

GSM : Global System for Mobile Communications

Gestion de la mobilité et Contrôle d'appel

EFORT

<http://www.efort.com>

Ce second tutoriel EFORT dédié au GSM présente les deux procédures importantes liées au fonctionnement d'un réseau GSM, à savoir, gestion de la mobilité (paragraphe 1) et contrôle d'appel (paragraphe 2).

1. Gestion de la mobilité GSM

Dans le réseau fixe, le téléphone est toujours rattaché au même commutateur d'accès (Class 5 Switch). Ce commutateur inclut une base de données stockant le profil des abonnés. Le profil contient en particulier les marques de services complémentaires souscrits par l'abonné rattaché à ce commutateur.

Le téléphone utilise un protocole de gestion des connexions pour l'établissement et la libération d'appels; il peut s'agir du protocole de signalisation RNIS appelé Q.931 ou une signalisation analogique (Off-hook, On-hook, Flash Hook, etc.). Par exemple, si l'utilisateur a un terminal RNIS, il émet le message de signalisation SETUP pour établir la communication ; de même un appel entrant se présente au terminal RNIS à travers ce message SETUP.

Dans un environnement mobile, une station mobile (MS, Mobile Station) n'est pas toujours rattachée au même 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 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 d'appel 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.

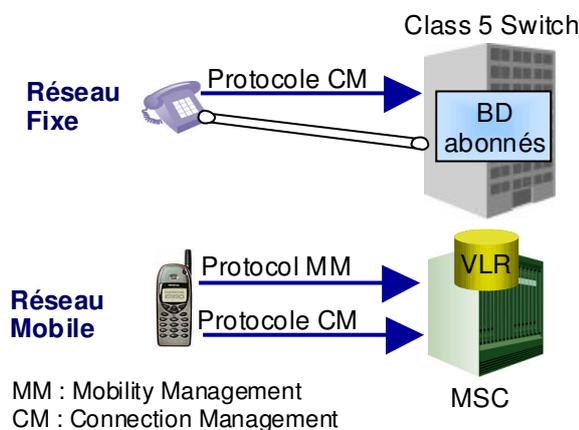


Figure 1 : Protocoles de signalisation de la station mobile

1.1. Protocole MM

Le protocole MM (Mobility Management) assure la localisation continue de la station mobile. Il comprend également deux fonctions de sécurité : L'authentification de l'utilisateur qui permet au réseau de vérifier l'exactitude de l'identité de la MS, et la confidentialité de l'identité dont le but est d'empêcher un pirate qui écouterait l'interface radio de suivre les mouvements d'un abonné mobile (Figure 2).

La procédure d'attachement appelée "IMSI attach" est initiée par la station mobile afin d'indiquer qu'elle est mise sous tension et qu'elle est retournée dans un état actif.

La procédure de détachement appelée "IMSI detach" est initiée par la station mobile afin d'indiquer au réseau qu'elle va être mise hors tension et qu'elle entre dans un état inactif.

Les procédures d'attachement et détachement sont obligatoires pour la station mobile.

La station mobile initie une mise à jour de localisation lorsqu'elle détecte qu'elle est entrée dans une nouvelle aire de localisation, i.e., la station mobile a reçu un numéro de LAI différent de celui qui est stocké sur la carte SIM. Le dernier numéro de LAI est stocké sur la carte SIM afin qu'il ne soit pas effacé lorsque la station mobile est mise hors tension.

Notons que dans chaque cellule, une voix radio dite balise émet en permanence des informations d'identification et de signalisation. Ainsi, chaque station mobile peut entretenir en permanence une liste des cellules couvrant sa zone de localisation et passer de l'une à l'autre aussi souvent qu'il le faut pour maintenir la meilleure qualité possible de communication.

La station mobile initie la procédure d'attachement au réseau GSM par l'envoi d'un message **ATTACH REQUEST** au MSC/VLR 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 TMSI alloué par le VLR, la station mobile doit utiliser ce 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 **TMSI REALLOCATION COMPLETE** au MSC/VLR. Si aucun TMSI est présent dans le message **ATTACH ACCEPT**, la station mobile doit continuer à utiliser son ancien TMSI sans retourner de message **TMSI REALLOCATION COMPLETE**.

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

La procédure de détachement du réseau GSM est initiée par la station mobile à travers un message **IMSI DETACH INDICATION**. Lorsque le MSC/VLR de rattachement reçoit ce message, il ne retourne pas de réponse car la station mobile est déjà hors tension.

Lors d'un problème réseau, le MSC/VLR de rattachement initie une procédure de détachement en envoyant un message **ABORT** à la station mobile.

La procédure normale de mise à jour de la localisation est initiée par la station mobile lorsque cette dernière détecte un changement d'aire de localisation. Elle émet alors un message **LOCATION UPDATING REQUEST** au MSC/VLR de rattachement. L'identification d'aire de localisation (LAI, Location Area Identification) est diffusée sur le canal de diffusion (broadcast channel) par la BTS.

Si la demande **LOCATION UPDATING REQUEST** est acceptée par le réseau, un acquittement **LOCATION UPDATING ACCEPT** est retourné à la station mobile. Le MSC/VLR peut affecter un nouveau 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 **TMSI REALLOCATION COMPLETE**.

Si la demande **LOCATION UPDATING REQUEST** n'est pas acceptée par le réseau, un acquittement négatif **LOCATION UPDATING REJECT** est retourné à la station mobile.

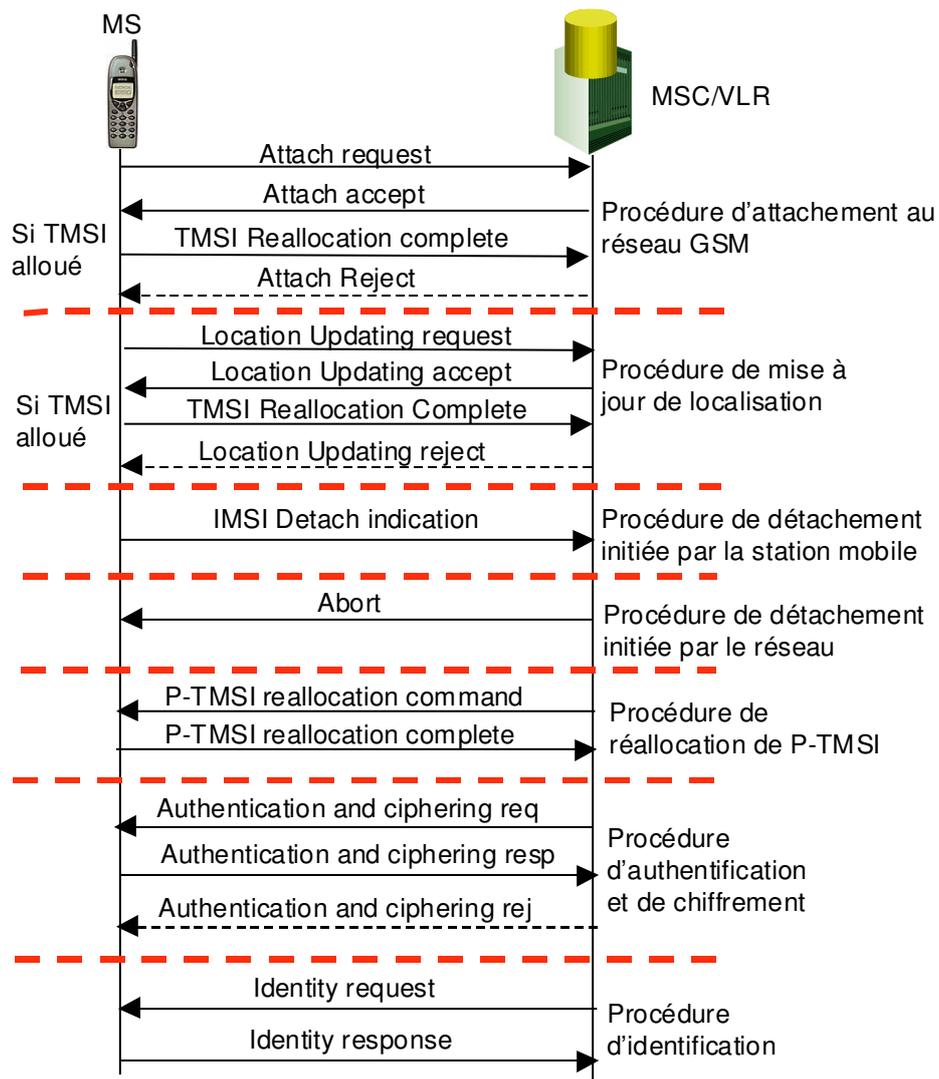


Figure 2 : Protocole Mobility Management (MM)

Le MSC/VLR peut à tout instant allouer une nouvelle identification TMSI à la station mobile. Pour ce faire, il émet un message **TMSI REALLOCATION COMMAND**. La station mobile stocke le TMSI sur sa carte SIM et retourne un acquittement **TMSI REALLOCATION COMPLETE** au MSC/VLR.

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 MSC/VLR 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 MSC/VLR transmet un message **IDENTITY REQUEST** qui spécifie l'identification demandée. La station mobile retourne une réponse **IDENTITY RESPONSE** contenant les informations requises.

1.2. Gestion de l'itinérance

La gestion de l'itinérance (roaming management) permet au système de connaître à tout instant la position d'un mobile. Cette fonction est nécessaire pour que le système puisse joindre une station mobile.

Deux mécanismes de base interviennent dans la gestion de l'itinérance :

- L'enregistrement (registration) ou mise à jour de la localisation (location update) qui est un mécanisme de la station mobile qui informe le réseau de sa localisation.
- La recherche de localisation (location tracking) qui est le mécanisme de localisation de la station mobile par le réseau. La recherche de localisation est requise lorsque le réseau tente de délivrer un appel à la station mobile.

La gestion de l'itinérance utilise les bases de données HLR et VLR.

Dans le réseau GSM, l'enregistrement intervient lorsqu'un mobile est mis sous tension. Le mobile doit annuler son enregistrement lorsqu'il est mis hors tension. La mise à jour de la localisation se produit lorsque la station mobile se déplace d'une aire de localisation à l'autre.

Toutes les BTS diffusent en permanence l'identification de l'aire de localisation qu'elles couvrent.

1.3. Attachement au Réseau GSM

Lorsque la station mobile est mise sous tension, elle reçoit un LAI (Location Area Identifier) de la BTS de sa zone de couverture.

1. Un message d'attachement MM ATTACH REQUEST est envoyé de la station mobile au MSC/VLR. Ce message inclut le LAI et l'IMSI (en considérant le premier attachement au réseau). Le MSC relaye cette information au VLR via une requête MAP_UPDATE_LOCATION_AREA (Figure 3).

2. Le VLR crée un enregistrement avec les champs (IMSI, LAI) et affecte un TMSI (Temporary IMSI) à la station mobile. Le VLR émet une requête MAP-UPDATE-LOCATION de mise à jour de localisation au HLR. Ce message contient l'IMSI de la station mobile enregistrée et les identificateurs du VLR (VLR1) et du MSC de rattachement (MSC1).

3. Le HLR met à jour l'enregistrement de l'utilisateur (champ VLR) à partir de l'IMSI qui sert de clé, et retourne au VLR via une requête MAP-INSERT-SUBSCRIBER-DATA des informations du profil de l'utilisateur. Le VLR1 complète l'enregistrement de l'utilisateur et retourne au MSC le TMSI affecté à cet usager mobile via une réponse MAP_UPDATE_LOCATION_AREA_ack.

4. Le MSC relaye ce TMSI à la station mobile dans un message MM ATTACH ACCEPT. La station mobile stocke cette information sur sa carte SIM et retourne un message MM TMSI REALLOCATION COMPLETE au MSC/VLR.

L'IMSI ne sera plus utilisé pour les enregistrements futurs ou pour la mise à jour de la localisation pour éviter qu'il soit écouté sur l'interface radio. La station mobile devra s'enregistrer dans le futur avec son TMSI qui est modifié à chaque changement d'aire de localisation ou lors de la mise sous tension.

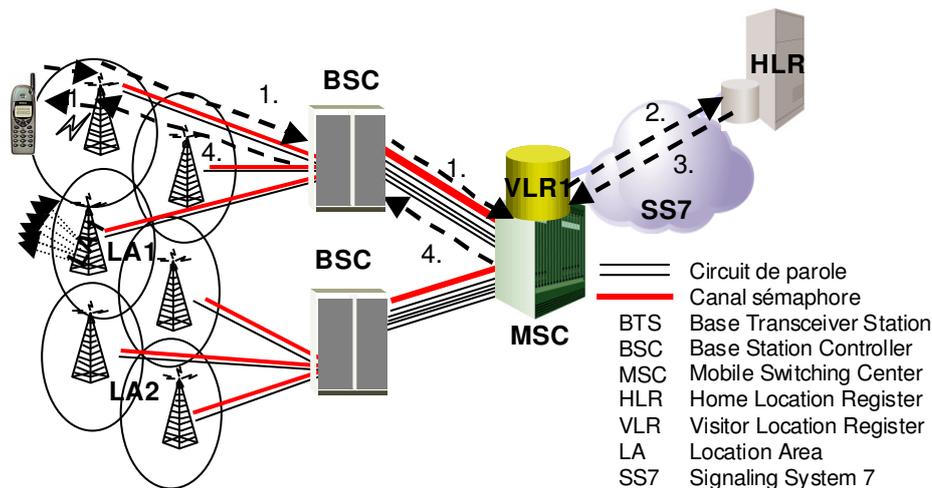


Figure 3 : Attachement au réseau GSM

1.4. Mise à jour de localisation Intra-VLR

La station mobile se déplace de l'aire de localisation LA1 à LA2. Ces deux aires sont sous le contrôle du même MSC/VLR.

1. Un message de mise à jour de localisation MM LOCATION UPDATING REQUEST est envoyé de la station mobile au MSC/VLR. Ce message inclut l'ancien LAI, le nouveau LAI et le TMSI (fourni par le MSC/VLR au moment de l'attachement au réseau). Le MSC relaye cette information au VLR via une requête MAP_UPDATE_LOCATION_AREA.
2. Le VLR met à jour l'enregistrement correspondant et affecte un nouveau TMSI (Temporary IMSI) à la station mobile. Le VLR n'émet pas de requête MAP-UPDATE-LOCATION de mise à jour de localisation au HLR puisque la station mobile est toujours sous le contrôle du même MSC/VLR.
3. Le VLR retourne au MSC le TMSI affecté à cet usager mobile via une réponse MAP_UPDATE_LOCATION_AREA_ack.
4. Le MSC relaye ce TMSI à la station mobile dans un message MM LOCATION UPDATING ACCEPT. La station mobile stocke cette information sur sa carte SIM et retourne un message MM TMSI REALLOCATION COMPLETE au MSC/VLR.

1.5. Mise à jour de localisation Inter-VLR

La station mobile se déplace de l'aire de localisation LA2 à LA3. Ces deux aires sont sous le contrôle de MSC/VLRs différents.

1. Un message de mise à jour de localisation MM LOCATION UPDATING REQUEST est envoyé de la station mobile au nouveau MSC/VLR (Figure 4). Ce message inclut l'ancien LAI (LA2), le nouveau LAI (LA3) et le TMSI (alloué par le MSC/VLR1). Le nouveau MSC relaye cette information au VLR2 via une requête MAP_UPDATE_LOCATION_AREA.
2. Le VLR2 ne dispose pas d'enregistrement pour cette station mobile et l'IMSI correspondant n'est pas connu. A partir de l'ancien LAI (LA2), le VLR2 identifie le VLR prenant en charge cette localisation (VLR1) et lui envoie un message MAP_SEND_IDENTIFICATION. Ce message contient le paramètre TMSI de la station mobile.
3. La réponse MAP_SEND_IDENTIFICATION_Ack retournée par le VLR1 contient l'IMSI. VLR2 crée un enregistrement correspondant et affecte un nouveau TMSI à la station mobile.
4. Le VLR2 émet une requête MAP-UPDATE-LOCATION de mise à jour de localisation au HLR puisque la station mobile est sous le contrôle d'un nouveau MSC/VLR.

5. Le HLR met à jour l'enregistrement de la station mobile (champ VLR) et retourne au VLR le profil correspondant via une requête MAP-INSERT-SUBSCRIBER-DATA.
6. Par ailleurs le HLR émet un message MAP_CANCEL_LOCATION afin de demander au VLR1 de supprimer l'enregistrement correspondant à cette station mobile.
7. Une réponse MAP_CANCEL_LOCATION_Ack est retournée du VLR1 au HLR.
8. Le VLR2 retourne au MSC le TMSI affecté à la station mobile via une réponse MAP_UPDATE_LOCATION_AREA_ack. Le MSC relaye ce TMSI à la station mobile dans un message MM LOCATION UPDATING ACCEPT. La station mobile stocke cette information sur sa carte SIM et retourne un message MM TMSI REALLOCATION COMPLETE au MSC/VLR.

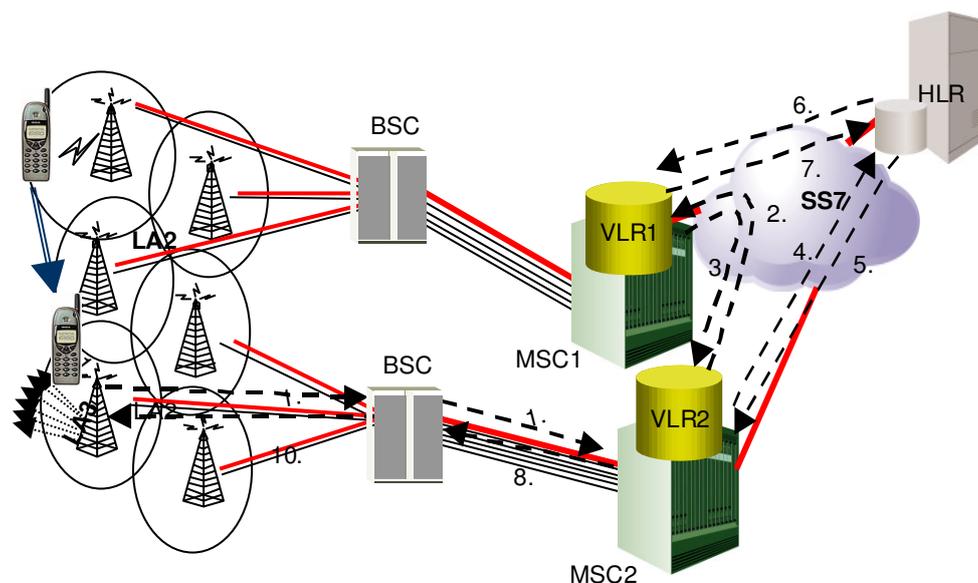


Figure 4 : Mise à jour de localisation Inter-VLR

1.6. Transfert intercellulaire

Le Handover (transfert intercellulaire) permet le transfert automatique des voies de parole entre cellules pour maintenir une communication établie, lorsqu'un mobile se déplace.

Il existe quatre types de transfert intercellulaire (handover) en GSM, illustrés à la figure 5:

- Handover Intra-Cellulaire : Dans une même cellule, une interférence peut rendre impossible la transmission à une certaine fréquence. Le BSC peut alors décider de libérer le canal radio courant et en établir un nouveau.
- Handover Intra-BSC : Il s'agit d'un scénario de handover typique. La station mobile se déplace d'une cellule à l'autre mais reste sous le contrôle du même BSC. Le BSC affecte un nouveau canal radio dans la nouvelle cellule et libère l'ancien. Dans le cas d'un handover qui est interne à un BSS, le contrôle est donc assuré entièrement par le BSC, qui utilise les mesures effectuées par la station mobile et qui lui sont rapportées. Le MSC est juste informé du résultat de l'opération
- Handover Intra-MSC : Un BSC ayant la capacité de contrôler un nombre limité de cellules (généralement quelques dizaines), le réseau GSM doit permettre le handover entre cellules contrôlées par des BSCs différents.
- Handover Inter-MSC : Un handover peut être nécessaire entre deux cellules appartenant à différents MSCs. Les deux MSCs réalisent alors le handover. Les deux types de handover (Intra-MSC et Inter-MSC) sont contrôlés par le MSC. Les mesures radio effectuées par la station mobile sont reportées au BSC, prétraitées par celui-ci et

transmises au MSC. Ayant reçu du BSC l'indication qu'un handover externe est nécessaire, le MSC décide du moment et de la destination de ce handover.

Le principe de handover repose sur :

- Les mesures effectuées par le terminal mobile et transmises au BSC courant.
- La décision prise par le BSC d'effectuer un handover après identification d'une ou plusieurs cellules utilisables. Si plusieurs cellules sont éligibles, le MSC détermine, en fonction des charges de trafic, la cellule la plus judicieuse à affecter à la communication.
- La réservation d'un nouveau canal de trafic entre la nouvelle BTS et le mobile.
- Un basculement effectué par le mobile sur réception d'une commande émise par le BSC.

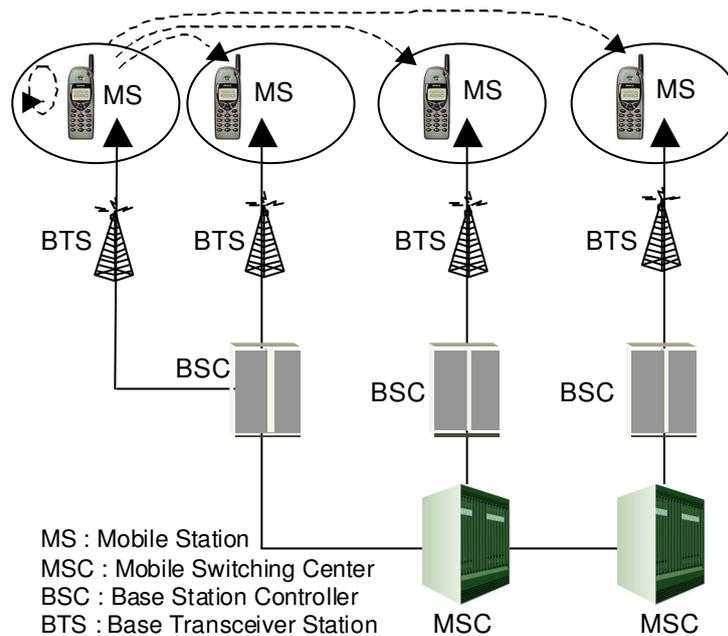


Figure 5 : Types de handover

2. Contrôle d'appel GSM

2.1. Protocole CC

Le protocole CC (Call Control) est le protocole de signalisation utilisé entre la station mobile et le MSC pour l'établissement et la libération d'appels, avec des principes voisins de ceux de la signalisation RNIS (Figure 6).

Le message SETUP est envoyé par une station mobile appelante pour indiquer qu'elle souhaite établir un appel. S'il s'agit d'un appel urgent, un message EMERGENCY SETUP est alors envoyé.

Le message CALL PROCEEDING optionnel peut être renvoyé par l'utilisateur appelé à l'émetteur du message SETUP pour indiquer que le message SETUP a été reçu et que l'établissement d'appel demandé a été déclenché.

Le message ALERTING peut être envoyé par l'utilisateur appelé pour indiquer que l'alerte de l'utilisateur appelé a été déclenchée.

Le message CONNECT est envoyé par le MSC au demandeur pour signaler que le demandé accepte l'appel. Un message CONNECT est acquitté par un message CONNECT ACKNOWLEDGE.

Si l'appel ne peut aboutir, l'appelant reçoit un message RELEASE COMPLETE.

Après l'établissement de l'appel, l'appelant ou l'appelé peut le libérer à tout moment. Pour ce faire, il émet un message DISCONNECT et reçoit une réponse RELEASE qu'il acquitte par un message RELEASE COMPLETE.

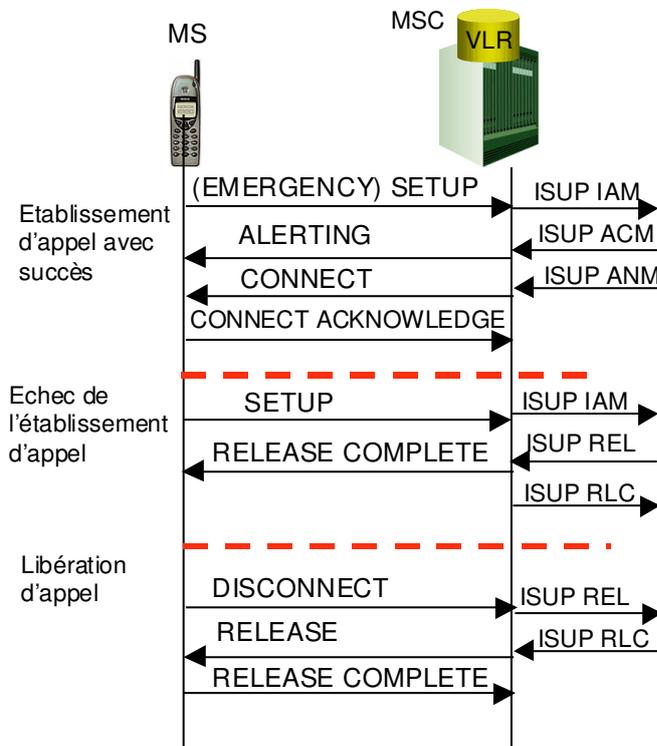


Figure 6 : Protocole CC

2.2. Etablissement d'appels dans un réseau GSM

2.2.1. Appel entrant à destination d'un abonné GSM localisé dans son réseau nominal

Puisque le mobile s'est enregistré auprès du réseau GSM, il peut dès à présent émettre et recevoir des appels. Considérons un appel entrant (Figure 7) :

1. Un abonné fixe numérote "0611905223"; l'appel est acheminé via le protocole ISUP (message ISUP IAM) vers le GMSC le plus proche du Class 5 Switch auquel est rattaché l'appelant. Ce GMSC appartient à l'opérateur auquel le destinataire est abonné. Le numéro (06 11 90 52 23) est le MSISDN du mobile (numéro d'annuaire).
2. Le GMSC interroge le HLR (requête MAP-Send-Routing-Information) qui contient le profil de l'utilisateur mobile destinataire (Le HLR est identifié en fonction des chiffres 11 90 du MSISDN), pour connaître la localisation du mobile. Le HLR connaît l'adresse géographique de la dernière localisation du mobile, c'est à dire le numéro du VLR qui la possède.
3. Le HLR demande au VLR (requête MAP-Provide-Roaming-Number) de lui fournir un MSRN (numéro de réacheminement).

4. Le VLR fournit au HLR un numéro de MSRN de la forme 33 6 43 56 78 90 (réponse MAP Provide_Roaming_Number_ack), numéro qu'il est possible d'acheminer à travers le RTCP.
5. Le HLR retourne le numéro de MSRN au GMSC (réponse MAP-Send-Routing-Information-ack). La première partie de ce numéro est utilisée pour joindre, à travers le RTCP national ou international, le MSC où se trouve actuellement le mobile. Dans notre exemple, c'est le préfixe 6 43 56 du MSRN qui permet de joindre le MSC où est localisé le mobile.
6. , 7, et 8. Via le RTC, le GMSC relaye le message ISUP IAM au MSC concerné (celui auquel est rattaché le mobile destinataire). Le numéro de destination dans le message ISUP IAM est le MSRN. Le VLR gérant la zone de couverture radio de ce MSC retrouve, par le MSRN, l'identité du mobile demandé. Par une opération de recherche (Paging), sur toutes les BTS de la zone de localisation, le BSC appelle le demandé par son TMSI (à la demande du VLR). Le mobile "en veille" ainsi appelé se signale dans la cellule qu'il occupe. Comme pour un appel départ, le VLR procède à l'authentification du mobile et prépare le chiffrement ultérieur de la voie de parole.
9. Le mobile est "alerté" (message CC SETUP) pour qu'il commute en interne la tonalité de "sonnerie" et si le demandé décroche la communication est alors établie.

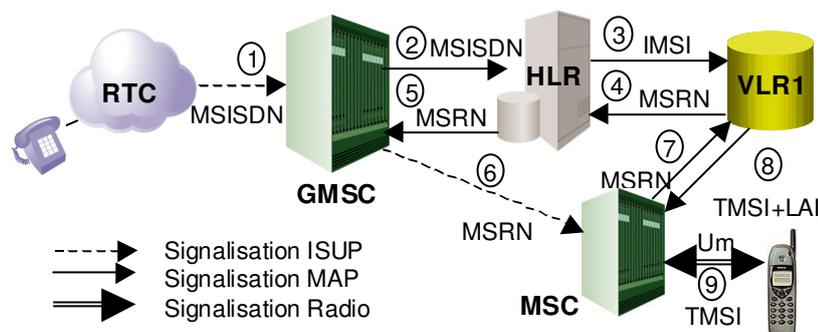


Figure 7 : Appel entrant à destination d'un abonné GSM localisé dans son réseau nominal

2.2.2. Appel sortant à destination du RTCP

1. La MS émet un message CC SETUP à son MSC de rattachement afin d'établir un appel avec une destination du RTCP (Figure 8).
2. Le MSC identifie la route pour l'appel d'après le numéro de destination. Il émet un message ISUP IAM au commutateur suivant (e.g., class 5 Switch) après avoir réservé avec ce dernier une terminaison de circuit de parole libre.
3. Lorsque l'appelé est alerté, un message ISUP ACM est retourné par le Class 5 Switch d'arrivée au MSC d'origine.
4. Le MSC alerte l'appelant par un message CM ALERTING.
5. Lorsque l'appelé décroche, un message ISUP ANM est retourné au MSC d'origine.
6. Le MSC confirme l'établissement de l'appel au demandeur à travers un message CC CONNECT.

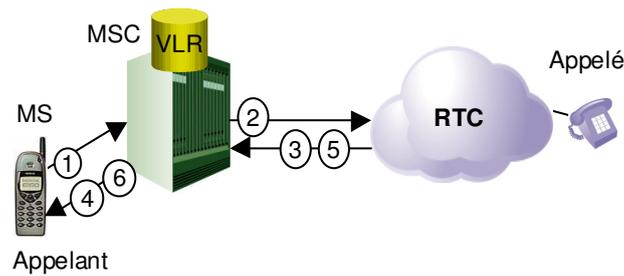


Figure 8 : Appel sortant à destination du RTCP

2.2.3. Appel sortant à destination d'un autre mobile

Lorsqu'une station mobile tente d'établir une communication vers une autre station mobile alors deux cas peuvent se produire :

- Les deux stations mobiles dépendent du même MSC/VLR auquel cas il n'y a pas d'interaction avec le HLR puisque le VLR dispose de toute l'information nécessaire pour établir cet appel.
- Les deux stations mobiles sont enregistrées auprès de VLRs différents. Le MSC rattachant l'appelant doit alors invoquer sa fonction GMSC qui se charge d'interroger le HLR afin d'obtenir un MSRN, puis relayer l'appel vers le MSC qui rattache la station mobile appelée. Le scénario ressemble à celui décrit à la figure 22 à ceci près que le commutateur qui initie l'appel n'est pas un Class 5 Switch du RTCP mais un MSC d'un réseau mobile. Ce cas est décrit par le scénario ci-dessous (Figure 9).

1. Un abonné mobile numérote "0611905223"; le MSC de rattachement invoque sa fonction GMSC. Le GMSC interroge le HLR (requête MAP-Send-Routing-Information) qui contient le profil de l'utilisateur mobile appelé, afin de connaître la localisation du mobile. Le HLR connaît l'adresse géographique de la dernière localisation du mobile, c'est à dire le numéro du VLR.
2. Le HLR demande au VLR (requête MAP-Provide-Roaming-Number) de lui fournir un MSRN (numéro de réacheminement).
3. Le VLR fournit au HLR un numéro de MSRN de la forme 33 6 43 56 78 90 (réponse MAP Provide_Roaming_Number_ack), numéro qu'il est possible d'acheminer à travers le RTCP.
4. Le HLR retourne le numéro de MSRN au GMSC (réponse MAP-Send-Routing-Information-ack). La première partie de ce numéro est utilisée pour joindre, à travers le RTCP national ou international, le MSC où se trouve actuellement le mobile. Dans notre exemple, c'est le préfixe 6 43 56 du MSRN qui permet de joindre le MSC où est localisé le mobile.
5. Via le RTC, le GMSC achemine le message ISUP IAM au MSC concerné (celui auquel est rattaché le mobile destinataire). Le mobile est "alerté" (message CC SETUP) pour qu'il commute en interne la tonalité de "sonnerie" et si le demandé décroche la communication est alors établie.

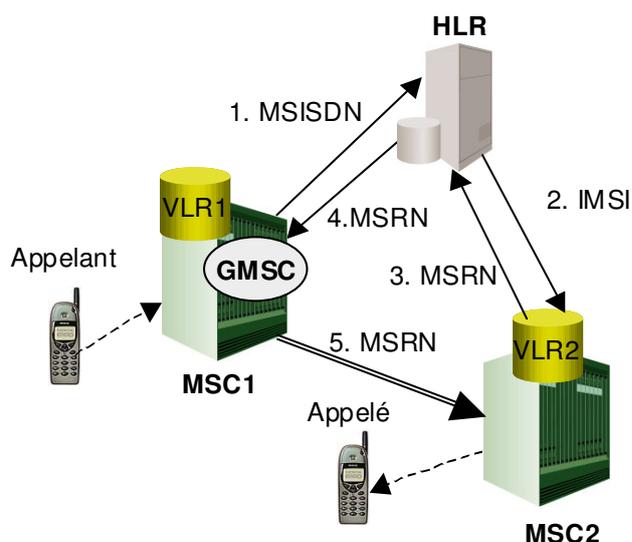


Figure 9 : Appel mobile-mobile

2.2.4. Appel d'un poste fixe à destination d'un abonné GSM localisé dans un réseau visité étranger

L'utilisateur B ayant souscrit à un abonnement mobile avec roaming international auprès de l'opérateur Orange France met sous tension sa station mobile alors qu'il se trouve à Londres et rattaché à l'opérateur Vodafone UK (Figure 10).

1. Un message d'attachement MM ATTACH REQUEST est envoyé de la station mobile au MSC visité à travers la BTS et le BSC. Ce message inclut le LAI et l'IMSI. Si la station mobile fournit un TMSI, il ne pourra pas être interprété par le MSC/VLR car les accords de roaming entre-opérateurs n'autorisent pas les interactions entre VLRs. Le MSC envoie alors un message MM Identity Request à la station mobile que cette dernière acquitte par une réponse MM Identity Response contenant son IMSI. Le MSC relaye cette information au VLR via une requête MAP-UPDATE-LOCATION-AREA.
2. D'après le numéro d'IMSI fourni par la station mobile B lors de son attachement au réseau, le VLR de rattachement met à jour le HLR Orange France contenant le profil de cet usager par une requête MAP-UPDATE-LOCATION.
3. Le HLR met à jour l'enregistrement de l'utilisateur (champ VLR), et retourne les informations relatives à l'utilisateur au VLR via une requête MAP-INSERT-SUBSCRIBER-DATA.
4. Un abonné (usager A) du RTCP de British Telecom (BT) souhaite établir une communication avec l'utilisateur B. Il compose le numéro 0033608234566.
5. Le Class 5 Switch de BT qui rattache l'appelant analyse le numéro, identifie qu'il s'agit d'un appel international et route l'appel vers un Class 4 Switch international de BT via le message ISUP IAM après avoir réservé un circuit de parole disponible.
6. Le Class 4 Switch de BT route à son tour l'appel vers le Class 4 switch international de France Telecom (FT) via un message ISUP IAM après analyse du préfixe 0033.
7. Le Class 4 Switch de FT analyse le numéro de destination et grâce au préfixe 608 identifie que l'appelé appartient au réseau mobile d'Orange France. Il route l'appel via un message ISUP IAM vers un GMSC d'Orange France le plus proche possible de ce Class 4 Switch FT, après avoir réservé un circuit de parole avec ce GMSC.

8. Le GMSC traite alors l'appel classiquement. Comme décrit dans le scénario précédent, Le GMSC interroge le HLR via une requête MAP-SEND-ROUTING-INFORMATION pour connaître la localisation de la MS.
9. Le HLR Orange France demande au VLR Vodafone UK un MSRN (numéro de réacheminement) à l'aide de la requête MAP-PROVIDE-ROAMING-NUMBER.
10. Le VLR affecte un numéro de MSRN à ce mobile et le retourne au HLR (réponse MAP-PROVIDE-ROAMING-NUMBER-ACK). Puisque ce numéro permet l'acheminement de l'appel à travers le RTCP, il a la forme d'un numéro de téléphone au Royaume Uni comme par exemple 00 44 20 7258 6880.
11. Le HLR retourne à son tour ce MSRN au GMSC demandeur (réponse MAP-SEND-ROUTING-INFORMATION-ACK).
12. Le GMSC analyse le MSRN et identifie qu'il s'agit d'un appel vers l'étranger. Il route alors l'appel à un Class 4 Switch international de FT après avoir réservé un circuit de parole libre avec ce dernier (message ISUP IAM).
13. Le Class 4 Switch de FT route l'appel à son tour à un Class 4 Switch international de BT.
14. Ce dernier analyse le préfixe du numéro MSRN et achemine l'appel vers le MSC de rattachement de la station mobile appelée.
15. Le MSC alerte alors l'appelé (message CM SETUP).

Le circuit de parole établi pour cet appel consiste en un ensemble de portions de circuits entre commutateurs adjacents et suit le chemin suivant :

Usager A → Class 5 BT → Class 4 BT (ISC) → Class 4 FT (ISC) → GMSC Orange France → Class 4 FT (ISC) → Class 4 BT (ISC) → MSC Vodafone → Usager B.

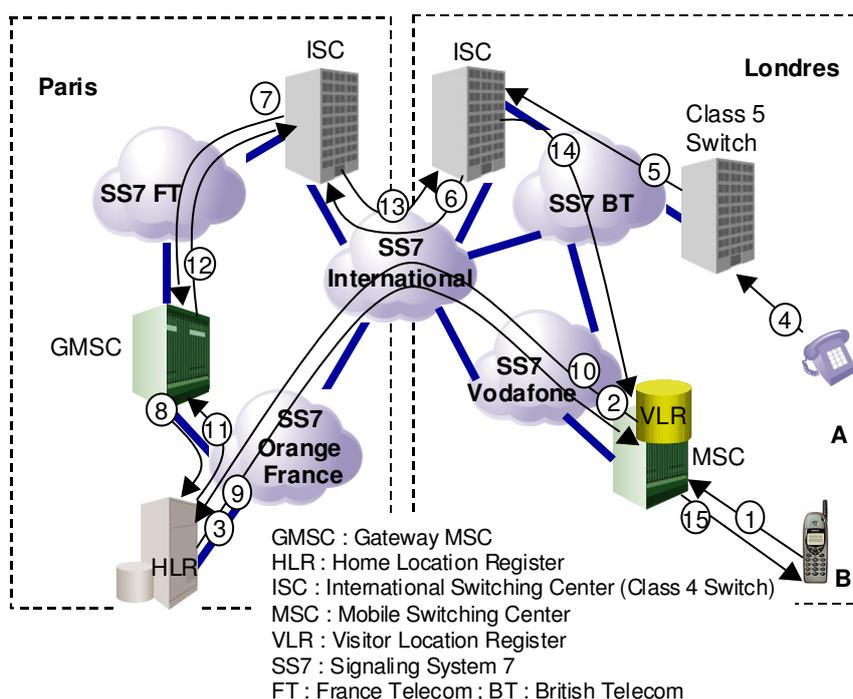


Figure 10 : Appel entrant à destination d'un abonné GSM localisé dans un réseau visité étranger

La facturation de l'appel est partagée comme lors d'un renvoi d'appel. Alors même que l'appelant et l'appelé sont dans le même pays, l'utilisateur A paie une communication internationale du Royaume Uni à la France et l'utilisateur B une communication internationale de la France au Royaume Uni.