

Le protocole MEGACO/H.248

EFORT

<http://www.efort.com>

1 MEGACO

MEGACO (Media Gateway Control Protocol) spécifié par l'IETF dans le RFC 3525 présente de nombreuses similarités avec son prédécesseur, le protocole MGCP aussi défini par l'IETF dans le RFC 2705. Il s'agit d'un protocole de contrôle entre les entités MGC (Media Gateway Controller) et MGW (Media Gateway) de l'architecture NGN (Next Generation Network).

Le MGC contrôle les activités des MGWs. Le MGC prend en charge le contrôle et la signalisation de l'appel alors que les MGWs reçoivent des instructions des MGCs leur indiquant les actions qu'ils doivent entreprendre. Ces actions concernent l'établissement et la libération de connexions ; une connexion représente une association entre une terminaison en entrée et une terminaison en sortie du MGW. Par exemple, la terminaison en entrée peut correspondre à une terminaison d'un circuit de parole alors que la terminaison en sortie peut être assimilée à un port de communication IP/GE ou ATM. Les MGWs ont différentes appellations selon qu'ils s'interfacent à des équipements d'utilisateur (RGW, Residential Gateway), à des réseaux d'accès (AGW, Access Gateway), ou à des commutateurs téléphoniques d'accès ou de transit (TGW, Trunking Gateway).

MEGACO s'appelle H.248 à l'ITU-T et est donc défini conjointement par l'IETF et l'ITU-T.

Le protocole MEGACO permet à ces deux entités MGC et MGW de s'échanger des transactions. Chaque transaction s'exprime par l'envoi d'une transactionRequest par l'une des entités et l'envoi d'une transactionReply par l'autre entité.

Une transactionRequest consiste en une suite de commandes alors qu'une transactionReply contient une suite de réponses correspondantes.

Le paragraphe 2 introduit les concepts de terminaison et contexte permettant de modéliser une connexion avec MEGACO. Le paragraphe 3 liste les commandes MEGACO utilisées entre le MGC et le MGW. Le paragraphe 4 décrit les descripteurs qui correspondent à des paramètres présents dans les commandes MEGACO. Les commandes MEGACO sont passées dans des transactions MEGACO, présentées au paragraphe 5. Des scénarios d'établissement et de libération de communications avec MEGACO sont décrits au paragraphe 6.

2 Terminaison et contexte

Le modèle de connexion du protocole MEGACO est un modèle orienté objet. Il décrit les entités logiques ou objets au sein du MGW qui peuvent être contrôlés par le MGC. Les principales abstractions utilisées dans ce modèle de connexion sont les terminaisons (termination) et les contextes (context).

Le protocole MEGACO permet l'établissement d'appels multiparties à la différence du protocole MGCP qui ne permet que des appels entre deux parties. Une terminaison MEGACO commence ou termine un ou plusieurs flux. Une terminaison est décrite par un ensemble de propriétés regroupées dans un ensemble de descripteurs inclus dans des commandes. Une terminaison a une identité unique (TerminationId) affectée à sa création par le MGW.

Certaines terminaisons qui représentent des entités physiques sont semi-permanentes. Un circuit de parole raccordé à un MGW est un exemple de terminaison semi-permanente.

D'autres terminaisons représentant des flux temporaires tels que les flux RTP n'existent que pendant la durée de l'appel correspondant. Il s'agit de terminaisons temporaires.

Un *contexte* est une association entre terminaisons. Il existe un type spécial de contexte, le contexte « null », qui contient toutes les terminaisons non associées à une autre terminaison. Par exemple, dans un Trunking Gateway, toutes les lignes au repos sont représentées par des terminaisons du contexte « null ».

Les terminaisons temporaires sont créées par la commande Add dont la fonctionnalité est similaire à CreateConnection du protocole MGCP. Elles sont supprimées par la commande Subtract correspondant à DeleteConnection avec MGCP.

Une terminaison physique est rajoutée à un contexte par la commande Add en étant retirée du contexte « null » dans lequel elle se trouve par défaut. Elle est retirée d'un contexte donné par la commande Subtract en étant déplacée au contexte « null ».

Les terminaisons sont désignées par un identificateur de terminaison qui est une séquence arbitraire, choisie par le MGW.

Les identificateurs de terminaisons physiques peuvent être déterminés par le MGW. Ils peuvent être choisis de façon à posséder une structure. Par exemple, un identificateur de terminaison peut se composer d'un faisceau de circuits (Trunk) et d'une jonction locale dans ce faisceau.

Un mécanisme de remplacement par des caractères génériques, utilisant deux types de caractère générique, peut être utilisé avec les identificateurs de terminaison. Ces deux caractères sont ALL (*) et ANY ou CHOOSE (\$). Le premier sert à désigner simultanément plusieurs terminaisons tandis que le second sert à indiquer à un MGW qu'il doit sélectionner une terminaison correspondant à l'identificateur de terminaison partiellement spécifié. Cela permet à un MGC de demander au MGW de choisir par exemple un circuit dans un faisceau de circuits.

Si le caractère ALL est utilisé dans l'identificateur de terminaison d'une commande, l'effet est identique à une répétition de la commande avec chacun des identificateurs de terminaison réels qui correspondent. Etant donné que chacune de ces commandes peut générer une réponse, la taille de la réponse complète peut être importante. Si des réponses individuelles ne sont pas requises, une réponse générique peut être demandée. Dans ce cas, une seule réponse est générée et elle contient l'UNION de toutes les réponses individuelles qui auraient été autrement générées, les valeurs répétées étant supprimées. Par exemple, étant donné une terminaison Ta dont les propriétés seraient p1=a, p2=b et une terminaison Tb dont les propriétés seraient p2=c, p3=d, une réponse UNION contiendrait un identificateur de terminaison remplacé par un caractère générique et la séquence de propriétés p1=a, p2=b,c et p3=d. La réponse générique peut être particulièrement utile dans les commandes d'Audit.

La figure 1 décrit les concepts de contexte et terminaison. L'astérisque encadré de chaque contexte représente l'association logique des terminaisons appartenant au contexte.

Le premier contexte actif dans le MGW représente un appel avec trois participants. Le second contexte est le contexte « null ». Le troisième contexte correspond à un appel classique entre deux participants.

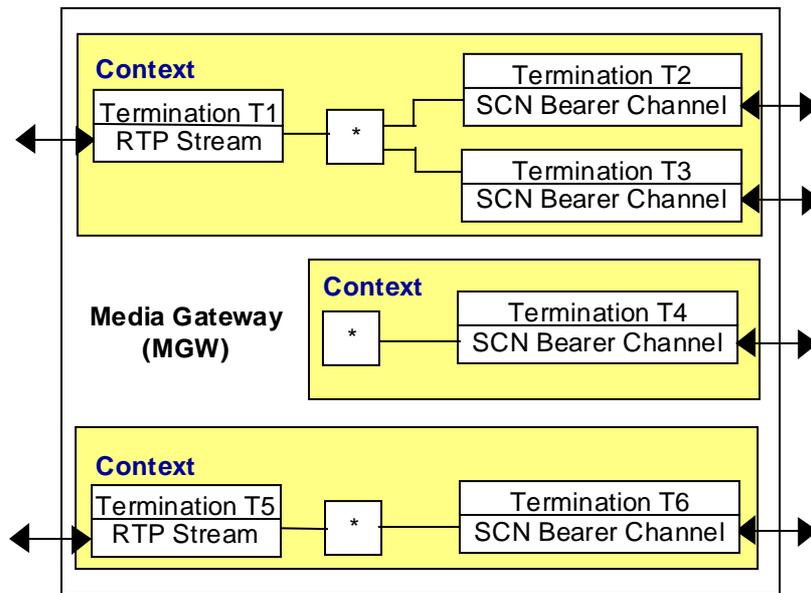


Figure 1 : Contextes et terminaisons MEGACO

L'exemple ci-dessous (Figure 2) représente un scénario d'appel en attente où il s'agit de déplacer une terminaison d'un contexte à un autre. Les terminaisons T1 et T2 appartiennent au contexte C1 pour un appel audio. Un second appel audio représente une terminaison T3 en attente de communication avec T1. T3 est la seule terminaison du contexte C2. T1 accepte l'appel de T3, mettant T2 en garde.

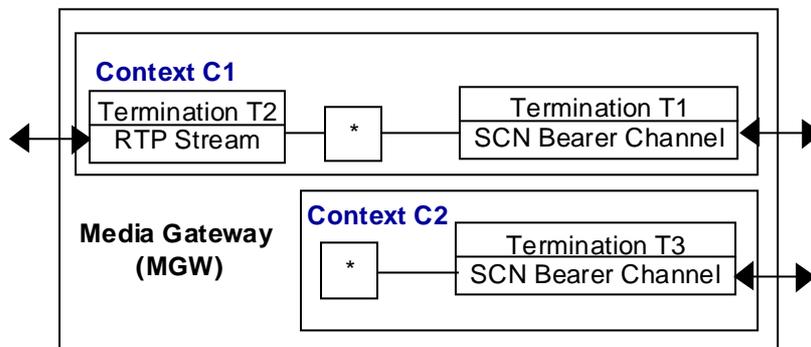


Figure 2 : Configuration du scénario appel en attente

Cette action conduit à déplacer T1 du contexte C1 au contexte C2 (Figure 3).

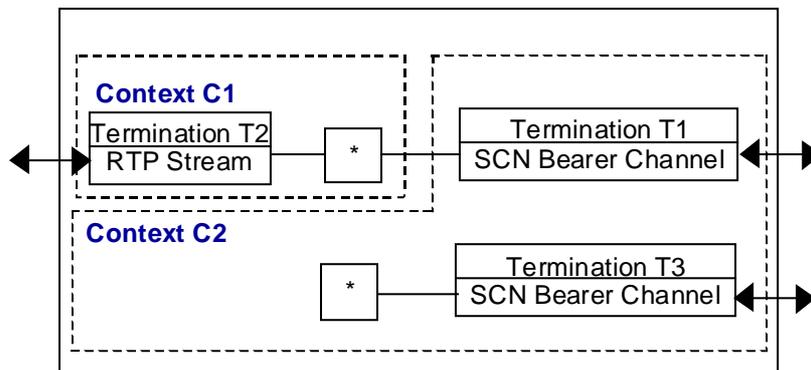


Figure 3 : Configuration de l'appel après exécution du service

2.1 Commandes MEGACO

Le protocole MEGACO définit huit commandes permettant la manipulation des entités logiques du modèle de connexion, à savoir les contextes et les terminaisons (Tableau 1).

La majorité des commandes est émise par un MGC à un MGW. Il s'agit des commandes Add (ajout d'une terminaison à un contexte), Modify (Modification d'une terminaison dans un contexte), Subtract (Retrait d'une terminaison d'un contexte), Move (Déplacement d'une terminaison de son contexte à un autre contexte), AuditValue et AuditCapabilities (lecture des valeurs courantes et possibles des propriétés d'une terminaison), Notify (notification de l'occurrence d'un événement sur une terminaison) ServiceChange (suspension ou reprise d'une terminaison).

Deux commandes peuvent être émises d'un MGW à un MGC : Notify (notification d'événements survenus dans le MGW) et ServiceChange (notification de la suspension ou reprise d'une terminaison).

VERBE	DIRECTION
Add	MGC→MGW
Modify	MGC→MGW
Subtract	MGC→MGW
Move	MGC→MGW
AuditValue	MGC→MGW
AuditCapabilities	MGC→MGW
Notify	MGW→MGC
ServiceChange	MGC→MGW ou MGW→MGC

Tableau 1 : Les commandes MEGACO

2.2 Add

La commande Add (MGC → MGW) ajoute une terminaison à un contexte. Si la commande ne spécifie pas le contexte dans lequel ajouter la terminaison, un nouveau contexte est alors créé. Si la commande ne spécifie pas un identificateur de terminaison (terminationId) mais le caractère spécial (\$), le MGW crée une terminaison temporaire, lui associe un identificateur et l'ajoute au contexte. Add correspond à la commande MGCP CreateConnection.

Une terminaison semi-permanente est connue du MGC et une commande Add sur ce type de terminaison précise l'identifiant de la terminaison. Par contre, une terminaison temporaire est créée par le MGW qui lui affecte un identifiant.

2.3 Modify

La commande Modify (MGC → MGW) permet de modifier les valeurs des propriétés d'une terminaison.

Modify est similaire à la commande ModifyConnection du protocole MGCP.

2.4 Subtract

La commande Subtract (MGC → MGW) soustrait une terminaison d'un contexte et retourne des statistiques relatives à l'activité de la terminaison dans ce contexte. La commande correspondante du protocole MGCP est DeleteConnection.

La commande Subtract appliquée à la dernière terminaison dans un contexte supprime le contexte. Une commande Subtract appliquée à une terminaison semi-permanente déplace cette terminaison dans le contexte « null ». Cette même commande appliquée à une terminaison temporaire supprime la terminaison.

2.5 Move

La commande Move (MGC → MGW) déplace une terminaison de son contexte à un autre contexte. Move ne peut pas être utilisée afin de déplacer une terminaison du ou au contexte « null » ; en effet, ce sont les commandes Add et Subtract respectivement qui réalisent ces opérations.

2.6 AuditValue

La commande AuditValue (MGC → MGW) retourne la valeur courante des propriétés, événements, signaux et statistiques d'une ou plusieurs terminaisons.

2.7 AuditCapabilities

La commande AuditCapabilities (MGC → MGW) retourne les valeurs des propriétés, des signaux et événements associés à une ou plusieurs terminaisons. A la différence de la commande AuditValue, AuditCapabilities retourne l'ensemble des valeurs possibles.

2.8 Notify

La commande Notify permet à un MGW d'informer un MGC de l'occurrence d'événements sur une terminaison du MGW. Les événements à rapporter ont été spécifiés par le MGC dans les commandes Add ou Modify. Cette commande est identique à la commande Notify du protocole MGCP.

Par contre, à la différence du protocole MGCP, il n'existe pas de commande NotificationRequest permettant au MGC de demander au MGW de détecter des événements particuliers et de notifier leur occurrence au MGC. En effet, lorsqu'un MGC ajoute une terminaison à un contexte, cette terminaison qui est un objet, inclut dans ses propriétés les événements qui doivent être détectés.

2.9 ServiceChange

Le MGW utilise la commande ServiceChange afin d'informer un MGC qu'une terminaison ou un groupe de terminaisons est sur le point d'être mis hors service ou vient d'être remis en service. Cette commande est aussi émise par un MGC pour informer un MGW que ce dernier est passé sous le contrôle d'un autre MGC. A la réception de ce message, le MGW émet une commande ServiceChange vers le nouveau MGC pour formaliser l'établissement d'une association. Le MGC peut également utiliser cette commande pour demander à un MGW de mettre en service ou hors service une terminaison ou un groupe de terminaisons.

2.10 Paquetage

Différents types de MGW peuvent mettre en œuvre des terminaisons ayant des caractéristiques très différentes d'une terminaison à l'autre. Par exemple, une terminaison connectée à une ligne téléphonique analogique sera différente de celle connectée à un circuit de parole. Il n'est donc pas pratique de définir au sein du protocole lui-même toutes les propriétés de terminaison qui pourraient exister, tous les événements qui pourraient être détectés, tous les signaux qui pourraient être émis et toutes les statistiques qui pourraient s'appliquer.

Afin de prendre en compte les variations entre les différents types de terminaison et ainsi d'assurer l'interopérabilité entre MGCs et MGWs, MEGACO inclut le concept de paquetage (package).

Un paquetage est un regroupement de propriétés, événements, signaux et statistiques et une terminaison met en œuvre un ensemble de paquetages. Un MGC peut auditer une terminaison pour connaître les paquetages qu'elle supporte.

Plusieurs paquetages de base sont définis par MEGACO. Parmi ceux-ci, figurent les paquetages Tone Detection (détection de tonalité), Tone Generator (générateur de tonalité),

DTMF generator (Tonalités DTMF générées) et Analog Line Supervision (paquetage qui définit les événements et signaux pour une ligne analogique, tels que On Hook, Off Hook et Ring).

MEGACO fournit aussi un guide pour la définition de nouveaux paquetages qui doivent être enregistrés auprès de l'IANA.

Les propriétés, événements, signaux et statistiques définis dans les paquetages ainsi que leurs paramètres sont référencés par des identificateurs (Ids, Identifiers) uniques.

3 Descripteur

MEGACO définit un ensemble de descripteurs pouvant être utilisés dans les commandes et les réponses MEGACO (Figure 4). Ces descripteurs constituent les paramètres des commandes et réponses. En fonction de la commande ou réponse, un descripteur donné sera obligatoire, optionnel ou non autorisé. Il est d'ailleurs rare qu'un descripteur soit obligatoire.

Un descripteur a le format suivant :

DescriptorName = <someID> {parm = value, parm = value_..}.

Les paramètres peuvent être entièrement spécifiés, sur-spécifiés ou sous-spécifiés :

- Les paramètres entièrement spécifiés ont une seule valeur non ambiguë, que l'émetteur de commande demande au récepteur de la commande d'utiliser pour le paramètre spécifié.
- Les paramètres sous-spécifiés utilisent la valeur "\$" afin de permettre au récepteur de la commande de choisir toute valeur qu'il peut prendre en charge.
- Les paramètres sur-spécifiés possèdent une liste de valeurs possibles dont l'ordre dans la liste correspond à l'ordre de sélection préféré par l'émetteur de la commande. Le récepteur de la commande choisit une seule valeur dans la liste offerte puis renvoie cette valeur à l'émetteur de la commande.

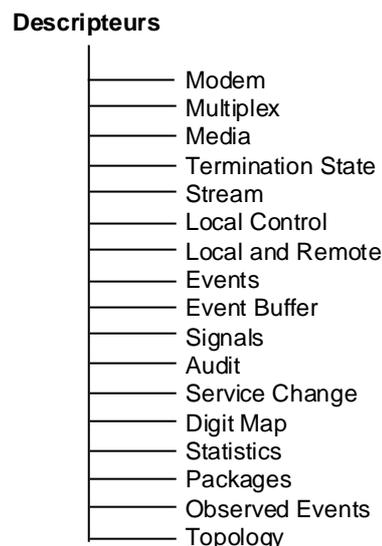


Figure 4: Les descripteurs de commandes MEGACO

Modem descriptor : Ce descripteur spécifie le type de modem ainsi que les paramètres utilisés dans une connexion par modem pour des communications voix, vidéo et données. Les types de modem suivants sont considérés : V.18, V.22 (1200bit/s), V.22bis (2400 bit/s),

V.32 (9600 bit/s), V.23bis (14400 bit/s), V.34 (33600 bits/s), V.90 (56 kbit/s), V.91 (64 kbit/s), ainsi que RNIS.

Une terminaison ne possède pas de descripteur de modem par défaut. Ce descripteur pourra être rajouté à la suite d'une commande MEGACO Add ou Modify.

Multiplex descriptor : Des flux de différents médias peuvent être transportés dans une ou plusieurs connexions de réseau. Ce descripteur associe le média au support. Les types de multiplex suivant sont pris en charge: H.221, H.223, H.226, et V.76.

Media descriptor : Ce descripteur spécifie les paramètres pour l'ensemble des flux media. Ces paramètres sont structurés en deux descripteurs, « Termination State Descriptor » qui spécifie les propriétés d'une terminaison qui sont indépendant d'un flux (stream) et un ou plusieurs Stream Descriptors, chacun décrivant un unique flux media (media stream).

Un stream est identifié par un StreamID. Le StreamID est utilisé afin de lier les streams qui appartiennent à un contexte donné. Plusieurs streams en sortie d'une terminaison doivent être synchronisés. Un « Stream Descriptor » contient jusqu'à trois descripteurs subordonnés, appelés Local Control, Local et Remote. La relation entre ces descripteurs est représentée par la hiérarchie suivante :

```
Media Descriptor
  TerminationStateDescriptor
  Stream Descriptor
    LocalControl Descriptor
    Local Descriptor
    Remote Descriptor
```

Termination State Descriptor : Ce descripteur contient les deux propriétés ServiceStates et EventBufferControl et des propriétés d'une terminaison qui ne sont pas spécifiques à un stream donné.

La propriété « ServiceStates » indique si la terminaison peut être utilisée. Trois valeurs sont possibles : « test », « out of service » et « in service ». La valeur « test » indique que la terminaison est actuellement testée. La valeur « in service » précise que la terminaison est actuellement utilisée ou est disponible pour son utilisation ; il s'agit de la valeur par défaut de la propriété « ServiceStates. » La valeur « out of service » indique que la terminaison ne peut pas être utilisée.

La propriété « EventBufferControl » spécifie si les événements détectés par la terminaison doivent être mis en mémoire dès leur détection (LockStep) ou être traités immédiatement (Off).

Events Descriptor : Le paramètre EventDescriptor contient un identificateur de requête et une liste d'événements que le MGW doit détecter et notifier au MGC tels que Off Hook, On Hook et des résultats de tests de continuité. L'identificateur de requête est utilisé par le MGC afin de corréliser la requête émise avec les notifications retournées par le MGW. Les événements détectés sont retournés immédiatement au MGC à moins que la valeur de la propriété EventBufferControl (spécifiée dans le descripteur TerminationState) n'indique qu'il faille les mettre en mémoire.

Signals Descriptor : Ce descripteur contient la liste de signaux que le MGW doit appliquer à une terminaison. Les signaux peuvent être appliqués à un unique stream ou à tous les streams d'une terminaison. Les signaux sont définis dans des paquetages et sont nommés avec un nom de paquetage (dans lequel ils sont définis). Parmi les signaux figurent ring tone, dial tone. Il existe trois types de signaux :

- On/off : Le signal dure jusqu'à ce qu'il soit interrompu.
- Timeout : Le signal dure jusqu'à l'expiration d'un temporisateur ou jusqu'à son positionnement à off.

- Brief : La durée du signal est si courte que le signal s'arrêtera de lui-même. Aucun temporisateur est nécessaire.

Ce descripteur inclut une liste de signaux séquentielle. Cette liste consiste en un identificateur de liste, la liste de signaux qui doivent être appliqués séquentiellement, et un type de signal.

Audit Descriptor : Ce descripteur spécifie une liste d'information que le MGW doit retourner au MGC. Cette information est un ensemble de descripteurs qui doivent être présents dans la réponse. Il s'agit des descripteurs Modem, Multiplex, Events, Media, Signals, ObservedEvents, DigitMap, Statistics, Packages et EventBuffer.

Service Change Descriptor : Ce descripteur est utilisé avec la commande MEGACO ServiceChange et inclut des informations telles que le type de changement de service qui s'est produit (ServiceChangeMethod), la raison du changement de service (ServiceChangeReason), et la nouvelle adresse à utiliser après le changement de service (ServiceChangeAddress).

Le type de changement de service est défini par le paramètre ServiceChangeMethod dont les valeurs possibles sont Graceful, Forced, Restart, Disconnected, Handoff ou Failover. « Graceful » signifie que les terminaisons spécifiées seront mises hors service après un délai spécifié par un paramètre ServiceChangeDelay exprimé en secondes. Les connexions en cours ne sont pas encore affectées mais le MGC doit donc éviter d'établir de nouvelles connexions et essayer de libérer les connexions existantes sur les terminaisons impliquées par la commande ServiceChange. « Forced » indique que les terminaisons spécifiées sont mises hors service immédiatement. Les connexions établies sont perdues. « Restart » informe que les terminaisons vont être remises en service après un délai spécifié. « Disconnected » s'applique au MGW dans son ensemble et indique que la connexion avec le MGC a été rétablie après une période de perte de contact.

« Handoff » est utilisé dans le cas d'un message ServiceChange émis par le MGC au MGW pour informer le MGW que le MGC va être hors service et qu'une nouvelle association doit être établie avec un MGC de reprise. Handoff est aussi utilisé du MGW vers un MGC de reprise pour l'informer de la tentative d'établissement d'une association en accord avec un Handoff reçu d'un MGC avec lequel il était associé auparavant.

« Failover » est émis par le MGW au MGC lorsque le MGW a détecté une faute et qu'un autre MGW va le remplacer.

La raison du changement du service est précisée par le paramètre ServiceChangeReason. Le protocole MEGACO identifie les raisons suivantes :

- 900 Rétablissement du service (Service Restored)
- 901 Initialisation à froid (Cold Boot)
- 902 Initialisation à chaud (Warm Boot)
- 903 Changement mené par le MGC (MGC Directed Change)
- 904 Fonctionnement défectueux de la terminaison (Termination malfunctioning)
- 905 Mise hors service de la terminaison (Termination taken out of service)
- 906 Perte de connectivité dans les couches inférieures (Loss of lower layer connectivity)
- 907 Incident de Transmission (Transmission Failure)
- 908 Défaillance imminente du MGW (MG Impending Failure)
- 909 Défaillance imminente du MGC (MGC Impending Failure)
- 910 Défaillance de capacité multimédia (Media Capability Failure)
- 911 Défaillance de capacité Modem (Modem Capability Failure)
- 912 Défaillance de capacité Multiplex (Mux Capability Failure)
- 913 Défaillance de capacité de signal (Signal Capability Failure)
- 914 Défaillance de capacité d'événement (Event Capability Failure)
- 915 Perte d'état (State Loss)

DigitMap Descriptor : Ce descripteur définit un plan de numérotage stocké dans le MGW afin de permettre au MGW de renvoyer un numéro composé par l'appelant en blocs et non, chiffre par chiffre, au MGC. Le téléchargement de la DigitMap (script de numérotation) sur le MGW peut être réalisé par une action de gestion ou par des commandes MEGACO. Dans le cas d'un transfert par le MGC en utilisant MEGACO, c'est le descripteur DigitMap qui est utilisé pour transporter l'information.

La syntaxe de la DigitMap est soit une chaîne, soit une liste de chaînes. Chaque chaîne dans la liste comprend un nombre de symboles représentant des chiffres de 0 à 9 et des lettres de A à K. Le caractère x est utilisé comme « joker », représentant n'importe quel chiffre de 0 à 9. Le symbole « . » est utilisé afin d'indiquer zéro ou plusieurs répétitions du chiffre ou de la chaîne de chiffre qui précède. Ce symbole peut aussi être utilisé afin d'indiquer une longueur indéterminée dans le plan de numérotage. Les appels internationaux utilisent généralement des numéros de longueur variable. La chaîne 00x. peut alors être utilisée. 00x signifie appel international alors que « x. » indique un nombre de chiffres, chacun compris entre 0 et 9.

La chaîne peut par ailleurs contenir trois symboles indiquant un temporisateur de début (T, Start Timer), un temporisateur court (S, Short Timer) et un temporisateur long (L, Long Timer).

Afin de comprendre l'utilisation de ces temporisateurs, considérons le décrochage d'un combiné téléphonique pour effectuer un appel. Tout d'abord, un signal « Off Hook » est détecté, le commutateur de rattachement émet alors une tonalité d'invitation à numéroté « Dial Tone » et est prêt à collecter les chiffres composés. Le système attend un certain temps que l'abonné appuie sur une touche du clavier téléphonique. Ce temps correspond au temporisateur de début (T). Dès que l'abonné commence à composer les chiffres de son numéro de destination, un second temporisateur est alors armé. Celui-ci peut représenter un temporisateur court (S) ou long (L) en fonction du plan de numérotage. Si l'abonné a composé un certain nombre de chiffres et que le système requiert d'autres chiffres afin de router l'appel, alors un temporisateur court sera utilisé en attendant les chiffres suivants. Si l'abonné a composé un nombre de chiffres suffisants afin de router l'appel mais que d'autres chiffres peuvent encore être reçus et modifier le routage, alors un temporisateur long sera armé. Le but du temporisateur long est de permettre au système d'être assuré que l'abonné a terminé de composer son numéro. En France, « 0 » correspond à un appel avec une destination en France, alors que « 00 » correspond à un appel international. Après avoir reçu le premier « 0 », le système doit attendre avant de router l'appel afin de s'assurer que l'abonné ne vas pas composer un second « 0 » pour un appel international.

Statistics Descriptor : Ce descripteur fournit les informations statistiques décrivant l'état et l'utilisation d'une terminaison durant son existence au sein d'un contexte donné. Par défaut, les statistiques sont retournées lorsque la terminaison est supprimée (Commande Subtract) d'un contexte. Les statistiques peuvent aussi être présentes dans les réponses aux commandes AuditValue, Add, Move et Modify en utilisant le descripteur Audit.

Observed Events Descriptor : Ce descripteur est fourni dans la commande Notify émise par un MGW afin d'informer le MGC des événements détectés. Utilisé avec la commande AuditValue, ce descripteur retourne les événements dans le tampon d'événement qui n'ont pas été notifiés par la commande Notify.

Topology Descriptor : A la différence des descripteurs vus précédemment qui s'appliquent à une terminaison dans un contexte, le descripteur Topology s'applique à un contexte. Il spécifie les directions des flux entre les terminaisons dans le contexte. Par défaut, toutes les terminaisons dans un contexte peuvent émettre et recevoir des media entre elles. Si une autre topologie est souhaitée, alors le descripteur Topology est utilisé.

Un descripteur Topology consiste en une séquence de triplets ayant la forme (T1, T2, association). T1 et T2 spécifient des terminaisons dans le contexte. Ce triplet indique s'il y a zéro flux de media, un flux de media unidirectionnel, ou un flux de media bidirectionnel entre

les deux terminaisons. Ces trois possibilités correspondent aux valeurs « isolate », « oneway », et « bothway » de l'attribut « association ».

- Le triplet (T1, T2, isolate) indique que T2 ne reçoit pas de flux de T1 et que T1 ne reçoit pas de flux de T2.
- Le triplet (T1, T2, oneway) signifie que T2 reçoit un flux de T1 mais que T1 ne reçoit pas de flux de T2.
- Le triplet (T1, T2, bothway) indique que T2 reçoit un flux de T1 et que T1 reçoit un flux de T2.

Dans le cas où il existe trois terminaisons dans un contexte, alors il est nécessaire de spécifier trois triplets, le premier décrivant l'association entre T1 et T2, le second exprimant l'association entre T1 et T3 et le troisième définissant l'association entre T2 et T3. La figure 5 montre des exemples de topologies entre trois terminaisons dans un contexte.

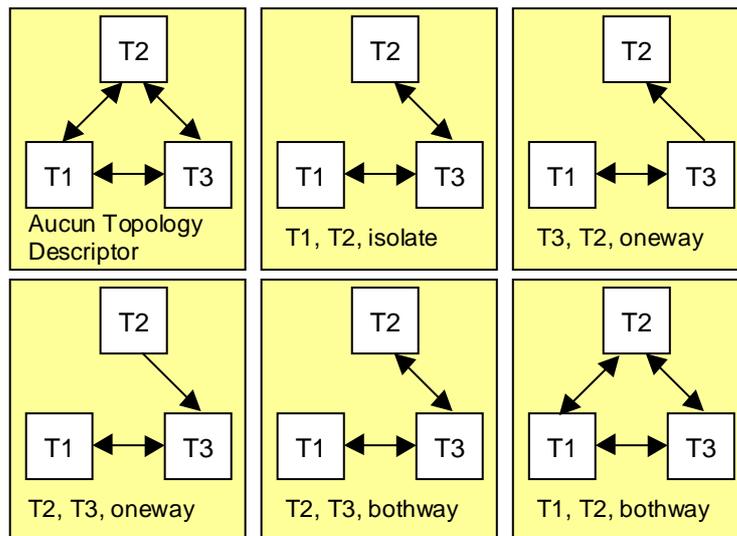


Figure 5: Exemples de topologies de contexte

4 Transactions MEGACO

Les commandes MEGACO et leurs réponses sont passées entre le MGC et le MGW dans des transactions. Une transaction est identifiée par un identificateur de transaction (transactionID). Une transaction consiste en une ou plusieurs actions. Une action est un ensemble de commandes s'appliquant à un contexte donné. Chaque action spécifie donc un identificateur de contexte (contextID) et des commandes à appliquer au contexte. Il existe des cas où un contextID n'est pas spécifié, e.g., lorsque le MGC demande au MGW de créer un contexte. C'est le MGW qui affectera alors un identificateur au contexte.

Une transaction est émise sous la forme d'une transactionRequest. La réponse est encapsulée dans une transactionReply. Cette dernière peut être précédée par une ou plusieurs transactionPending. Le récepteur indique à travers une transactionPending que la transaction est en cours de traitement mais non complètement exécutée ; une transactionReply suivra. Cela permet à l'émetteur de ne pas considérer que la transactionRequest a été perdue.

4.1 TransactionRequest

Une transactionRequest est invoquée par l'émetteur. Une requête contient une ou plusieurs actions, chacune identifiant le contexte considéré et les commandes MEGACO à exécuter sur ce contexte.

```
TransactionRequest(TransactionID {
    ContextID {Command , ..., Command},
    ...
    ContextID {Command, ..., Command } })
```

L'identificateur de transaction (transactionID) indique une valeur identique à celle présente dans la transactionReply ou transactionPending renvoyées par le récepteur et associées à cette transactionRequest.

L'identificateur de contexte (contextID) identifie le contexte présent dans le MGW sur lequel appliquer les commandes MEGACO séquentiellement dans l'ordre indiqué.

Les contextes sont identifiés par des identificateurs qui sont attribués par le MGW et qui sont uniques dans son domaine. Le MGC doit utiliser l'identificateur de contexte fourni par le MGW dans toutes les transactions subséquentes qui se rapportent à ce contexte. Le protocole fait référence à une valeur distinctive que le MGC peut utiliser pour se référer à une terminaison qui n'est pas actuellement associée à un contexte, c'est-à-dire l'identificateur de contexte « null ».

Le caractère générique « \$ » sert à demander au MGW de créer un nouveau contexte. Le MGC ne doit pas utiliser d'identificateurs de contexte partiellement spécifiés qui contiennent le caractère générique « \$ ».

Le MGC peut utiliser le caractère générique « * » pour adresser tous les contextes présents sur le MGW. Le contexte « null » n'est pas inclus lorsque le caractère générique « * » est utilisé.

4.2 TransactionReply

Après avoir exécuté l'ensemble des commandes, le récepteur retourne une transactionReply. Cette dernière contient une ou plusieurs actions, chacune identifiant le contexte considéré et une ou plusieurs réponses par contexte.

```
TransactionReply(TransactionID {
    ContextID { Response, ..., Response },
    ...
    ContextID { Response, ..., Response } })
```

L'identificateur de transaction est identique à celui de la transactionRequest correspondante. L'identificateur de contexte est suivi par une ou plusieurs réponses aux commandes qui ont été exécutées.

Si l'exécution d'une des commandes dans la transaction produit une erreur, les commandes suivantes ne sont pas traitées ; aucune réponse pour ces dernières n'est alors retournée.

Il existe une exception, lorsqu'une commande est optionnelle, préfixée par les caractères « o- ». Si l'exécution d'une commande optionnelle produit une erreur, l'exécution de la transaction se poursuit ; la transactionReply indiquera donc des réponses après le code d'erreur associé à la commande optionnelle.

4.3 TransactionPending

Une TransactionPending est une réponse intermédiaire permettant d'indiquer à l'émetteur que sa transactionRequest a bien été reçue et qu'elle est en cours de traitement. Cette transactionPending rappelle l'identificateur de transaction de la transactionRequest.

```
TransactionPending(TransactionID { })
```

5 Scénario d'établissement et de libération de la communication avec MEGACO

5.1 Scénario d'établissement de la communication avec MEGACO

Dans l'exemple considéré à la figure 6, l'adresse du MGC est 128.23.31.11, celle du RGW est 128.23.11.51 et celle du TGW est 128.23.17.18

Dans un but de simplification, le port UDP utilisé par ces trois entités pour l'application MEGACO est 45678.

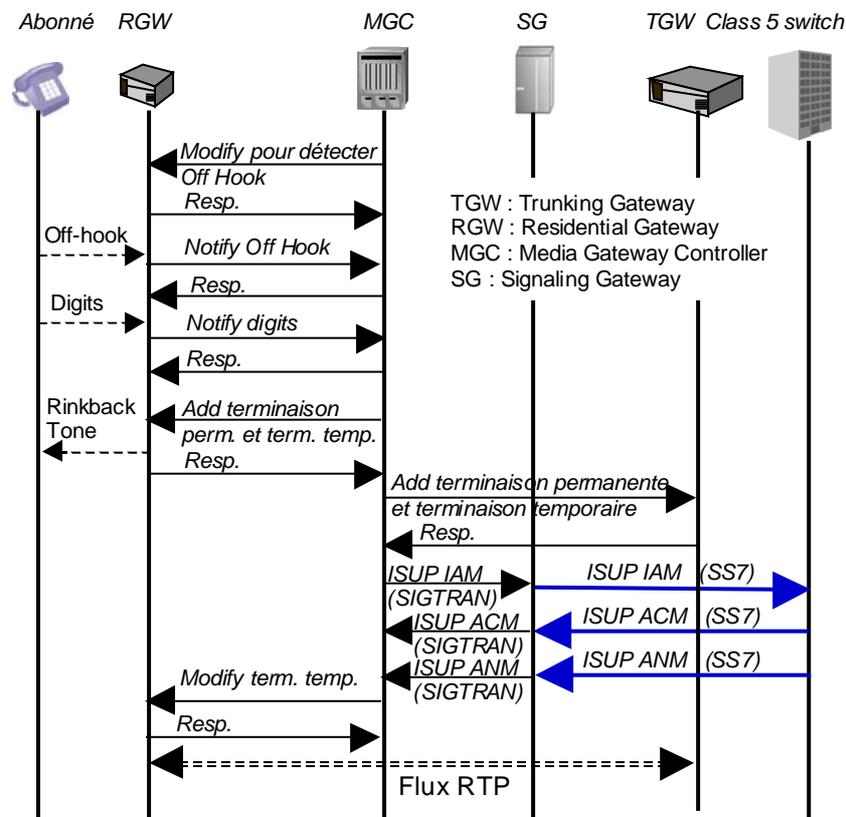


Figure 6 : Scénario d'établissement de l'appel avec MEGACO

Le MGC programme une terminaison dans un contexte Null. Cette modification demande à la terminaison de notifier le MGC de l'occurrence d'un événement off-hook. Le MGC émet un message TransactionRequest dont l'identificateur a la valeur 1. Le MGC indique son adresse IP ainsi que le port UDP sur lequel il souhaite recevoir la réponse. La valeur du protocole MEGACO utilisé est 1.

L'identificateur de terminaison dont les propriétés doivent être modifiées par le RGW est T1. L'identificateur de requête dans le descripteur d'événement (event descriptor) a la valeur 1111. L'identificateur de requête est utilisé par le MGC afin de corréliser la requête émise avec les notifications retournées par le RGW. L'événement que le RGW doit détecter et notifier au MGC est Off Hook. (of) du package analog line supervision (al). Le mode de cette terminaison est positionné à la valeur Receiveonly.

```
MEGACO/1 [128.23.31.11]: 45678
  Transaction = 1 {
```

```

Context = - {
  Modify = T1 {
    Media {
      LocalControl {
        Mode = Receiveonly}
      },
    Events = 1111 {al/of}
  }
}

```

Le RGW reçoit la commande du MGC, l'accepte et répond par une transactionReply dont le numéro de transaction est identique à celui de la transactionRequest correspondante afin de permettre au MGC de corréler la requête et sa réponse.

RGW → MGC

```

MEGACO/1 [128.23.11.51]: 45678
Reply = 1 {
  Context = - {Modify = T1}
}

```

L'utilisateur A décroche son combiné téléphonique pour effectuer un appel. Cet événement est détecté par le RGW qui produit un message Notify envoyé au MGC. Le RGW utilise le même identificateur de requête (1111) que celui présent dans la requête initiale du MGC. L'instant de détection du signal Off Hook est un paramètre retourné dans le descripteur observedEventDescriptor en centièmes de secondes. Cet événement s'est produit le 03 Février 2001 à 10h31.

RGW → MGC

```

MEGACO/1 [128.23.11.51]: 45678
Transaction = 2 {
  Context = - {
    Notify = T1 {ObservedEvents =1111 {
      20010203T10310000:al/of}}
  }
}

```

Cette notification est acquittée par le MGC au RGW.

MGC → RGW

```

MEGACO/1 [128.23.31.11]: 45678
Reply = 2 {
  Context = - {Notify = T1}
}

```

Le MGC modifie la terminaison pour lui demander d'émettre un signal dial tone (dt) du package *call progress tones generation* (cg) à l'appelant. Le descripteur DigitMapDescriptor permet d'associer une DigitMap à la terminaison en question. Le nom de la DigitMap dans l'exemple est Dmap1 et sa valeur contient 12|0xxxxxxxx signifiant que l'appelant peut composer le numéro 12 ou tout numéro à 10 chiffres débutant par 0 et suivi de 9 chiffres. Le descripteur d'événement liste les événements On Hook (on) du package analog line supervision (al) et Digit map completion event (ce) du package DTMF detection (dd). L'identificateur de requête est 1112. Le RGW devra donc notifier au MGC le numéro de destination composé par l'appelant et collecté par la terminaison ou l'occurrence d'un événement On Hook signifiant que l'appelant abandonne l'appel.

MGC → RGW

```
MEGACO/1 [128.23.31.11]: 45678
Transaction = 3 {
  Context = - {
    Modify = T1 {
      Signals {cg/dt},
      DigitMap= Dmap1 {(12| 0xxxxxxxx)}
      Events = 1112 {
        al/on, dd/ce {DigitMap=Dmap1}
      },
    }
  }
}
```

Le RGW à la réception et à la validation de la commande Modify répond au MGC et initie le traitement des descripteurs présents dans la commande.

RGW → MGC

```
MEGACO/1 [128.23.11.51]: 45678
Reply = 3 {
  Context = - {Modify = T1}
}
```

Après avoir reçu le signal Dial Tone, l'appelant compose le numéro de destination. On considère le numéro valide par rapport à la DigitMap, à savoir 0143223454. Le RGW notifie ce numéro au MGC à travers une commande Notify. L'identificateur de requête dans le descripteur ObservedEventsDescriptor a la valeur 1112. L'événement observé est décrit par son numéro (digit string (ds)), avec un full match (FM). L'instant d'observation est le 3 Février 2001 à 10h32.

RGW → MGC

```
MEGACO/1 [128.23.11.51]: 45678
Transaction = 4 {
  Context = - {
    Notify = T1 {ObservedEvents =1112 {
      20010203T10320000:dd/ce {ds="0143223454", Meth=FM}}}
  }
}
```

Le MGC confirme la réception de la commande Notify par une transactionReply.

MGC → RGW

```
MEGACO/1 [128.23.31.11]: 45678
Reply = 4 {
  Context = - {Notify = T1}
}
```

Le MGC demande au RGW de créer un nouveau contexte dont l'identificateur sera choisi par le RGW. Ce nouveau contexte devra contenir la terminaison T1 qui est semi-permanente et une nouvelle terminaison temporaire dont l'identificateur sera aussi désigné par le RGW. Le mode des deux terminaisons est « receive only » permettant aux terminaisons de recevoir des flux mais de ne pas en émettre pour l'instant. Le MGC suggère au RGW l'utilisation du codec G.723 pour la nouvelle terminaison. Le caractère "\$" est utilisé pour l'adresse IP et le

port RTP de cette terminaison. Leur valeur sera définie par le RGW. La terminaison T1 devra émettre un signal Ring Tone (rt) du package call progress tones generation (cg) à l'appelant pour l'informer que l'établissement de la communication est en cours.

MGC → RGW:

MEGACO/1 [128.23.31.11]: 45678

```
Transaction = 5 {
  Context = $ {
    Add = T1 {
      Signals { cg/rt }
      Media {
        {
          LocalControl {
            Mode = ReceiveOnly,
          },
        }
      }
    }
    Add = $ {
      Media {
        {
          LocalControl {
            Mode = ReceiveOnly,
          },
          Local {
            v = 0
            c = IN IP4 $
            m = audio $ RTP/AVP 4 ; 4 est la valeur du profil RTP pour G.723
          }
        }
      }
    }
  }
}
```

A la réception des deux commandes Add, le RGW crée un contexte dont l'identificateur a la valeur 1. Il y ajoute la terminaison T1. Une terminaison temporaire dont l'identificateur est T2 est créée et rajoutée au contexte 1. L'adresse IP allouée à cette terminaison est 128.23.23.45 et le numéro de port RTP utilisé est 43230. Le RGW répond au MGC par une réponse transactionReply.

RGW → MGC

MEGACO/1 [128.23.11.51]: 45678

```
Reply = 5 {
  Context = 1 {
    Add = T1,
    Add = T2 {
      Media {
        Local {
          v = 0
          c = IN IP4 128.23.23.45
          m = audio 43230 RTP/AVP 4 ; 4 est la valeur du profil RTP pour G723
          a = recvonly
        }
      }
    }
  }
}
```

Le MGC émet une transactionRequest au second Gateway, à savoir le TGW pour lui demander de créer un nouveau contexte et d'y ajouter une terminaison semi-permanente à choisir par le TGW et une nouvelle terminaison temporaire dont l'identificateur sera choisi par le TGW. La terminaison semi-permanente correspond à un des circuits de parole que le TGW partage avec un Class 5 Switch sur le faisceau de circuits 1 (Trunk 1). Le mode de la nouvelle terminaison est ReceiveOnly. Le MGC suggère que la nouvelle terminaison utilise le codec G.723. Le caractère "\$" est utilisé pour l'adresse IP et le port RTP de cette nouvelle terminaison. Leur valeur sera allouée par le TGW. Le MGC fournit par ailleurs les informations SDP décrivant la session au niveau du RGW (remote descriptor). Cela permettra au TGW de connaître le port UDP et l'adresse IP où le TGW devra émettre les paquets RTP contenant la voix encodée avec le codec G.723.

MGC → TGW

MEGACO/1 [128.23.31.11]: 45678

```
Transaction = 1236 {
  Context = $ {
    Add = Trunk1/$ {Media {
      LocalControl {Mode = SendRecv}},
    },
    Add = $ {Media {
      LocalControl {
        Mode = Receiveonly,
      },
      Local {
        v = 0
        c = IN IP4 $
        m = audio $ RTP/AVP 4
      },
      Remote {
        v = 0
        c = IN IP4 128.23.23.45
        m = audio 43230 RTP/AVP 4 ; 4 est la valeur du profil RTP pour G723
      }
    }
  }
}
```

A la réception de la TransactionRequest, le TGW crée un nouveau contexte dont l'identificateur est 2. Il y ajoute la terminaison semi-permanente dont l'identification est Trunk1/line1. Il crée une nouvelle terminaison appelée T3 et la rajoute dans le contexte. Une adresse IP (128.23.28.14) et un port RTP (43300) sont alloués pour cette terminaison. Ces informations sont retournées par le TGW au MGC à travers une transactionReply.

TGW → MGC

MEGACO/1 [128.23.17.18]: 45678

```
Reply = 1236 {
  Context = 2 {
    Add = Trunk1/line1,
    Add = T3{
      Media {
        Local {
          v=0
          c=IN IP4 128.23.28.14
          m=audio 43300 RTP/AVP 4 ; 4 est la valeur du profil RTP pour G723
        }
      }
    }
  }
}
```

```

}
}
}
}
}

```

Le MGC à la réception de cette réponse, émet un message ISUP IAM transporté par SIGTRAN au SG. Le SG relaye ce message ISUP par son interface SS7, au Class 5 Switch rattachant le destinataire. Le Class 5 Switch traduit ce message en un message de signalisation envoyé au terminal de l'abonné (e.g., message SETUP dans le cas d'un terminal RNIS). Le terminal abonné alors alerté génère un message Alerting (s'il s'agit d'un terminal RNIS) émis au Class 5 Switch qui le traduit en un message ISUP ACM renvoyé au SG. Le SG relaye ce message ISUP ACM reçu sur son interface SS7, au MGC en utilisant son interface SIGTRAN. Lorsque l'appelé décroche, un message ISUP ANM est généré par le Class 5 Switch relayé par le SG au MGC.

A la réception du message ISUP ANM, le MGC envoie une commande Modify au RGW afin de lui fournir la description de la session établie par le TGW. Cela permet au RGW de connaître le port RTP et l'adresse IP du TGW ou le RGW doit envoyer la voix paquetisée. Par ailleurs le mode des terminaisons T1 et T2 est positionné à la valeur sendAndReceive.

MGC → RGW

MEGACO/1 [128.23.31.11]: 45678

```

Transaction = 1237 {
  Context = 1 {
    Modify = T1 {
      Media {
        LocalControl {
          Mode = sendrecv}
        }
      }
      Signals { }
    },
    Modify = T2 {
      Media {
        LocalControl {
          Mode = sendrecv}
        Remote {
          v = 0
          c = IN IP4 128.23.28.14
          m = audio 43300 RTP/AVP 4
        }
      }
    };
  }
}
}
}

```

Le RGW répond par une transactionReply pour informer le MGC des modifications effectuées sur les terminaisons T1 et T2.

RGW → MGC

MEGACO/1 [128.23.11.51]: 45678

```

Reply = 1237 {
  Context = 1 {Modify = T1, Modify = T2}
}

```

Le MGC émet par ailleurs une transactionRequest au TGW pour lui demander de positionner le mode de la terminaison temporaire T3 à la valeur SendAndReceive. Ainsi les canaux RTP unidirectionnels établis entre les deux terminaisons temporaires émuleront un canal de communication bidirectionnel entre le RGW et le TGW.

MGC → TGW

```
MEGACO/1 [128.23.31.11]: 45678
Transaction = 8 {
  Context = 2 {
    Modify = Trunk1/line1 {
      Media {
        LocalControl {
          Mode = sendrecv}
        }
      },
      Modify = T3 {
        Media {
          LocalControl {
            Mode = sendrecv}
          }
        }
      }
    }
  }
}
```

Le TGW confirme les modifications au MGC.

TGW → MGC

```
MEGACO/1 [128.23.17.18]: 45678
  Reply = 1238 {
    Context = 2 {Modify = Trunk1/line1, Modify = T3}
  }
}
```

La communication peut donc débuter entre les deux participants, l'un relié au RGW et l'autre rattaché à un Class 5 Switch. La communication entre les deux participants est mise en œuvre par des canaux RTP entre les deux Gateways et par un circuit de parole établi entre le TGW et le Class 5 Switch.

5.2 Scénario de libération de la communication avec MEGACO

Le scénario de libération de la communication est illustré à la figure 7.

Lorsque l'un des participants raccroche (e.g., l'appelant), le RGW notifie au MGC l'occurrence de l'événement On Hook (on) du package analog line supervision (al). Cet événement s'est produit le 3 Février 2001 à 10h34.

RGW → MGC

```
MEGACO/1 [128.23.11.51]: 45678
Transaction = 2002 {
  Context = 1 {
    Notify = T1 {ObservedEvents =1112 {
      20010302T10340000:al/on}
    }
  }
}
```

Le MGC acquitte la réception de cette transaction par une réponse transactionReply.

MGC → RGW

```
MEGACO/1 [128.23.31.11]:45678
  Reply = 2002 {
    Context = 1 {
      Notify = T1
    }
  }
}
```

Le MGC émet alors des messages Subtract au RGW et au TGW. Le MGC demande au RGW de lui fournir des statistiques d'utilisation de la terminaison temporaire T2.

MGC → RGW

```
MEGACO/1 [128.23.31.11]: 45678
  Transaction = 1239 {
    Context = 1 {
      Subtract = T1 {Audit{ }},
      Subtract = T2 {Audit{Statistics}}
    }
  }
}
```

A la réception de la demande le RGW supprime la terminaison temporaire T2 et déplace la terminaison semi-permanente T1 dans un contexte Null. Le contexte dont l'identificateur est 1 est supprimé.

Le RGW retourne au MGC des statistiques sur l'utilisation de la terminaison temporaire notamment le nombre de paquets RTP émis (ps, packets sent), le nombre d'octets émis (os, octets sent), le nombre de paquets RTP reçus (pr, packets received), le nombre d'octets reçus (or, octets received), le pourcentage de perte de paquets RTP (pl, packets lost), la gigue dans un flux RTP (jitter), et la latence moyenne qui est le temps de propagation des paquets RTP (delay, average latency). Il est à noter que chaque terminaison possède son propre paquetage de statistiques recueillies. Les statistiques sont des propriétés des packages network (nt) et RTP (rtp).

RGW → MGC

```
MEGACO/1 [128.23.11.51]: 45678
  Reply = 1239 {
    Context = 1 {
      Subtract = T1
      Subtract = T2 {
        Statistics {
          rtp/ps=1234, ; paquets émis
          nt/os=56789, ; octets émis
          rtp/pr=987, ; paquets reçus
          nt/or=65432, ; octets reçus
          rtp/pl=10, ; % perte de paquets RTP
          rtp/jit=30, ; gigue
          rtp/delay=30 ; latence moyenne
        }
      }
    }
  }
}
```

Le MGC génère une transaction équivalente émise au TGW pour supprimer les terminaisons et demander des statistiques d'utilisation de la terminaison temporaire T3.

MGC → TGW:

```
MEGACO/1 [128.23.31.11]: 45678
Transaction = 1240 {
  Context = 2 {
    Subtract = Trunk1/line1{Audit{ }},
    Subtract = T3 {Audit{Statistics}}
  }
}
```

Le TGW répond à la demande en informant le MGC sur les statistiques d'utilisation de T3, de la suppression de T3, de la suppression du contexte dont l'identificateur est 2 et du positionnement de la terminaison semi-permanente Trunk1/line1 dans un contexte « null ».

TGW → MGC

```
MEGACO/1 [128.23.17.18]: 45678
Reply = 1240 {
  Context = 2 {
    Subtract = Trunk1/line1
    Subtract = T3 {
      Statistics {
        rtp/ps=987, ; paquets émis
        nt/os=65432, ; octets émis
        rtp/pr=1234, ; paquets reçus
        nt/or=56789, ; octets reçus
        rtp/pl=10, ; % perte de paquets RTP
        rtp/jit=30, ; gigue
        rtp/delay=30 ; latence moyenne
      }
    }
  }
}
```

Le MGC envoie par ailleurs un message ISUP REL (Release) au Class 5 Switch à travers le SG pour lui demander de libérer le circuit de parole établi avec le TGW. Le Class 5 Switch répond par un message ISUP RLC (Release Complete) pour confirmer la libération du circuit au MGC.

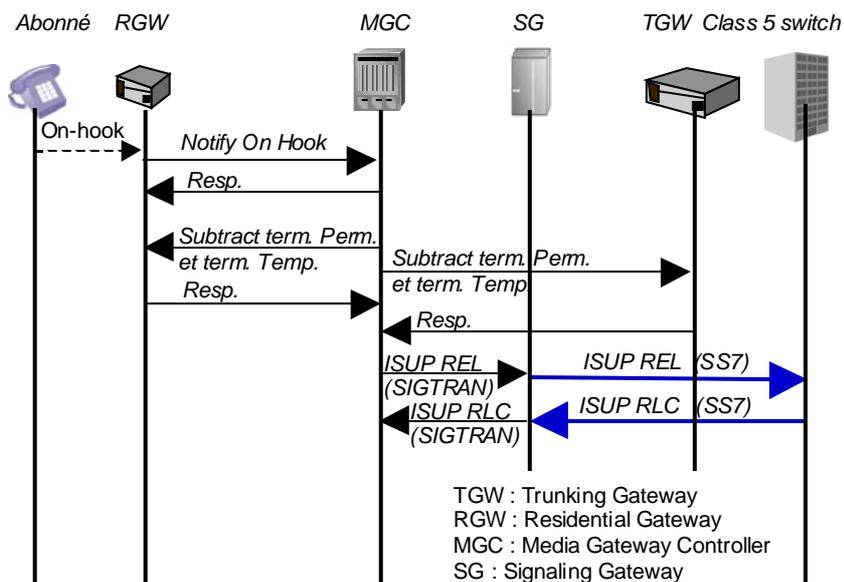


Figure 7 : Scénario de libération de l'appel avec MEGACO

Références

- ITU-T Rec. H.248v1, Gateway Control Protocol, July 2000.
ITU-T Rec. H.248v2, Gateway Control Protocol, February 2002.
ITU-T Rec. H.248v3, Gateway Control Protocol, August 2005.
IETF, RFC 2705. M. Arango, A. Dugan, I. Elliott, C. Huitema, S. Pickett, « Media Gateway Control Protocol (MGCP), Version 1.0 », October 1999.
IEFT RFC 3525. C. Groves, M. Pantaleo, LM. Anderson, T. Taylor, “Gateway Control Protocol Version 1”, June 2003.