



**HAL**  
open science

# Intégration du routage PCE aux réseaux de prochaine génération avec IMS.

Gilles Bertrand, Géraldine Texier

► **To cite this version:**

Gilles Bertrand, Géraldine Texier. Intégration du routage PCE aux réseaux de prochaine génération avec IMS.. JDIR'08 : 9èmes Journées Doctorales en Informatique et Réseaux, Jan 2008, Villeneuve D'Ascq, Fidji. hal-02368211

**HAL Id: hal-02368211**

**<https://hal.science/hal-02368211>**

Submitted on 18 Nov 2019

**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.

# Intégration du routage PCE aux réseaux de prochaine génération avec IMS

Gilles Bertrand et Géraldine Texier

GET/ENST Bretagne – Département RSM

gilles.bertrand@enst-bretagne.fr ; geraldine.texier@enst-bretagne.fr

**Résumé** De nouvelles architectures sont en cours de standardisation avec deux objectifs : séparer les plans de fonctionnement des réseaux et fournir des garanties de qualité de service (QoS) de bout en bout. Dans cet article nous proposons d'associer les mécanismes de l'architecture *Path Computation Element* (PCE) aux mécanismes de gestion de QoS dans les *Next Generation Networks* (NGNs) avec plan de session *IP Multimedia Subsystem* (IMS). Nous soulignons les avantages de cette intégration et notamment la synergie entre la *Resource and Admission Control Function* (RACF) et le PCE. Notre solution permet de coordonner l'allocation de ressources entre les domaines traversés et de fournir des garanties de QoS de bout en bout du réseau.

*Mots clefs* : NGN, IMS, PCE

## 1 Introduction

L'impact économique des services à fortes contraintes de qualité de service (QoS) va croissant. En effet, les services à forte valeur ajoutée tels que la télévision sur IP suscitent un engouement notable parmi les utilisateurs. De surcroît les terminaux mobiles sont de plus en plus puissants et tendent à inclure des fonctionnalités autrefois réservées aux terminaux fixes. Parallèlement, les utilisateurs souhaitent avoir la possibilité d'accéder à des services indépendamment du terminal qu'ils utilisent. Ces évolutions ont amené à la spécification d'un plan de contrôle de sessions commun aux réseaux fixes et mobiles de future génération (*Next Generation Networks*, NGNs) appelé sous-système multimédia IP (*IP Multimedia Subsystem*, IMS). L'IMS permet aux opérateurs de fournir des garanties de QoS de bout en bout pour chaque session de communication.

Cette garantie de QoS de bout en bout du réseau est primordiale dans les architectures de réseau modernes telles que l'architecture NGN fournissant des services temps réel à forte valeur ajoutée. L'Internet étant découpé en domaines appelés *Autonomous Systems* (ASes) (un domaine est une zone administrée par une même entité et ayant des politiques et une configuration homogènes), de nombreux mécanismes importants tels que le routage ou la fourniture de garanties de QoS de bout en bout nécessitent une forme de collaboration entre plusieurs domaines. Si les politiques d'administration et de routage au sein des domaines sont basées sur la coopération des équipements du domaine, le routage

interdomaine est lui fondé sur les accords de collaboration de type orienté (*e.g.* fournisseur-client) ou symétrique (*e.g.* pair-à-pair) passés entre les domaines.

Dans l'Internet, le routage interdomaine est basé quasi exclusivement sur un protocole appelé *Border Gateway Protocol* (BGP) qui organise la diffusion de routes interdomaines en fonction des accords interdomaines. Cependant, ce protocole ne diffuse pas d'information de QoS. De surcroît, BGP ne permet pas de déterminer des routes optimales car chaque domaine emploie, en général, une stratégie égoïste dite de la "patate chaude" consistant à se débarrasser du trafic interdomaine dès que possible. Cependant l'*Internet Engineering Task Force* (IETF), a créé un groupe de travail appelé élément de calcul de route (PCE) qui spécifie une architecture où les opérations de calcul de route sont distribuées avec une infrastructure composée d'éléments appelés PCEs. Dans cette architecture la QoS est prise en compte et des chemins optimaux peuvent être calculés de bout en bout du réseau [1].

Dans les réseaux NGNs et IMS, la gestion de la QoS évolue vers un contrôle des ressources allant au delà du réseau d'accès. En l'état actuel des standards du groupe de travail *Telecoms and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networks* (TISPAN), le composant de gestion de QoS contrôle les ressources de l'accès et du nœud de bordure, dernier nœud avant le cœur de réseau [2]. L'objectif final est de parvenir à fournir des garanties de QoS de bout en bout, notamment lorsque la fourniture d'un service implique la traversée de domaines gérés par différentes entités [3].

Nous proposons une méthode pour que les éléments en charge de l'application de la QoS puissent interagir avec le cœur de réseau afin de fournir des garanties de bout en bout. Nous étudions à cette fin l'application des techniques de routage basées sur l'architecture PCE à des réseaux NGNs avec un plan de session IMS. Ces techniques permettent d'étendre les garanties de QoS au cœur de réseau même si plusieurs domaines administrés par des entités différentes sont traversés. Nous détaillons en outre une façon d'intégrer le routage PCE aux procédures de gestion de la QoS définies pour l'architecture NGN avec IMS.

La section 2 introduit le contexte de cette étude et décrit l'architecture considérée : les NGNs avec IMS. L'accent est mis sur l'explication des composants et mécanismes de gestion de la QoS sur trois plans : de session, de routage et de transport. Les interactions entre ces plans pour l'allocation de ressources à une session sont détaillées en section 3. La problématique de la modification en cours de session des ressources allouées est également abordée dans cette section. La dernière section présente les conclusions de cette étude.

## 2 Architecture considérée

### 2.1 Vue d'ensemble

Dans cet article nous proposons d'ajouter un plan de routage formé d'éléments de calcul de routes (des PCEs) à l'architecture NGN. Cette architecture sépare le réseau en deux plans : plan de gestion des sessions et plan de transfert. Les plans du réseau interagissent pour offrir un service à un utilisateur, par

exemple la mise en place d'une session requérant des garanties de QoS (e.g. télévision sur IP). Le plan de session est constitué par l'IMS. Le plan de transfert est formé des composants qui transfèrent le trafic : routeurs, passerelles, etc [4].

La QoS fournie à une session est impactée par les niveaux de QoS fournis dans chaque segment du réseau traversé. Dans la figure 1 on distingue les trois segments principaux considérés pour la fourniture de QoS de bout en bout. Le réseau domestique (*Home Network*) comporte l'ensemble des terminaux d'un utilisateur donné au sein d'une maison par exemple. On appelle réseau d'accès (*Access Network, AN*) la partie du réseau qui ne met pas en œuvre de routage dynamique. Dans ce segment du réseau, les ressources sont contrôlées au niveau de la couche 2. Il relie la passerelle de l'abonné au réseau cœur (*Core Network*). Le cœur de réseau des réseaux considéré est basé sur les mécanismes IP/MPLS, est la partie qui emploie des mécanismes de routage dynamique à la différence du réseau d'accès [3]. Cette partie du réseau est en général surdimensionnée et ne représente donc pas un goulot d'étranglement du point de vue de la QoS. Des problématiques de diminution de coût de transfert interdomaine et de cohérence des politiques de QoS s'y posent cependant, si la fourniture du service implique la traversée de réseaux d'autres opérateurs. La solution proposée dans cette article vise à prendre en compte ces problématiques.

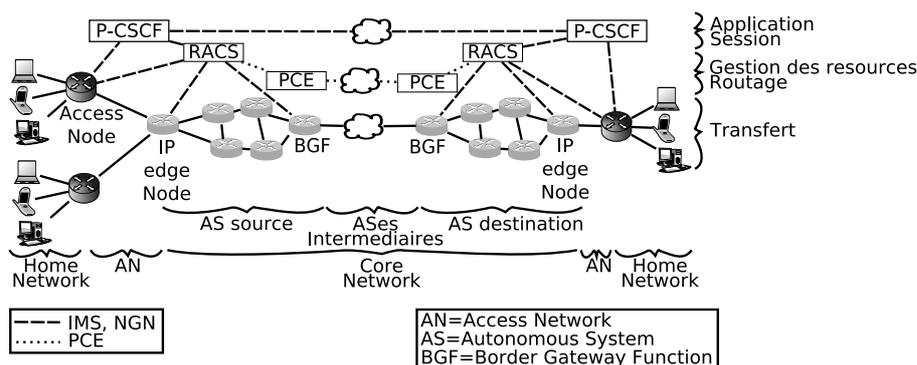


FIG. 1. Segmentation du réseau

## 2.2 Plans de session et de transfert

**Plan de session et fonction de gestion de la QoS :** Dans les NGNs, le plan de session formé par l'IMS dispose d'une fonction appelée *Proxy Call Session Control Function* (P-CSCF) qui constitue le point d'entrée de l'IMS. Le P-CSCF reçoit les demandes d'établissement de session pour l'accès aux contenus multimédia, il a connaissance du contexte de la session à établir et notamment de ses besoins en terme de QoS. Il est ainsi capable d'informer la fonction appelée *Ressource Admission Control Subsystem* (RACS), chargée de la gestion de la

QoS, du type de ressources requises pour la communication. Le RACS s'interface avec l'IMS et le plan de transfert afin d'allouer les ressources nécessaires à la session en fonction de la politique du réseau tout en exerçant un contrôle d'accès aux ressources du réseau [2,4,5,6]. Il contrôle les ressources du réseau d'accès et du nœud de bordure IP à la limite du cœur de réseau.

L'architecture NGN s'appuie sur le RACS pour mettre en œuvre les deux principaux mécanismes de QoS au niveau 3. Le premier, *Differentiated Services* (DiffServ), permet de catégoriser le trafic en classes et de spécifier un traitement adapté (Per Hop Behavior) pour chaque classe. Le modèle DiffServ repose sur un dimensionnement et une configuration à l'avance des équipements réseau et considère des agrégats de trafic. De ce fait, il concentre la complexité en bordure de réseau ce qui permet un bon passage à l'échelle. Le second, *Guaranteed QoS*, permet la réservation dynamique de ressources pour un flux donné. Il est proche, dans l'esprit, du mécanisme Integrated Services (IntServ) défini à l'IETF. L'objectif étant d'attribuer des ressources à certains flux, stratégiques, il utilise un protocole de signalisation tel que le protocole de réservation de ressources (*Resource reSerVation Protocol*, RSVP). Le mécanisme prévoit une procédure de vérification de la disponibilité des ressources dans le réseau pendant l'établissement de la session. La difficulté est de trouver dans le réseau un chemin capable d'assumer la qualité de service demandée pour le flux. La complexité se concentre dans les cœurs de réseau ce qui pénalise l'extensibilité du mécanisme.

Dans les cœurs de réseau MPLS, la qualité de service relative peut être mise en œuvre en utilisant DiffServ, les flux sont marqués selon la classe de service demandée et le réseau achemine les paquets dans les LSP dédiés à cette classe de service. La mise en œuvre de la QoS garantie est plus complexe car elle implique une coopération des AS pour déterminer la suite des AS à traverser pouvant offrir cette QoS et le chemin à l'intérieur de chaque AS. Ceci constitue un problème d'optimisation multicritère prenant en compte la qualité de service disponible et les politiques interdomaines de chacun des domaines traversés.

Le RACS est divisé en deux sous fonctions. La première effectue des décisions de politique, d'où son nom de *Serving Policy Decision Function* (S-PDF). Elle reçoit des requêtes depuis une fonction application (AF), par exemple le P-CSCF, et envoie des demandes de ressources à la seconde sous fonction du RACS : la *Resource and Admission Control Function* (x-RACF) qui contrôle si les ressources requises sont disponibles. La S-PDF se base sur le profil de l'utilisateur (*e.g.* quels services il a souscrits) pour prendre ses décisions politiques. Le profil de l'utilisateur lui est transmis par une fonction appelée *Network Attachment Sub-System* (NASS) également chargée d'attribuer certains paramètres (*e.g.* adresse IP) aux terminaux utilisateur lors de leur attachement au réseau. La x-RACF est nommée *Access-RACF* (A-RACF) lorsqu'elle se situe dans le réseau d'accès. Elle prend des décisions de contrôle d'admission aux ressources du réseau d'accès et communique ces décisions à la S-PDF. Lorsque le contrôle d'admission est positif, le x-RACF configure les composants de la couche de transfert afin d'allouer les ressources nécessaires à la session.

**Plan de transfert :** Les composants du plan de transfert appliquent les décisions du RACS. Les principaux composants de la couche transfert configurés par la A-RACF et la S-PDF sont le nœud limite IP (*IP edge node*, (IP EN)) formé de deux sous-fonctions appelées *Resource Control Enforcement Function* (RCEF) et *Layer 2 Termination Point* (L2TP) et le nœud de bordure ou *Border Gateway Function* (BGF) [6,2]. L'IP EN est situé à la frontière du réseau d'accès. Il est capable de filtrer et de marquer le trafic. La BGF est située à la frontière entre le réseau d'accès et le cœur de réseau (C-BGF) ou entre deux domaines du cœur de réseau (I-BGF). Elle est notamment capable de marquer le trafic et de réserver des ressources sous le contrôle de la fonction de prise de décision de politique (S-PDF) du RACS. La BGF opère sur des flux unidirectionnels liés à une session particulière et applique à la fois : le contrôle d'admission en filtrant le trafic grâce à des "portes" (gate control) et la différenciation de QoS grâce au marquage du trafic [4,5]. Ces deux types d'opérations sont liés aux deux principaux modèles de QoS au niveau 3 dans l'Internet : IntServ et DiffServ (voir section précédente).

Les demandes de ressources au niveau applicatif (plan de session) doivent être traduites en paramètres compréhensibles par les équipements réseau (plan de transfert). La traduction d'une contrainte de délai et de bande passante en un *Per Hop Behavior* peut être difficile. Un problème de cohérence des paramètres employés par les domaines traversés peut également se poser. De surcroît, l'allocation de ressources ne peut se faire que domaine par domaine, car chaque domaine contrôle ses propres ressources en fonction de sa politique. Or, il est souhaitable de pouvoir fournir des garanties de QoS aux sessions. Ces considérations soulignent l'intérêt d'une architecture avec un plan de routage qui permet une coordination des domaines. Nous étudions donc les interactions entre le plan de transfert et le plan de routage et nous proposons d'employer une infrastructure de coordination basée sur l'architecture PCE.

### 2.3 Plan de routage

Le plan de routage a pour but la détermination d'un chemin pouvant acheminer le contenu multimédia. Il est formé de clients de calcul de route (*Path Computation Client*, PCC) et de PCEs, conformément aux standards émis par le groupe de travail PCE de l'IETF [7]. Le PCE est chargé par le PCC de trouver un ou des chemins correspondant à un ensemble de contraintes et en particulier des contraintes de QoS. Ces chemins peuvent être intradomains ou plus généralement interdomains. Dans ce dernier cas, le calcul du chemin le meilleur peut reposer sur une collaboration entre des PCEs situés dans plusieurs domaines différents. Le protocole de routage employé dans l'architecture PCE s'appelle *PCE protocol* (PCEP) [8]. Les deux messages principaux de ce protocole sont les requêtes de routage **PCReq** et les réponses **PCRep** à ces requêtes.

La découverte de chemin interdomaine avec PCE comporte en général deux phases. La première consiste à déterminer la séquence de domaines à traverser. La seconde consiste à calculer le chemin de bout en bout (suite de routeurs à traverser). Un algorithme nommé *Backward Recursive PCE-based computation* (BRPC) est en cours de définition pour l'architecture PCE. Il construit la route

à partir de la destination. Ceci repose sur l'hypothèse que la séquence de domaines à traverser est prédéterminée. Cependant, les standards ne décrivent pas comment déterminer dynamiquement la séquence optimale de domaines à traverser, facilement et avec une complexité réduite [9]. C'est pourquoi nous avons proposé un algorithme de calcul ad-hoc offrant cette fonctionnalité [1].

Deux alternatives principales au calcul de chemins interdomaines avec QoS basé sur l'emploi de PCEs existent. La première consiste à employer la méthode habituelle de routage interdomaine dans l'Internet basée sur l'usage du protocole BGP, lequel ne diffuse pas d'information de QoS et ne diffuse qu'une partie des routes interdomaines disponibles. C'est pourquoi cette méthode ne garantit pas la possibilité de calculer un chemin interdomaine optimal. La seconde consiste à calculer la route par segments correspondant à chaque domaine [10] sans tenir compte des segments disponibles dans les autres domaines, ce qui ne garantit donc pas non plus la possibilité de calculer un chemin interdomaine optimal.

En l'absence du mécanisme de routage basé sur PCE, le réseau serait capable de fournir une bande passante garantie à chaque flux, en utilisant une méthode de type IntServ sur un chemin déterminé par le protocole BGP, par exemple. Alternativement le réseau serait capable de configurer un traitement différencié des paquets, par domaine, dans un modèle de type DiffServ, sous réserve d'un dimensionnement correct des équipements dans chacun des domaines traversés et d'une coopération de ces domaines pour garantir la cohérence du dimensionnement global. Par rapport à ces solutions, PCE apporte une coordination entre les domaines qui permet de résoudre les problèmes de cohérences. De surcroît, PCE apporte la possibilité de garantir une bande passante de bout en bout, d'optimiser une métrique décrivant par exemple la qualité de la route et de garantir une valeur maximum cette métrique. Par ailleurs, l'architecture PCE offre des techniques efficaces de protection des routes et permet de spécifier dans les requêtes de routage le niveau de protection souhaité. PCE permet également de sélectionner une route de manière plus dynamique et donc d'adapter les routes interdomaines à la condition du réseau et en fonction des politiques de l'opérateur. Enfin, nous avons montré dans [1] qu'un algorithme basé sur l'architecture PCE permet de garantir une politique économique bénéfique à tous dans laquelle toutes les parties intervenant dans la fourniture du chemin interdomaine réalisent des profits et/ou des économies. En revanche, il est à noter que les mécanismes PCE sont essentiellement applicables à des ensembles comportant peu de domaines pour des raisons d'extensibilité. Dans le cadre d'un réseau IMS employé pour la fourniture d'un service multimédia interactif aux abonnés d'un opérateur, on peut considérer que le nombre de domaines intervenant dans la fourniture de ce service est limité : ce sont les domaines de l'opérateur et de ses fournisseurs ainsi que ceux du fournisseur du service et ses fournisseurs.

### 3 Aspects protocolaires

Cette section étudie les aspects protocolaires liés à l'introduction d'un plan de routage. La procédure d'allocation de ressources dans l'IMS est décrite dans

une première sous section, puis nous abordons les problématiques soulevées par l'introduction du routage PCE. Enfin, nous étudions un exemple.

### 3.1 Procédure d'allocation de ressources à l'initiation d'une session

**QoS au niveau applicatif et paramétrage du plan de transfert :** L'établissement d'une session entre deux utilisateurs *Alice* et *Bob* repose sur l'échange de messages de signalisation avec le Session Initiation Protocol (SIP) au travers de l'IMS. Dans ces messages, les flux de données qui seront échangés au cours de la session sont décrits en utilisant le *Session Description Protocol* (SDP). SDP fournit une syntaxe pour décrire les flux multimédia : les adresses et ports employés, le type de contenu, l'encodage employé, etc. Les messages échangés par *Alice* et *Bob* transitent par plusieurs composants de l'IMS appelés *Call Session Control Functions* (CSCFs). Ces composants ont donc accès aux informations décrivant les flux de contenu échangés entre *Alice* et *Bob* et peuvent en déduire le type de ressources et le niveau de QoS requis par la session. En particulier le *Proxy-CSCF* (P-CSCF), le point de contact dans l'IMS utilisé par les *user agents* SIP, indique au RACS quelle ressource est requise pour la session [4,5]. Ce dernier vérifie les droits de l'utilisateur concerné et la disponibilité de suffisamment de ressources au niveau du plan de transfert. Si ce contrôle d'admission réussit, le RACS paramètre les composants du plan de transfert.

Durant l'établissement de la session (envoi d'un message SIP INVITE) un filtre correspondant aux flux de la session peut être créé au niveau du plan de transfert. Au départ, ce filtre ne laisse passer aucun paquet. Par la suite, les paramètres de la session sont négociés selon le modèle d'offre/réponse de contextes SDP. Enfin, le filtre est ouvert si la session passe avec succès le contrôle d'admission. Le RACS rend alors une réponse positive au P-CSCF. Les flux de données de la session peuvent ensuite transiter entre la source et la destination. Ces opérations sont détaillées en Figure 2.

**Routage avec garanties de QoS de bout en bout :** Le RACS et le PCE possèdent de nombreuses similarités fonctionnelles : les deux doivent être capable de superviser des ressources, avoir accès à des informations de topologie, dialoguer avec des routeurs, etc. La notion plus générale de RACF définie à l'ITU, organisme de standardisation des télécommunications, inclut même la gestion des ressources au delà du réseau d'accès. Il nous semble donc pertinent d'établir une synergie entre ces deux fonctions. On considère donc que le RACS est capable de dialoguer avec un PCE afin de trouver un chemin adapté à la session.

Le chemin employé par les flux d'une session peut, en général, avoir été configuré à l'avance, en fonction notamment de la localisation des serveurs d'application de l'opérateur. Il peut également être, éventuellement, établi à la demande. Si un chemin doit être établi pour un ou plusieurs flux de la session, il est pertinent de déclencher les opérations de routage le plus tôt possible afin de diminuer les délais. En revanche, il est important d'éviter de déclencher des calculs de routage inutiles. C'est pourquoi le routage devrait être déclenché par

la réception d'une réponse provisionnelle de la destination indiquant le progrès de l'établissement de session (183 `SESSION-PROGRESS`) et seulement si suffisamment de ressources sont disponibles au niveau du réseau d'accès. Si la procédure de routage parvient à déterminer une route satisfaisante le RACS retourne une réponse positive au P-CSCF qui continue alors la transmission du message 183 `SESSION-PROGRESS`. Autrement dit dans ce cas de figure, le RACS exerce non seulement un contrôle d'accès aux ressources du réseau d'accès, mais garantit également la disponibilité des ressources de bout en bout [3].

Les mécanismes de signalisation mis en œuvre pour la réservation effective des ressources le long du chemin calculé ne sont pas étudiés dans cet article mais peuvent reposer sur l'emploi du protocole RSVP ou des techniques décrites dans le groupe de travail *Next Steps in Signaling* (NSIS) de l'IETF. Nous considérons dans cet article que le RACS fonctionne en mode *push* ce qui signifie que le terminal utilisateur n'envoie pas de requêtes d'allocations de ressources aux éléments du plan de transfert.

**Exemple :** Un exemple d'échange de messages avec établissement dynamique de chemin est présenté en Figure 2. Dans cet exemple on suppose que les agents SIP d'Alice et Bob ont été authentifiés et enregistrés correctement. Bob représente, par exemple, un serveur de contenu multimédia et Alice souhaite démarrer une session de vidéo à la demande, ou encore Bob et Alice sont deux utilisateurs qui souhaitent dialoguer par téléphonie Internet. Alice invite Bob à démarrer une session avec un message SIP `INVITE` comportant une offre de contexte SDP (1-3). Lors de la transmission de ce message des opérations de paramétrage des composants du plan de transfert peuvent être déclenchées par les P-CSCFs. L'agent SIP de Bob retourne une réponse provisionnelle indiquant le progrès de l'établissement de session et comportant une contexte SDP (4,11,22). Cette réponse déclenche le contrôle d'admission. Le RACS situé dans le réseau d'accès d'Alice contrôle l'accès aux ressources du réseau d'accès et déclenche les opérations de routage au niveau du PCE (15-18). Ceci permet de déterminer si des ressources suffisantes sont disponibles de bout en bout pour la session décrite dans le contexte SDP, dans les deux sens. Si une route satisfaisante est trouvée par la méthode basée sur les PCEs, le RACS peut retourner une réponse positive au P-CSCF (21) et configurer la BGF afin d'allouer des ressources à la session dans le domaine administré par l'opérateur d'Alice (19-20). L'établissement de session continue (23-28) et l'agent SIP d'Alice décide du contexte SDP final. La réservation des ressources au niveau du plan de transfert peut alors être adaptée à ce contexte final. Après la réception du message 200 `OK` (28) par Alice des flux peuvent être échangés entre Alice et Bob en employant par exemple le protocole de transport temps réel (RTP).

### 3.2 Modification de session

Dans cette section nous présentons la problématique des modifications de session et de la réoptimisation de chemin. Il nous paraît important d'étudier

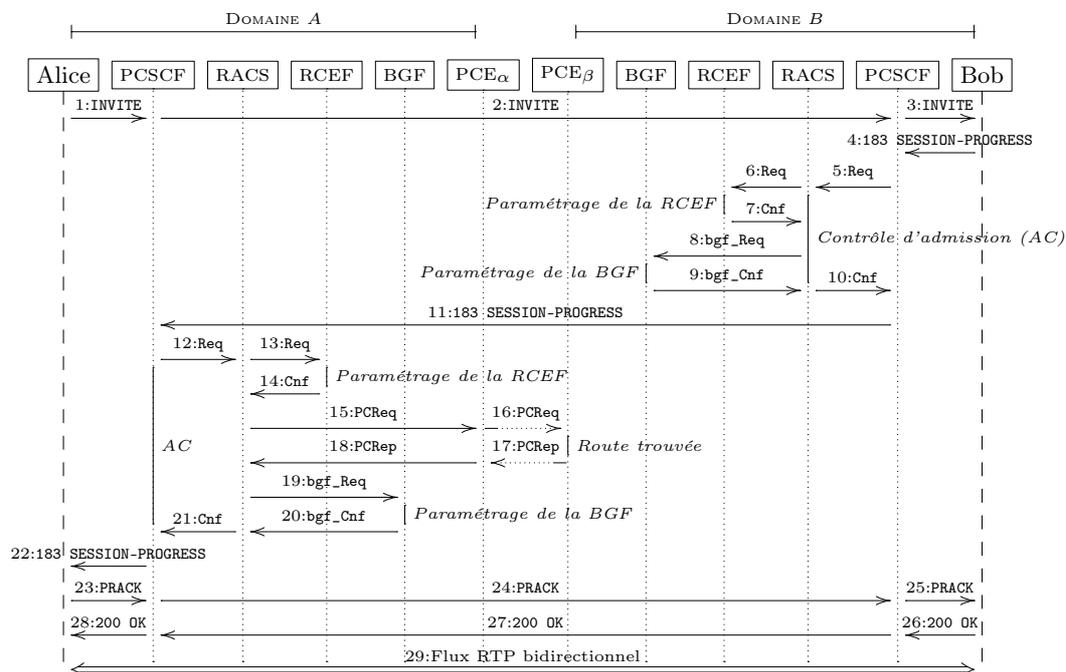


FIG. 2. Routage dynamique avec QoS

cet aspect dans des travaux à venir. L'architecture IMS permet la modification dynamique de session. Les modifications peuvent venir des utilisateurs : changements d'adresse IP, changement du type de média échangés ou ajout d'un nouveau flux ou participant à la session, par exemple. Lors d'un changement de contexte de communication, le P-CSCF peut dialoguer avec le RACS afin de déclencher le re-routage éventuel et la modification des ressources allouées à la session. Les opérations pour la modification de l'allocation de ressources à la session lorsqu'un reroutage est nécessaire sont très proches de celles effectuées durant l'initialisation de la session et présentées dans la figure 2. Des changements peuvent également venir du réseau : diminution de la bande passante disponible, dégradations des performances du réseau, par exemple. Dans les deux cas, si la modification est significative, il peut être nécessaire de déterminer un chemin adapté au nouveau contexte de communication. L'intérêt du routage basé sur l'emploi de PCE est alors d'offrir des garanties de QoS de bout en bout, adaptées au nouveau contexte de la session et au nouvel état du réseau.

## 4 Conclusion

Dans cet article nous proposons d'associer les mécanismes de l'architecture PCE aux mécanismes de gestion de QoS dans les NGN avec plan de session IMS. Nous soulignons les avantages de cette intégration et notamment la synergie entre le RACS/RACF, défini dans différentes instances de normalisation et le PCE. Enfin, nous détaillons un exemple d'échanges de message pour l'allocation de ressources et abordons la problématique de la modification de ressources en cours de session. La solution proposée a de nombreux avantages, le principal étant qu'elle fournit des garanties de bout en bout même si plusieurs domaines sont traversés. Dans une future étape il faudra déterminer quelle méthode de calcul de chemin (BRPC, méthode *ad-hoc*, etc) est la plus adaptée aux réseaux NGNs avec IMS et pour quels types de session elle est la plus pertinente, notamment pour des considérations d'extensibilité (*scalability*) : seuls certains flux privilégiés bénéficieraient des garanties offertes par la méthode PCE.

## Remerciements

Ce travail est partiellement financé par le pôle de compétitivité Image et Réseaux et la DGE/Minefi au travers du projet VoD@IMS.

## Références

1. Bertrand, G., Texier, G. : PCE Based Interdomain QoS Routing in the IMS Architecture. submitted to IEEE ICC08 (2007)
2. TISPAN : draft ETSI TS 182 019 :Resource and Admission Control Sub-system (RACS) ; Functional Architecture ; Release 2. work in progress (May 2007)
3. Song, J., Chang, M.Y., Lee, S.S. : Overview of ITU-T NGN QoS Control. IEEE Communications Magazine **45**(9) (September 2007) 116–123
4. TISPAN : ES 282 007 IP Multimedia Subsystem (IMS) ; Functional architecture NGN IMS Architecture (2006)
5. 3GPP : TS 23 228 : IP Multimedia Subsystem (IMS) ; Stage 2 (Release 7). work in progress (March 2007)
6. TISPAN : ES 282 003 : Resource and Admission Control Sub-system (RACS) ; Functional Architecture (2006)
7. Farrel, A., Vasseur, J.P., Ash, J. : RFC 4655 : A Path Computation Element (PCE)-Based Architecture (August 2006)
8. Vasseur, J.P., Le Roux, J.L. : Path Computation Element (PCE) communication Protocol (PCEP). draft-ietf-pce-pcep-08.txt, work in progress (2007)
9. Vasseur, J.P., Zhang, R., Bitar, N., Le Roux, J.L. : A Backward Recursive PCE-based Computation (BRPC) procedure to compute shortest inter-domain Traffic Engineering Label Switched Paths. draft-ietf-pce-brpc-06.txt, work in progress (2007)
10. Vasseur, J., Ayyangar, A., Zhang, R. : A Per-domain path computation method for establishing Inter-domain Traffic Engineering (TE) Label Switched Paths (LSPs). draft-ietf-ccamp-inter-domain-pd-path-comp-05.txt, work in progress (2007)