

Réseau de Signalisation DIAMETER dans l'EPS : Principes et Architecture

EFORT

<http://www.efort.com>

1 Introduction

Les réseaux mobiles 2G/3G consistent en un coeur de réseau circuit et un coeur de réseau paquet. Le réseau circuit appelé R4 est constitué de MSC Server et de MGW et offre les services de la téléphonie. Le réseau paquet appelé GPRS est constitué de SGSN et GGSN et propose l'accès à Internet/Intranet avec mobilité.

Les protocoles de signalisation utilisés dans le réseau circuit sont :

- MAP (Mobile Application Part) pour la gestion de la mobilité GSM, le transfert de SMS.
- INAP (Intelligent Network Application Part) et CAP (CAMEL Application Part) pour l'invocation de plates-formes de services du Réseau Intelligent ou CAMEL telles que Prépayé, Réseau Privé Virtuel, numéros abrégés
- ISUP pour l'établissement/la libération de circuit avec des réseaux externes circuits
- BICC/SIP-I pour l'établissement/la libération d'appels avec d'autres MSC Servers.

Les protocoles de signalisation utilisés dans le réseau paquet GPRS sont :

- MAP (Mobile Application Part) pour la gestion de la mobilité GPRS.
- GTPv1-C (GPRS Tunnel Protocol - Control Plane) pour l'établissement/la libération de bearers (appelés contextes PDP) utilisés pour le transport des paquets IP du client avec mobilité.
- DIAMETER pour le contrôle de la QoS et de la taxation. Un tutoriel sur le protocole DIAMETER est disponible à l'URL <http://www.efort.com/index.php?PageID=5&l=fr>

Avec l'évolution des réseaux mobiles vers le réseau 4G appelé EPS (Evolved Packet System) qui est un réseau mobile tout IP, les protocoles de signalisation associés sont tous conçus sur IP directement. Le nouveau réseau coeur paquet de l'EPS est appelé ePC (Evolved Packet Core). Les protocoles de signalisation associés sont:

- DIAMETER qui reste le protocole pour le contrôle de la QoS et de la taxation (online et offline)
- DIAMETER pour la gestion de la mobilité ePC en remplacement de MAP.
- GTPv2-C (GPRS Tunnel Protocol - Control Plane) pour l'établissement/la libération de bearers.

Le nouveau domaine circuit est l'IMS (IP Multimedia Subsystem) dont les protocoles de signalisation sont :

- DIAMETER pour la gestion de la mobilité IMS (enregistrement/désenregistrement)
- SIP pour l'établissement/la libération de sessions multimédia incluant la téléphonie
- SIP pour l'invocation de plates-formes de services IMS
- DIAMETER pour le contrôle de la QoS et de la taxation IMS (online et offline).

Lorsque l'on considère le scénario de roaming, le protocole de signalisation majeur utilisé entre le réseau visité 2G/3G et le réseau nominal 2G/3G est MAP. DIAMETER est son remplaçant et devient le protocole de référence entre réseaux visité et nominal 4G.

Cette évolution de certains protocoles SS7 notamment MAP vers DIAMETER requiert un réseau de signalisation associé. Tout comme SS7 fonctionnait en mode quasi-associé avec la mise en oeuvre de STPs (Signaling Transfer Point) dans les réseaux mobiles d'opérateurs et au niveau International pour assurer l'acheminement de la signalisation entre opérateurs (notamment en cas de roaming), DIAMETER nécessite ce même mode de fonctionnement avec l'introduction d'Agent DIAMETER. L'agent est un routeur de signalisation DIAMETER.

Le but de ce tutoriel est de montrer l'usage de DIAMETER dans les réseaux mobiles. Le second chapitre décrit l'architecture EPS en insistant sur l'importance de DIAMETER dans cette architecture. Le troisième chapitre présente la place de l'Agent DIAMETER dans l'EPS et ses avantages comparé à une architecture de signalisation DIAMETER sans Agent. Le quatrième chapitre décrit le roaming EPS et le rôle des Agents opérateur et Agents Internationaux.

2 Architecture EPS et positionnement de DIAMETER

Le réseau EPS est constitué d'un nouveau réseau d'accès appelé LTE (Long Term Evolution) et d'un nouveau réseau cœur appelé ePC (Evolved Packet Core). Il consiste en les entités suivantes (Figure 1):

- L'eNodeB est responsable de la transmission et de la réception radio avec l'UE. A la différence de l'UTRAN 3G où sont présentes les entités Node B et RNC, l'architecture E-UTRAN ne présente que des eNodeB. Les fonctions supportées par le RNC ont été réparties entre l'eNodeB et les entités du réseau cœur MME/Serving GW. L'eNodeB dispose d'une interface S1 avec le réseau cœur. L'interface S1 consiste en S1-C (S1-Contrôle) entre l'eNodeB et le MME et S1-U (S1-Usager) entre l'eNodeB et le Serving GW.
- Le MME (Mobility Management Entity) est le nœud responsable du contrôle dans le réseau ePC. Il est responsable de l'enregistrement des mobiles, de leur authentification, de leur joignabilité lorsqu'ils sont dans l'état de repos (incluant paging). de la 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 oeuvre le Default Bearer (le canal de communication permanent) au moment du rattachement du mobile au réseau.
- Le SGW (Serving GW, passerelle de service) route les paquets sortants de l'utilisateur au PDN GW et achemine les paquets entrants à l'utilisateur via le réseau d'accès. Il réalise par ailleurs les fonctions d'interception légale et de comptabilité par usager pour la taxation inter-opérateurs.
- Le PGW (PDN GW, passerelle PDN) fournit la connectivité vers les réseaux externes tels que Internet et Intranets. Il réalise les procédures d'allocation de l'adresse IP au mobile, d'interception légale et de taxation des flux de service montants et descendants.
- Le HSS (Home Subscriber Server) est la base de données contenant les données de souscription de l'utilisateur EPS. L'interface au HSS est S6 basée sur le protocole DIAMETER.
- Le PCRF (Policy and Charging Rules Function) fournit les règles de taxation au PDN GW afin que ce dernier puisse réaliser la taxation des flux de service montants et descendants. L'entité PCRF (Policy and Charging Rules Function) permet à la fonction PCEF (Policy and Charging Enforcement Function) incluse dans le PDN GW d'apprendre les règles PCC (Policy and Charging Control) afin d'identifier les flux

circulant sur le contexte PDP, de bloquer ou d'autoriser les flux, d'affecter une QoS par flux, et de taxer chaque flux individuellement.

- L'entité PCEF dispose d'une interface de taxation avec l'OCS (l'Online Charging System) pour la taxation online des flux de services IP consommés par l'utilisateur et une interface avec l'OFCS (Offline Charging System) pour la taxation offline des flux de services IP de l'utilisateur.
- Le PCEF obtient des crédits de l'OCS et soumet des tickets de taxation à l'OFCS. Il est à noter que l'entité PCEF peut être indépendante du PDN GW et dans ce cas se retrouve derrière le PDN GW à l'interface des réseaux externes IP.

Un grand nombre d'interfaces de l'architecture EPS est basé sur DIAMETER. En effet les Interfaces DIAMETER (aussi appelées applications DIAMETER) sont :

- S6 (EPS) : S6 est une interface entre l'entité de gestion de la mobilité EPS appelée MME (Mobility Management Entity) et la base de données globale EPS appelée HSS (Home Subscriber Server)
- S13 (EPS) : S13 est l'interface entre l'entité MME et l'entité EIR (Equipment Identity Register) dans la EPS
- Gx (EPS) : Gx est l'entité permettant à l'entité de commutation de paquet dans les réseaux EPS appelée PCEF (e.g., PDN-GW) d'obtenir des règles de taxation auprès de l'entité PCRF (Policy and Charging Rules Function) et ainsi taxer individuellement les flux de services IP.
- Gy (EPS) : Gy est l'interface de taxation online entre l'entité PCEF (e.g., PDN-GW) et l'OCS (Online Charging System)
- Gz (EPS) : Gz est l'interface de taxation offline entre l'entité PCEF (e.g., PDN-GW) et l'OFCS (Offline Charging System).
- S9 (EPS) : S9 est l'interface entre le PCRF du réseau visité et le PCRF du réseau nominal dans le cas où le PDN GW est dans le réseau visité et la taxation est prise en charge par le réseau visité (non présente sur la figure 1).
- Rx (EPS) : Rx est l'interface permettant à l'IMS de demander au réseau EPS (précisément à l'entité PCRF) de réserver des ressources à l'accès (e.g., dedicated bearer) pour garantir la qualité de service des sessions IMS.
- Cx (IMS) : Cx est l'interface entre les serveurs d'appel IMS et la base de données IMS appelée HSS afin d'authentifier, d'autoriser et de localiser l'utilisateur.
- Sh (IMS) : Sh est l'interface entre les Application Servers (ASs) IMS et le HSS afin que l'AS obtienne les données de service permettant l'exécution du service par l'AS.
- Rf (IMS) : Rf est l'interface entre les entités IMS et l'entité OFCS pour la taxation offline.
- Ro (IMS) : Ro est l'interface entre les entités IMS et l'entité Online Charging System (OCS).

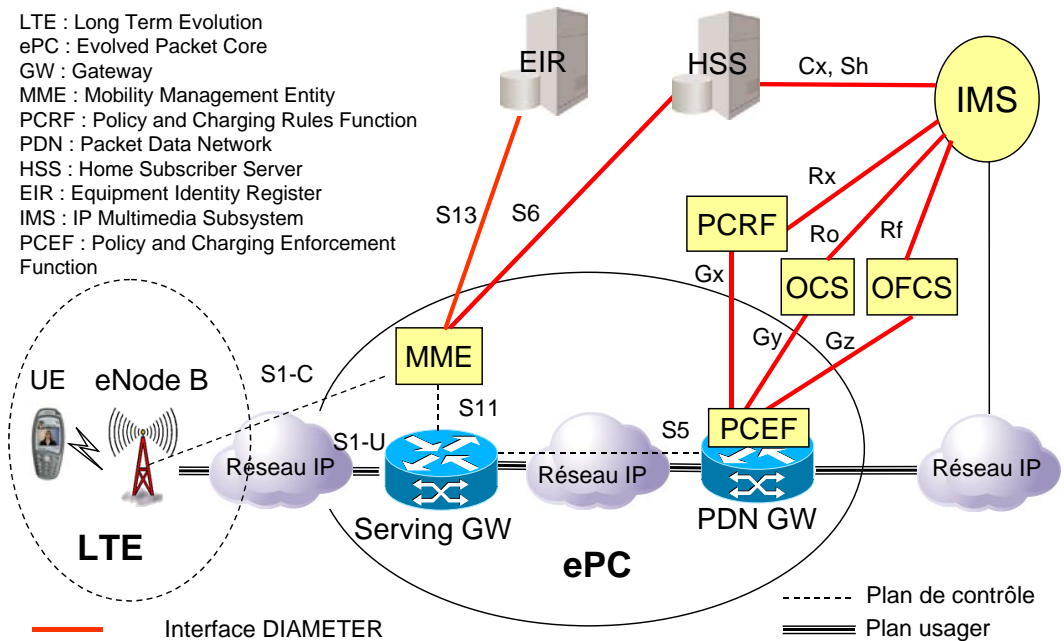


Figure 1: Architecture de Réseau EPS et Interfaces DIAMETER

3 Agent DIAMETER pour l'EPS

Pour des raisons de scalabilité et de simplicité de configuration, le mode quasi-associé devrait être choisi par les opérateurs pour le transport de la signalisation DIAMETER. Un agent (similaire à un STP dans le réseau SS7) relie l'ensemble des nœuds devant dialoguer avec le protocole DIAMETER. Ce même Agent route le trafic de signalisation DIAMETER entre ces nœuds. Tous les nœuds par défaut relaient leur signalisation à l'agent DIAMETER qui dispose de toute l'intelligence de routage (Figure 2). Pour garantir la disponibilité à 100%, les Agents sont déployés par paire, chaque client ou serveur DIAMETER étant relié au moins à une paire d'Agent.

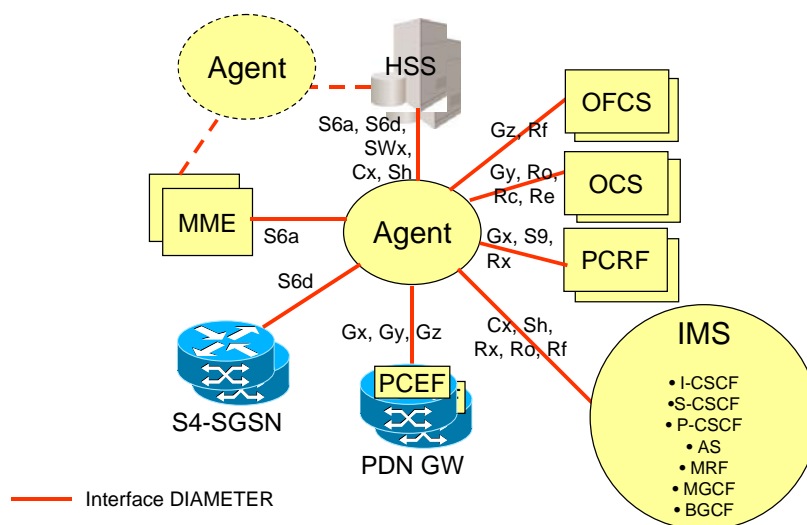


Figure 2 : Agent DIAMETER dans l'EPS

Les agents apportent un ensemble d'avantages dans l'architecture EPS:

- Scalabilité : Si l'on considère N entités devant échanger des messages DIAMETER avec M entités, le nombre de connexions TCP ou SCTP est $N \times M$ sans agent et $N+M$ avec un agent. Il s'agit donc de mettre en œuvre un mode quasi-associé avec des agents plutôt qu'un mode associé pour garantir la scalabilité.
- Simplification de l'extension du réseau : L'introduction d'une nouvelle entité DIAMETER implique la mise à jour des tables de routage de toutes les entités qui ont à dialoguer avec cette nouvelle entité. Si un agent est mis en œuvre entre la nouvelle entité et les autres entités, seule la table de routage de l'agent est impactée. L'impact induit par l'introduction d'une nouvelle entité DIAMETER est minimum.
- Interconnexion de réseau en cachant la topologie : L'agent permet de simplifier l'interconnexion avec d'autres réseaux pour supporter les accords de roaming. L'agent cache par ailleurs la topologie du réseau vis à vis des autres réseaux.
- Support de TCP et SCTP grandement simplifié : Si le client DIAMETER ne supporte que TCP et le serveur DIAMETER ne supporte que SCTP, alors l'agent permet l'interfonctionnement entre les deux entités.
- L'agent permet de mettre en œuvre des applications de routage intelligentes telles que partage de charge dans le contexte PCC (Policy and Charging Control), routage des messages DIAMETER émis par le MME vers le HSS disposant du profil de l'utilisateur, etc.
- Conversion de protocole AAA : Les agents de translation sont importants lors de la migration à DIAMETER où lors de l'interconnexion avec d'autres domaines supportant d'autres protocoles AAA. A titre d'exemples, l'agent de translation peut traduire DIAMETER en RADIUS, ou DIAMETER en MAP, ou DIAMETER en LDAP, etc.

4 Roaming EPS et DIAMETER

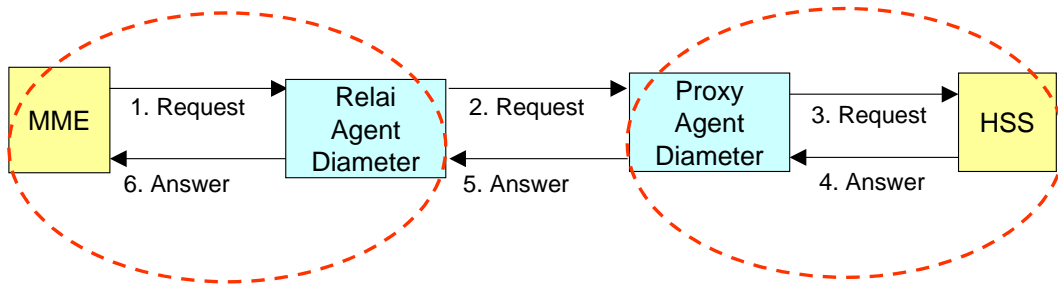
Si l'on considère un scénario de roaming (Figure 3) où un client d'Orange France est pris en charge par l'opérateur Mobistar en Belgique, Le MME visité du réseau Mobistar dérive le nom de domaine du réseau nominal de l'utilisateur mobile LTE à partir de l'IMSI de l'utilisateur. Si l'IMS de l'utilisateur qui s'enregistre est 208019999999999, alors le nom de domaine de l'opérateur auquel appartient cet utilisateur est `epc.mnc001.mcc208.3gppnetwork.org` (Orange France)

1. Le MME visité identifie d'après sa table de routage qui indique que tout message DIAMETER à destination d'un réseau externe à Mobistar doit être acheminé à l'Agent Relai de Mobistar. Une association SCTP existe entre le MME et l'Agent Relai puisqu'il s'agit d'un peer. Le MME émet la requête DIAMETER S6 Authentication Information Request sur cette association SCTP afin d'obtenir un vecteur d'authentification qui lui permettra de prendre en charge l'attachement de l'UE. La requête DIAMETER contient les AVPs suivants : Origin host, origin realm, destination realm. L'AVP Destination-Host n'est pas présent car le MME ne connaît pas le HSS dans le réseau Orange France (Réseau nominal) qui dispose du profil de l'utilisateur.

2. La requête DIAMETER est reçue par l'Agent Relai. Ce dernier analyse l'AVP Destination-Realm de la requête reçue et à partir de sa table de routage de Realm, il lui est possible d'identifier le prochain agent qui peut prendre en charge la requête. Il relaie la requête à un Agent Proxy dans le réseau nominal Orange France.

3. Cet Agent Proxy d'Orange France interroge sa table de routage applicative qui lui permet de traduire l'IMSI de l'utilisateur qui souhaite s'enregistrer en le hostname du HSS qui dispose du profil de cet utilisateur. L'Agent Proxy peut maintenant relayer la requête au HSS. Le HSS est présent dans la table de peer de l'Agent Proxy.

4., 5., 6. La réponse DIAMETER suit le même chemin que la requête. La réponse contient les AVPs Origin-Host et Origin-Realm qui correspondent au hostname et au nom de domaine du HSS.



Destination Realm : epc.mnc001.mcc208.3gppnetwork.org (Orange France)
 Origin host : mmec2.mmegi1.mme.epc.mnc010.mcc206.3gppnetwork.org
 Origin Realm : epc.mnc010.mcc206.3gppnetwork.org (Mobistar Belgium)
 IMSI : 208019999999999

Figure 3 : Scénario possible pour l'interaction entre MME et HSS dans l'EPS

Aussi bien les interfaces S6 (dialogue entre MME visité et HSS nominal) et S9 (dialogue entre PCRF visité et PCRF nominal) doivent être prises en charge en situation de roaming.

Cette solution montrée à la figure 3 n'est pas totalement satisfaisante car si Mobistar a négocié 500 accords de roaming, L'Agent Relai de Mobistar doit alors disposer au minimum de 500 connexions SCTP (1 connexion SCTP avec un Agent de chaque partenaire de roaming). Il est nécessaire de considérer la présence d'Agents DIAMETER au niveau international tout comme dans le monde SS7.

Certains HUBs ou brokers internationaux se profilent dans le monde DIAMETER tels que Syniverse ou IBNF.

Dans ces conditions, l'Agent Relai de Mobistar n'a plus qu'une connexion SCTP avec un Agent du Hub international qui le prend en charge au lieu de 500 connexions (Figure 4). Compte tenu du petit nombre de Hubs internationaux, l'architecture est très scalable.

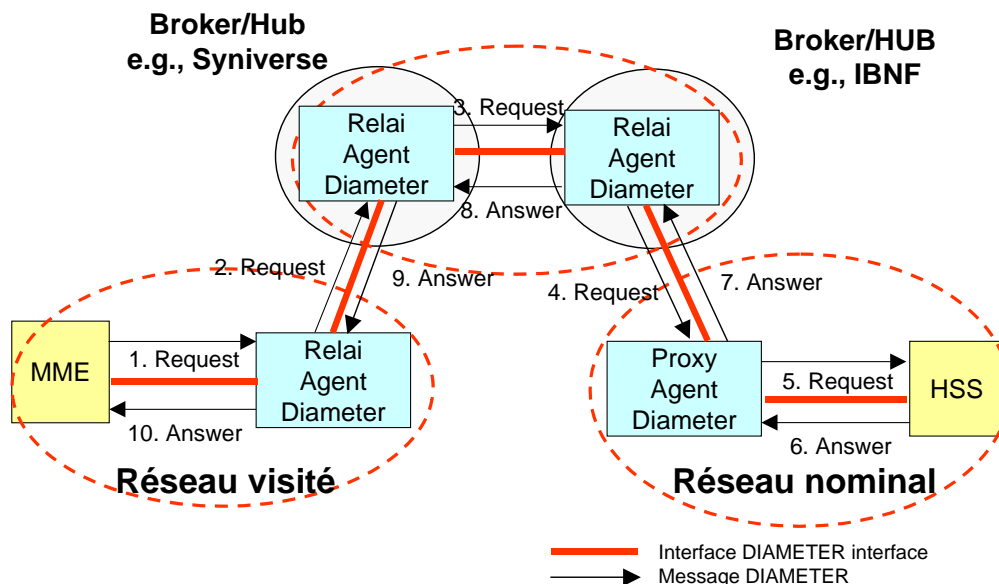


Figure 4 : Roaming et Agents Internationaux

5 Conclusion

En conclusion, les Agents Diameter seront donc des composants importants du futur réseau mobile EPS de la même manière que les STPs/IP STPs sont les composants importants du réseau mobile actuel 2G/3G.

Les agents Diameter sont obligatoires pour le roaming international dans l'environnement EPS. Une hiérarchie d'agents peut exister incluant des agents intra-opérateur pour les routage de la signalisation DIAMETER relative aux interfaces S6, S13, Gx, Gy, Gz, etc et pour le routage de la signalisation S6 et S9 entre opérateur visité et opérateur nominal.

6 Formations EFORT

La formation EFORT "DIAMETER et ses Applications dans les environnements 3G/LTE/IMS" permet de comprendre l'ensemble des interfaces DIAMETER spécifiées dans les mondes 3G pour les aspects relatifs à l'autorisation et la taxation, et pour les mondes LTE et IMS pour les aspects associés à l'authentification l'autorisation et la taxation. L'URL décrivant le programme de cette formation est

http://efort.com/index.php?PageID=21&l=fr&f_id=132&imageField.x=4&imageField.y=4

La formation DIAMETER est complétée par celle sur le Policy and Charging Control (PCC) dans les environnements 3G/LTE/IMS". Cette dernière décrit l'utilisation de DIAMETER à des fins de contrôle des flux de services IP des clients mobiles (autoriser, bloquer, dégrader un flux) et de taxation des flux. Le programme de la formation PCC est décrit à l'URL :

http://efort.com/index.php?PageID=11&l=fr&f_id=109&imageField.x=5&imageField.y=6