

Chapitre 3

Interopérabilité des réseaux mobiles

Cas du SMS dans le LTE (4G)

3. 1. Introduction

Au cours des dix dernières années, les réseaux mobiles ont basculé d'une solution à circuit commuté vers une solution complète à commutation des paquets. Le réseau 4G – LTE (Long Term Evolution) en est l'exemple le plus édifiant, il offre une bande passante élevée, une latence faible et une excellente efficacité spectrale. L'organisation 3GPP a élaboré une résolution qui permet l'échange de SMS sur un réseau LTE et les protocoles associés. Cette résolution présente les solutions pour la transmission des SMS sur LTE lesquelles sont fournies par la nouvelle passerelle (Gateway) appelée IP-SM-GW (IP Short Message Gateway).

Le service de messages courts (SMS pour Short Message Service) a été introduit en 1992 en tant que successeur du service de radiomessagerie (paging). Aujourd'hui, les messages SMS représentent plus de la moitié des revenus de données des opérateurs mobiles, c'est pourquoi, ce service a été maintenu sur les réseaux 4G-LTE. Contrairement au GSM, le réseau LTE fonctionne totalement sous le protocole IP (Internet Protocol). Grâce à ses débits de données très élevés et une qualité de service adaptable, ce réseau fournit aux utilisateurs des services basés sur IP (Web, VoIP, etc.), il ne prend pas donc le service SMS hérité du GSM. L'organisme 3GPP a donc introduit via la « Release 11 » (R11) deux architectures pour la transmission de SMS sur LTE qui sont axées sur une nouvelle passerelle appelée IP-SM-GW

3. 2. Le service des messages courts (SMS)

Pour les utilisateurs, le SMS est un moyen d'envoyer et de recevoir instantanément des messages texte. Un SMS peut être envoyé ou reçu à partir de différents appareils tels que téléphones cellulaires, ordinateurs, tablettes, téléphones fixes. Ces messages texte peuvent être composés, au maximum de 140 octets (1120 bits) de données transmises par un réseau.

3. 2. 1. Les caractéristiques générales

Le SMS est un service de type « Store and Forward », c'est-à-dire que, au lieu d'être transmis directement au destinataire, les messages sont d'abord envoyés à une entité appelée « Service Center » (SC) puis transmis au destinataire. C'est une caractéristique très importante, car si le destinataire n'est pas connecté, le message est enregistré dans le SC et le réseau saura qu'il a un SMS en attente. Lorsque le terminal récepteur devient disponible, le réseau contactera le SC qui enverra immédiatement le SMS. La possibilité de confirmer l'envoi du SMS est autre caractéristique importante. L'expéditeur peut être informé lorsque la livraison du message est terminée, c'est-à-dire lorsque l'utilisateur correspondant a correctement reçu le message.

3. 2. 2. Les types des SMS et cas d'utilisation

Le service de la messagerie SMS peut être classé en quatre catégories:

- Personne à personne (P2P, pour Person to Person): les messages sont échangés entre deux abonnés.
- Application à personne (A2P, pour Application to Person): utilisé à des fins publicitaires, il implique la transmission massive d'un « SMS en masse » à une liste de numéros donnée.
- Personne à Réseau (P2N, pour Person to Network) ou Personne à Application (P2A, pour Person to Application) : utilisé lorsque les abonnés envoient un SMS pour accéder à différents types de services.
- Internet aux personnes (I2P, pour Internet to Person): envoi d'un SMS à partir d'une page Web acceptée par l'opérateur.
- Machine à Machine (M2M, pour Machine to Machine): un périphérique qui capture des informations et les envoie à un autre périphérique ou à un serveur.

3. 3. Le SMS à travers le réseau GSM

Le concept de SMS a été initialement défini en 1984 et normalisé en 1987 en GSM 02.03. Les premiers essais concluants ont été effectués en 1992. En 1996, il fonctionnait au niveau international sur tout terminal mobile.

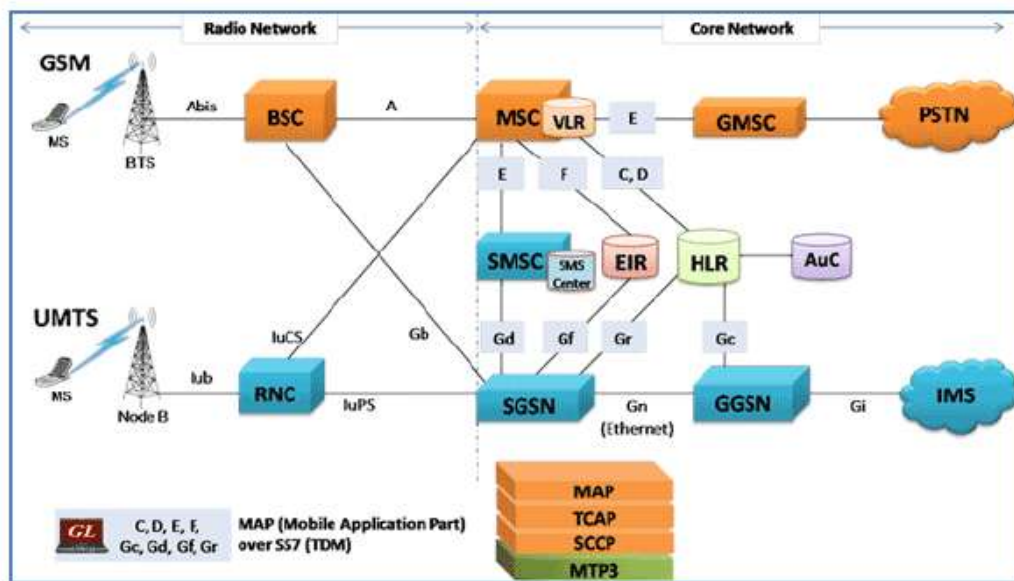


Fig3. 1. L'architecture GSM

Pour transmettre un SMS à partir d'un réseau GSM, on fait appel à un serveur spécial appelé Centre de SMS (SMSC pour SMS Center) ou Centre des services (SC pour Service Center). Bien que le SC n'appartienne pas au réseau GSM, physiquement il peut être intégré dans la même structure que le MSC. Il se voit donc attribuer un numéro E.164 dans le plan de numérotage du réseau mobile terrestre public (PLMN, pour Public Land Mobile Network). La communication entre le SC et le terminal mobile s'effectue via le MSC, lequel est chargé d'assurer les fonctions de commutation pour tous les appels situés dans une zone géographique donnée. La passerelle SMS MSC (SMS-GMSC, pour Gateway MSC) est chargée de transmettre le SMS au MSC visiteur (VMSC, pour Visiting MSC) et renvoyer les

informations d'erreur appropriées. Il informera également le Registre de localisation (HLR) de l'état de transmission du message.

3. 3. 1. La Pile des protocoles

Les couches de protocole utilisées dans la transmission d'un SMS sont représentées dans la ci-dessous. Les couches utilisées pendant les appels (Mobility Management MM, Radio Resource RR, Link Access Protocol on the Dm channel LAPDm, and la couche physique) sont également représentées. La couche de la gestion des connexions (CM, Connection Management) inclut une sous-couche spécifique pour le SMS.

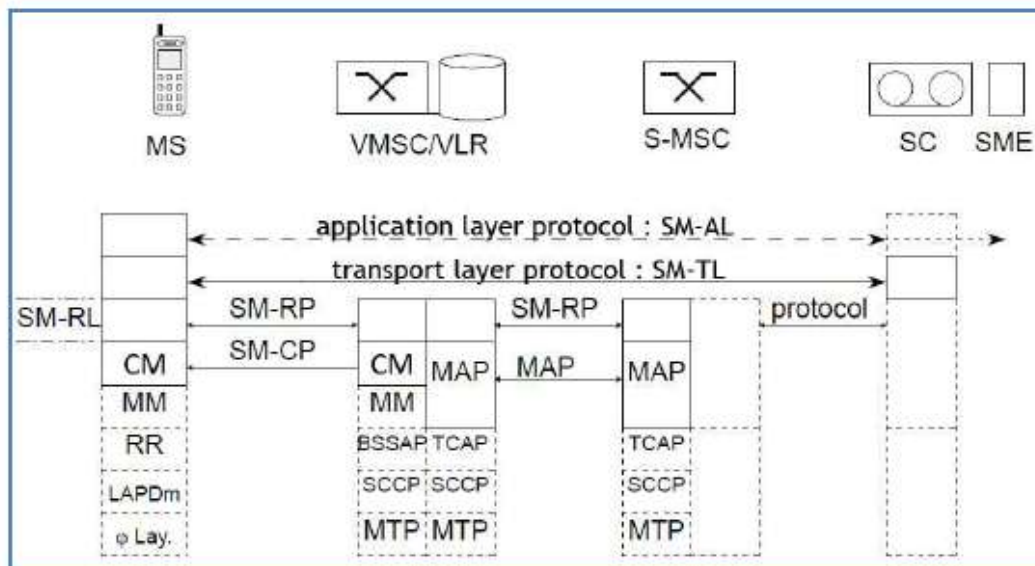


Fig3. 2. Le protocole implémenté pour le SMS

Les quatre couches impliquées dans la transmission de SMS sont :

- La couche d'application du message (SM-AL, pour Short Message Application Layer): est présente dans le terminal mobile et l'entité de message court (SME, pour Short Message Entity). Son but est de générer et d'interpréter des messages.
- La couche de transfert du message (SM-TL, pour Short Message Transfer Layer): elle offre à la couche SM-AL un service fiable pour transférer et recevoir des messages courts entre MS et SC. Il effectue le codage et enregistre le moment où le message a été reçu par le serveur.
- La couche de relais du message (SM-RL, pour Short Message Relay Layer): elle permet le transfert de messages à travers différents équipements en utilisant le concept « *Store and Forward* ». Dans le GSM, deux protocoles sont spécifiés pour cette couche :
 - Le protocole de relais de message (SM-RP, pour Short Message Relay Protocol): il est utilisé entre le terminal mobile et le VMSC / VLR. Il gère les références et l'adressage.
 - Le protocole d'application mobile (MAP, pour Mobile Application Protocol): il est utilisé entre le VMSC / VLR et le SMS-IWMSC (Interworking MSC For Short Message Service), une fonction capable de recevoir un message court d'un MSC et de le soumettre à un SMSC.
- Le protocole de gestion des connexions (CM, pour Connection Management): Le protocole de contrôle des messages (SM-CP, pour Short Message Control Protocol) fonctionne entre la MS et le VMSC / VLR. Il transmet le message et protège contre la

perte causée par le changement du canal dédié (ceci est nécessaire car lors du changement de canal dédié, le LAPDm en demande un nouveau, et ne sécurise pas la transmission).

3. 3. 2. L'unité de données de protocole SMS (PDU, pour Protocol Data Unit)

Au niveau de la couche SM-TL, il existe six types de PDU possibles, représentant différentes manières de coder et de structurer l'information. La PDU contient l'adresse SCA (Service Center Address) et l'unité TPDU (Transfer Protocol Data Unit). Les six types peuvent être différenciés en raison du champ MTI (Message Type Indicator). Ils sont présentés dans la figure ci-dessous. Lorsqu'un SMS-SUBMIT ou SMS-COMMAND est envoyé, le SC transmet un rapport de soumission au SME indiquant qu'il a accepté le SMS en vue d'être livré. Le SC tentera alors de le livrer dès que l'abonné sera disponible. Lorsque cela se produit, un rapport de remise est renvoyé indiquant que le SMS a été bien transmis au terminal mobile du destinataire.

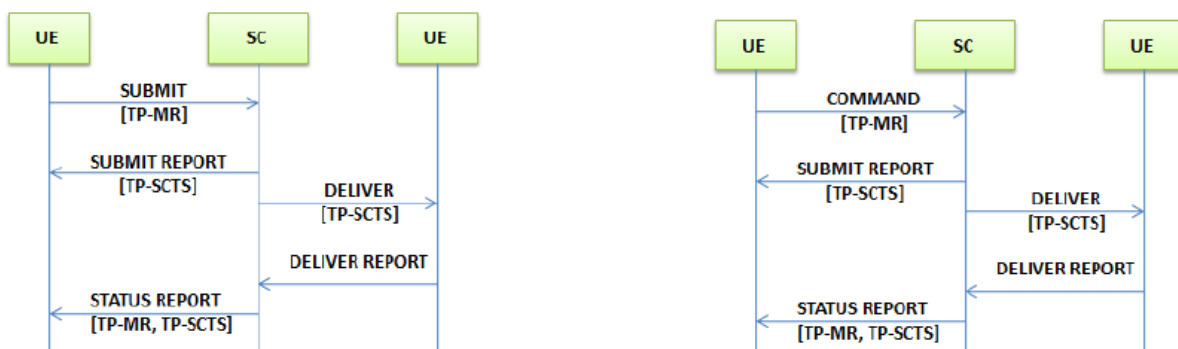


Fig3. 3. Types de message SMS

SMS-SUBMIT: C'est une unité qui se charge du transport des messages de MS vers le SC; Elle contient l'heure à laquelle le SC a reçu le message et la référence de message TP-MR (Message Reference) qui est considérée comme un paramètre qui l'identifie de manière unique.

SMS-COMMAND: cette unité est responsable du transport d'une commande de la MS au SC. Elle contient la référence TP-MR (Message Reference), un paramètre qui l'identifie de manière unique. Elle est également utilisée pour obtenir des informations sur l'abonné.

SMS-SUBMIT-REPORT: Cette unité prend en charge le transport de la cause de l'échec et l'accusé de réception d'un SMS-SUBMIT, ou SMS-COMMAND. Elle contient le service TP-SCTS (Service-Center-Time-Stamp), un paramètre qui identifie l'heure à laquelle le SC a reçu le message.

SMS-DELIVER: Cette unité assure la transmission des messages de SC vers le MS; Elle contient, en plus du service TP-SCTS, une indication de la présence ou non d'une concaténation, l'adresse de l'entité SME d'origine, le schéma de codage utilisé, l'heure à

laquelle elle a été reçue par le SC, la longueur des données de l'utilisateur et le message lui-même. Il contient le TP-SCTS.

SMS-DELIVER-REPORT: C'est une unité en charge du transport de la cause de l'échec et l'accusé de réception d'un SMS-DELIVER ou d'un SMS-STATUS-REPORT. Un SMS-DELIVER-REPORT est émis par un MS comme accusé de réception positif ou négatif à un SMS-DELIVER ou à un SMS-STATUS-REPORT.

SMS-STATUS-REPORT: chargé de transmettre un rapport de situation du SC au MS; Un SMS-STATUS-REPORT est émis par le SC et concerne l'état final d'un SMS-SUBMIT ou SMS-COMMAND. Il contiendra à la fois le TP-MR et le TP-SCTS permettant à l'UE de l'expéditeur de corréler le SMS-STATUS-REPORT au SMS qu'il a envoyé.

3. 4. La procédure de transfert SMS point à point

Sur le plan signalisation, les procédures de transfert des SMS et celles relatives à l'établissement des appels téléphoniques sont identiques. Le service message court point-à-point consiste en deux services de base :

- SM MT (Short Message Mobile Terminated Point-to-Point)
- SM MO (Short Message Mobile Originated Point-to-Point).

SM MO indique la capacité du réseau GSM à transférer un message court soumis par la station mobile (MS, pour Mobile station) à une autre station mobile ou à un SME via un SMSC, et celle de fournir un rapport de livraison indiquant la bonne livraison ou toute erreur ayant pu survenir (Figure 4. 4).

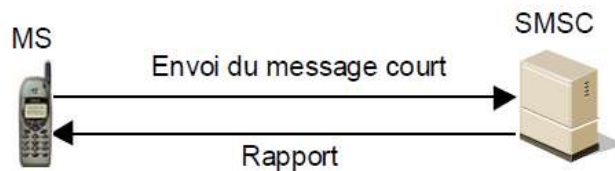


Fig3. 4. Service de base SM MO

SM MT dénote la capacité du réseau GSM à transférer un message court soumis par le SMSC à une station mobile et celle de fournir un rapport de livraison indiquant la bonne livraison ou toute erreur ayant pu survenir. Dans ce dernier cas, un mécanisme pour la livraison ultérieure du message court est prévu (Figure 4. 5).

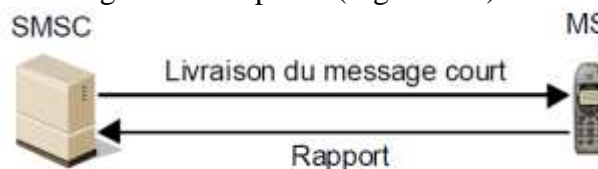


Fig3. 5. Service de base SM MT

3. 4. 1. Le Service SM-MO (Short Message Mobile Originated)

Avec le service SM-MO, la station mobile envoie un message court au SMSC. Dans ce cas, le cheminement logique des messages courts se fait dans l'ordre suivant : MS-MSC-IW MSC-SMSC (Figure 4. 6).

Lorsque l'abonné veut envoyer un message court, il doit indiquer l'adresse du destinataire et l'adresse du SMSC.

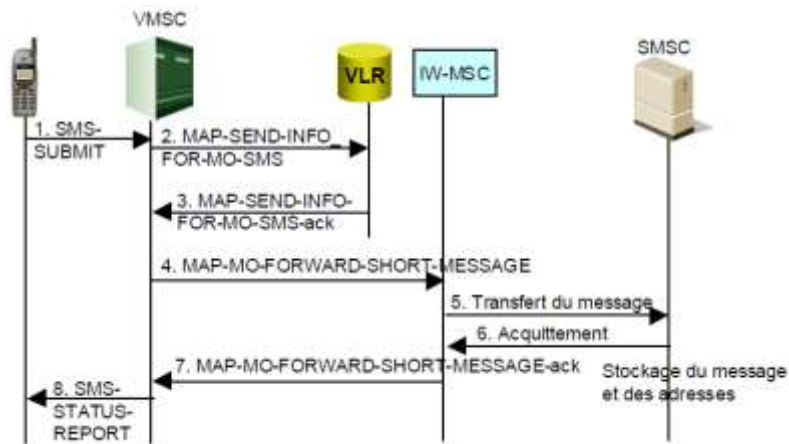


Fig3. 6. Service de base SM MO

1. L'émetteur remet le message court à son MSC/VLR de rattachement (VMSC/VLR) à travers la demande *SMS-SUBMIT*.
2. Le MSC émet un message *MAP-SEND-INFO-FOR-MO-SMS* à son VLR pour lui demander le numéro de téléphone (MSISDN, Mobile Station ISDN Number) de l'émetteur et pour vérifier qu'aucune restriction n'est imposée à cet émetteur.
3. Le VLR retourne alors une réponse *MAP-SEND-INFO-FOR-SMS-ack*.
4. Si la réponse est positive, le MSC émet le message *MAP-MO-FORWARD SHORTMESSAGE* à la fonction SMS-IWMSC à travers le réseau de signalisation SS7. Ce message contient l'adresse du SMSC, les numéros MSISDN de l'émetteur et du destinataire, et le message court. Le message court est donc véhiculé dans une transaction MAP.
5. La fonction SMS-IWMSC le retransmet à son tour au SMSC. Le SMSC stocke le message et les adresses dans sa mémoire.
6. Le SMSC retourne une réponse (rapport de livraison) au SMS-IWMSC.
7. Ce rapport est inclus dans le message *MAP-MO-FORWARD-SHORT-MESSAGE-ack* retourné par le SMS-IWMSC au MSC.
8. Le MSC retourne à l'émetteur un message *SMS-STATUS-REPORT*.

3. 5. Le réseau 4G-LTE (Long Term Evolution)

Le LTE est une norme de 4e génération (4G) destinée aux communications sans fil et qui fournit Une connectivité IP sans fil. Elle a été développée par le 3GPP (3rd Generation Partnership Project). La 4G offre une capacité accrue, permettant plus que d'appels vocaux. En raison de sa grande capacité de transmission des données, elle est devenue une interface multiservice. Contrairement aux systèmes cellulaires traditionnels, ces services sont commutés par paquets (PS).

Le réseau de base et l'accès radio forment ensemble le système évolué de paquets (Evolved Packet System, EPS) présenté dans la figure ci-dessous. L'architecture du réseau de base est l'architecture SAE (System Architecture Evolution), et elle englobe le réseau EPC (Evolved Packet Core).

Les eNBs (Evolved NodeB) créent l'E-UTRAN. Leurs fonctions englobent la gestion et le contrôle des ressources radio, la prise de la décision du handover, la sélection de l'entité MME (Mobility Management Entity) lorsqu'un nouvel utilisateur entre dans le réseau, et le cryptage.

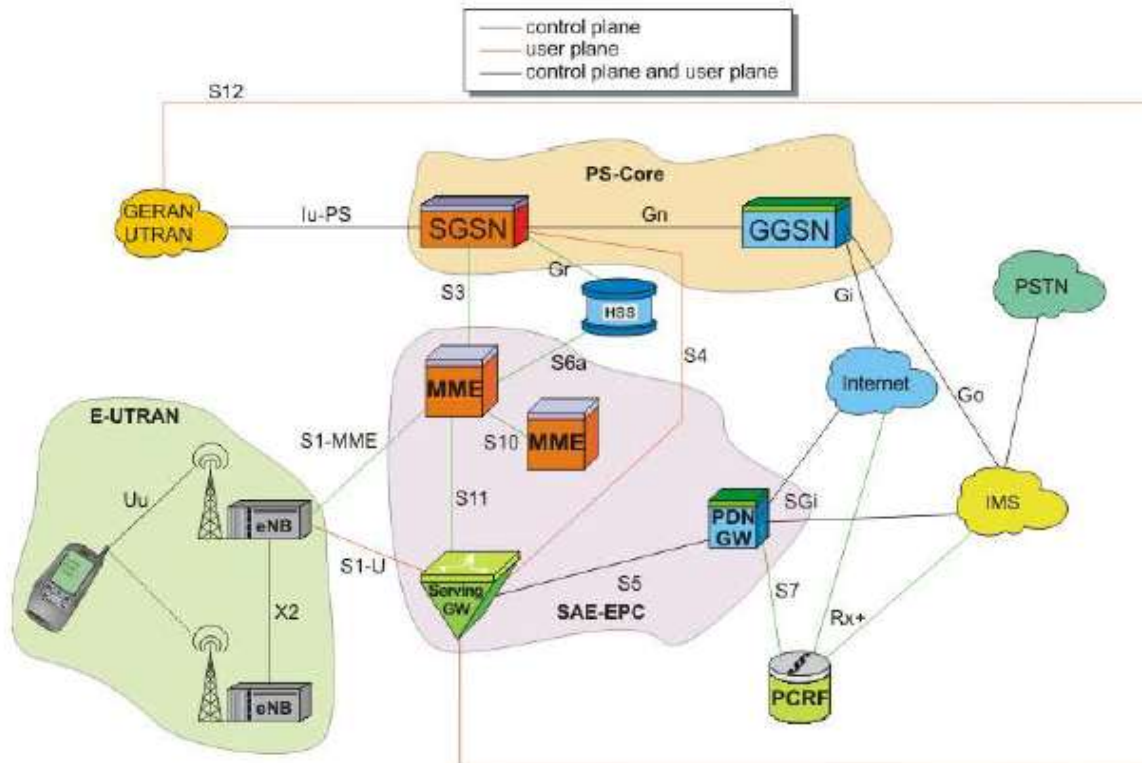


Fig3. 7. L'architecture du réseau LTE

Les fonctions de l'entité MME incluent:

- **Signalisation EMM et ESM avec l'UE.** Les terminaux LTE disposent des protocoles EMM (EPS Mobility Management) et ESM (EPS Session Management) qui leur permettent de gérer leur mobilité (attachement, détachement, mise à jour de localisation) et leur session (établissement/libération de session de données) respectivement. Ces protocoles sont échangés entre l'UE et le MME
- **Authentification.** Le MME est responsable de l'authentification des UEs à partir des informations recueillies du HSS
- **Joignabilité de l'UE dans l'état ECM-IDLE (incluant paging).** C'est l'entité MME qui est responsable du paging lorsque l'UE est dans l'état IDLE et que des paquets à destination de l'UE sont reçus et mis en mémoire par le Serving GW.
- **Gestion de la liste de Tracking Area.** L'UE est informé des zones de localisation prises en charge par le MME, appelées Tracking Area. L'UE met à jour sa localisation lorsqu'il se retrouve dans une Tracking Area qui n'est pas prise en charge par son MME.
- **Sélection du Serving GW et du PDN GW.** C'est au MME de sélectionner le Serving GW et le PDN GW qui serviront à mettre en œuvre le Default Bearer au moment du rattachement de l'UE au réseau.

- **Sélection de MME lors du handover avec changement de MME.** Lorsque l'utilisateur est dans l'état ACTIF et qu'il se déplace d'une zone prise en charge par un MME à une autre zone qui est sous le contrôle d'un autre MME, alors il est nécessaire que le handover implique l'ancien et le nouveau MME.
- **Sélection du SGSN lors du handover avec les réseaux d'accès 2G et 3G.** Si l'utilisateur se déplace d'une zone LTE à une zone 2G/3G, c'est le MME qui sélectionnera le SGSN qui sera impliqué dans la mise en place du default bearer.
- **Roaming avec interaction avec le HSS nominal.** Lorsque l'utilisateur se rattache au réseau, le MME s'interface au HSS nominal afin de mettre à jour la localisation du mobile et obtenir le profil de l'utilisateur.
- **Fonctions de gestion du bearer incluant l'établissement de dedicated bearer.** C'est au MME d'établir pour le compte de l'utilisateur les default bearer et dedicated bearer nécessaires pour la prise en charge de ses communications.
- **Interception légale du trafic de signalisation.** L'entité MME reçoit toute la signalisation émise par l'UE et peut l'archiver à des fins de traçabilité.

Les fonctions de l'entité Serving GW incluent :

- **Point d'ancrage pour le handover inter-eNodeB.** Lors d'un handover inter-eNodeB, le trafic de l'utilisateur qui s'échangeait entre l'ancien eNodeB et le Serving GW doit désormais être relayé du nouvel eNodeB au Serving GW.
- **Point d'ancrage pour le handover LTE et les réseaux 2G/3G.** Il relaie les paquets entre les systèmes 2G/3G et le PDN-GW. Lors d'une mobilité entre LTE et Les réseaux 2G/3G paquet, le SGSN du réseau 2G/3G s'interface avec le Serving GW pour la continuité du service de données.
- **Mise en mémoire des paquets entrants lorsque l'UE destinataire est dans l'état ECM-IDLE** et initialisation de la procédure de demande de service initiée par le réseau.
- **Interception légale;** Le Serving GW est sur le chemin de signalisation pour l'établissement/ la libération de bearer et sur le chemin du média (paquets de données échangés par l'UE). Il est donc un point stratégique pour l'interception légale des flux média et contrôle.
- **Routage des paquets et relai des paquets.** Le Serving GW route les paquets sortant au PDN GW approprié et relaie les paquets entrants à l'eNodeB servant l'UE.
- **Comptabilité par usager pour la taxation inter-opérateurs.** Le Serving GW comptabilise le nombre d'octets envoyés et reçus permettant l'échange de tickets de taxation inter-opérateurs pour les reversements.
- **Marquage des paquets dans les sens montant et descendant, e.g., positionnant le DiffServ Code Point sur la base du QCI (QoS Class Identifier) du bearer EPS associé.** Cela permet d'associer des priorités aux flux de données au sens DiffServ.

Les fonctions de l'entité PDN GW incluent :

- **Interface vers les réseaux externes** (Internet et intranets). Le PDN GW est l'entité qui termine le réseau mobile EPS et assure l'interface aux réseaux externes IPv4 ou IPv6.
- **Allocation de l'adresse IP de l'UE**. Le PDN GW assigne à l'UE son adresse IP dès l'attachement de l'UE lorsque le réseau établit un default bearer permanent à l'UE. Le PDN GW peut allouer une adresse IPv4 ou IPv6.
- **Interception légale**. Le PDN GW est sur le chemin de signalisation pour l'établissement/la libération de bearer et sur le chemin du média (paquets de données échangés par l'UE). Il est donc un point stratégique pour l'interception légale des flux média et contrôle.
- **Marquage des paquets dans les sens montant et descendant**, e.g., positionnant le DiffServ Code Point sur la base du QCI (QoS Class Identifier) du bearer EPS associé. Cela permet d'associer des priorités aux flux de données au sens DiffServ.
- **Taxation des flux de service montants et descendants** (e.g. sur la base des règles de taxation fournies par le PCRF) ou sur la base de l'inspection de paquets définie par des politiques locales).

Avec la technologie LTE, le HLR est réutilisé et renommé Home Subscriber Server (HSS). Le HSS est un HLR évolué et contient l'information de souscription pour les réseaux GSM, GPRS, 3G, LTE et IMS.

A la différence de la 2G et de la 3G où l'interface vers le HLR est supportée par le protocole MAP (protocole du monde SS7), l'interface S6 s'appuie sur le protocole DIAMETER (protocole du monde IP).

Le HSS est une base de données qui est utilisée simultanément par les réseaux 2G, 3G, LTE/SAE et IMS appartenant au même opérateur. Il supporte donc les protocoles MAP (2G, 3G) et DIAMETER (LTE/SAE, IMS).

L'entité PCRF réalise deux fonctions :

- Elle fournit au PDN-GW les règles de taxation lorsqu'un default bearer ou un dedicated bearer est activé ou modifié pour l'utilisateur. Ces règles de taxation permettent au PDN-GW de différencier les flux de données de service et de les taxer de façon appropriée. Par exemple, si l'utilisateur fait transiter sur son default bearer des flux WAP et des flux de streaming, il sera possible au PDN GW de distinguer ces deux flux et de taxer le flux WAP sur la base du volume alors que le flux de streaming sera taxé sur la base de la durée.
- Elle permet de demander au PDN GW d'établir, de modifier et de libérer des dedicated bearer sur la base de QoS souhaitée par l'utilisateur. Par exemple, Si l'utilisateur demande l'établissement d'une session IMS, un message SIP sera envoyé au P-CSCF qui dialoguera avec le PCRF pour lui indiquer la QoS requise par l'utilisateur pour cette session. Le PCRF dialogue alors avec le PDN-GW pour créer le dedicated bearer correspondant.

3. 6 Les protocoles de messagerie IMS

L'architecture IMS supporte un grand nombre de services qui opèrent sous la Session du protocole de signalisation (SIP) (Session Initiation Protocol). Ces services sont pour la plupart des services data qui peuvent être consultés n'importe où via un terminal IP. Le service IMS offert inclut, évidemment, les services de messagerie.

Les services de messagerie existants dans l'IMS ont été divisés en deux catégories: la messagerie par mode de page (Page-Mode Messaging) et la messagerie par mode de session (Session-Mode Messaging). Le premier concept est similaire au SMS, où un message est

envoyé en dehors du contexte d'une conversation, ie, le message est envoyé sans exiger une réponse. Il peut être une notification, un simple message texte et ce, d'un utilisateur à un autre, ou même un moyen d'envoyer un fichier multimédia. Ce concept suggère deux types de messages: des messages courts et gros. Quant au second, l'utilisateur participe à une session dans laquelle la principale composante de communication consiste souvent en de courts messages textuels, échangés avec plusieurs abonnés, d'où le besoin d'utiliser un mode session. Dans ce mode, un SIP INVITE est utilisé pour établir une session afin de transmettre des messages instantanés (pas de contenu vidéo ou audio). Cette session de messages a une durée de vie bien définie : une session de messages démarre lorsque les participants commencent la session et s'arrête lorsqu'ils la ferment. Une fois la session configurée (en utilisant SIP entre les participants), les données circulent directement d'un poste à l'autre. La figure ci-dessous illustre le flux de messages typique d'une session de messages.

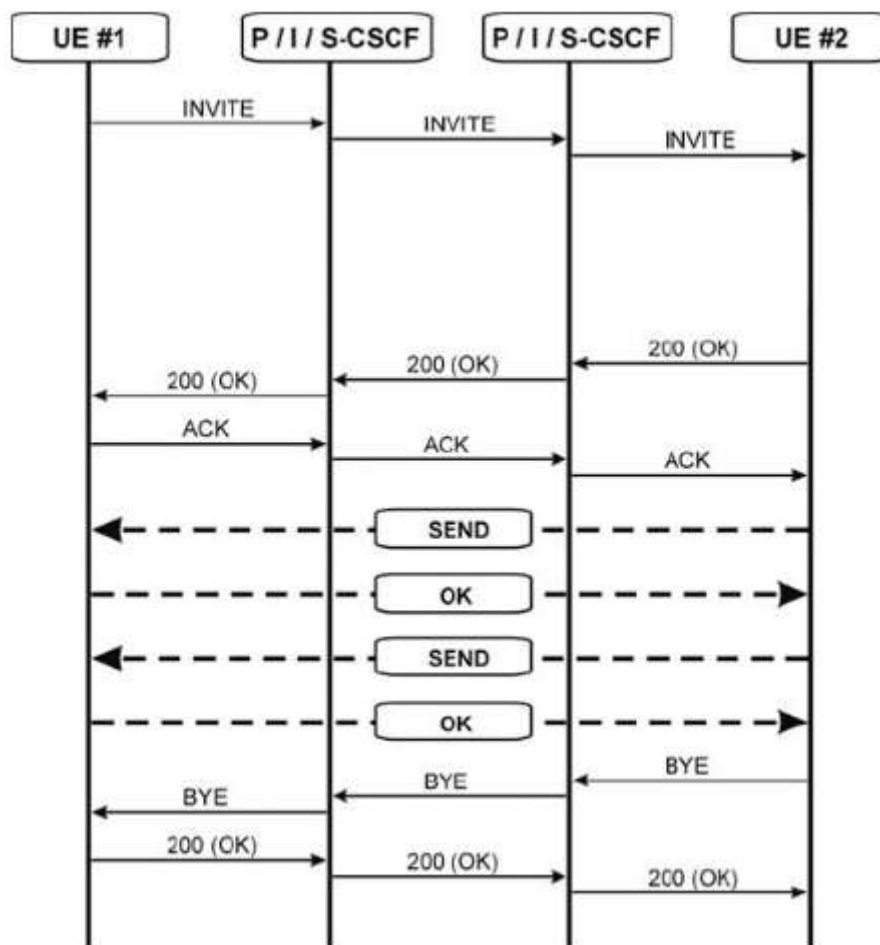


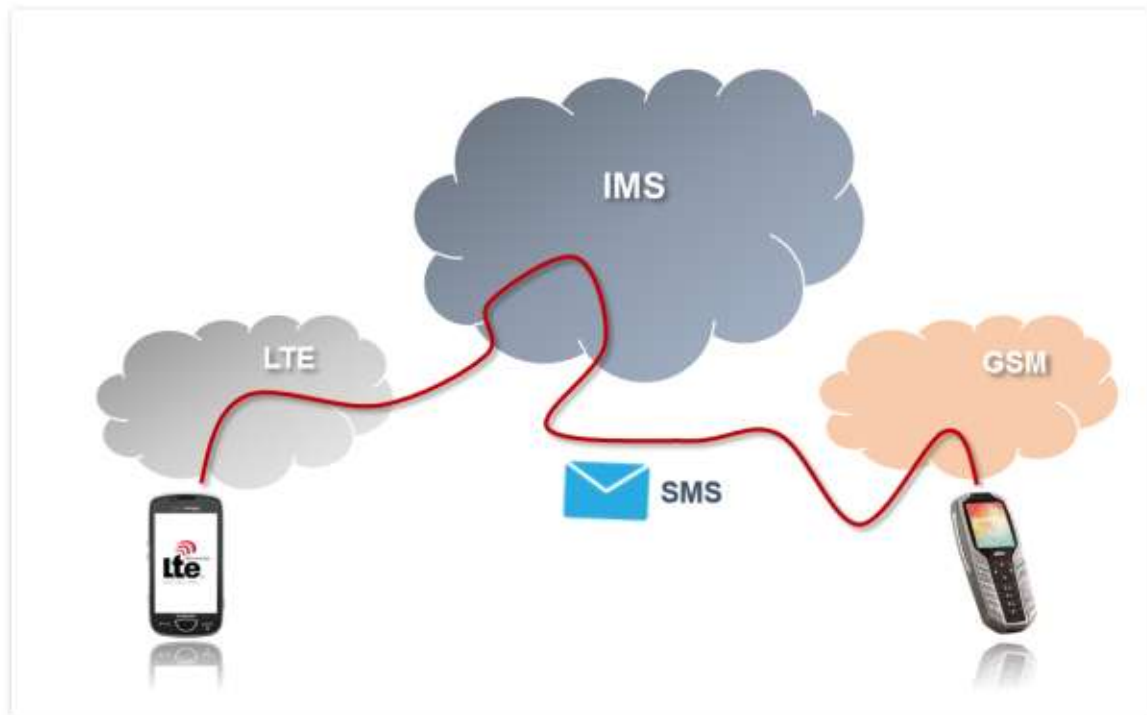
Fig. 3. 7: Flux de messagerie basé sur la session

Le S-CSCF (Serving CSCF) maintient l'association entre l'adresse IP du terminal et le SIP adresse de l'utilisateur (Public User Identity). Il envoie les requêtes SIP vers des serveurs d'applications correspondant au service demandé. De cette façon il fournit des services de type réseau intelligent.

3. 7 SMS sur IP

L'IMS est une architecture tout-IP qui a émergé de la résolution 5 de la 3GPP afin d'être conforme aux conditions préalables des réseaux NGN. Cette technologie a été créée sans

support natif pour les SMS, pour des raisons évidentes. Les 140 octets du message n'ont aucun sens dans un protocole Internet (IP) du réseau. Ainsi, IMS utilise SIP comme protocole de signalisation, qui est bien différent de MAP utilisée dans le GSM (Figure 3.8).



SMS over IP

Fig. 3. 8: SMS sur IP

3. 7. 1 La passerelle IP Short Message Gateway

L'architecture SMS sur IP fait intervenir quatre entités (Figure 3. 9) :

- Le SMSC tel qu'il est présent pour le traitement des SMS des clients 2G et 3G.
- L'IP-SM-GW considéré comme une passerelle pour l'interfonctionnement entre le monde IMS et le SMSC
- Le HLR/HS fournissant les informations de joignabilité de l'UE pour la réception de SMS
- L'UE IMS qui émet et reçoit des SMS sur IP.

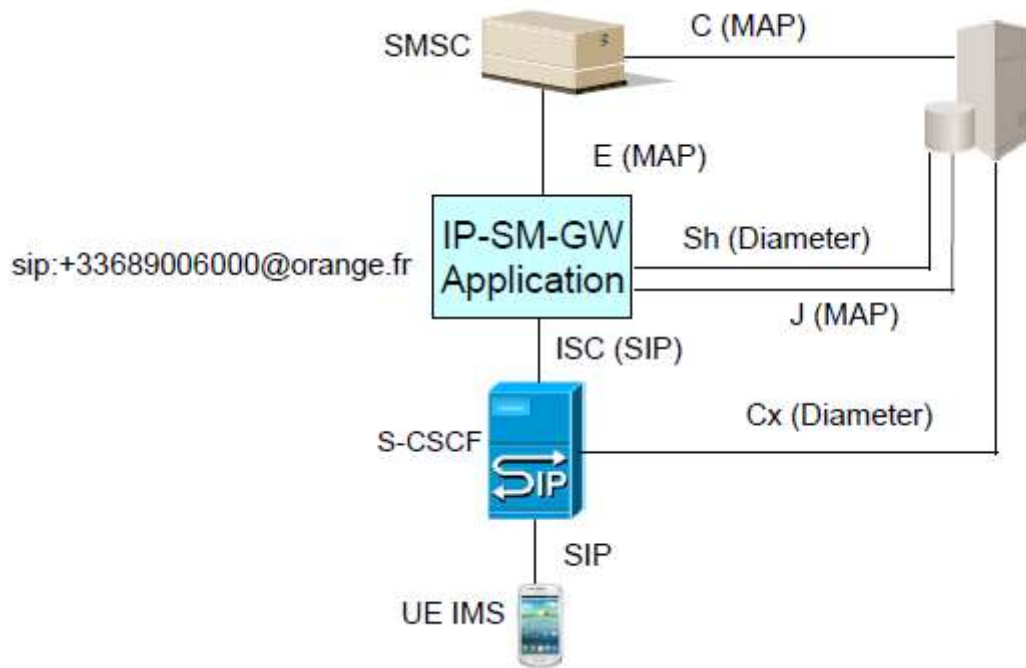


Fig. 3. 9: L'architecture SMS sur IP

L'IP-SM-GW assure l'interfonctionnement au niveau protocolaire pour la livraison d'un SMS entre l'UE et le SMSC. Les fonctions de l'IP-SM-GW sont les suivantes :

- Se connecter au SMSC en utilisant le protocole MAP, jouant le rôle d 'un MSC Server ou SGSN vis à vis du SMSC en utilisant respectivement les interfaces E et Gd.
- Se connecter au HLR via le protocole MAP afin de mettre à jour le profil de l'utilisateur quand l'UE s'enregistre à l'IMS. Ainsi les SMS entrants concernant l'UE seront délivrés par le SMSC émetteur à l'IP-SM-GW.

Le SMSC n'est pas impacté par cette nouvelle architecture SMS sur IP. En effet le SMSC dialogue avec l'IP-SM-GW en utilisant le même protocole MAP comme s'il s'agissait d'un MSC Server ou d'un SGSN. Par ailleurs le SMSC interroge toujours le HLR pour obtenir l'adresse GT du nœud (MSC Server, SGSN, IP-SM-GW) auquel il faut délivrer le SMS.

Le HLR doit être étendu avec les informations suivantes :

- IP-SM-GW Number : il s'agit de l'adresse GT de l'IP-SM-GW si l'UE est enregistré via l'IMS.
- UE Not Reachable via IP-SM-GW Flag (UNRI) : il s'agit d'un fanion qui indique que l'UE ne peut pas recevoir de SMS via l'IP-SM-GW.
- UE Not Reachable via IP-SM-GW Reason (UNRR) : il s'agit de la raison pour laquelle l'UE n'est pas joignable pour la réception de SMS via l'IP-SM-GW, e.g., l'UE est désenregistré de l'IMS.

Dans la résolution 7 du 3GPP, une passerelle pour réseau IMS a été introduite: la passerelle (IP-SM-GW). Cette fonctionnalité assure l'interopérabilité du protocole entre le SMS et les services de messagerie IMS. L'IP-SM-GW est placée entre le réseau de base de IMS et celui du GSM. Cette passerelle correspond à un serveur d'applications selon l'architecture IMS, qui sera considérée comme un centre de commutation mobile (MSC) dans le réseau GSM. Pour jouer son rôle dans les deux architectures, l'IP-SM-GW sera fournis avec les interfaces. Cela signifie que le protocole MAP est supporté par l'interface E / Gd et le SIP par l'interface ISC.

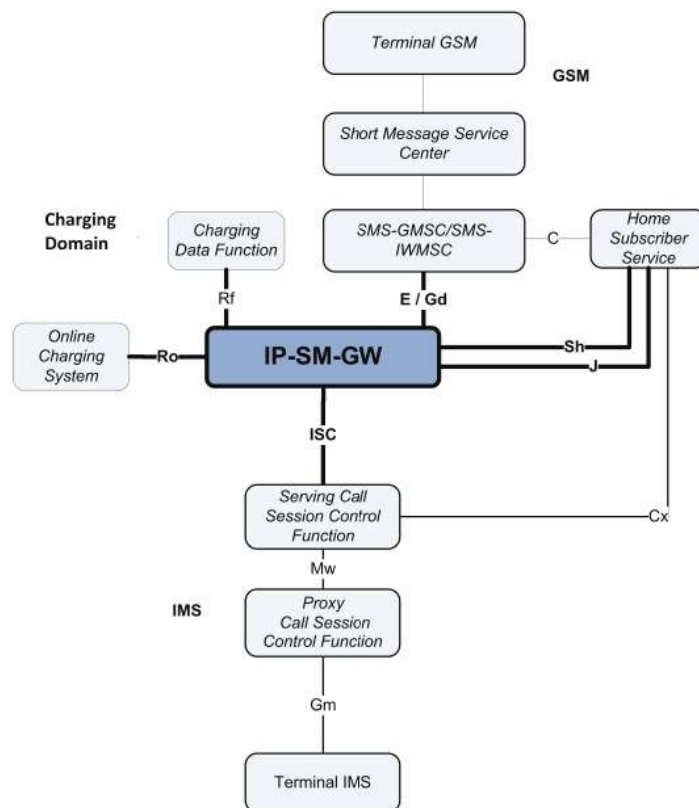


Fig. 3. 10: L'architecture IP-SM-GW selon le 3GPP.

De plus, l'IP-SM-GW sera connecté à la base de données des opérateurs de réseau Home Subscriber Service (HSS) en utilisant les interfaces Sh (protocole Diameter) et J (MAP) et le domaine de charge utilisant les interfaces Ro et Rf, qui sont les deux interfaces de protocole Diameter. La figure 3. 10 reprend l'environnement IP-SM-GW. Cette passerelle n'est pas seulement un convertisseur de protocole. Elle apporte une complexité supplémentaire au traitement du message, il doit soutenir toutes les fonctionnalités des services de messagerie. Lorsqu'un message court arrive en provenance du domaine GSM vers un utilisateur dans le domaine IMS, l'IP-SM-GW vérifiera ses préférences et le support des périphériques SMS pour choisir la méthode de livraison. Il en va de même dans la situation inverse, lorsqu'un message IMS doit être délivré dans le réseau GSM. Pour résoudre ce problème, deux méthodes d'interopérabilité ont été normalisées par le 3GPP: l'interfonctionnement Transport-Niveau (Transport-Level interworking); Et le niveau de service interfonctionnement (Service-Level interworking).

Enregistrement de l'UE à l'IMS et mise à jour de sa joignabilité pour la réception de SMS via l'IMS

La figure 3. 11 indique le flux de signalisation de l'enregistrement pour le traitement des SMSs.

1. L'utilisateur s'enregistre avec succès à l'IMS
2. Le S-CSCF analyse la requête REGISTER et identifie qu'il y a correspondance avec un initial filter criteria (iFC). Le S-CSCF émet une requête REGISTER (third-party REGISTER) au serveur d'application appelé IP-SM-GW (IP Short Message Gateway Application Server).

L'Initial Filter Criteria pour l'AS IP-SM-GW inclut une information de service qui contient sous forme de body le MSISDN appartenant à "sip:JohnCook@orange.fr".

3. Requête REGISTER (S-CSCF à l' IP-SM-GW) . Ce flux de signalisation relaie la requête REGISTER du S-CSCF à l'AS IP-SM-GW.

4. Réponse 200 OK (IP-SM-GW à S-CSCF). L'IP-SM-GW retourne la réponse 200 OK au SCSCF indiquant le succès de l'enregistrement.

5. Requête SUBSCRIBE (IP-SM-GW à S-CSCF). L'AS IP-SM-GW souscrit auprès du SCSCF pour être notifié lors du changement d'état de l'utilisateur (i.e., l'UE est désenregistré).

6. Réponse 200 OK (S-CSCF à IP-SM-GW). Le S-CSCF retourne une réponse 200 OK à l'AS IP-SM-GW.

7. Requête NOTIFY (S-CSCF à IP-SM-GW). Le S-CSCF émet une première requête NOTIFY à l'IP-SM-GW. La notification indique que l'UE est enregistré et que la demande de souscription de l'IP-SM-GW est active.

8. Réponse 200 OK (IP-SM-GW à S-CSCF). IP-SM-GW émet une réponse 200 OK au SCSCF.

9. MAP: AnyTimeModification. L'IP-SM-GW émet une requête afin d'informer le HLR/HSS que l'utilisateur avec le MSISDN "+32672225555" est prêt à recevoir des messages courts via l'IP-SM-GW. La variable IP-SM-GW Number du profil de l'utilisateur dans le HLR contient le Global Title (GT) de l'AS IP-SM-GW ; dans notre exemple, il s'agit du numéro +33689006000.

10. Réponse MAP: AnyTimeModification. Le HLR/HSS acquitte la requête.

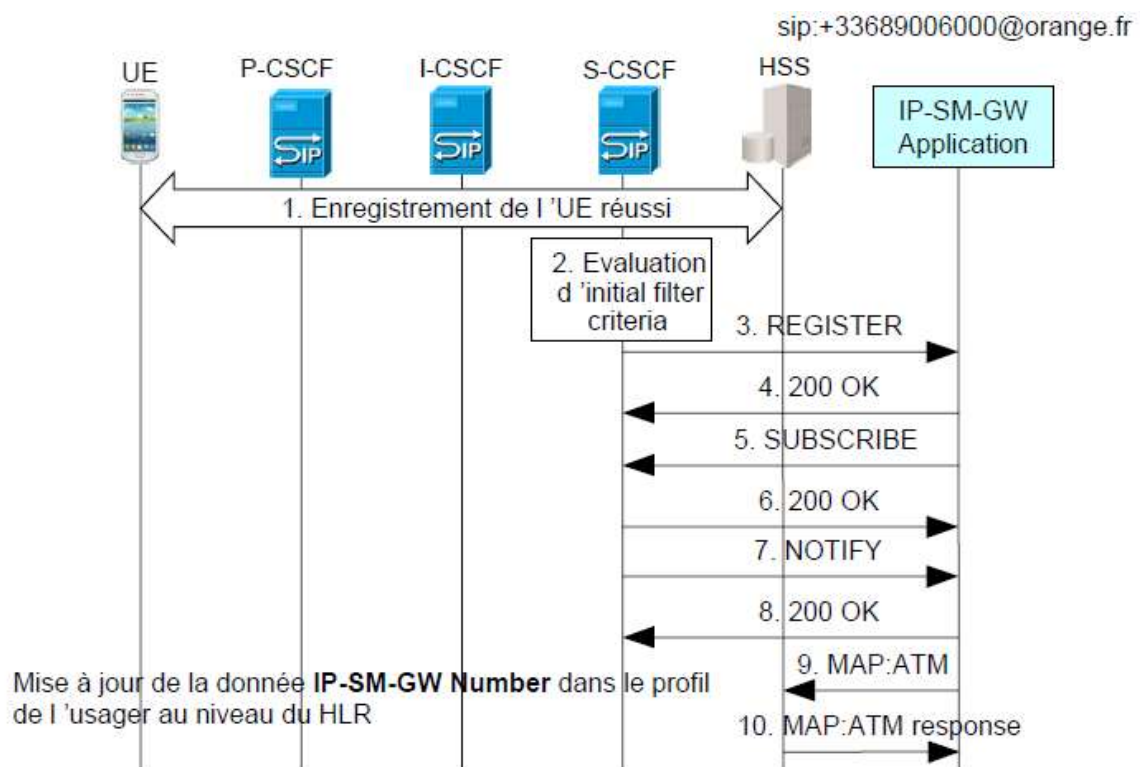


Fig. 3. 11: Enregistrement de l'UE à l'IMS et mise à jour de sa joignabilité pour recevoir des SMS sur IP

Une fois l'utilisateur enregistré, l'IPSMGW reçoit l'enregistrement tiers du S-CSCF. L'IPSMGW doit alors indiquer la disponibilité de l'utilisateur dans l'IMS.

Envoi de SMS via l'IMS

La figure 3. 12 décrit l'envoi de SMS sur IP.

1. L'UE soumet un message SMS (SMS-SUBMIT, SC Address) au S-CSCF en utilisant une requête SIP MESSAGE. Cette requête sert d'enveloppe SIP pour l'envoi d'un SMS tel qu'il aurait été émis via un accès 2G/3G. Le message SMS-SUBMIT contient trois informations essentielles (Figure 2. 12): Global Title (GT) du SMSC, MSISDN du destinataire du SMS, et le texto.

2. Le S-CSCF relaie le message (SMS- SUBMIT, SC Address) à l'entité IP-SM-GW (AS) suite au déclenchement d'un iFC (Initial Filter Criteria). iFC correspond à une marque de service dans le profil de service de l'émetteur du SMS.

NOTE: Les usagers qui n'ont pas souscrit au service SMS disposent d'un iFC dans leur profil de service afin de filtrer/bloquer les SMS.

3. IP-SM-GW acquitte la requête SIP avec une réponse SIP 202 Accepted signifiant que la requête MESSAGE a bien été reçue, mais n'a pas encore été délivrée au destinataire.

4. La réponse 200 Accepted est routée par le S-CSCF à l'UE émetteur.

5. L'entité IP-SM-GW réalise la procédure d'autorisation du service SMS sur la base des données de souscription. Tout barring de SMS est réalisé par l'IP-SM-GW comme l'aurait réalisé un MSC/VLR ou un SGSN. Si le résultat de l'autorisation est négatif alors l'IP-SMGW ne doit pas relayer le message court et doit retourner à l'UE émetteur un code de réponse négatif. Sinon, l'IP-SM-GW extrait le message SMS (SMS-SUBMIT) de la requête SIP MESSAGE et le relaie au SMSC (SC Address) en utilisant le protocole MAP (MAP-MO-FORWARD-SM Req).

6. Le SMSC retourne un acquittement au message MAP-MO-FORWARD-SM Req à l'IPSMGW.

7. IP-SM-GW (AS) émet un message SUBMIT-REPORT au S-CSCF, encapsulé dans une requête SIP MESSAGE à destination de l'UE.

8. Le S-CSCF émet le SUBMIT-REPORT dans une requête SIP MESSAGE à l'UE.

9. L'UE acquitte le message SUBMIT-REPORT.

10. Le S-CSCF relaie l'acquittement à l'IP-SM-GW.

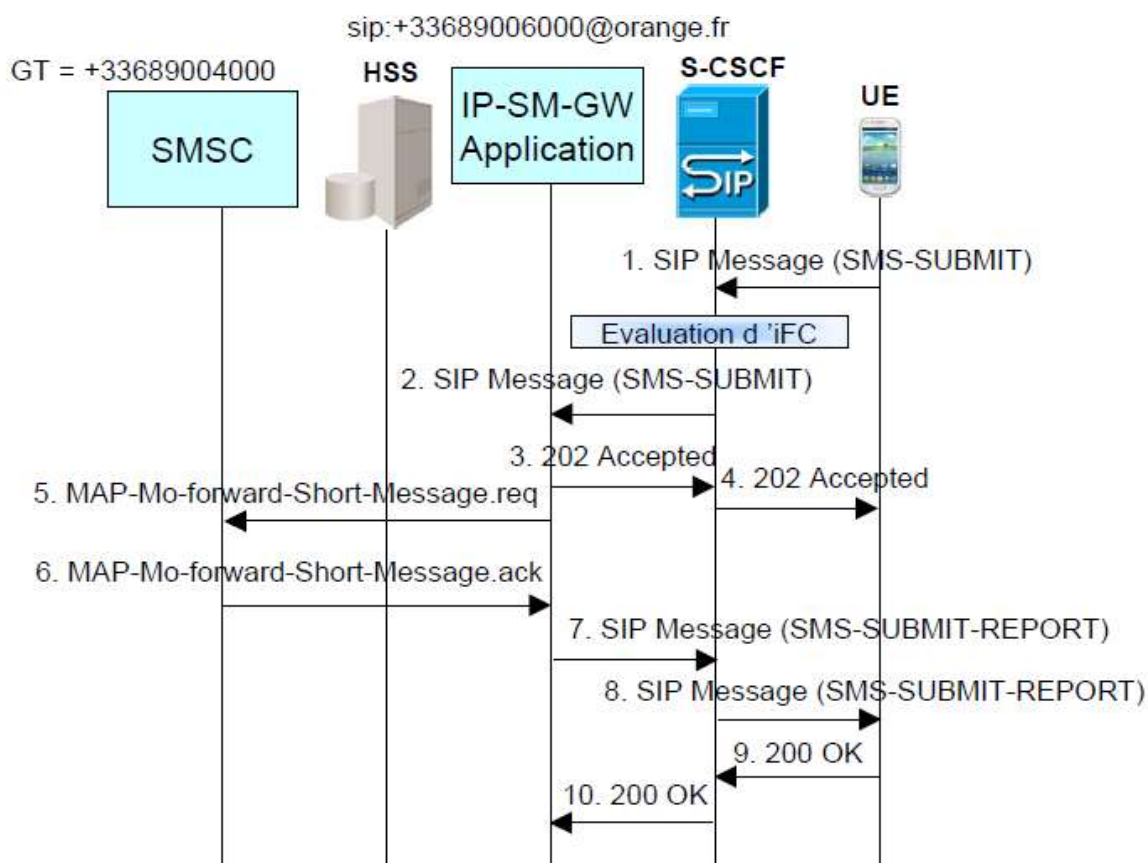


Fig. 3. 11: Envoi d'un SMS

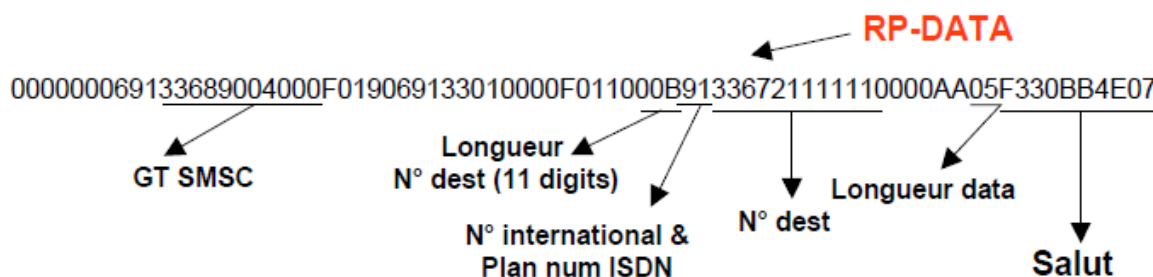


Fig. 3. 12: Contenu du message SMS-SUBMIT encapsulé dans une requête SIP MESSAGE

Réception de SMS

La figure 3. 13 décrit la réception de SMS sur IP.

Le scénario concerne un usager enregistré dans le monde IMS avec une adresse sip: JohnCook@orange.fr associée à un numéro de téléphone tel:+33672225555. Ces 2 IMPUs sont présentés dans le même profil de service. L'utilisateur dispose d'un UE ayant la capacité SMS. L'IP-SM-GW est informé que l'UE est enregistrée.

1. Le SMSC de l'émetteur du SMS interroge le HLR/HSS de la destination du SMS afin d'identifier le GT (Global Title) du noeud auquel le SMS doit être délivré.
2. Le HLR retourne le GT de l'IP-SMS-GW.
3. Le SMSC émet la requête MAP-MT-FORWARD-SM à l'IP-SMS-GW.

4. L'IP-SMS-GW sait que l'UE est enregistré dans le domaine IMS. Il traduit le message MAP reçu du SMSC en une requête SIP MESSAGE contenant le message court sous forme de message SMS-DELIVER et l'envoi au S-CSCF qui prend en charge l'UE destinataire.
5. Le S-CSCF route la requête SIP MESSAGE à l'UE
6. L'UE l'acquiesce via une réponse 200 OK.
7. La réponse 200 OK est relayée par le S-CSCF à l'IP-SMS-GW
8. et 9. L'UE acquiesce le message SMS-DELIVER par un message SMS-DELIVER REPORT encapsulé dans une requête SIP MESSAGE afin d'être délivré à l'IP-SM-GW via le SCSCF.
10. et 11. L'IP-SM-GW acquiesce la réception de la requête SIP MESSAGE contenant le SMSDELIVER- REPORT par une réponse 200 OK.
11. L'IP-SMS-GW retourne un acquiescement de livraison de SMS au SMSC via le protocole MAP.

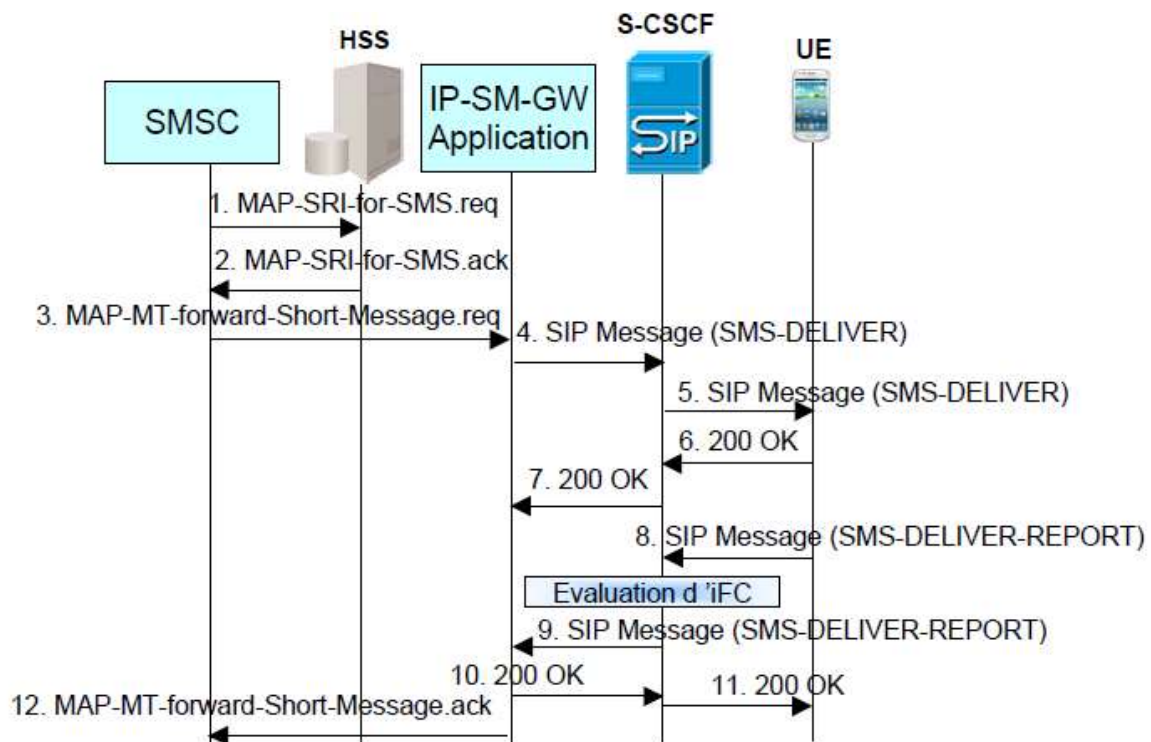


Fig. 3. 13: Livraison de SMS réussie via l'IMS

Désenregistrement de l'UE à l'IMS et mise à jour de sa non joignabilité pour la réception de SMS via l'IMS

La figure 3. 14 montre un usager se désenregistrant du réseau IMS. L'entité IP-SM-GW informe le HLR/HSS de cet événement.

1. Le désenregistrement de l'UE consiste en une requête REGISTER dont le champ Expires est positionné à 0.
2. Requête NOTIFY (S-CSCF à IP-SM-GW). Le S-CSCF émet une première requête NOTIFY à l'entité IP-SM-GW. La notification indique que l'IMPU n'est plus enregistrée pour recevoir des SMS.

3. Réponse 200 OK (IP-SM-GW à S-CSCF). L'entité IP-SM-GW émet une réponse 200 OK au S-CSCF.
4. Requête MAP: AnyTimeModification. L'entité IP-SM-GW émet une requête au HLR/HSS afin de l'informer que l'utilisateur avec le MSISDN "+33672225555" n'est plus disponible pour recevoir des SMS via l'IP-SM-GW.
5. Réponse MAP: AnyTimeModification. Le HLR/HSS acquitte la réception de la requête correspondante.

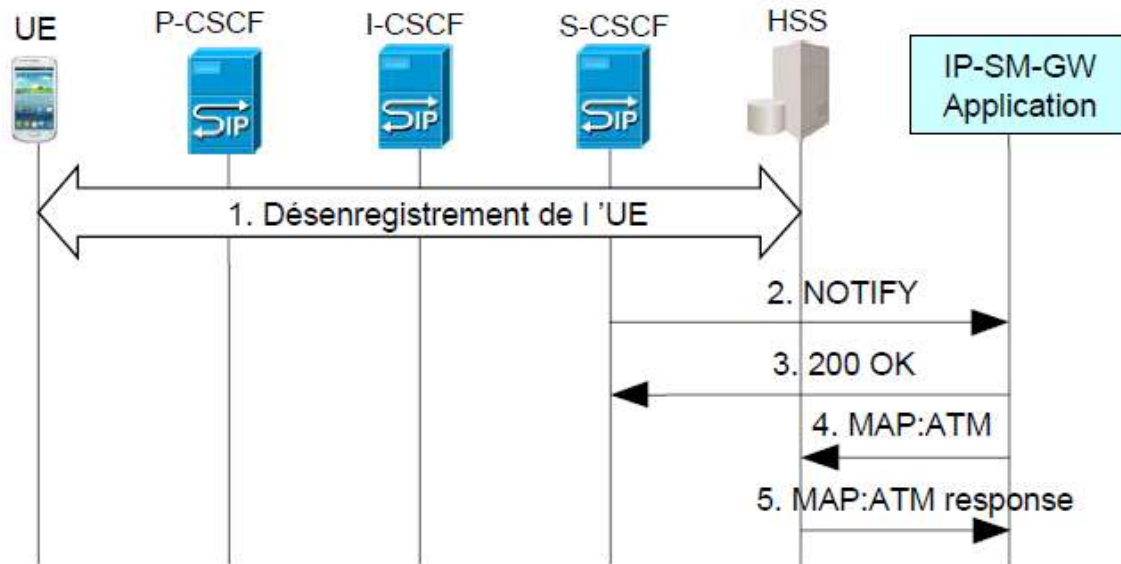


Fig. 3. 14: L'IP-SM-GW indique au HSS l'indisponibilité de l'IMPU pour la livraison des SMS

Le HLR est mis à jour par l'IP-SM-GW AS avec les données suivantes :

- UE Not Reachable via IP-SM-GW Flag (UNRI)
- UE Not Reachable via IP-SM-GW Reason (UNRR)

3. 8 L'interfonctionnement du niveau transport (Transport-Level Interworking)

En ce niveau, le contenu original du SMS est amené du côté de l'IMS. La différence sur ce réseau s'appuie sur le protocole de transport appelé à être utilisé pour transporter le court message, comme le montre la figure ci-dessous.

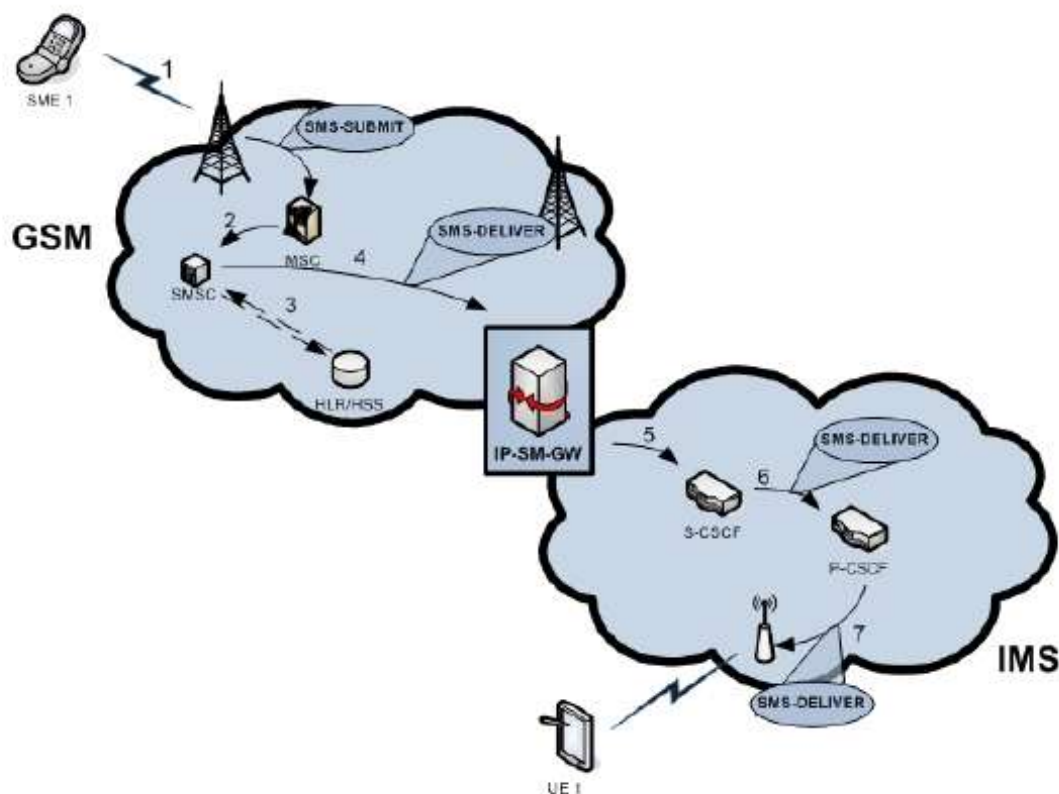


Fig. 3. 15: SMS livré avec la TLI.

Lorsque l'IP-SM-GW choisit d'appliquer cette méthode pour transmettre un message GSM au domaine IMS, il télécharge simplement la charge utile binaire du message MAP reçu dans un message SIP. Ce message utilisera la méthode SIP MESSAGE et sa charge utile sera signalée comme 'application / vnd.3gpp.sms'. La figure ci-dessous illustre ce type de messagerie dans l'IMS.

```
MESSAGE sip:+35196666666@ims.ptinovacao.pt SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP sip.ms.ptinovacao.pt
From: <sip:+351966123123@ims.ptinovacao.pt>tag=14143
To: <sip:+35196666666@ims.ptinovacao.pt>
Call-ID: ap60a0c0d0d0d0d0d0d0d0d0d0d0d0d0
CSeq: 2 MESSAGE
Max-Forwards: 70
Allow: INVITE,ACK,CANCEL,BYE,MESSAGE,OPTIONS,NOTIFY,PRACK,UPDATE,REFER
User-Agent: [TLI] [TLI] [TLI] [TLI] [TLI] [TLI] [TLI] [TLI]
Content-Type: application/vnd.3gpp.sms
Authorization: Digest username="Tlpa-a-litao@ptinovacao.pt",realm="ims.ptinovacao.pt",nonce="",uri="sip:ims.ptinovacao.pt"
P-Preferred-Identity: <sip:+351966123123@ims.ptinovacao.pt>
Allow-Events: presence, presence.winfo
Content-Length: 74

0000000691330100000F320691330100000F11000B91331632547800008B65F330B64E07
```

Fig. 3. 16 : MESSAGE SIP portant une charge utile de messages courts

Cette méthode nécessite que l'entité de destination IMS prenne en charge la charge utile SMS du MESSAGE SIP. C'est le cas lorsque la destination du message court est un Smartphone avec support SMS, voire un service hérité opérant dans le nouveau domaine. Cependant, la communication avec des terminaux sans support SMS est également couverte par l'IP-SM-GW.

3. 9. L'IP-SM-GW - Architecture réseau :

La fonctionnalité réseau fournissant un service de messagerie dans le réseau IMS est appelée passerelle IP-SM (IP-SM-GW) et du point de vue IMS, elle joue le rôle d'un serveur d'applications.

Comme le montre la figure ci-dessous, l'IP-SM-GW est un pont entre les réseaux 2/3G et IMS. Son interfonctionnement concerne un niveau de service SLI (Service Level Interworking) qui fonctionne avec la messagerie en mode session ou page. Aussi, cet interfonctionnement concerne un niveau de transport TLI (Transport Level Interworking) qui fonctionne uniquement avec SMS sur IP (SMoIP).

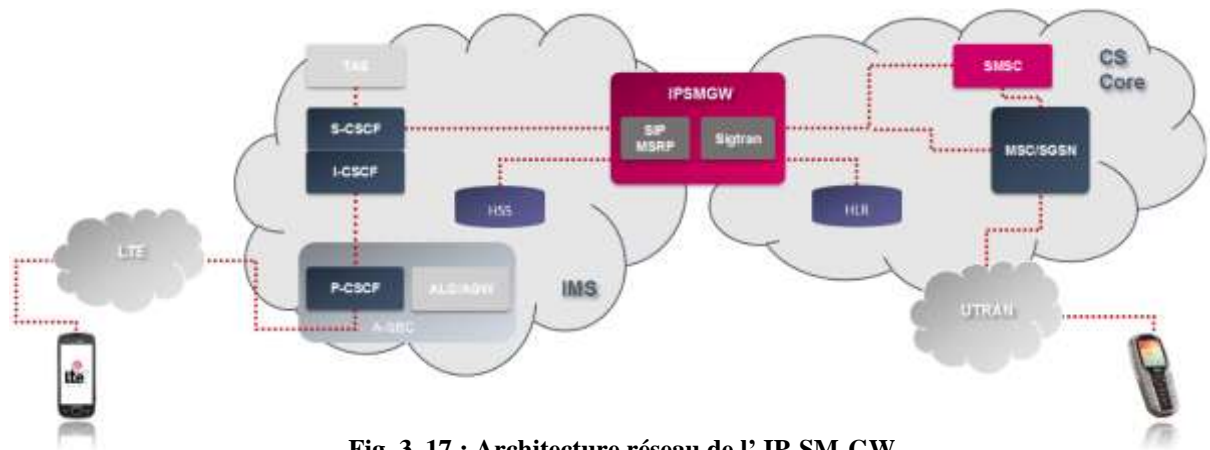


Fig. 3. 17 : Architecture réseau de l' IP-SM-GW

3. 9. 1. : le niveau de transport TLI

Dans le mode TLI, les PDU de la couche SM-TL sont échangées entre les deux points d'extrémité (c'est-à-dire le terminal LTE et le terminal traditionnel). En d'autres termes, la pile de protocoles SMS est placée au-dessus de la couche SIP comme le montre la figure ci-dessous.

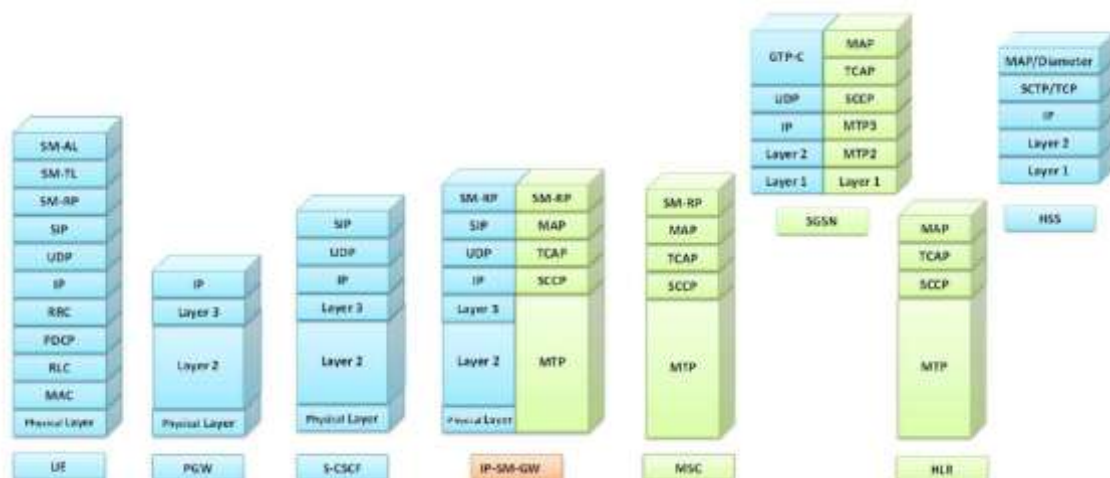


Fig. 3. 18 : Interfonctionnement au niveau du transport - Pile de protocoles

Des fonctionnalités supplémentaires sont requises pour réaliser toute l'opération:

- La passerelle doit communiquer via l'IMS avec l'UE tout en conservant le format et les fonctionnalités du service existant.
- Pour chaque SMS, elle récupérera et stockera les données de l'abonné (qu'il appartienne à l'IMS ou au domaine hérité).
- Effectue l'autorisation des messages courts et stocke les données correspondantes, de la même manière que le MSC.

3. 9. 2 Interfonctionnement du niveau service (Service-Level Interworking)

Ce Service est utilisé chaque fois qu'une entité IMS ne prend pas en charge les SMS et les besoins pour envoyer / recevoir un message court. Lorsque IP-SM-GW détecte cette situation, il fera une traduction complète des protocoles de messagerie connexes. Cela signifie que, lorsque vous recevez un message court à partir d'un domaine existant, la passerelle charge le message court en vue d'assurer la conformité avec l'appui de la messagerie de la destination. Quand un message instantané doit être envoyé au réseau traditionnel, l'IP-SM-GW peut entreprendre deux actions distinctes: traduire le message en un court message et le transmettre au (SMSC) comme une procédure de soumission régulière; ou de traduire et transmettre le message directement à l'entité de destination. Dans ce dernier cas, nous pouvons considérer que le service de messagerie instantanée IMS a été étendu au domaine traditionnel. Une préoccupation majeure concernant l'utilisation de l'interfonctionnement au niveau du service est la procédure de signalisation SMS sans relation directe avec les services de messagerie du nouveau domaine. C'est le cas des accusés de réception; puisqu'au moment où le message entre dans le nouveau domaine, l'expéditeur le perd. Pour résoudre ce problème, la charge utile du message SIP peut être encodée à l'aide du protocole CPIM (Common Profile for Instant Messaging), qui permet d'utiliser l'en-tête IMDN. Cet en-tête fournit quatre types de notifications concernant un état de message instantané: fourni; non livrés; traité; et visualisées. Un exemple de la structure de ce message peut être vu à la figure ci-dessous.



Fig. 3. 19: IMDN pour un message traité

Cette encapsulation de charge utile permet de demander une livraison de notification pour un message court fourni en tant que message instantané. Avec l'IP-SM-GW contrôlant et suivi de l'état de livraison, un rapport de remise de messages courts peut facilement être généré et renvoyé au SMSC, concernant un message court précédemment reçu et transmis.

3. 10 Protocoles de messagerie IMS

L'architecture IMS prend en charge de nombreux services fonctionnant sous le protocole de signalisation Session Initiation Protocol (SIP). Ces services sont pour la plupart des services de données accessibles partout via un terminal IP. L'offre de service IMS comprend, évidemment, les services de messagerie. Les services de messagerie existants dans l'IMS ont été divisés en deux concepts: Page Mode Messaging; et Session-Mode Messaging.

3. 10. 1 Messagerie en mode Page (Page-Mode Messaging)

Ce concept est similaire à celui du SMS. Le message est envoyé en dehors du contexte d'une conversation, c'est-à-dire, qu'aucune réponse est exigée au message envoyé. Il peut s'agir d'une notification, d'un simple message texte échangé entre deux utilisateurs ou même d'un moyen d'envoyer un fichier multimédia. Ce concept suggère deux types de messages: Messages courts et grands. Un message court dans l'IMS peut être envoyé à l'aide de la méthode SIP MESSAGE, comme le montre la figure suivante :



```
MESSAGE solange@di.uminho.pt SIP/2.0
Via: SIP/2.0/TCP filipe.laptop;branch=z9hG4bK776sgdkse
Max-Forwards: 70
From: sip:filipe-a-leitao@ptinovacao.pt;tag=49583
To: sip:solange@di.uminho.pt
Call-ID: asd88asd77a@1.2.3.4
CSeq: 1 MESSAGE
Content-Type: text/plain
Content-Length: 14

Reuniao as 10?
```

Fig. 3. 20: La méthode du message SIP

Cependant, cette méthode a des limitations liées au protocole SIP concernant la taille du message. Pour un contrôle de congestion, un message SIP ne peut pas dépasser la taille de 1500 octets.

Lorsqu'un utilisateur IMS souhaite envoyer un message qui dépasse la taille limite du protocole SIP, ce message sera considéré comme un message large et le protocole MSRP (Message Session Relay Protocol) sera utilisé.

Ainsi, les messages volumineux peuvent être utilisés pour envoyer des objets média sur un réseau IMS. Dans le contexte de messagerie en mode Page, le protocole MSRP est utilisé pour fournir un seul message.

Ce message peut cependant être divisé en divers messages MSRP, comme c'est illustré sur la figure ci-dessous, et fusionnés dans l'entité de destination car ils ont tous le même identifiant.

```

MSRP dkei38sd SEND
Message-ID: 4564dpWd
Byte-Range: 1-*/8
Content-Type: text/plain

abcd
-----dkei38sd+

MSRP dkei38ia SEND
Message-ID: 4564dpWd
Byte-Range: 5-8/8
Content-Type: text/plain

EFGH
-----dkei38ia$

```

Fig. 3. 20: Message texte divisé en deux blocs

Le client User Agent (UAC) envoie le MESSAGE SIP au proxy et le proxy le redirige vers le User Agent Server (UAS) qui répond avec un message 200 OK.

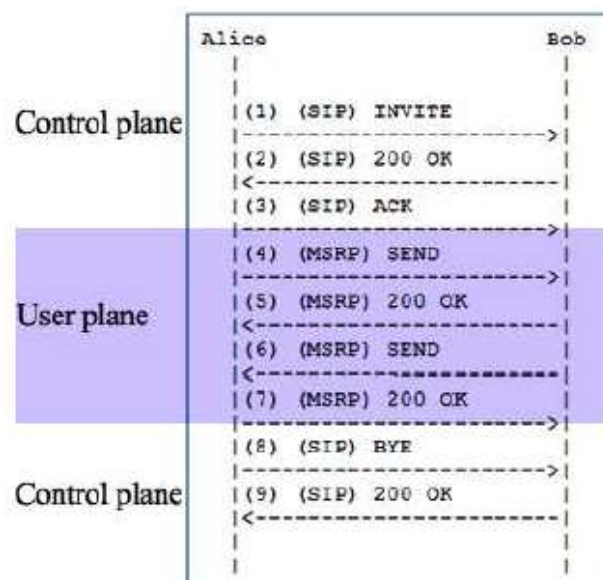


Fig. 2. 20: Messagerie en mode Page avec MSRP

3. 10. 2 Messagerie en mode session (session-Mode Messaging)

C'est la méthode la plus courante pour l'échange de messages entre les utilisateurs IMS. Elle est généralement liée à la messagerie instantanée (IM). Dans cette méthode, une session est établie pour la conversation entre deux ou plusieurs utilisateurs IMS. Pour ce type de messagerie, le protocole MSRP est utilisé dans le réseau IMS. Cependant, contrairement à la messagerie en mode Page, la session MSRP sera maintenue jusqu'à la fin de la conversation.

Pour fournir un message MSRP, une session SIP doit être établi. La figure suivante détaille l'établissement d'une session MSRP. Lorsque tous les blocs de messages sont reçus, la session est fermée sans attendre une réponse de l'entité de destination.