

GPRS

Gestion de la Mobilité et Gestion de Session

EFORT
<http://www.efort.com>

Ce second tutoriel EFORT dédié au GPRS présente les deux procédures importantes liées au fonctionnement d'un réseau GPRS, à savoir, la gestion de la mobilité (GMM, GPRS Mobility Management) au paragraphe 1 et la gestion de session (SM, Session Management) au paragraphe 2. Le paragraphe 3 introduit le roaming GPRS.

1. Gestion de la mobilité GPRS

Dans un environnement mobile, un mobile 2G appelé station mobile (MS, Mobile Station) ou mobile 3G appelé équipement usager (UE, User Equipment) n'est pas toujours rattaché au même (3G)MSC. C'est la raison pour laquelle le mobile doit régulièrement informer le réseau de sa localisation courante (Figure 1). Lorsqu'une station mobile est mise sous tension par l'utilisateur, elle se rattache au réseau ; elle informe le (3G)MSC qui contrôle l'aire dans laquelle elle est présente, de sa localisation courante. Ce dernier met alors à jour sa VLR.

Afin de réaliser cette action d'enregistrement, un mobile utilise un protocole de gestion de la mobilité (mobility management protocol, MM). L'établissement et la libération de communication par le mobile sont possibles à travers la couche communication management (CM). Cette couche permet au mobile d'établir et de libérer des appels (CC, Call Control), de disposer de services complémentaires (SS, Supplementary Services) et d'échanger des messages courts (SM, Short Message). Le protocole CC est similaire au protocole de signalisation Q.931 utilisé par un terminal fixe RNIS.

Un mobile a aussi les capacités pour se rattacher à un réseau GPRS (i.e., au (3G)SGSN) et pour établir des contextes PDP (appels de données). Les protocoles utilisés pour ce faire sont GMM (GPRS Mobility Management) et SM (Session Management) respectivement.

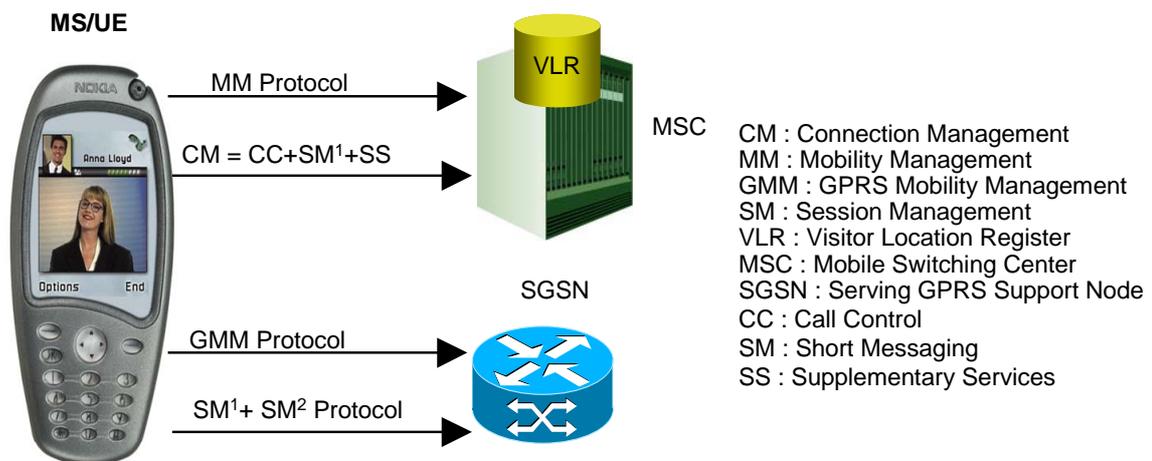


Figure 1 : Protocoles de signalisation du mobile

1.1. Identités GPRS

Afin de comprendre les procédures de gestion de mobilité et de gestion de session GPRS, il est nécessaire d'introduire les identités utilisées par le réseau GPRS outre l'IMSI et l'IMEI.

1.1.1. APN : Access Point Name

Dans un réseau GPRS, un Access Point Name (APN) est une référence à un GGSN. Pour supporter le roaming inter-réseau GPRS, la fonctionnalité DNS est utilisée afin de traduire l'APN en une adresse IP de GGSN.

L'APN est composée de deux parties comme suit :

- L' "APN Network Identifier" qui définit le réseau externe auquel est connecté le GGSN. Il consiste en trois labels. Cette partie de l'APN est obligatoire. Exemples : internet.orange.fr et mms.orange.fr. Dans ces exemples, le premier label correspond au service offert à l'utilisateur; le second label est une abréviation du nom de l'opérateur; le troisième label est le nom de domaine Internet national.
- L' "APN Operator Identifier" qui définit le réseau GPRS du GGSN. Il consiste en trois labels : Le code MNC (Mobile Network Code) qui identifie le code du réseau mobile, le code MCC (Mobile Country Code) qui correspond au code du pays du réseau GPRS, et "gprs" : "mnc<MNC>.mcc<MCC>.gprs". Cette partie de l'APN est optionnelle. Elle devient obligatoire lorsque l'utilisateur est en roaming dans des réseaux visités. Ex: mnc01.mcc208.gprs.

L'APN complet pour le service MMS d'Orange France est mms.orange.fr.mnc01.mcc208.gprs

1.1.2. P-TMSI

De manière à conserver la confidentialité de l'identité de l'IMSI, le SGSN alloue un numéro temporaire unique à chaque mobile se localisant dans sa zone de couverture : P-TMSI (Packet Temporary Mobile Subscriber Identity). Le SGSN est capable de corréler le P-TMSI avec l'IMSI. Lorsqu'un mobile reçoit un P-TMSI de son SGSN courant, il stocke cette identité sur sa carte SIM et l'utilise pour s'identifier.

1.1.3. RAI

Une zone de routage (RA, Routing Area) représente un ensemble de cellules dans un réseau GPRS (Figure). Un SGSN contrôle une aire de service contenant un ensemble de RAs. Il n'y a pas de relation entre aire de service d'un MSC/VLR et aire de service d'un SGSN. Une RA est un sous-ensemble d'une seule LA et ne peut être servie que par un seul SGSN (Figure 2).

Le découpage choisi dans un réseau GPRS est plus fin que celui du réseau GSM afin de minimiser l'usage des ressources radio pour des procédures de signalisation telles que paging (recherche).

L'exemple simplifié à la figure montre trois aires de service GPRS chacune prise en charge par un SGSN.

- Les zones de routage RA1, RA2, RA3, RA4 et RA5 sont sous le contrôle du SGSN1.
- Les zones de routage RA6, R7 et R8 sont sous la responsabilité du SGSN2.
- Les zones de routage RA9, RA10 et RA11 sont prises en charge par le SGSN3.

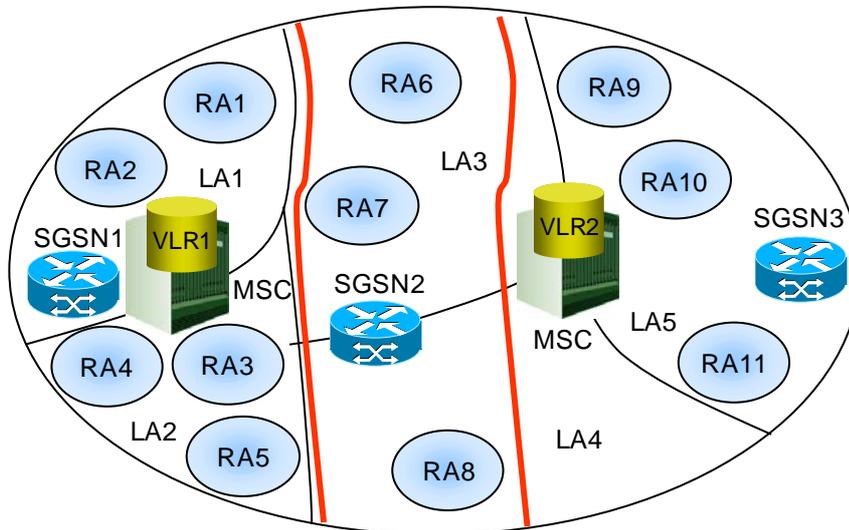


Figure 2 : Zones de routage GPRS

Aujourd'hui dans les réseaux GSM/GPRS, un RA correspond à un LA.

1.1.4. Adresse PDP

Un souscripteur GPRS identifié par un IMSI, doit disposer d'une ou plusieurs adresses de réseau, i.e., adresses PDP (Packet Data Protocol), associées temporairement et / ou de façon permanente à la MS.

Parmi les types d'adresse supportés figurent :

- Adresse IPv4.
- Adresse IPv6.

Les adresses PDP sont activées et désactivées par les procédures de gestion de session (SM, Session Management) : Activation de Contexte PDP, Désactivation de Contexte PDP et Modification de Contexte PDP.

1.1.5. Adresse GSN

Chaque SGSN et GGSN doivent avoir une adresse IP, de type IPv4 ou IPv6 pour les communications entre GSNs.

1.1.6. Numéro GSN

Chaque SGSN doit avoir une adresse SS7 de type Global Title (appelée SGSN number) pour la communication avec le HLR ou l'EIR en utilisant le protocole MAP.

Chaque GGSN qui supporte l'interface optionnelle Gc doit aussi disposer d'une adresse SS7 pour la communication avec le HLR

1.1.7. TID

Afin que la station mobile puisse envoyer et recevoir des données, elle doit activer un contexte PDP qui se matérialise entre le SGSN et le GGSN par un tunnel. Un identificateur de tunnel (Tunnel Identifier, TID) est utilisé par le protocole GTP (GPRS Tunneling Protocol) entre GSNs afin d'identifier un contexte PDP. Un TID consiste en l'IMSI et un NSAPI. Cette combinaison de l'IMSI et du NSAPI identifie de façon unique un contexte PDP.

1.1.8. Contexte PDP

Chaque **IMSI** fait référence à un ou plusieurs enregistrements de souscription de contexte PDP :

- PDP Context Identifier : Index du contexte PDP
- PDP Type : Type de PDP, e.g., IP.
- PDP Address : Adresse PDP, e.g., une adresse IPv4 ou IPV6. Ce champ est vide si l'adressage est dynamique.
- Access Point Name : Un label décrivant le point d'accès au réseau de commutation de paquet externe.
- QoS Profile Subscribed : Le profil de QoS requis pour ce contexte PDP.
- VPLMN Address Allowed : Spécifie si la MS est autorisée à utiliser ce contexte PDP lorsqu'elle se rattache à un réseau autre que son réseau nominal.

1.2. Protocole GMM

Le protocole GMM (GPRS Mobility Management) entre la station mobile et le SGSN est similaire au protocole MM du GSM. Il assure les procédures suivantes (Figure 3):

- Attachement au réseau GPRS ou attachement combiné aux réseaux GPRS et GSM (Attach).
- Détachement du réseau GPRS, du réseau GSM ou détachement combiné des réseaux GPRS et GSM (Detach).
- Allocation de P-TMSI (GPRS) ou TMSI (GSM) ou allocation combinée d'un P-TMSI et d'un TMSI (P-TMSI Reallocation).
- Authentification et chiffrement (Authentication And Ciphering).
- Mise à jour de zone de routage ou mise à jour combinée de zone de routage GPRS et zone de localisation GSM (Routing Area Update).
- Demande d'identité (e.g., IMSI, IMEI) (Identity).

La station mobile initie la procédure d'attachement au réseau GPRS par l'envoi d'un message **ATTACH REQUEST** au SGSN de rattachement. Si cette requête est acceptée par le réseau, un message **ATTACH ACCEPT** est retourné à la station mobile.

Si le message **ATTACH ACCEPT** contient un nouveau P-TMSI alloué par le SGSN, la station mobile doit utiliser ce P-TMSI comme nouvelle identité temporaire et le stocker sur sa carte SIM en remplacement de l'ancien. Par ailleurs la station mobile émet un message **ATTACH COMPLETE** au MSC/VLR. Si aucun P-TMSI est présent dans le message **ATTACH ACCEPT**, la station mobile doit continuer à utiliser son ancien P-TMSI sans retourner de message **ATTACH COMPLETE**.

Si la demande **ATTACH REQUEST** est refusée par le réseau GPRS, un message **ATTACH REJECT** est retourné à la station mobile.

Une station mobile peut aussi réaliser un attachement combiné aux réseaux GPRS et GSM en émettant un unique message **ATTACH REQUEST** au SGSN. La réponse **ATTACH ACCEPT** pourra contenir un P-TMSI alloué par le SGSN et un TMSI alloué par le MSC/VLR. La procédure de détachement du réseau GPRS est initiée par la station mobile à travers un message **DETACH REQUEST**.

Lors d'un problème réseau, le SGSN de rattachement initie une procédure de détachement en envoyant un message **DETACH REQUEST** à la station mobile qui doit l'acquiescer par un message **DETACH ACCEPT**.

Une station mobile peut réaliser un détachement combiné aux réseaux GPRS et GPRS en émettant un message **DETACH REQUEST** au SGSN.

La procédure normale de mise à jour de la routing area est initiée par la station mobile. lorsque cette dernière détecte un changement d'aire de routage. Elle émet alors un message **ROUTING AREA UPDATE REQUEST** au SGSN de rattachement. L'identification d'aire de routage (RAI, Routing Area Identification) est diffusée sur le canal de diffusion (broadcast channel) par la BTS.

Si la demande **ROUTING AREA UPDATE REQUEST** est acceptée par le réseau, un acquittement **ROUTING AREA UPDATE ACCEPT** est retourné à la station mobile. Le SGSN peut affecter un nouveau P-TMSI à la station mobile. Si tel est le cas, ce paramètre est présent dans l'acquittement et la station mobile qui le reçoit doit confirmer sa prise en compte par un message **ROUTING AREA UPDATE COMPLETE**.

Si la demande **ROUTING AREA UPDATE REQUEST** n'est pas acceptée par le réseau, un acquittement négatif **ROUTING AREA UPDATE REJECT** est retourné à la station mobile. Le SGSN peut à tout instant allouer une nouvelle identification P-TMSI à la station mobile notamment lorsque celle-ci ne change pas de routing area pendant un certain temps.

Pour ce faire, il émet un message **P-TMSI REALLOCATION COMMAND**. La station mobile stocke le P-TMSI sur sa carte SIM et retourne un acquittement **P-TMSI REALLOCATION COMPLETE** au SGSN.

Le réseau initie une procédure d'authentification et de chiffrement à l'aide du message **AUTHENTICATION AND CIPHERING REQUEST** contenant tous les paramètres nécessaires pour le calcul de résultats à partir d'algorithmes d'authentification et de chiffrement. La station mobile retourne les résultats au SGSN à travers la réponse **AUTHENTICATION AND CIPHERING RESPONSE**. Si la réponse n'est pas valide, un message **AUTHENTICATION AND CIPHERING REJECT** est envoyé à la station mobile. La procédure d'identification permet au réseau de demander à la station mobile de fournir une identification spécifique (e.g., IMSI, IMEI). Le SGSN transmet un message **IDENTITY REQUEST** qui spécifie l'identification demandée. La station mobile retourne une réponse **IDENTITY RESPONSE** contenant les informations requises.

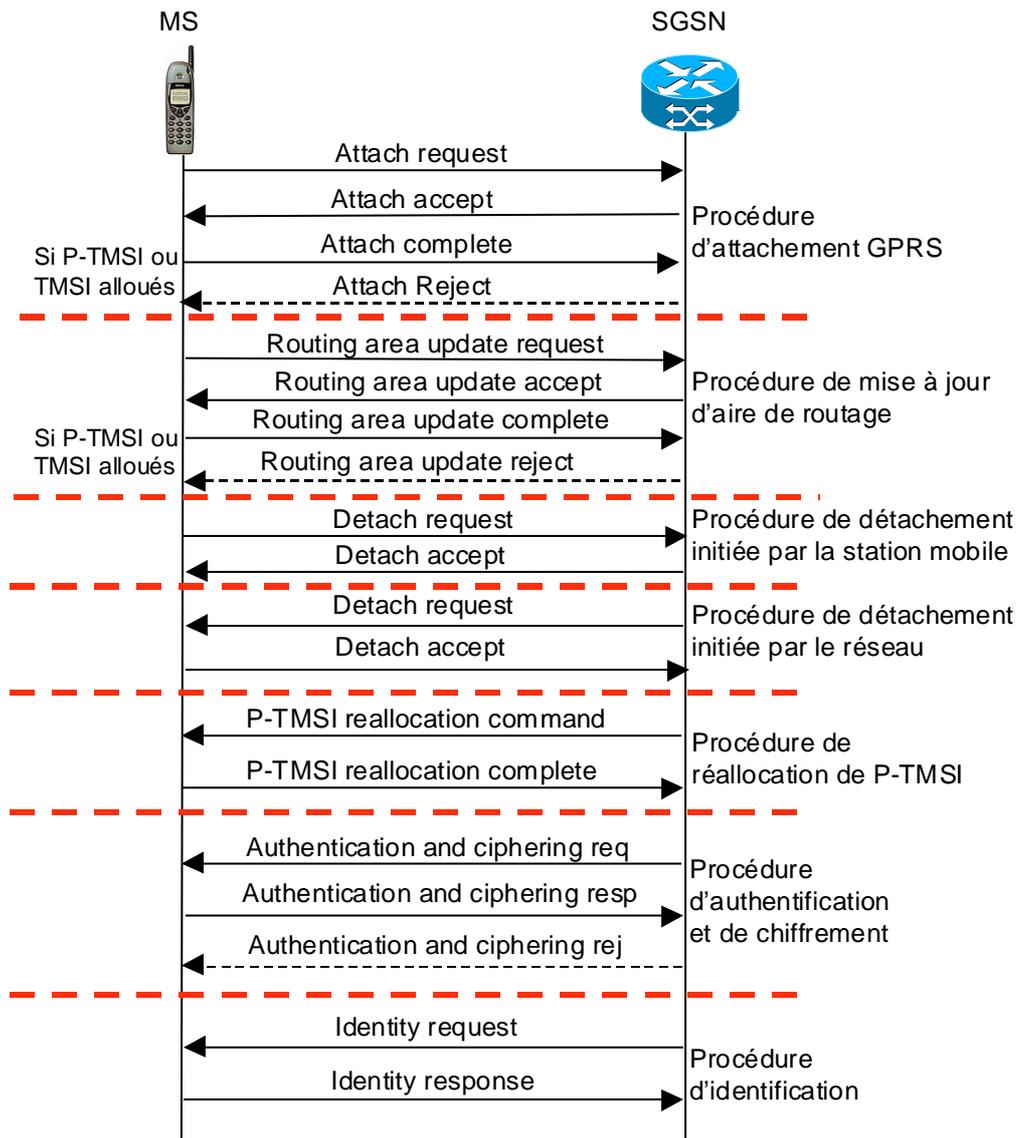


Figure 3 : Protocole GPRS Mobility Management

1.3. Procédure GPRS Attach

La demande d'attachement est émise par le mobile au SGSN à travers le BTS et le BSC (Figure 4).

Avant de pouvoir enregistrer le mobile, le SGSN doit procéder à certaines vérifications sur la validité de l'identité de l'utilisateur (IMSI) et l'identité du terminal (IMEI).

La vérification de l'identité de l'utilisateur s'effectue à travers la procédure d'authentification. Les données permettant l'authentification sont préalablement demandées au HLR par le SGSN.

La vérification de l'identification du mobile est une procédure optionnelle. Sur demande du SGSN, le terminal fournit son identité (IMEI : International Mobile Equipment Identity). L'EIR, interrogé par le SGSN indique dans le message de retour si le terminal fait ou ne fait pas partie de la liste des équipements interdits (black list).

Une fois les vérifications d'identités effectuées, le SGSN peut procéder à l'inscription du mobile auprès du réseau. Le SGSN informe le HLR de l'enregistrement du mobile dans sa base de données. En retour, le HLR transmet au SGSN les caractéristiques de l'abonnement souscrit par l'utilisateur. Ces informations seront utilisées ultérieurement par le SGSN lorsque l'utilisateur souhaitera établir ou recevoir un appel téléphonique.

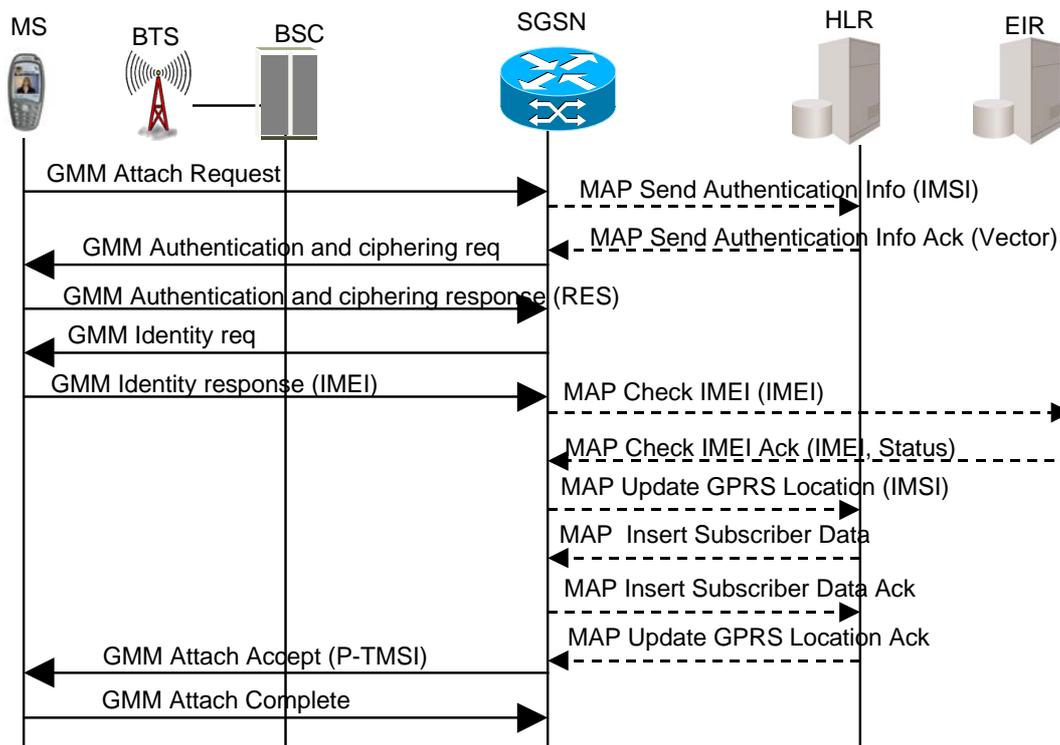


Figure 4 : Procédure GPRS Attach

1.4. Procédures GPRS Attach et IMSI Attach combinées

La procédure d'attachement combiné aux réseaux GSM et GPRS suit les étapes suivantes (Figure 5) :

1. La station mobile effectue une procédure d'attachement à travers l'envoi d'un message GMM ATTACH REQUEST en indiquant une demande d'attachement combiné GSM/GPRS.
2. Si la station mobile s'identifie par un P-TMSI et que le SGSN a changé depuis le dernier détachement, le nouveau SGSN émet une demande GTP Identification Request à l'ancien SGSN. L'ancien SGSN est identifié par l'ancien RAI fourni par la station mobile dans le message d'attachement. L'ancien SGSN retourne au nouveau SGSN une réponse GTP Identification Response (IMSI).
3. Si la station mobile est inconnue du nouveau et de l'ancien SGSN, le nouveau SGSN émet une requête GMM IDENTITY REQUEST (Identity Type = IMSI) à la MS qui l'acquiesce par une réponse GMM IDENTITY RESPONSE (IMSI).
4. La station mobile est authentifiée par le SGSN.
5. L'IMEI du terminal mobile est vérifié.
6. Le SGSN met à jour le HLR si le SGSN de rattachement a changé depuis le dernier détachement de la station mobile.
 - a. Le SGSN délivre un message MAP UPDATE LOCATION (Numéro SGSN, Adresse SGSN, IMSI) au HLR.
 - b. Le HLR envoie un message MAP CANCEL LOCATION (IMSI) à l'ancien SGSN pour lui demander de supprimer le profil relatif à la station mobile.
 - c. L'ancien SGSN acquiesce la demande par une réponse MAP CANCEL LOCATION ACK (IMSI).
 - d. Le HLR émet un message MAP INSERT SUBSCRIBER DATA (IMSI, données de souscription GPRS) au nouveau SGSN.

- e. Le nouveau SGSN retourne une réponse MAP INSERT SUBSCRIBER DATA ACK (IMSI) au HLR.
 - f. Le HLR acquitte la mise à jour de localisation par une réponse MAP UPDATE LOCATION ACK au SGSN après que les contextes de mobilité et contextes PDP aient été supprimés de l'ancien SGSN.
7. Si la demande GMM ATTACH REQ (message 1) de la station mobile concerne un attachement combiné GSM et GPRS, alors le MSC/VLR est mis à jour par le SGSN à travers l'interface Gs (protocole BSSAP+). Le numéro de VLR est obtenu par le SGSN par traduction du nouveau RAI.
- a. Le SGSN émet un message BSSAP+ LOCATION UPDATE REQUEST (nouveau LAI, IMSI, Numéro SGSN) au VLR.
 - b. Si le nouveau MSC est différent du MSC de la station mobile avant son dernier détachement du réseau, le nouveau VLR envoie un message MAP UPDATE LOCATION (IMSI, nouveau VLR) au HLR.
 - c. Le HLR émet un message MAP CANCEL LOCATION (IMSI) à l'ancien VLR.
 - d. L'ancien VLR acquitte la demande à travers la réponse MAP CANCEL LOCATION ACK (IMSI).
 - e. Le HLR émet un message MAP INSERT SUBSCRIBER DATA (IMSI, données de souscription GSM) au nouveau VLR.
 - f. Le VLR acquitte ces informations par une réponse MAP INSERT SUBSCRIBER DATA ACK (IMSI).
 - g. Le HLR acquitte la procédure globale de mise à jour de localisation par une réponse MAP UPDATE LOCATION ACK (IMSI) au nouveau VLR.
 - h. Le VLR retourne une réponse BSSAP+LOCATION UPDATE ACCEPT (numéro VLR TMSI) au SGSN ; ce message contient une identité TMSI allouée par le VLR à la station mobile.
8. Le SGSN délivre un message GMM ATTACH ACCEPT à la station mobile, message contenant à la fois un TMSI et un P-TMSI.
9. La station mobile acquitte cette réponse par un message GMM ATTACH COMPLETE au SGSN pour lui signifier que les nouvelles identités P-TMSI et TMSI ont été stockées sur la carte SIM.
10. Le SGSN envoie un message BSSAP+ TMSI REALLOCATION COMPLETE au VLR.

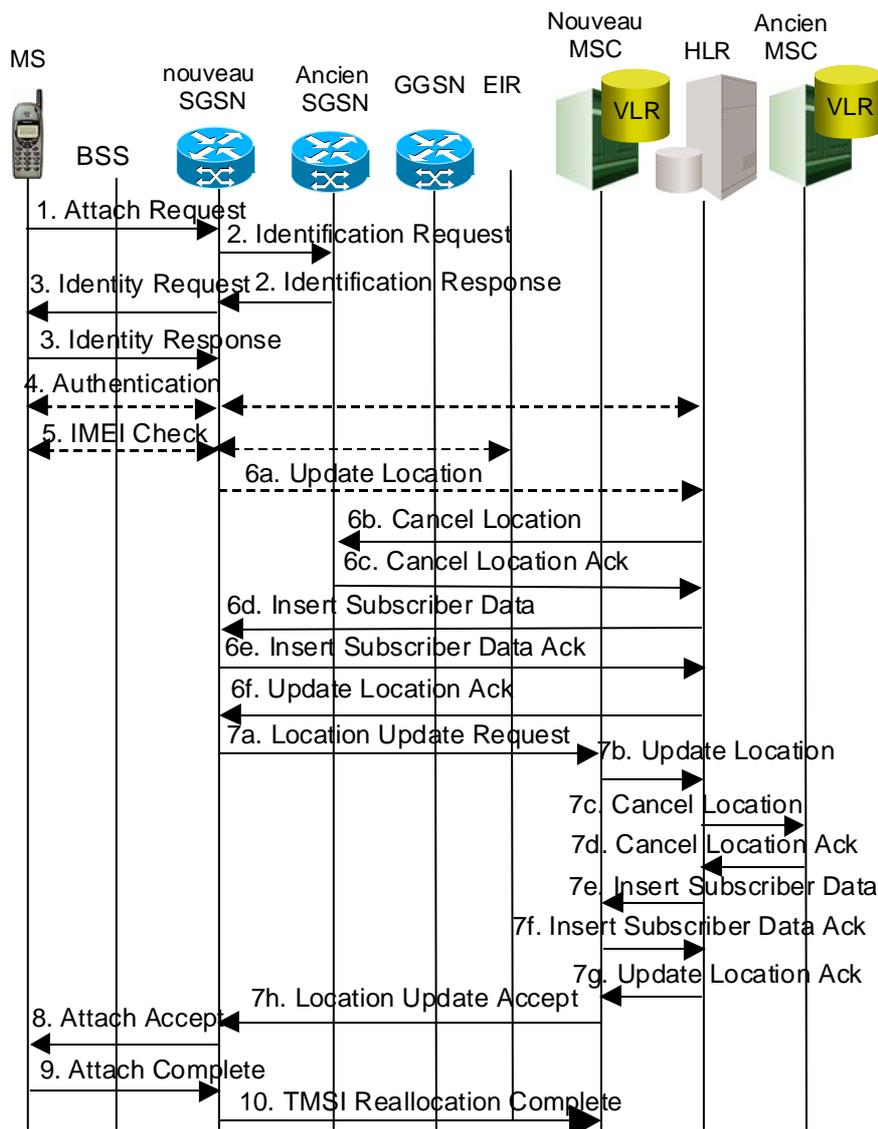


Figure 5 : Procédures GPRS Attach et IMSI Attach combinées

1.5. Mise à jour de zone de routage Intra-SGSN

Une mise à jour de zone de routage est nécessaire lorsque la station mobile rattachée au réseau GPRS détecte sa présence dans une nouvelle zone de routage (Figure 6).

1. Le message émis par la station mobile est GMM ROUTING AREA UPDATE contenant l'ancien RA et son identité P-TMSI. Le BSS rajoute au message l'identité de la cellule ayant reçu le message avant de le relayer au SGSN. Le SGSN en déduit l'identité de la nouvelle zone de routage. Le SGSN détecte qu'il s'agit de mise à jour de zone de routage intra-SGSN puisque ces deux zones de routage sont sous le contrôle du même SGSN. Il n'y a donc pas d'interaction avec le HLR puisque le SGSN dispose déjà des informations concernant l'utilisateur.

2. La station mobile est authentifiée par le SGSN.

3. Le SGSN met à jour le contexte de gestion de mobilité (MM, Mobility Management) et alloue une nouvelle identité P-TMSI retournée à la station mobile par une réponse GMM ROUTING AREA UPDATE ACCEPT.

4. La station mobile acquitte cette réponse par un message GMM ROUTING AREA UPDATE COMPLETE au SGSN pour lui indiquer que la nouvelle identité P-TMSI a été stockée sur la carte SIM.

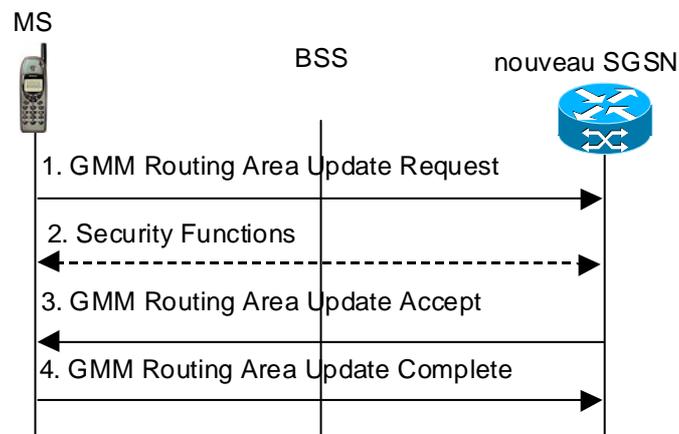


Figure 6 : Mise à jour de zone de routage Intra-SGSN

1.6. Mise à jour combinée de zone de localisation / zone de routage Intra-SGSN

La procédure de mise à jour combinée LA / RA Intra-SGSN suit les étapes suivantes (Figure 7) :

1. La station mobile émet un message Routing Area Update Request au SGSN. Le message contient le P-TMSI et l'ancien RAI de la station mobile. Le type de mise à jour indique "mise à jour combinée RA / LA". La BSS rajoute au message le CGI incluant le RAC et le LAC de la cellule émettrice avant de relayer le message au SGSN.
2. Des fonctions de sécurité sont exécutées par le SGSN, en particulier, l'authentification de la station mobile à travers des triplets obtenus du HLR et calculés par l'AuC.
3. Si le LAI de la station mobile a changé (Le SGSN identifie ce changement par analyse de l'ancien RAI et du nouveau RAI, un RA ne pouvant appartenir qu'à un LA), alors le SGSN émet un message BSSAP+ Location Update Request (nouveau LAI, IMSI, Numéro de SGSN, Type de mise à jour de localisation) au VLR contrôlant la nouvelle zone de localisation du mobile (nouveau LAI).
4. Si le changement de LA a causé un changement de MSC/VLR alors :
 - a. Le nouveau HLR émet un message MAP UPDATE LOCATION (IMSI, nouveau VLR) au HLR.
 - b. Le HLR supprime les données concernant l'utilisateur dans l'ancien VLR à travers un message MAP CANCEL LOCATION (IMSI).
 - c. L'ancien VLR acquitte la demande par une réponse MAP CANCEL LOCATION ACK (IMSI).
 - d. Le HLR émet un message MAP INSERT SUBSCRIBER DATA (IMSI, données de souscription GSM) au nouveau VLR.
 - e. Le nouveau VLR acquitte la demande par une réponse MAP INSERT SUBSCRIBER DATA ACK (IMSI).
 - f. Le HLR répond par un acquittement MAP UPDATE LOCATION ACK (IMSI) au nouveau VLR.
5. Le nouveau VLR alloue un nouveau TMSI et retourne une réponse BSSAP+ LOCATION UPDATE ACCEPT (numéro VLR, TMSI) au SGSN.
6. Le SGSN alloue un nouveau P-TMSI et retourne à la station mobile une réponse GMM ROUTING AREA UPDATE ACCEPT (P-TMSI, TMSI).

7. La station mobile acquitte cette réponse par un message GMM ROUTING AREA UPDATE COMPLETE au SGSN pour lui signifier que les nouvelles identités P-TMSI et TMSI ont été stockées sur la carte SIM.
8. Le SGSN envoie un message BSSAP+ TMSI REALLOCATION COMPLETE au VLR.

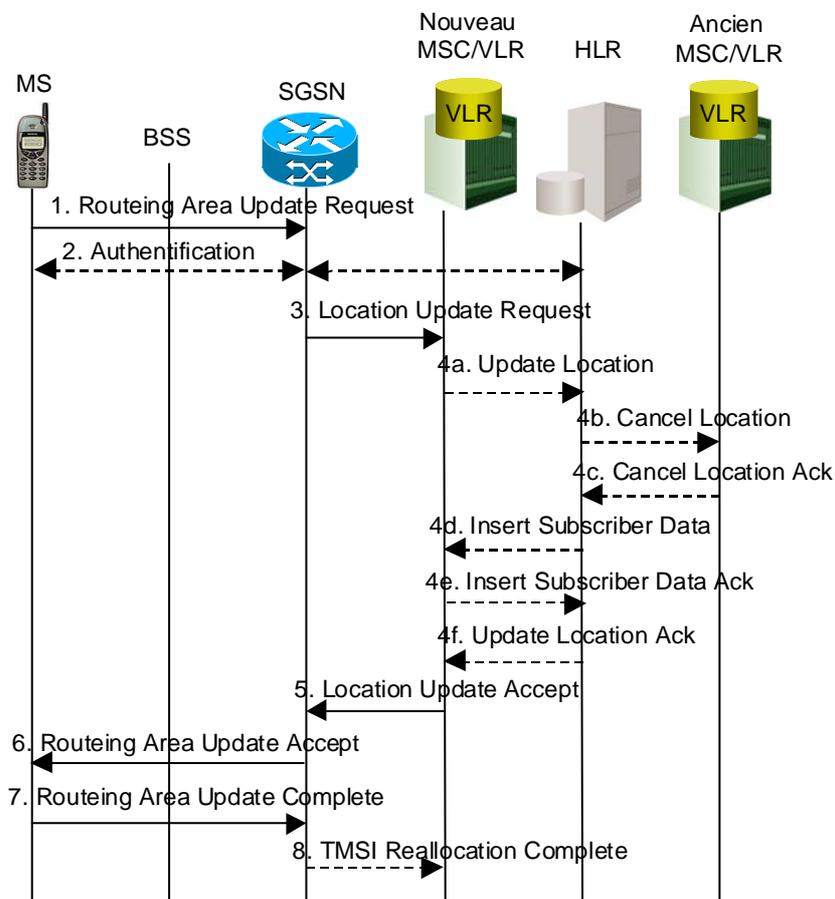


Figure 7 : Mise à jour combinée de zone de localisation / zone de routage Intra-SGSN

1.7. Mise à jour de zone de routage Inter-SGSN

La procédure de mise à jour de zone de routage Inter-SGSN consiste en les étapes suivantes (Figure 8) :

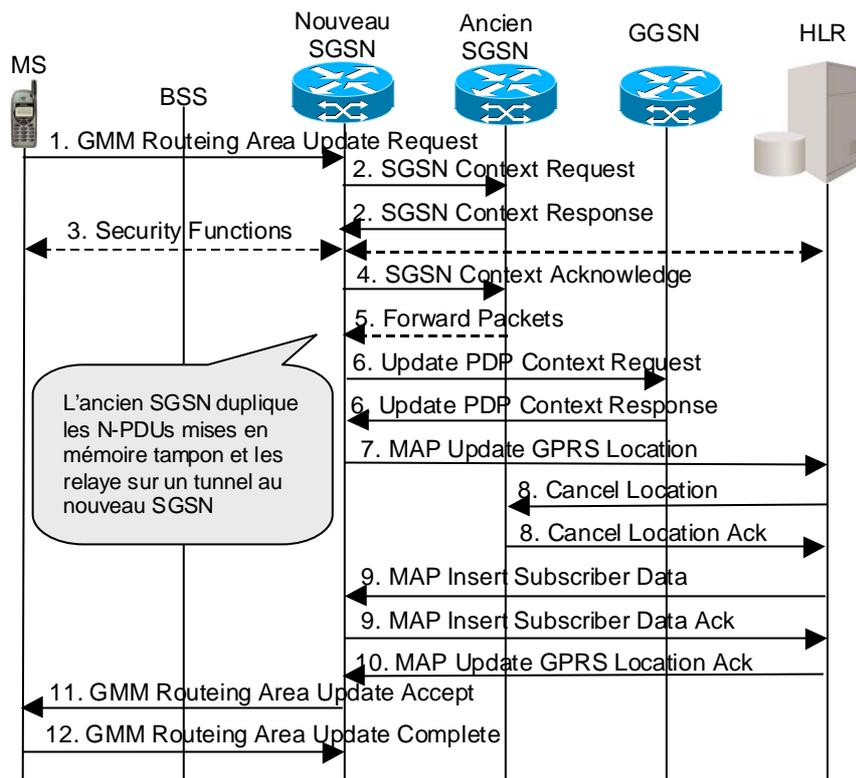


Figure 8 : Mise à jour de zone de routage Inter-SGSN

1. La station mobile émet un message GMM ROUTING AREA UPDATE REQUEST (ancien RAI, ancien P-TMSI) au nouveau SGSN. Le BSS rajoute au message l'identité de la cellule l'ayant reçu avant de le relayer au SGSN. Le SGSN détecte qu'il s'agit de mise à jour de zone de routage inter-SGSN puisque l'ancien RAI est sous le contrôle d'un autre SGSN.
2. Le nouveau SGSN émet un message GTP SGSN Context Request (ancien RAI, TLLI, ancien P-TMSI, nouvelle adresse SGSN) à l'ancien SGSN afin d'obtenir les contextes de mobilité et contextes PDP de la station mobile. L'ancien SGSN valide l'ancien P-TMSI et retourne au SGSN une réponse GTP SGSN Context Response (MM Context, PDP Contexts) contenant l'information demandée. L'ancien SGSN stocke l'adresse du nouveau SGSN afin de lui relayer les paquets reçus et à délivrer à la station mobile.
3. La station mobile est authentifiée par le nouveau SGSN.
4. Le nouveau SGSN envoie un message GTP SGSN Context Acknowledge à l'ancien SGSN afin de lui indiquer qu'il est prêt à recevoir des paquets de sa part concernant des contextes PDP actifs de la station mobile.
5. L'ancien SGSN duplique les paquets mis en mémoire tampon et les relaye sur des tunnels GTP au nouveau SGSN.
6. Le nouveau SGSN émet un message GTP Update PDP Context Request (adresse nouveau SGSN, TID, QoS Négociée) au GGSN concerné. Ce message a pour but de demander au GGSN de relayer directement les paquets reçus pour la station mobile en question au nouveau SGSN et non plus à l'ancien SGSN. Le GGSN met à jour les contextes PDP concernés et retourne une réponse GTP Update PDP Context Response (TID).
7. Le nouveau SGSN informe le HLR du changement de SGSN de la station mobile par un message MAP UPDATE LOCATION.

8. Le HLR envoie un message MAP CANCEL LOCATION (IMSI) à l'ancien SGSN pour lui demander de supprimer le profil relatif à la station mobile. L'ancien SGSN supprime les contextes de mobilité et les contextes PDP concernés.
9. Le HLR émet un message MAP INSERT SUBSCRIBER DATA (IMSI, données de souscription GPRS) au nouveau SGSN. Le nouveau SGSN acquitte la demande par une réponse MAP INSERT SUBSCRIBER DATA ACK (IMSI).
10. Le HLR acquitte la mise à jour de localisation par un message MAP UPDATE LOCATION ACK (IMSI) au nouveau SGSN.
11. Le SGSN alloue une nouvelle identité P-TMSI retournée à la station mobile par une réponse GMM ROUTING AREA UPDATE ACCEPT.
12. La station mobile acquitte cette réponse par un message GMM ROUTING AREA UPDATE COMPLETE au SGSN pour lui signifier que la nouvelle identité P-TMSI a été stockée sur la carte SIM.

1.8. Mise à jour combinée de zone de localisation / zone de routage Inter-SGSN

Cette procédure est similaire à celle précédente avec des interactions supplémentaires dans le domaine circuit (Figure 9).

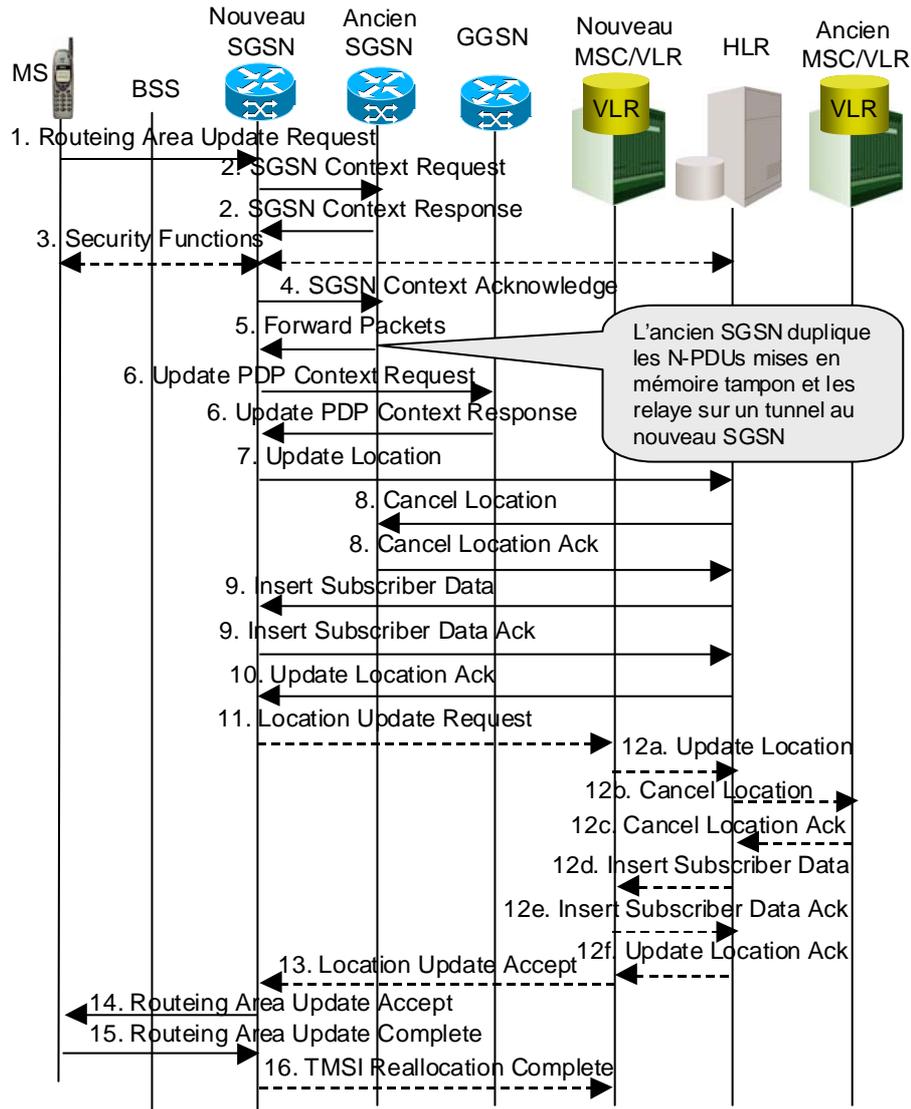


Figure 9 : Mise à jour combinée de zone de localisation / zone de routage Inter-SGSN

2. Gestion de session

Afin d'accéder aux services GPRS, le terminal mobile doit d'abord signifier sa présence au réseau à l'aide d'une procédure appelée GPRS Attach. Un lien logique est établi entre le mobile et le SGSN.

Cela correspond à la phase de déclaration du terminal mobile au réseau GPRS, c'est à dire la phase pendant laquelle le SGSN établit un contexte de mobilité (contexte MM, Mobility Management) contenant les informations relatives à la mobilité et à l'authentification pour cette station mobile.

Une fois la procédure GPRS Attach effectuée, les contextes MM sont établis dans le terminal mobile et le SGSN. Le mobile peut alors établir un ou plusieurs contextes PDP.

2.1. Etat du mobile dans le réseau GPRS

L'état d'une station mobile dans le réseau GPRS peut prendre une des trois valeurs suivantes

- **Etat IDLE**
 - La MS GPRS est injoignable
 - La MS doit réaliser une procédure "GPRS Attach" afin d'établir des contextes de gestion de la mobilité (MM, Mobility Management) dans la MS et le SGSN.
- **Etat STANDBY**
 - La MS est attachée au réseau GPRS. MS et SGSN ont établi des contextes de gestion de la mobilité (MM, Mobility Management).
 - Le transfert de données n'est pas possible.
 - La MS exécute la procédure de gestion de la mobilité à chaque changement de RA.
 - La MS n'informe pas le SGSN lors d'un changement de cellule dans la RA.
 - La transition à l'état READY a lieu si la MS active un contexte PDP.
 - La MS retourne dans l'état IDLE si elle initie la procédure GMM GPRS Detach
- **Etat READY**
 - La MS peut émettre et recevoir des données.
 - La MS informe le SGSN lors d'un changement de cellule dans le même RA et lors d'un changement de RA.
 - La MS retourne dans l'état IDLE si elle initie la procédure GMM GPRS Detach.
 - La MS retourne dans l'état STANDBY si elle a désactivé tous ses contextes PDP.

2.2. Protocole SM

La principale fonction de la gestion de session (SM, Session Management) est de prendre en charge les contextes PDP de la station mobile (Figure 10).

SM est un protocole de signalisation entre la station mobile et le SGSN et qui inclut les procédures :

- D'activation, désactivation et modification de contextes PDP.

2.2.1. Activation d'un contexte PDP par la station mobile

Pour échanger (envoyer et recevoir) des données GPRS avec un terminal distant, le mobile doit activer un **contexte PDP** (Packet Data Protocol).

La procédure d'activation de contexte PDP (PDP Context Activation) déclenchée par la station mobile lui permet d'être connue de l'entité GGSN concernée et de disposer d'une adresse IP afin d'émettre et de recevoir des paquets.

La station mobile émet un message ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST afin de demander l'activation d'un contexte PDP au réseau.

Le réseau accepte la demande en retournant une réponse ACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT à la station mobile ou la refuse en générant une réponse ACTIVATE PDP CONTEXT REJECT. La cause présente dans le message peut indiquer l'une des valeurs suivantes : insufficient resources, missing or unknown APN, unknown PDP address or PDP type, user authentication failed, activation rejected by GGSN, service option not supported, service option temporarily out of order, ou protocol errors.

2.2.2. Activation d'un contexte PDP par le réseau

Afin de demander l'activation d'un contexte PDP, le réseau émet un message REQUEST PDP CONTEXT ACTIVATION à la station mobile. A la réception de ce message, la station mobile doit initier la procédure d'activation d'un contexte PDP par une requête ACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST ou rejeter la demande par un message REQUEST PDP CONTEXT ACTIVATION REJECT.

2.2.3. Modification d'un contexte PDP

La procédure de modification d'un contexte PDP est initiée par le réseau ou par le mobile afin de changer la qualité de service (QoS, Quality of Service) négociée lors de l'activation du contexte PDP. La procédure peut être initiée n'importe quand durant le contexte PDP. Si c'est le réseau qui souhaite modifier la QoS, le réseau émet à la station mobile un message MODIFY PDP CONTEXT REQUEST contenant la nouvelle QoS. La station mobile retourne une réponse MODIFY PDP CONTEXT ACCEPT si elle accepte la nouvelle QoS ou un message DEACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST si elle refuse la nouvelle QoS.

2.2.4. Désactivation d'un contexte PDP

Cette procédure permet de libérer un contexte PDP existant entre la station mobile et le réseau. Cette procédure peut être initiée par la station mobile ou le réseau. Afin de libérer le contexte PDP, la station mobile émet un message DEACTIVATE PDP CONTEXT REQUEST. Cette désactivation peut être considérée comme normale ou due à un manque de ressources ou à un refus d'accepter la nouvelle QoS proposée par le réseau dans le message MODIFY PDP CONTEXT REQUEST. La réponse du réseau est DEACTIVATE PDP CONTEXT ACCEPT. La procédure est similaire si c'est le réseau qui souhaite libérer le contexte PDP.

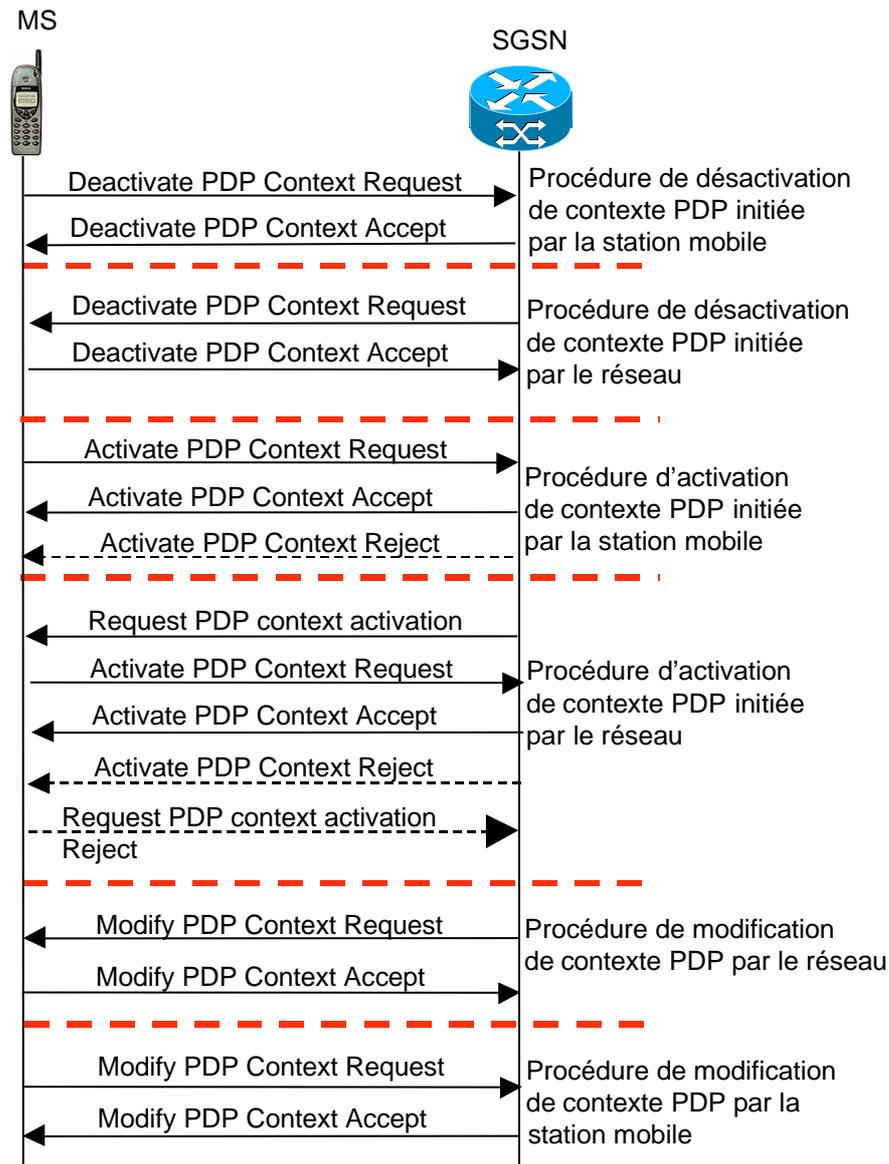


Figure 10 : Le protocole SM entre la station mobile et le SGSN

2.3. Protocole GTP

Dans le plan de transmission, le protocole GTP (GPRS Tunneling Protocol) entre GSNs est un protocole de tunneling pour le transport des paquets de données de l'utilisateur (Figure 11). Le tunneling est un terme générique utilisé très largement dans le monde des réseaux, qui n'est pas forcément caractéristique au protocole IP. Globalement, la technique de tunneling consiste en l'encapsulation de données d'un protocole dans un autre protocole. Le protocole encapsulant, ou encore porteur, permet au protocole sous-jacent de traverser de façon transparente un réseau pour lequel il n'est pas forcément adapté. GTP (GPRS Tunneling Protocol) est le protocole d'encapsulation du trafic IP de l'utilisateur dans le réseau IP de l'opérateur entre le SGSN et le GGSN.

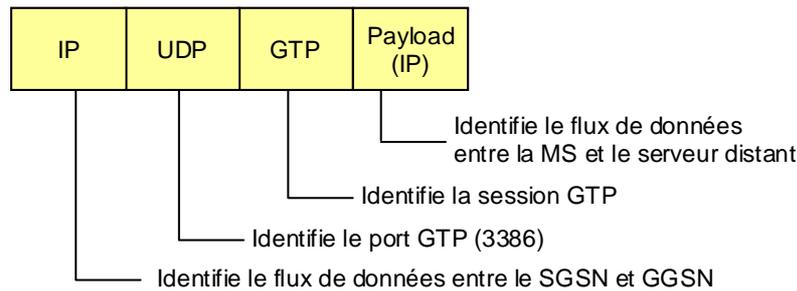


Figure 11 : Protocole GTP

Dans le plan de signalisation, GTP spécifie des procédures de gestion et de contrôle des tunnels entre GSNs qui permettent au SGSN de fournir à la station mobile un accès au réseau GPRS.

Dans ce plan, GTP réalise les procédures suivantes :

- **Path management** : Elle permet aux GSNs d'échanger les messages Echo-Request et Echo-Response afin de détecter rapidement des fautes survenant sur un chemin de transport TCP/IP ou UDP/IP entre les GSNs..
- **Tunnel management** : Elle permet de créer, modifier et supprimer des tunnels.
- **Location management** : Elle permet à un GGSN n'ayant pas d'interface MAP/SS7 de communiquer avec un HLR. Dans ce cas, l'interaction entre le GGSN et le HLR est réalisée indirectement à travers un nœud GSN spécifique qui réalise la conversion de protocole GTP-MAP. Cette procédure est nécessaire si le GGSN souhaite initier l'activation de contextes PDP. Pour ce faire, il doit interroger le HLR pour obtenir l'adresse IP du SGSN courant de la station mobile.
- **Mobility management** : Elle supporte des fonctions entre SGSNs utilisées pour les procédures d'attachement et de mise à jour de RA Inter-SGSN.

Les messages du groupe "Tunnel Management" sont des messages de contrôle permettant de créer, modifier et libérer des tunnels utilisés pour router les paquets entre une station mobile et un réseau de données externe tel qu'un réseau IP via un SGSN et un GGSN.

- **Create PDP Context Request** est émis par le SGSN au GGSN pour initier la création d'un contexte PDP entre le SGSN et le GGSN.
- **Create PDP Context Response** est retourné par le GGSN au SGSN en réponse à la demande de création d'un contexte PDP.
- **Update PDP Context Request** est émis par le SGSN au GGSN pour initier la modification d'un contexte PDP entre le SGSN et le GGSN.
- **Update PDP Context Response** est retourné par le GGSN au SGSN en réponse à la demande de modification d'un contexte PDP.
- **Delete PDP Context Request** est émis par le SGSN au GGSN pour initier la libération d'un contexte PDP entre le SGSN et le GGSN lorsque c'est la station mobile ou le SGSN qui souhaite initier la procédure, ou émis par le GGSN au SGSN lorsque c'est le GGSN qui souhaite initier la procédure de libération.
- **Delete PDP Context Response** est retourné en réponse à la demande de libération d'un contexte PDP.

2.3.1. Activation de contexte PDP par la MS

Pour échanger (envoyer et recevoir) des données GPRS avec une entité distante, la station mobile doit activer un contexte PDP (Figure 12). L'activation de contexte PDP constitue donc la deuxième étape après la procédure d'attachement de la station mobile au réseau GPRS.

La procédure d'activation de contexte PDP (PDP Context Activation) déclenchée par la station mobile, lui permet d'être connue de l'entité GGSN concernée.

Au cours de cette procédure, la station mobile communique au réseau GPRS le point d'accès au réseau externe auquel elle souhaite se connecter. Le SGSN établit alors un contexte PDP. Un GGSN est sélectionné et une négociation de qualité de service est engagée.

La communication entre le réseau GPRS et le réseau de données externe peut alors avoir lieu.

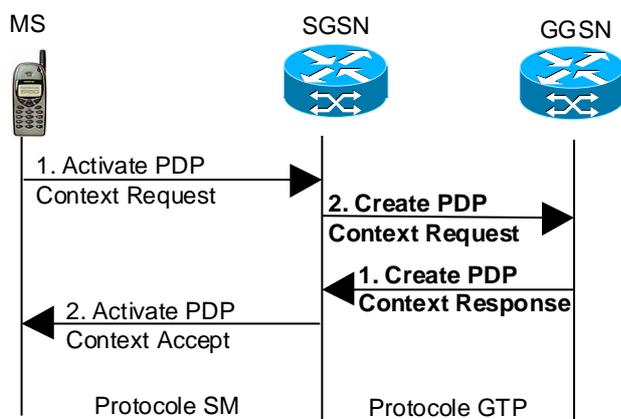


Figure 12 : Activation d'un contexte PDP par la MS

2.3.2. Activation de contexte PDP par le réseau

L'activation du contexte PDP peut aussi être initiée par le réseau (Network-Requested PDP Context Activation). Cela suppose que l'adresse de la station mobile soit statique. Lorsque le nœud GGSN reçoit un paquet de données, le GGSN vérifie si un contexte PDP est établi pour l'adresse de destination du paquet. Si un tel contexte PDP n'existe pas, le GGSN essaie de délivrer le paquet en initiant une procédure d'activation de contexte PDP par le réseau (Figure 13). La procédure utilise les messages GTP suivants :

- **PDU Notification Request** est émis par le GGSN au SGSN et est utilisé afin d'initier l'activation d'un contexte PDP demandé par le réseau lorsque le GGSN a reçu une T-PDU et qu'il n'y a pas de contexte PDP établi pour l'adresse PDP de destination de la T-PDU.
- **PDU Notification Response** est émis par le SGSN au GGSN en réponse à une requête **PDU Notification Request**.
- **PDU Notification Reject Request** est émis par le SGSN au GGSN si l'activation du contexte PDP est initiée après l'envoi du message **PDU Notification Response** mais que cette activation a échoué (Figure 14).

- **PDU Notification Reject Response** est émis par le GGSN au SGSN en réponse au message **PDU Notification Reject Request**.

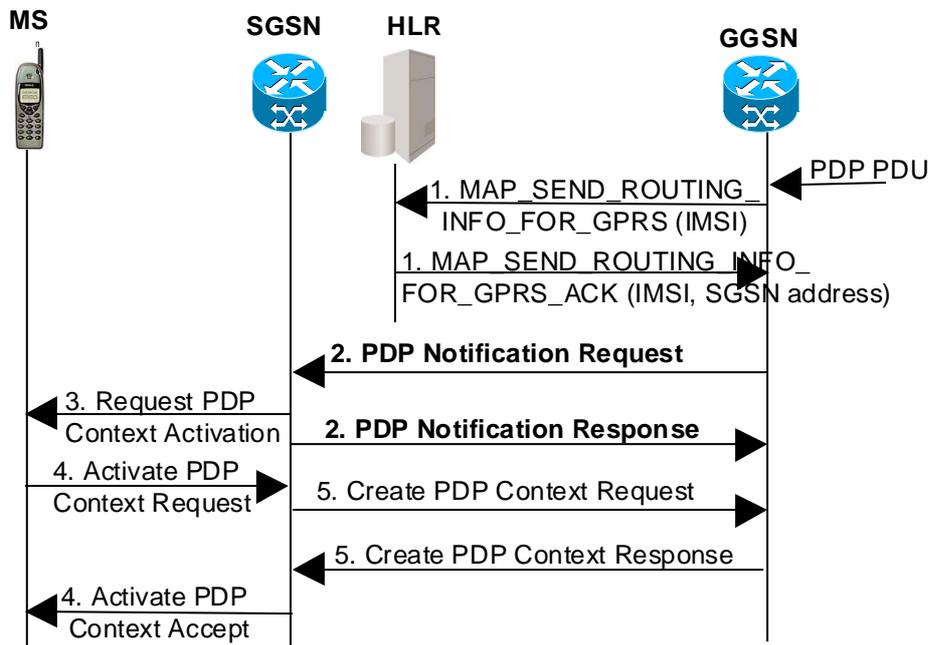


Figure 13 : Activation réussie d'un contexte PDP par le réseau

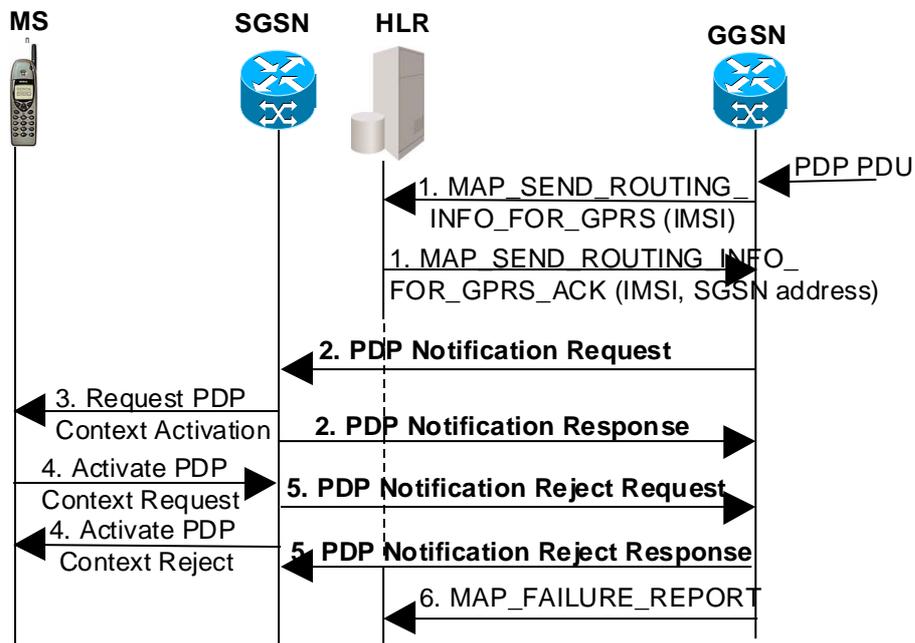


Figure 14 : Echec de l'activation d'un contexte PDP par le réseau

2.3.3. Modification d'un contexte PDP

Un SGSN peut décider de modifier la qualité de service négociée lors de la procédure d'activation d'un contexte PDP (Figure 15).

Le SGSN émet un message Update PDP Context Request (TID, QoS Négociée) au GGSN. Si la QoS négociée est incompatible, le GGSN rejette la demande de modification de contexte PDP. Si le GGSN accepte la demande, le SGSN émet une requête de modification de contexte PDP à la station mobile à l'aide du protocole SM en indiquant la QoS négociée à laquelle doit s'adapter la station mobile.

La station mobile acquitte la demande en retournant un message SM Modify PDP Context Accept. Si la MS n'accepte pas cette demande, elle doit désactiver le contexte PDP par un message SM Deactivate PDP Context Request.

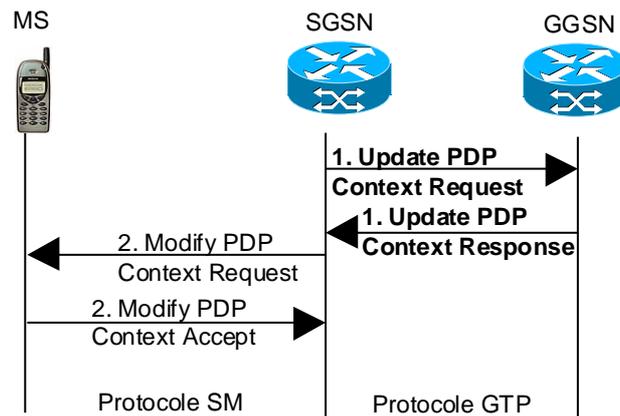


Figure 15 : Modification d'un contexte PDP

2.3.4. Désactivation d'un Contexte PDP initié par la MS

La station mobile émet un message Deactivate PDP Context Request au SGSN en utilisant le protocole SM (Session Management) pour désactiver le contexte PDP (Figure 16).

1. Le SGSN émet un message Delete PDP Context Request (TID) au GGSN en utilisant le protocole GTP. Le GGSN supprime le contexte PDP et retourne une réponse Delete PDP Context Response (TID). Si la station mobile utilisait une adresse PDP dynamique, alors le GGSN pourrait la réallouer lors d'une prochaine activation d'un contexte PDP par une station mobile quelconque.
2. Le SGSN retourne un message de confirmation à la station mobile Deactivate PDP Context Accept en utilisant le protocole SM.

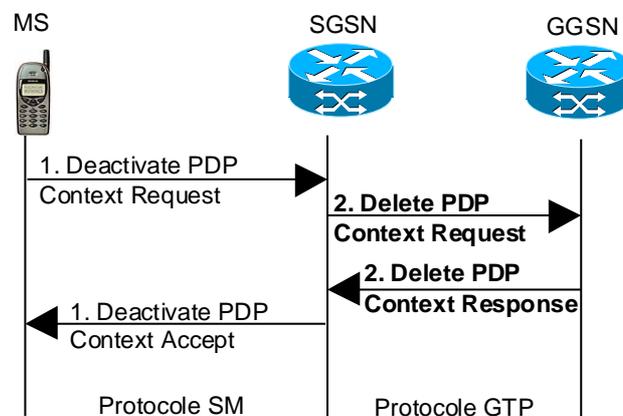


Figure 16 : Désactivation d'un contexte PDP par la station mobile

Différentes raisons peuvent conduire un SGSN à désactiver un contexte PDP (Figure 17) sans demande explicite de la station mobile (MS). Parmi ces raisons figurent “crédit prépayé épuisé” et “indisponibilité passagère des ressources du réseau GPRS”.

1. Le SGSN émet un message Delete PDP Context Request (TID) au GGSN. Le GGSN supprime le contexte PDP et retourne une réponse Delete PDP Context Response (TID).
2. Le SGSN émet un message Deactivate PDP Context Request à la station mobile (protocole SM). La station mobile supprime le contexte PDP et retourne un acquittement Deactivate PDP Context Accept au SGSN. Dès lors, il n'est plus possible pour la station mobile de transférer des données à travers le réseau GPRS.

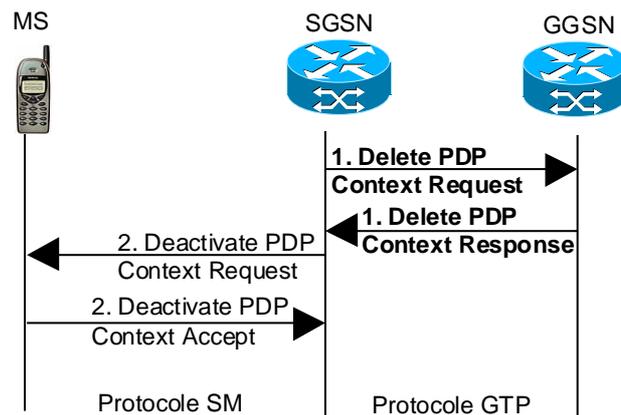


Figure 17 : Désactivation d'un contexte PDP par le réseau

2.3.5. Gestion de la localisation (Location Management)

Les messages optionnels “Location Management” sont définis afin de supporter le cas où il est nécessaire d'activer un contexte PDP par le réseau alors que le **GGSN ne dispose pas d'interface MAP/SS7**, i.e., l'interface Gc.

GTP est alors utilisé pour transférer les messages de signalisation entre le GGSN et une entité GSN convertissant GTP en MAP (GTP-MAP protocol-converting GSN) dans un réseau GPRS.

- **Send Routeing Information for GPRS Request (IMSI)** est émis par le GGSN au convertisseur GTP-MAP afin d'obtenir l'adresse IP du SGSN courant de la station mobile destinataire lorsqu'il n'existe pas de contexte PDP actif pour cette MS. Le message est converti en message MAP **MAP_SEND_ROUTING_INFO_FOR_GPRS** (Invokeld, IMSI, GGSN address, GGSN number).
- **Send Routeing Information for GPRS Response (IMSI, SGSN address)** est émis par le convertisseur au GGSN en réponse à la requête Send Routeing Information for GPRS request. Le paramètre SGSN Address correspond à l'adresse IP du SGSN.
- **Failure Report Request (IMSI)** est émis par le GGSN au convertisseur afin d'informer le HLR que la procédure d'activation de contexte PDP par le réseau a échoué. Ce message est traduit en un message MAP **MAP_FAILURE_REPORT** (Invokeld, IMSI, GGSN address, GGSN number).
- **Failure Report Response** est envoyé par le convertisseur au GGSN en réponse au message **Failure Report Request**.
- **Note MS GPRS Present Request** est émis par le convertisseur au GGSN afin de l'informer que la station mobile est de nouveau joignable dans le réseau GPRS. Il convertit la requête MAP **MAP_NOTE_MS_PRESENT_FOR_GPRS** (Invokeld, IMSI,

GGSN address, SGSN address) reçue du HLR en un message GTP **Note MS GPRS Present Request** (IMSI, SGSN address).

- **Note MS GPRS Present Response** est l'acquittement du GGSN au convertisseur qui le relaie au HLR après conversion en une réponse MAP.

2.3.6. Gestion de la mobilité (Mobility Management)

Les Messages de gestion de la mobilité sont des messages de signalisation échangés entre SGSNs lors des procédures **GPRS Attach** et **Inter SGSN Routing Update**. Le nouveau SGSN identifie l'adresse de l'ancien SGSN à partir de l'information "ancien RAI" (Routing Area Identity) toujours fournie par la station mobile.

- **Identification Request** (RAI, P-TMSI) est émis par le nouveau SGSN à l'ancien SGSN afin de demander l'IMSI de la station mobile, si cette dernière s'est identifié lors de la procédure GPRS Attach par un P-TMSI (Figure 18).
- **Identification Response** est retourné par l'ancien SGSN au nouveau SGSN en réponse au message **Identification Request**.

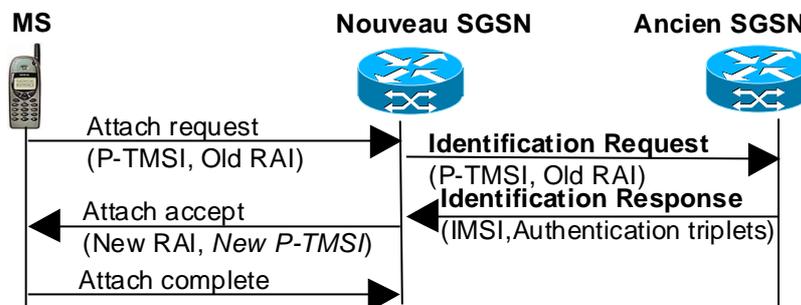


Figure 18 : Demande d'identité

- **SGSN Context Request** est émis par le nouveau SGSN à l'ancien SGSN afin d'obtenir toutes les informations relatives aux contextes PDP ouverts par la station mobile (Figure 19).
- **SGSN Context Response** est retourné par l'ancien SGSN au nouveau SGSN en réponse au message **SGSN Context Request**.
- **SGSN Context Acknowledge** est émis par le nouveau SGSN à l'ancien SGSN suite à la réponse **SGSN Context Response**. A partir de ce moment, l'ancien SGSN commence à relayer les paquets de données destinés à la station mobile au nouveau SGSN. En parallèle le nouveau SGSN modifie les contextes PDP avec le GGSN afin que les paquets lui soient directement relayés et éviter ainsi le reroutage à travers l'ancien SGSN.

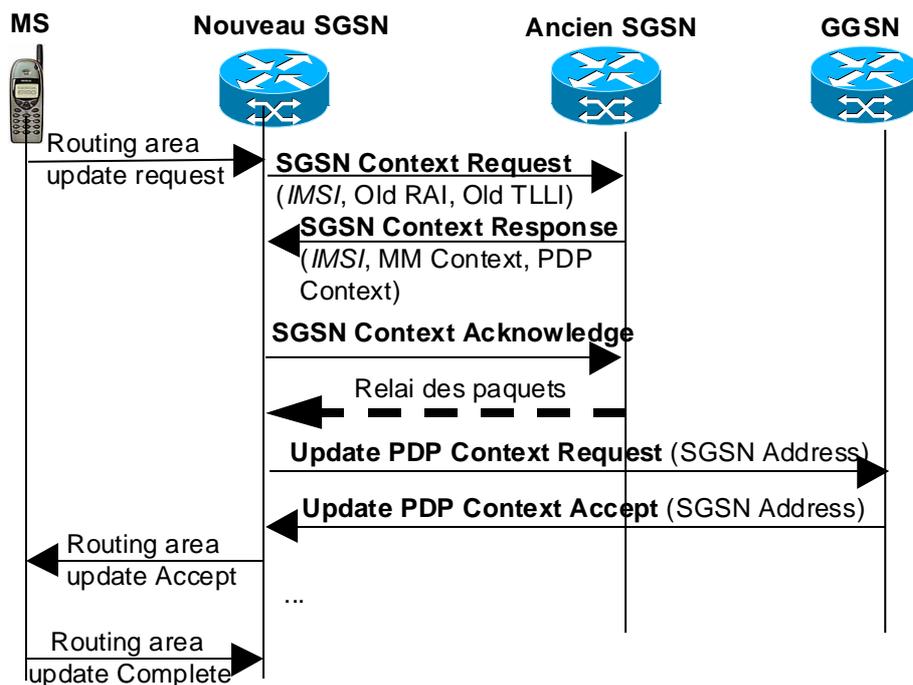


Figure 19 : Demande de contextes

3. Roaming GPRS

Pour établir le lien entre les réseaux GPRS/IP des différents opérateurs mobiles, plusieurs solutions existent : la connexion directe entre opérateurs mobiles ; la connexion indirecte par l'intermédiaire de l'Internet et la connexion indirecte par raccordement aux GRX (GPRS Roaming eXchange). Le GRX est une solution proposée par les opérateurs de backbone IP. Un GRX est un réseau de données dédié interconnectant les infrastructures des opérateurs mobiles GPRS.

La connexion directe entre opérateurs offre la meilleure sécurité et la meilleure qualité de service mais aussi le coût le plus élevé. La connexion indirecte par l'intermédiaire d'Internet, en revanche offre le meilleur coût de mise en place mais une sécurité et une qualité de service médiocres.

Des arbitrages furent donc réalisés entre la qualité / sécurité et les coûts de mise en place conduisant à privilégier la solution GRX qui présente le meilleur rapport entre la qualité et le coût pour l'ensemble des solutions disponibles.

Il existe 15 opérateurs de GRX qui s'interconnectent dont Belgacom, British Telecommunications, Deutsche Telekom, France Télécom, TeliaSonera, Telecom Italia, Telefonica.

Lorsque l'utilisateur est dans son réseau nominal l'activation d'un contexte PDP conduit à la création d'un tunnel entre les nœuds SGSN et GGSN de ce réseau nominal. Le GGSN est identifié par le paramètre APN présent dans le message SM Activate PDP Context Request. Cet APN est traduit par le DNS en une adresse IP de GGSN.

Si l'utilisateur est dans un réseau visité, l'activation d'un contexte PDP induit la création d'un tunnel GTP entre le SGSN visité et le GGSN nominal (Figure 20). Le SGSN visité identifie le GGSN à l'aide de l'APN. Cette approche peut être perçue comme inefficace car elle crée un

effet trombone, mais en fait, 80% du trafic d'un roamer typique est échangé avec des serveurs dans le pays d'origine. Le principal inconvénient de cette solution est le grand nombre de tunnel établis à travers le backbone inter-PLMN (GRX) et l'ajout de nouveaux nœuds, les BGs (Border Gateways).

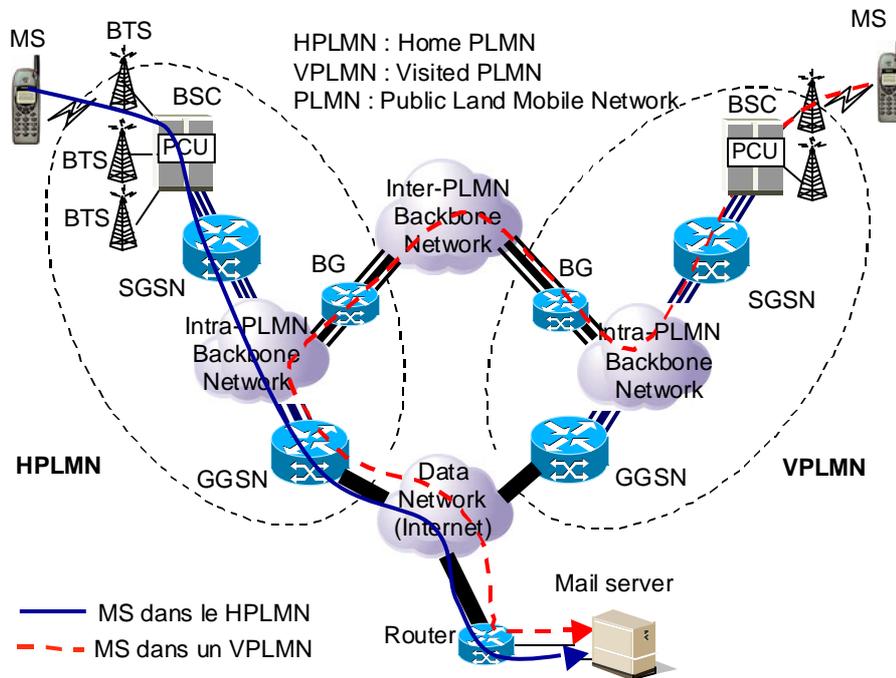


Figure 20 : Transfert de données à travers le GRX