



HAL
open science

QoS et mobilité dans un système DVB-S/RCS

Baptiste Jacquemin, Pascal Berthou, Thierry Gayraud, Cédric Baudoin

► **To cite this version:**

Baptiste Jacquemin, Pascal Berthou, Thierry Gayraud, Cédric Baudoin. QoS et mobilité dans un système DVB-S/RCS. Colloque Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles (CFIP), Mar 2008, Les Arcs, France. hal-00250236

HAL Id: hal-00250236

<https://hal.science/hal-00250236v1>

Submitted on 11 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

QoS et Mobilité dans un système DVB-S/RCS

Baptiste Jacquemin* — **Pascal Berthou***** — **Thierry Gayraud***** — **Cédric Baudoin*****

*LAAS-CNRS Université de Toulouse.

7, avenue du Colonel Roche, 31077 Toulouse Cedex 4, France

E-Mail : bjacquem@laas.fr, berthou@laas.fr, gayraud@laas.fr

** Université Paul Sabatier.

118, Route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9, France

*** Thales Alenia Space.

26, avenue J.F. Champollion

B.P. 1187, 31037 Toulouse Cedex 1, France

E-Mail : cedric.baudoin@thalesaleniaspace.com

RÉSUMÉ. Depuis quelques années, les systèmes satellites DVB-S/RCS se révèlent complémentaires aux réseaux terrestres de part leur capacité à offrir un accès large bande pour les régions isolées ou à faible densité sans toutefois nécessiter d'infrastructures lourdes et coûteuses. Il devient alors nécessaire que ces systèmes puissent offrir un support approprié aux nouvelles applications multimédias et aux nouveaux services proposés sur les réseaux terrestres tout en tenant compte des contraintes spécifiques qu'ils soulèvent. Dans ce contexte, cet article a pour objet d'examiner plus spécifiquement les problématiques liées à la mobilité d'un utilisateur et à la qualité de service de ses applications dans le cadre d'un système DVB-S/RCS. Une solution basée sur le protocole d'initiation de session (SIP) permettant une gestion couplée de la mobilité d'un utilisateur et de la qualité de service de ses sessions SIP sera ensuite proposée puis évaluée sur une plateforme d'émulation d'un réseau par satellite.

ABSTRACT. For a few years, DVB-S/RCS satellite systems have been considered as a complementary solution to terrestrial networks as they are now able to provide broadband access to low populated areas without any wide and costly infrastructure deployment. These networks must be compliant with new requirements such as multimedia applications needs and next generation network services. In such a context, this paper deals with the issues linked to a mobile user who needs Quality of Service (QoS) to run his applications in a DVB-S/RCS system. A solution based on the Session Initiation Protocol (SIP) allowing to manage both mobility and SIP sessions QoS at the same time is then proposed and evaluated thanks to a satellite emulation testbed.

MOTS-CLÉS: Qualité de service, DVB-RCS, Mobilité, SIP

KEYWORDS: Quality of service, DVB-RCS, Mobility, SIP

1. Introduction

Les systèmes satellites DVB-S/RCS (Digital Video Broadcasting via Satellite / Return Channel via Satellite) ont, depuis quelques années, réalisé des avancées importantes dans le domaine des transmissions et techniques de codage ainsi que dans la mise en oeuvre d'une voie de retour par satellite offrant ainsi un accès bidirectionnel aux utilisateurs. Cela leur a permis de devenir compétitifs en tant que réseaux d'accès pour les régions isolées ou à faible densité ainsi que pour les réseaux d'entreprise car ils ne nécessitent pas d'infrastructures lourdes et coûteuses. Toutefois, il devient important pour ce type de réseaux de pouvoir offrir à leurs utilisateurs les mêmes services que ceux proposées par le terrestre. En effet, l'apparition de nombreuses applications multimédias (VoIP, e-learning ...) et la mobilité de plus en plus grande des utilisateurs ont soulevé de nouvelles contraintes.

De nombreuses études ont alors été entreprises pour faire face à cette demande croissante. Cependant, les solutions proposées pour les réseaux terrestres ne se révèlent pas toujours appropriées aux contraintes spécifiques des systèmes satellites qui souffrent de longs délais de propagation, d'une bande passante limitée et d'erreurs de transmissions plus fréquentes. La mise en oeuvre d'une architecture adaptée devient alors cruciale au développement de ces réseaux et cela particulièrement en terme de qualité de service car les contraintes de temps imposées par les applications multimédias ajoutées aux difficultés soulevées par la gestion de la mobilité doivent être prises en compte.

Dans un premier temps, cet article présentera l'architecture globale d'un système satellite DVB-S/RCS ainsi que l'architecture de qualité de service développée au cours de différents projets européens (actuellement SATSIX [1]). Dans un deuxième temps, il examinera la problématique de mobilité dans les systèmes satellites en expliquant les principaux types de mobilité et en justifiant le positionnement de notre étude par rapport à ceux-ci. Ensuite, la partie suivante détaillera notre architecture basée sur le protocole d'initiation de session (SIP) [2] qui permet la gestion de la mobilité pour les applications multimédias tout en assurant une qualité de service appropriée. Enfin, l'implémentation de cette architecture fera l'objet d'évaluations et de validation sur une plate forme d'émulation satellite et sera comparée au protocole Mobile IPv6 [3] dans le cadre d'applications multimédias.

2. Architecture d'un système satellite DVB-S/RCS

2.1. Architecture physique

En 1999, l'ETSI proposa un standard pour la voie de retour par satellite nommé DVB-RCS [4]. Couplée avec la norme DVB-S [5], devenue le standard de diffusion de la télévision numérique par satellite, elle offre un accès bidirectionnel par satellite ouvrant la voie à une nouvelle technologie de réseaux d'accès.

Sans décrire exhaustivement chaque élément du réseau, la figure 1 présente un réseau d'accès satellite à topologie maillée et son intégration au sein d'une infrastructure de type Internet.

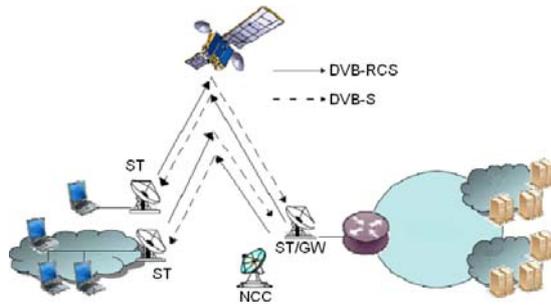


Figure 1. Infrastructure d'accès satellite bidirectionnel

Contrairement à la topologie étoilée dans laquelle tout le trafic est centralisé au niveau de la gateway (GW), l'architecture maillée permet des communications directes entre utilisateurs connectés à des Terminaux Satellites (STs) appartenant à un même réseau satellite. Ces STs ou « satbox » jouent le rôle de routeur d'accès pour le réseau satellite. Un Network Control Center (NCC) est alors en charge du contrôle d'accès aux ressources en partageant le lien de retour entre les différents STs. Dans la suite de l'article, nous considérerons une architecture maillée.

2.2. Gestion de la qualité de service

Un des aspects fondamentaux de la gestion de qualité de service dans ce type de réseau réside dans la gestion de l'accès à la voie montante (ST->satellite), la voie descendante (satellite->ST) étant plus simple à gérer puisque contrainte par ce qui est déjà « monté » et surdimensionnée (jusqu'à 300 fois la voie montante/spot).

L'architecture de QoS développée par le groupe Broadband Satellite Multimédia (BSM) de l'ETSI et normalisée par le SatLab (Association Internationale pour le développement de la technologie DVB-RCS), repose sur l'implantation de services différenciés dans le terminal satellite. La différenciation réside dans la quantité et la périodicité des requêtes de bande passante effectuées auprès du NCC. Un ST est donc un routeur diffserv que l'utilisateur sollicite généralement par le marquage de ses flux applicatifs.

Afin de faciliter l'utilisation de ces services par l'utilisateur et d'améliorer l'adéquation de ses besoins applicatifs à ces services, nous avons proposé plusieurs solutions qui supplantent le simple marquage. Le « QoS agent » permet à l'utilisateur un contrôle visuel des applications et des services associés mais nécessite une certaine expertise. L'extension d'un proxy SIP déployé au niveau de

chaque ST permet un contrôle fin des besoins applicatifs, le tout de manière transparente, en interceptant les requêtes SIP qui contiennent une description précise des flux véhiculés afin d'optimiser la réservation de ressources [6]. Cette dernière solution est une réelle avancée, car la signalisation SIP est principalement utilisée par les applications multimédias qui sont aussi les plus exigeantes en termes de qualité de service. Le « QoS agent » et le proxy SIP communiquent leurs informations à une entité située au niveau des STs, le « QoS server » qui configurera automatiquement la pile diffserv pour fournir la qualité de service adéquate aux flux signalés.

3. La mobilité dans un système satellite

La mobilité dans un système satellite revêt de nombreuses formes qui relèvent de solutions très différentes. Ce paragraphe aborde ces différents types de mobilité au travers de scénarios et permet de situer la contribution de cet article.

3.1. Mobilité des Terminaux Satellites (ST)

La mobilité de terminal satellite (ou « satbox »), qui pourrait sembler de prime abord complexe, trouve sa raison d'être dans de nombreux scénarios de transport. Citons l'exemple du déploiement de l'accès Internet dans les trains à grande vitesse Français [7] qui a débuté en 2007 et qui utilise conjointement des réseaux par Satellite et des réseaux UMTS (dans les gares) couplés à un accès WiFi. Un terminal satellite DVB-S/RCS assure la connexion du train à l'Internet lors de son déplacement. Grâce à la large couverture d'un spot satellite, la mobilité du terminal est transparente pour le réseau lors des déplacements à l'échelle nationale (seule l'antenne embarquée dans le train doit être repositionnée régulièrement en direction du satellite). Lors de plus long trajet, où plusieurs spots peuvent être traversés, des solutions de mobilité existent toutefois au travers de l'extension du protocole DVB-RCS [8]. La mobilité du terminal satellite, et donc des utilisateurs qui y sont raccordés peut être vue comme une mobilité gérée au niveau 2 par le réseau satellite et sort du cadre de cet article.

3.2. Micro mobilité des utilisateurs

Le terme micro-mobilité est utilisé dans le cas d'une mobilité intra-technologie ou dans le cas d'une mobilité intra-domaine (éventuellement inter-technologies). Dans le cas d'un système satellite, on considérera que la micro-mobilité désigne un déplacement derrière un même Terminal Satellite.

Le déploiement d'un réseau WiFi dans une entreprise interconnectée par satellite est un cadre type à ce genre de mobilité. L'utilisateur est mobile dans l'entreprise, mais toute la mobilité est gérée au niveau 2 par les bornes WiFi elles-mêmes. Dans le cas d'une mobilité inter technologies, par exemple lors d'un déplacement entre deux sous réseaux de technologies différentes de l'entreprise, il peut y avoir

changement d'adresse réseau ce qui nécessitera le support de protocoles de mobilité de niveau IP ou supérieur. Dans ces deux cas, l'impact sur la gestion de la qualité de service est limité à l'extérieur du réseau satellite.

3.3. Macro mobilité des utilisateurs

Le terme macro-mobilité désigne une mobilité inter-domaines et éventuellement inter-technologies. Dans le cadre d'un système satellite, cela désigne un déplacement inter-STs.

Mixant mobilité de terminal satellite et mobilité d'utilisateurs, les scénarios d'urgence (catastrophe, incendie) font intervenir de nombreux acteurs sur un terrain où l'infrastructure réseau n'existe pas. Chaque acteur (pompier, gendarmerie) peut posséder son propre accès satellite (dans un camion par exemple) pour déployer un accès réseau sans fil rapidement. Durant l'opération, les acteurs peuvent utiliser les différents moyens de communication qu'ils ont à leur disposition et qui leur sont accessibles, c'est-à-dire potentiellement plusieurs terminaux satellites déployés dans un environnement proche. Dans ce cadre, la qualité de service est un élément crucial et la mobilité doit être gérée par des protocoles de niveau IP ou supérieur.

Le cadre de cet article est de proposer une solution de gestion de la qualité de service couplée à la mobilité, pour ce type de mobilité. Le terme mobilité correspondra donc à la macro-mobilité dans la suite de l'article. Un des objectifs principaux sera, en plus de la gestion de la mobilité à proprement parler, la transparence du basculement des réservations de QoS entre les terminaux satellites concernés.

4. Mobilité et QoS

4.1. Défaut de Mobile IP pour les applications multimédias

L'Internet n'a pas été conçu avec un souci premier de mobilité, ni dans un souci de qualité de service. Ce n'est que plus tard, quand sont apparus des terminaux mobiles, que le protocole IP fut enrichi du support de la mobilité avec Mobile IP. L'objectif de ce protocole distinct du protocole IP, est de masquer la mobilité d'un équipement à ses correspondants sur le reste de l'Internet et d'éviter les ruptures des communications pendant les déplacements. Cependant, Mobile IP ne permet pas de gérer la qualité de service des communications et bien que cela n'ait que peu de conséquences dans le cadre d'applications classiques telles que le transfert de fichiers ou le « web browsing », ce n'est pas le cas pour les applications multimédias temps réel qui ont de fortes contraintes de temps et qui, dans un contexte de mobilité, nécessitent une adaptation au support courant (changement de codecs, éventuellement suppression/ajout de la vidéo selon bande passante disponible).

Il devient donc nécessaire de mettre en place de nouveaux mécanismes pour permettre la gestion de la QoS pour un utilisateur mobile. Deux solutions se révèlent alors possibles : l'ajout de mécanismes au protocole Mobile IP ou la mise en œuvre d'une autre solution basée sur un ou plusieurs autres protocoles.

Etant donné l'architecture de QoS de notre système DVB-S/RCS basée sur les proxies SIP, nous avons choisi d'étudier et d'implémenter une architecture de mobilité à qualité de service basée sur SIP. Certaines études [9] ont déjà montré comment utiliser ce protocole pour traiter la mobilité d'un utilisateur en cours de communications. Le couplage avec la QoS implique alors la spécification de nouveaux échanges entre les différentes entités du réseau (proxy SIP, ST) responsables de la gestion de QoS. Par exemple, lors du déplacement d'un utilisateur, toutes les ressources qu'il mobilise dans son ST devront être transférées et éventuellement modifiées au nouvel ST de rattachement.

4.2. Architecture SIP pour la gestion couplée de la mobilité et de la QoS

4.2.1. Introduction à SIP

Le protocole SIP est en passe de devenir un pilier de ce que pourrait être une future couche session de l'Internet, réunissant autour de lui un consensus autant dans l'Internet que dans les systèmes 3G. Dissociant une adresse de niveau session, qui est un identifiant de ressource universel (URI) du type (sip:kiaso@domaine.org), de l'adresse de niveau réseau (adresse IP), le protocole SIP permet, outre la gestion de la session, la localisation d'un utilisateur mobile.

De part son architecture basée sur différents serveurs qui permettent l'enregistrement, la localisation d'un utilisateur ainsi que le relais des messages par les proxy, SIP permet aisément la gestion de la mobilité nomade dans laquelle un utilisateur change de point d'accès avant d'initier ou de recevoir une invitation de session. L'objectif de notre étude a alors été de concevoir et d'étudier une solution basée sur SIP permettant la gestion couplée de la mobilité d'un utilisateur en cours de communications et de la qualité de service de ses communications multimédias. Dans le paragraphe suivant, nous allons donc décrire notre proposition en détail.

4.2.2. Présentation de notre architecture

Notre architecture sera basée sur le JAIN SIP Presence Proxy [10] ainsi que sur un client SIP développé au LAAS. Il est tout d'abord important de préciser que, pour notre architecture, les proxies SIP doivent fonctionner en mode « statefull », c'est-à-dire qu'ils conservent en mémoire l'état des transactions (méthodes et réponses finales). De plus, des modifications par rapport à la norme ont été réalisées pour **forcer les messages SIP à passer par les proxies** situés au niveau de chaque terminal satellite concerné par la communication, permettre l'envoi de messages de **réservation/libération de QoS** au «QoS server» et permettre **la gestion optimisée du réenregistrement** dans un contexte de mobilité nomade et continue en tenant compte des contraintes spécifiques du satellite.

Nous allons d'abord insister sur ce point dans la partie 4.2.2.1 car c'est à ce niveau que les principales améliorations du proxy et du client SIP ont été apportées. Enfin, en partie 4.2.2.2, nous présenterons la méthode implémentée au niveau du client pour reprendre ses communication avec un temps d'interruption minimum.

4.2.2.1. Problématique du réenregistrement

On considère une communication entre un nœud mobile (MN) et un correspondant (CN). Une session SIP a permis de réserver des ressources au niveau des STs concernés. Une fois que le MN a changé de réseau et obtenu une nouvelle adresse, il doit tout d'abord effectuer la procédure de réenregistrement/libération de ressources qui se décompose en 2 ou 3 phases selon les cas:

- Prévenir son home proxy SIP qu'il a changé d'adresse pour qu'il puisse continuer à être joignable de part son URI SIP. D'autre part, si la QoS de la communication avait été réservée au niveau de ce proxy, elle doit être libérée.
- S'enregistrer auprès du proxy SIP qui s'occupe du nouveau domaine pour que les requêtes soient correctement transmises.
- Se désenregistrer auprès du dernier SIP proxy si celui-ci n'était pas le « home » SIP Proxy. Il est alors aussi nécessaire de libérer la QoS allouée.

Pour ces enregistrements/désenregistrements, il est soit possible d'envoyer un message pour chaque proxy SIP, soit d'envoyer un seul message à destination du proxy SIP en charge du domaine courant et ensuite, celui-ci se chargera de prévenir les autres proxies. Dans le cadre du nomadisme, la première solution n'est pas pénalisante puisque l'utilisateur n'est pas en cours de communication et donc son temps d'enregistrement/désenregistrement n'est pas important. Par contre, dans le cadre d'une mobilité continue et puisque l'on force tous les messages SIP à passer par tous les proxies, l'utilisateur doit se réenregistrer dans son nouveau domaine avant de pouvoir relancer ses communications et donc, si l'utilisateur envoie un message REGISTER qui doit traverser le satellite, le temps d'interruption des communications sera allongé d'un aller retour à travers le satellite (minimum 500 ms).

```

Session Initiation Protocol
  Request-Line: REGISTER sip:192.168.19.12:5060 SIP/2.0
  Method: REGISTER
  [Resent Packet: False]
  Message Header
    Call-ID: 2a27e32007510ae48a6a7f5c447e3f57@192.168.20.47
    CSeq: 4 REGISTER
    From: <sip:kiaso@laas.org>;tag=75b793e
    To: <sip:kiaso@iptel.org>;tag=a06351b9
    Via: SIP/2.0/UDP 192.168.19.49:5078;branch=z9hg4bk968331be736202b380b440aeeb4b9eea
    Max-Forwards: 10
    Content-Type: textDomain/satsix.org
    Contact: <sip:kiaso@192.168.19.49:5078;transport=udp>
    Allow: INVITE, BYE, ACK, CANCEL, UPDATE, PRACK
    Content-Length: 10
  Message body
    satsix.org
  
```

Figure 2. Format spécial du message reREGISTER

Nous avons donc choisi d'implémenter la deuxième solution qui permet d'une part un gain de temps et d'autre part d'éviter l'envoi multiple de messages REGISTER (résumé sur la figure 4). La figure 2 montre le format d'un message REGISTER créé par notre client SIP dans le cas où un utilisateur avec comme URI « kiaso@laas.org » (laas.org correspond au domaine mère de l'utilisateur) passe d'un réseau visité 1 (dans notre exemple satsix.org) à un autre réseau visité 2 (iptel.org). Il doit donc s'enregistrer auprès de son nouveau proxy SIP, prévenir celui de son réseau mère et se désenregistrer auprès de son dernier proxy.

Pour différencier un enregistrement classique d'un enregistrement avec nécessité de prévenir un réseau mère, nous avons utilisé la possibilité d'avoir un champ « From » différent du champ « To » dans le message REGISTER comme autorisé par la norme [2]: «The From header field contains the address-of-record of the person responsible for the registration. The value is the same as the To header field **unless the request is a third-party registration** ». On considère ici que l'utilisateur, bien qu'il soit la même personne physique, représente une « third party » vu qu'il a changé de domaine et d'adresse. Ainsi, le proxy SIP voit arriver un message REGISTER avec un champ « From » comportant l'adresse « user@DomaineMere.org » (dans la figure ci-dessus kiaso@laas.org où laas.org représente le domaine mère) et un champ « To » avec l'adresse « user@DomaineVisité2.org » (kiaso@iptel.org ci-dessus où iptel.org représente le domaine courant ou domaine visité2). En voyant ces deux champs différents, ce proxy envoie automatiquement une requête DNS de type SRV permettant de connaître le proxy en charge du domaine correspondant au champ « From » et prévient ce dernier que c'est maintenant lui qui se charge des requêtes de l'utilisateur mobile. Le proxy en charge du réseau mère transmettra alors toutes les requêtes à destination de « user@DomaineMere.org » vers « user@DomaineVisité2.org ».

Enfin, pour prévenir l'ancien proxy SIP qui doit maintenant désenregistrer l'utilisateur mobile et libérer les ressources qui lui étaient allouées, on a utilisé le champ «Message Body » inutilisé pour les messages REGISTER pour y inscrire le nom de domaine correspondant au dernier réseau visité, dans notre cas «DomaineVisité1.org ». Le contenu de ce message Body est décrit dans le champ « Content-Type » encadré en rouge sur la figure 2 et correspondant dans notre cas au lastDomain/satsix.org où satsix.org représente le dernier domaine visité.

4.2.2.2. Détection de changement de réseau

En plus des modifications réalisées au niveau de l'enregistrement, il a fallu permettre au client de détecter automatiquement un changement de réseau en lui ajoutant un module qui permet, lors d'un changement de réseau, de réaliser les différentes étapes suivantes:

- Détecter que l'adresse IP de l'utilisateur a changé.
- Connaître le nouveau domaine courant.

- Envoyer une requête DNS de type SRV (_sip._udp.ipstel.org dans le cas de l'exemple précédent) pour connaître le proxy SIP en charge de ce domaine.
- Réaliser la procédure de réenregistrement décrite dans la partie précédente.
- Ré initier la session SIP à partir de la nouvelle position.

La figure 3 montre le format du message reINVITE qui est en fait le même que le message INVITE initial sauf que l'adresse comprise dans les champs entourés en rouge est maintenant la nouvelle adresse IP de l'utilisateur. Par contre, il est important de ne pas modifier l'adresse comprise dans le callID qui correspond à l'adresse initiale de l'utilisateur et qui identifie la session.

```

Session Initiation Protocol
  Request-Line: INVITE sip:bat@iptel.org SIP/2.0
  Message Header
    Call-ID: 7825ba1762fe625fa30b01591669a401@192.168.20.47
    CSeq: 3 INVITE
    From: <sip:kiaso@laas.org>;tag=5cf423a8
    To: <sip:bat@laas.org>
    Via: SIP/2.0/UDP 192.168.19.49:5078;branch=z9hG4bke07ae5b244ddc9314dbf912be8b7fa85
    Max-Forwards: 70
    Content-Type: application/sdp
    Contact: <sip:kiaso@192.168.19.49:5078;transport=udp>
    Allow: INVITE, BYE, ACK, CANCEL, UPDATE, PRACK
    Require: 100rel
    Supported: 100rel
    Content-Length: 274
  Message body
    Session Description Protocol
      Session Description Protocol Version (v): 0
      Owner/Creator, Session Id (o): Kiaso 1198063199703 119806319 IN IP4 192.168.19.49
      Session Name (s): -
      Connection Information (c): IN IP4 192.168.19.49
      Time Description, active time (t): 0 0
      Media Description, name and address (m): audio 14502 RTP/AVP 14 96 97 98 3 4
      Media Attribute (a): rtpmap:14 MPA/90000/1
      Media Attribute (a): rtpmap:96 DVI4/22/0

```

Figure 3. Format spécial du re-INVITE

Les descripteurs SDP peuvent également être modifiés (type de codec, ordre des codecs ...) pour adapter la qualité de service au nouveau support.

La figure 4 résume les différentes étapes permettant de retrouver une communication SIP et gérer la qualité de service au niveau du système satellite. Une fois que le nœud mobile a changé de réseau (2) alors qu'il était en cours de communication (1), il s'enregistre (3) auprès du proxy SIP 2 en charge de ce domaine qui va maintenant prévenir les proxies concernés :

–A : Le proxy 2 envoie un message au proxy 1 pour lui dire de désenregistrer MN

–B : Le proxy 1 libère alors les ressources associées au MN en envoyant un message FREE au « QoS server ».

–C : Le proxy SIP 2 envoie un message au home proxy SIP pour mettre à jour la localisation du MN.

–D : Le home proxy SIP libère les ressources précédemment associées au MN.

Parallèlement, le client SIP peut alors ré-initier la session (4) et la QoS sera réallouée au niveau des nouveaux proxies en fonction des nouveaux paramètres.

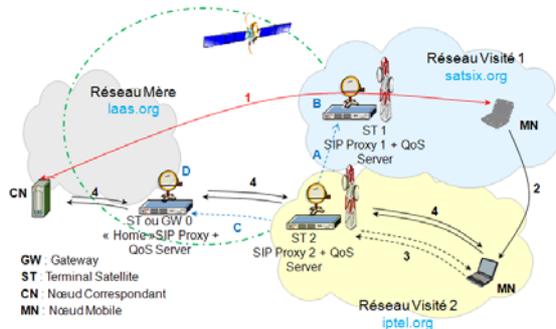


Figure 4. Gestion couplée de la mobilité et de la QoS par SIP

5. Evaluation et validation de l'architecture proposée

Dans cette partie, après avoir brièvement présenté la plate forme d'émulation d'un système satellite qui nous permettra de tester notre architecture, nous évaluerons les temps d'interruption pour notre solution basée sur SIP et utilisant IPv6 en la comparant à une solution utilisant le protocole Mobile IPv6.

5.1. Plateforme d'émulation de réseau satellite DVB-S/RCS

Pour évaluer l'architecture que nous avons mise en œuvre et la comparer avec Mobile IPv6, elle a été implémentée et testée sur une plateforme d'émulation satellite de type DVB-RCS. Basée sur un réseau de 10 machines indépendantes, elle reproduit les mécanismes d'encapsulation, les techniques d'accès au canal satellite (allocation de bande passante à la demande), l'émulation des canaux montant et descendant et les caractéristiques de transmission spécifiques au satellite (délai, gigue, profil d'erreur). Seul le cœur du système (satellite, gateway, ncc, STs) est spécifique au système d'émulation, les terminaux utilisateurs quand à eux sont des systèmes classiques reliés aux terminaux satellites (ST) par IP.

5.2. Temps d'interruption : comparaison entre Mobile IPv6 et Mobilité SIP

On considère initialement une communication entre un nœud mobile qui se trouve dans son réseau mère situé derrière le ST0 et un correspondant qui se trouve dans un réseau que nous appellerons « réseau du correspondant » situé derrière le ST1. Le « home agent » nécessaire à Mobile IP se trouve dans le réseau mère. On utilise ici les mêmes noms (ST0, ST1 ...) que dans la figure 4 mais on considère le cas plus général où le CN ne se trouve pas dans le réseau mère. Les différents déplacements inter-STs du nœud mobile considérés dans le tableau précédent sont:

- Le déplacement 1 : depuis le réseau mère (ST0) vers un réseau qui n'est pas celui de son correspondant (ST2).
- Le 2 : depuis ce dernier réseau vers le réseau du correspondant (ST1).
- Le 3 : depuis ce dernier réseau vers le réseau mère (ST0).

Dans l'article [11], on voit que la mobilité SIP permet théoriquement un gain de temps par rapport à Mobile IPv6. Nous allons maintenant nous focaliser sur les temps expérimentaux. Pour Mobile IPv6, on utilise la procédure de « return routability test » et on considère qu'il y a interruption jusqu'à ce que l'optimisation de route ait été réalisée car pendant la phase d'optimisation, une communication VoIP est beaucoup trop saccadée (sauf dans le cas du déplacement 3 où le mobile revient dans son réseau mère). De plus, on considère les temps d'interruption sans les mécanismes de détection d'adresse dupliquée qui ajoute entre 1.25 et 1.75 s.

	Mobilité SIP avec DNS (et sans)	Mobile IPv6
déplacement 1	2.11 s (1.10 s)	3.97 s
déplacement 2	2.12 s (1.10 s)	1.02 s
déplacement 3	2.56 s (1.53 s)	0.65 s

Tableau 1. Temps d'interruption correspondants aux différents déplacements

On peut d'abord constater que lorsque l'on utilise une découverte dynamique du proxy SIP courant (requête DNS de type SRV), cela rajoute environ un temps de traitement de 1 s au niveau du client SIP ce qui est pénalisant. Lorsque le client a déjà une liste des proxies associés à leur domaine en mémoire, le temps d'interruption est donc fortement réduit. En comparant les résultats sans DNS avec Mobile IPv6, Pour le déplacement 2, les temps sont à peu près similaires mais par contre, dans le cas d'un retour dans le réseau mère (déplacement 3), Mobile IPv6 se révèle plus efficace de part son architecture construite autour du « home agent ». Cependant, on constate que, pour le déplacement 1 qui est le plus courant, SIP est beaucoup plus efficace que Mobile IPv6 dont la phase d'optimisation est très longue. Donc, même si dans quelques cas particuliers, le temps d'interruption est plus faible pour Mobile IPv6, la mobilité SIP se révèle plus efficace dans le cas général avec ou sans découverte dynamique des proxies SIP.

5.3. Validation de la QoS dans le cadre de la mobilité

Lors des expérimentations, on a pu valider la libération des ressources allouées pour la communication avant déplacement ainsi que la réservation de nouvelles ressources au niveau des STs concernés par la communication après déplacement. Le message de réservation contient des données sur les codecs utilisés (débit, perte max, délai max, Call ID, type de média, ports, adresses ...) qui permettront au STs de demander au NCC de lui allouer une quantité appropriée de bande passante.

6. Conclusion

En conclusion, notre architecture SIP basée sur une communication inter-proxies et sur un client amélioré pour la mobilité présente l'avantage d'offrir une gestion

couplée par un même protocole de la QoS et de la mobilité d'un terminal dans le cadre d'applications multimédias tout en permettant d'obtenir des temps d'interruption moins importants que ceux obtenus avec Mobile IPv6 dans le cas général. Cette diminution du temps d'interruption ainsi que la gestion automatique de la réservation/libération de QoS au niveau des ST sont particulièrement importantes dans un système satellite qui veut offrir à ses utilisateurs des applications multimédias. De plus, l'architecture SIP est valable aussi bien en IPv4 qu'en IPv6 ce qui lui permettra de s'adapter à n'importe quels types de réseaux dans le futur.

Ces travaux laissent entrevoir un certain nombre de perspectives. Tout d'abord, des évaluations complémentaires doivent être réalisées au niveau de la mobilité et de la QoS ainsi que sur la charge des proxies SIP. Ensuite, il serait intéressant de coupler notre architecture SIP qui ne permet que de gérer la mobilité pour des applications multimédias à Mobile IPv6 (ainsi que ses extensions) qui reste la meilleure alternative pour les applications classiques basées sur TCP. On pourrait aussi étudier un couplage de Mobile IPv6 avec le "QoS agent" pour qu'un utilisateur puisse gérer la QoS de ces autres applications (par exemple, s'il veut contrôler le débit de ses téléchargements). Enfin, les aspects concernant la sécurité et l'authentification devront être traités pour assurer qu'un utilisateur malicieux ne s'approprie pas les ressources d'un autre.

7. Références

- [1] IST SATSIX Project (Contract IST-2004-26950), <http://www.ist-satsix.org>
- [2] J. Rosenberg, H. Schulzrinne & al. "SIP: Session Initiation Protocol", RFC 3261, June 2002.
- [3] D. Johnson, C. Perkins & al. "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, June 2004.
- [4] ETSI: EN 300 421 V1.1.2 (97-08) Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for the 11/12 GHz satellite services.
- [5] ETSI: ETSI EN 301 790 V1.4.1 (2005-04) Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for satellite distribution systems.
- [6] O. Alphand, P. Berthou, T. Gayraud, S. Combes, « Signalisation de QoS dans un réseau satellite de nouvelle génération », CFIP 2005, Bordeaux, Mars 2005.
- [7] Communiqué de presse, 21Net, <http://www.21net.com/EN/pdf/fr-system-2007.pdf>.
- [8] G. Acar, K. Kasparis, P. Thomson, « The Enhancement of DVB-S2 & DVB-RCS by Adding Additional Mobile User Capability » Digital Video Broadcasting Over Satellite: Present and Future, 2006, 28-28 Nov. 2006
- [9] H. Schulzrinne and E. Wedland. "Application-layer mobility using SIP", ACM SIGMOBILE, Vol. 4, Number 3, July 2000, pp.47-57.
- [10] <https://jain-sip-presence-proxy.dev.java.net/>
- [11] B. Jacquemin, T. Gayraud et P. Berthou. « Architecture de mobilité dans un système satellite DVB-S/RCS », Journées Doctorales en Informatiques et Réseaux (JDIR'2007), Janv. 2007.