Résolution :

```
# Ajouter un pool IPv6
subnet_map: %{
  "internet" => [
    "100.64.1.0/24",
    "2001:db8:1::/48" # Pool IPv6
  ]
}
```

Problème 5 : Utilisation élevée du pool

Symptômes :

- Approchant de l'épuisement du pool
- `address_registry_count` approchant du maximum

Mesures proactives :

1. Ajouter des sous-réseaux :

```
"internet" => [  
  "100.64.1.0/24",    # Existant  
  "100.64.2.0/24",    # Nouveau sous-réseau (ajoute 254 IPs)  
  "100.64.3.0/24"     # Nouveau sous-réseau (ajoute 254 IPs)  
]
```

2. Utiliser des sous-réseaux plus grands :

```
# Remplacer /24 par /22  
"internet" => [  
  "100.64.0.0/22"    # 1022 IPs utilisables  
]
```

3. Nettoyage des sessions :

- Surveiller les sessions obsolètes
- Assurer un traitement correct des demandes de suppression de session

Meilleures pratiques

Planification de capacité

Calculer la taille de pool requise :

```
Utilisateurs concurrents attendus : 10,000  
Concurrence de pointe : 30% (3,000 sessions simultanées)  
Tampon de croissance : 50%  
IPs requises : 3,000 * 1.5 = 4,500 IPs  
  
Sous-réseau : /20 (4,094 IPs utilisables) - Trop petit  
Sous-réseau : /19 (8,190 IPs utilisables) - Suffisant
```

Sélection de sous-réseau

Recommandé :

- Utiliser 100.64.0.0/10 (RFC 6598 - NAT de niveau opérateur)
- Fournit 4 millions d'IPs
- Réservé pour le NAT des fournisseurs de services

À éviter :

- IPs publiques (coûteuses, limitées)
- Plages privées courantes qui entrent en conflit avec les VPN d'entreprise

Mise en page de configuration

```
config :pgw_c,  
  ue: %{  
    subnet_map: %{  
      # APN Internet principal - grand pool  
      "internet" => [  
        "100.64.0.0/18"  # 16,382 IPs  
      ],  
  
      # IMS - pool dédié plus petit  
      "ims" => [  
        "100.64.64.0/22"  # 1,022 IPs  
      ],  
  
      # Entreprise - pool moyen  
      "enterprise.corp" => [  
        "100.64.68.0/22"  # 1,022 IPs  
      ],  
  
      # IoT - grand pool pour de nombreux appareils  
      "iot.m2m" => [  
        "100.64.72.0/20"  # 4,094 IPs  
      ],  
  
      # Par défaut - petit fallback  
      default: [  
        "100.64.127.0/24"  # 254 IPs  
      ]  
    }  
  }  
}
```

Documentation connexe

Configuration

- **Guide de configuration** - Configuration du pool IP UE, mappage des sous-réseaux APN

- **Configuration PCO** - DNS, P-CSCF, MTU livrés avec l'adresse IP
- **Gestion de session** - Cycle de vie de la session, allocation IP lors de la configuration PDN
- **Interface PFCP** - Attribution d'adresse UE via PFCP au UPF

Planification réseau

- **Interface S5/S8** - Livraison d'adresses IP via GTP-C
- **Interface Diameter Gx** - Contrôle des politiques pour l'allocation IP

Opérations

- **Guide de surveillance** - Métriques d'utilisation du pool IP, suivi des allocations
- **Format CDR de données** - Adresses IP UE dans les CDR pour la corrélation de facturation

[Retour au guide des opérations](#)