

Groupe de travail Réseau
Request for Comments : 5104
 Catégorie : Sur la voie de la normalisation

S. Wenger, Nokia
 U. Chandra, Nokia
 M. Westerlund, Ericsson
 B. Burman, Ericsson
 février 2008

Traduction Claude Brière de L'Isle

Messages de contrôle de codec dans le profil audio-visuel RTP avec rétroaction (AVPF)

Statut du présent mémoire

Le présent document spécifie un protocole Internet sur la voie de la normalisation pour la communauté de l'Internet, et appelle à des discussions et suggestions pour son amélioration. Prière de se référer à l'édition en cours des "Normes officielles des protocoles de l'Internet" (STD 1) pour connaître l'état de la normalisation et le statut de ce protocole. La distribution du présent mémoire n'est soumise à aucune restriction.

Résumé

Le présent document spécifie quelques extensions aux messages définis dans le profil audiovisuel avec rétroaction (AVPF). Ils sont principalement utiles dans les scénarios conversationnels multimédia où sont utilisées des fonctionnalités multipoints centralisées. Cependant, certaines sont aussi utilisables dans de plus petits environnements de diffusion groupée et d'appels en point à point.

Les extensions exposées sont des messages qui se rapportent à la demande interne complète, au débit binaire temporaire maximum de flux des supports, et au compromis temporel-spatial de la Recommandation UIT-T H.271 sur le canal vidéo de retour.

Table des Matières

1. Introduction.....	2
2. Définitions.....	2
2.1 Glossaire.....	2
2.2 Terminologie.....	3
2.3 Topologies.....	4
3. Motivation.....	4
3.1 Cas d'utilisation.....	4
3.2 Utilisation du chemin des supports.....	6
3.3 Utilisation de AVPF.....	6
3.4 Diffusion groupée.....	6
3.5 Messages de retour.....	6
4. Extensions de rapport de receveur RTCP.....	17
4.1 Principes de conception du mécanisme d'extension.....	18
4.2 Messages de rétroaction de couche de transport.....	18
4.3 Messages de rétroaction spécifiques de charge utile.....	23
6. Considérations pour la sécurité.....	31
7. Définitions de SDP.....	31
7.1 Extension de l'attribut rtcp-fb.....	31
7.2 Offre-réponse.....	32
7.3 Exemples.....	33
8. Considérations relatives à l'IANA.....	34
9. Contributeurs.....	35
10. Remerciements.....	35
11. Références.....	35
11.1 Références normatives.....	35
11.2 Références pour information.....	36
Adresse des auteurs.....	37
Déclaration complète de droits de reproduction.....	37

1. Introduction

Quand le profil audio-visuel avec rétroaction (AVPF, *Audio-Visual Profile with Feedback*) [RFC4585] a été développé, l'accent a été principalement mis sur la prise en charge efficace des scénarios de point à point et de petit multi-points sans contrôle multi-points centralisé. Cependant, en pratique, de nombreuses petites conférences en multi-points opèrent en utilisant des appareils appelés des unités de contrôle de multi-points (MCU, *Multipoint Control Unit*). La longue expérience de l'industrie de la visioconférence conversationnelle suggère qu'il est besoin de quelques messages de rétroaction supplémentaires, pour prendre en charge efficacement la conférence multipoints centralisée. Certains des messages ont des applications qui vont au delà du multipoints centralisé, et c'est indiqué dans la description du message. Ceci est particulièrement vrai pour le message destiné à porter les chaînes binaires de la Recommandation UIT-T H.271 [H.271] pour les messages de canal de retour de vidéo.

Dans la terminologie du protocole de transport en temps réel (RTP, *Real-time Transport Protocol*) [RFC3550], les MCU comprennent des mixeurs et des traducteurs. La plupart des MCU incluent aussi un support de signalisation. Durant le développement du présent mémoire, on a remarqué qu'il y a dans la communauté une confusion considérable sur l'utilisation de termes comme un mixeur, un traducteur, et une MCU. Pour répondre à ce souci, un certain nombre de topologies ont été identifiées qui sont de pertinence pratique pour l'industrie, mais ne sont pas documentées suffisamment en détails dans la [RFC3550]. Ces topologies sont documentées dans la [RFC5117], et la compréhension du présent mémoire requiert une étude préalable ou parallèle de la [RFC5117].

Certains des messages définis ici sont seulement vers l'avant, en ce qu'ils n'exigent pas une notification explicite à l'émetteur du message qu'ils ont été reçus et/ou d'indiquer les actions du receveur du message. D'autres messages exigent une réponse, conduisant à un modèle de communication bidirectionnel qu'on pourrait voir comme utile pour les besoins du contrôle. Cependant, il n'est pas dans l'intention du présent mémoire d'étendre le protocole de contrôle RTP (RTCP, *RTP Control Protocol*) à un protocole de contrôle généralisé. Tous les messages mentionnés ont des contraintes relativement strictes de temps réel, au sens où leur valeur diminue avec l'augmentation du retard. Cela rend l'utilisation de protocoles de contrôle plus traditionnels, comme le protocole d'initialisation de session (SIP, *Session Initiation Protocol*) [RFC3261], indésirables quand ils sont utilisés pour le même objet. C'est pourquoi cette solution est recommandée plutôt que le "Schéma XML pour le contrôle des supports" [RFC5168], qui utilise SIP Info pour transférer les messages XML avec une sémantique similaire à celle définie dans ce mémoire. De plus, tous les messages sont de format très simple qui peut facilement être traité par un envoyeur/receveur RTP/RTCP. Finalement, et bien plus important, tous les messages se rapportent seulement au flux RTP auquel ils sont associés, et à aucune autre propriété d'un système de communication. En particulier, aucun d'eux ne se rapporte aux propriétés des liaisons d'accès traversées par la session.

2. Définitions

2.1 Glossaire

AIMD (*Additive Increase Multiplicative Decrease*) : augmentation additive, diminution multiplicative.

AVPF (*Audio-Visual Profile with Feedback*) : profil RTP étendu pour les rétroactions fondées sur RTCP.

FCI (*Feedback Control Information*) : informations de contrôle de rétroaction [RFC4585].

FEC (*Forward Error Correction*) : correction d'erreur directe.

FIR (*Full Intra Request*) : demande de mise à jour entrante complète.

MCU (*Multipoint Control Unit*) : pont de conférence.

MPEG (*Moving Picture Experts Group*) : groupe d'experte d'images animées.

PLI (*Picture Loss Indication*) : indication de perte d'image.

PR (*Packet Rate*) : débit de paquets.

QP (*Quantizer Parameter*) : paramètre de quantification.

RTT (*Round Trip Time*) : délai d'aller-retour.

SSRC (*Synchronization Source*) : source de synchronisation.

TMMBN (*Temporary Maximum Media Stream Bit Rate Notification*) : notification de débit binaire temporaire maximum de flux de supports.

TMMBR (*Temporary Maximum Media Stream Bit Rate Request*) : demande de débit binaire temporaire maximum de flux de supports.

TSTN (*compromis temporel-spatial Notification*) : notification de compromis temporel-spatial.

TSTR (*compromis temporel-spatial Request*) : réponse de compromis temporel-spatial.

VBCM (*Video Back Channel Message*) : message de canal de retour vidéo.

2.2 Terminologie

Les mots clés "DOIT", "NE DOIT PAS", "EXIGE", "DEVRA", "NE DEVRA PAS", "DEVRAIT", "NE DEVRAIT PAS", "RECOMMANDE", "PEUT", et "FACULTATIF" dans le présent document sont à interpréter comme décrit dans la RFC 2119.

Amincissement de flux : opération de suppression de certains des paquets d'un flux de supports. L'amincissement de flux est, de préférence, conscient du support, ce qui implique que les paquets de supports sont supprimés dans l'ordre de pertinence croissante de la qualité reproductive. Cependant, même quand on emploie l'amincissement de flux conscient du support, la plupart des flux de supports perdent rapidement leur qualité quand il sont soumis à des niveaux croissants d'amincissement. L'amincissement de flux indifférent au support conduit à une dégradation de qualité encore pire. À la différence du transcodage, l'amincissement de flux est normalement vu comme une opération de calcul légère.

Décodage : opération de reconstruction du flux de supports.

Débit binaire net de supports : débit binaire porté par un flux de données, net de frais généraux. C'est-à-dire, les bits par seconde comptés par support codé, tous en-têtes de charge utile applicables, et toutes informations de méta charge utile directement associées placées dans le paquet RTP. Un exemple typique de ces dernières sont les données de redondance fournies par l'utilisation de la [RFC2198]. Noter que, à la différence du débit binaire total de supports, le débit binaire net va avoir la même valeur chez l'expéditeur des supports et chez le receveur, sauf si un mixage ou une traduction des supports s'est produit. Pour un observateur donné, le débit binaire total de supports pour un flux de données est égal à la somme du débit binaire net de supports et des frais généraux par paquet comme défini ci-dessus multiplié par le débit de paquet.

Débit binaire total des supports : total des bits transférés par seconde dans un flux de supports, mesurés à une couche de protocole choisie par un observateur et moyenné sur une échelle de temps raisonnable, dont la longueur dépend de l'application. En général, un expéditeur et un receveur de supports vont observer des débits binaire totaux des supports différents pour le même flux, d'abord parce que ils peuvent avoir choisi des couches de protocole de référence différentes, et ensuite, parce que des changements ont pu se produire dans les frais généraux par paquet le long du chemin de transmission. Le but de la moyenne du débit binaire est d'être capable d'ignorer les salves sur de très courtes échelles de temps (par exemple, en dessous de 100 ms) introduites par les effets de programmation ou de mise en paquet de couche de liaison.

Débit binaire total maximum des supports : limite supérieure du débit binaire total de supports pour un flux de supports donné à un receveur particulier et pour sa couche de protocole choisie. Noter que cette valeur ne peut pas être mesurée sur le flux de supports reçu. Elle doit plutôt être calculée ou déterminée par d'autres moyens, comme une négociation de qualité de service (QS) ou des limitations locales de ressources. Noter aussi que cette valeur est une moyenne (sur une échelle de temps raisonnable pour l'application) et qui peut être différente du débit binaire instantané vu par paquets dans le flux de données.

Ensemble lieu : ensemble des couples de TMMBR, choisis parmi tous ceux reçus chez un certain expéditeur de supports, qui définit la région faisable pour cet expéditeur de supports. L'expéditeur des supports utilise un algorithme comme celui du paragraphe 3.5.4.2 pour déterminer ou approximer de façon itérative l'ensemble limitant actuel, et rapporter cet ensemble aux receveurs des supports dans un message de notification de débit binaire temporaire maximum de flux de supports (TMMBN, *Temporary Maximum Media Stream Bit Rate Notification*).

Frais généraux : toutes les informations d'en-tête de protocole requises pour porter un paquet avec des données de supports de l'expéditeur au receveur, de la couche d'application jusqu'à un niveau de protocole prédéfini (par exemple, jusqu'à, et inclus, l'en-tête IP). Les frais généraux peuvent inclure, par exemple, les en-têtes IP, UDP, et RTP, tout en-tête de couche 2, toutes les sources contributives (CSRC, *Contributing Source*) le bourrage RTP, et les extensions d'en-tête RTP. Les frais généraux excluent les en-têtes de charge utile RTP et la charge utile elle-même.

Flux de supports : flux de paquets RTP marqués avec une seule source de synchronisation (SSRC, *Synchronization Source*) portant les supports (et aussi dans certains cas les informations de réparation comme les informations de retransmission ou de correction d'erreur directe (FEC, *Forward Error Correction*)).

Message : message de rétro-action RTCP [RFC4585] défini par la présente spécification, d'un des types suivants :

Demande : message qui exige un accusé de réception.

Commande : message qui force le receveur à une action.

Indication : message qui rapporte une situation.

Notification : message qui notifie qu'un événement s'est produit. Les notifications sont habituellement générées en réponse à une demande.

Noter que, à l'exception de "Notification", cette terminologie est en ligne avec celle de la Recommandation UIT-T H.245 [H245].

Point de rafraîchissement de décodeur : chaîne de bits, dans un ou plusieurs paquets RTP, qui réinitialise complètement le décodeur à un état connu. Des exemples de points de rafraîchissement de décodeur "dur" sont des intra images dans des images H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2, et MPEG-4 partie 2, et de rafraîchissement instantané du décodeur (IDR, *Instantaneous Decoder Refresh*) dans H.264. Des points de rafraîchissement de décodeur "graduels" peuvent aussi être utilisés ; voir par exemple [AVC]. Bien que les points de rafraîchissement de décodeur "durs" et "graduels" soient acceptables dans le domaine d'application de la présente spécification, dans la plupart des cas, l'utilisateur va bénéficier de l'utilisation d'un point de rafraîchissement de décodeur "dur". Un point de rafraîchissement de décodeur contient aussi toutes les informations d'en-tête au-dessus de la couche d'image (ou son équivalent, selon la norme de compression de vidéo) qui sont portées dans la bande. Dans H.264, par exemple, un point de rafraîchissement de décodeur contient les unités d'ensemble de paramètres de couche d'adaptation de réseau (NAL, *Network Adaptation Layer*) qui génèrent les ensembles de paramètres nécessaires pour le décodage des unités de NAL suivantes de tranche/partition de données (et qui ne sont pas portées hors bande).

Région faisable : ensemble de toutes les combinaisons de débit de paquet et de débit binaire net de supports qui n'excède pas les restrictions de débit binaire maximum de supports placées sur un certain envoyeur de supports par les messages de demande de débit binaire temporaire maximum de flux de supports (TMMBR, *Temporary Maximum Media Stream Bit Rate Request*) qu'il a reçus. La région faisable va changer lorsque de nouveaux messages TMMBR sont reçus.

Rendu : opération de présentation du flux de supports (de parties du flux) reconstruit à l'utilisateur.

Support : souvent utilisé (parfois en conjonction avec des termes comme débit binaire, flux, envoyeur, etc.) pour identifier le contenu du flux de paquets RTP vers l'avant (portant les données de codec) auquel s'applique le message de contrôle de codec.

2.3 Topologies

Voir une discussion en profondeur dans la [RFC5117]. Les topologies auxquelles on se réfère tout au long du présent mémoire sont marquées (conformément à la [RFC5117]) comme suit :

Topo-Point-to-Point communication en point à point
 Topo-Multicast communication en diffusion groupée
 Topo-Translator fondé sur un traducteur
 Topo-Mixer fondée sur un mixeur
 Topo-RTP-switch-MCU MCU de commutation de flux RTP
 Topo-RTCP-terminating-MCU . . mixage mais se terminant sur RTCP

3. Motivation

La présente section discute des motifs et de l'usage des différents messages de vidéo et de contrôle de supports. Les messages de contrôle de vidéo ont été discutés pendant longtemps, et un document d'exigences a été élaboré [Basso]. Ce document a expiré ; cependant, on en cite les paragraphes pertinents pour fournir les motifs et exigences.

3.1 Cas d'utilisation

Il y a un certain nombre d'usages possibles pour les messages de rétroaction proposés. Commençons par parcourir les cas d'utilisation proposés par Basso et al. [Basso]. Certains cas d'utilisation ont été reformulés et des commentaires ont été ajoutés.

1. Un mixeur vidéo RTP compose plusieurs sources vidéo codées en un seul flux vidéo codé. Chaque fois qu'une source vidéo est ajoutée, le mixeur RTP a besoin de demander un point de rafraîchissement de décodeur à la source vidéo, afin de commencer une chaîne de prédiction non corrompue sur la zone spatiale de l'image mixée occupée par les données provenant de la nouvelle source vidéo.

2. Un mixeur vidéo RTP reçoit plusieurs flux vidéo RTP codés de participants à une conférence, et choisit dynamiquement un des flux à inclure dans son flux RTP de sortie. Au moment où un flux binaire change (déterminé par des moyens comme une activation vocale ou l'interface d'utilisateur) le mixeur demande un point de rafraîchissement de décodeur à la source distante, afin d'éviter d'utiliser un contenu sans rapport comme données de référence pour la prédiction inter images. Après la demande du point de rafraîchissement de décodeur, le mixeur vidéo cesse la livraison du flux RTP courant et surveille le flux RTP à partir de la nouvelle source jusqu'à ce qu'il détecte les données appartenant au point de rafraîchissement de décodeur. À ce moment, le mixeur RTP commence à transmettre le nouveau flux choisi au ou aux receveurs.
3. Une application doit signaler au codeur distant que le compromis désiré entre résolution temporelle et spatiale a changé. Par exemple, un utilisateur peut préférer un débit de trame supérieur et une qualité spatiale inférieure, et un autre utilisateur peut préférer le contraire. Ce choix est aussi largement dépendant du contenu. De nombreux systèmes actuels de visioconférence offrent dans l'interface d'utilisateur un mécanisme pour faire ce choix, généralement sous la forme d'un curseur. Le mécanisme est utile dans les utilisations en point à point, en multipoints centralisé et non centralisé.
4. Le cas d'utilisation 4 du document Basso s'applique seulement à l'indication de perte d'image (PLI, *Picture Loss Indication*) comme défini dans AVPF [RFC4585] et n'est pas reproduit ici.
5. Le cas d'utilisation 5 du document Basso se rapporte à un mécanisme appelé "demande de gel d'image". L'envoi de demandes de gel d'image sur un canal de transmission RTCP non fiable a été identifié comme problématique. Donc, aucune demande de gel d'image n'a été incluse dans le présent mémoire, et la discussion de ce cas d'utilisation n'est pas reproduite ici.
6. Un mixeur vidéo choisit dynamiquement un des flux vidéo reçus pour être envoyé aux participants et essaye de fournir le plus fort débit binaire possible à tous les participants, tout en minimisant les changements de débit de flux. Une façon de réaliser cela est d'établir des sessions avec les points d'extrémité en utilisant le débit binaire maximum accepté par chaque point d'extrémité, et accepté par la méthode d'admission d'appel utilisée par le mixeur. Au moyen des commandes qui réduisent le débit maximum de flux de données en dessous de ce qui a été négocié durant l'établissement de session, le mixeur peut réduire le débit binaire maximum envoyé par les points d'extrémité au plus bas de tous les débits acceptés. Comme le plus bas débit accepté change du fait des jonctions et départs de points d'extrémité ou à cause de l'encombrement du réseau, le mixeur peut ajuster les limites auxquelles les points d'extrémité peuvent envoyer leurs flux pour correspondre à la nouvelle valeur. Le mixeur demande alors un nouveau débit binaire maximum, qui est égal ou inférieur au débit maximum négocié à l'établissement de session pour un flux de données spécifique, et le point d'extrémité distant peut répondre avec le débit binaire réel qu'il peut prendre en charge.

La description de Basso, et al., couvre la plupart des applications prévues. Cependant, on étend cette liste avec deux cas d'utilisation supplémentaires :

7. Les algorithmes de contrôle d'encombrement actuellement déployés (AIMD et le contrôle de débit convivial sur TCP (TFRC, *TCP Friendly Rate Control*) [RFC3448]) sondent pour voir si il y a des capacités supplémentaires disponibles tant qu'il y a quelque chose à envoyer. Avec les algorithmes de contrôle d'encombrement qui utilisent la perte de paquet comme indication d'encombrement, ce sondage résulte généralement en une qualité réduite des supports (souvent au point que la distortion est assez grande pour rendre le support inutilisable) à cause des pertes de paquets et de l'augmentation des délais.

Dans un certain nombre de scénarios de déploiement, en particulier les cellulaires, la liaison embouteillée est souvent la liaison du dernier bond. Cette liaison cellulaire a aussi couramment un type de négociation de QS qui permet à l'appareil cellulaire d'apprendre le débit binaire maximal disponible sur ce dernier bond. Un receveur des supports derrière cette liaison peut, dans la plupart des cas (sinon tous) calculer au moins une limite supérieure pour le débit disponible pour chaque flux de données qu'il reçoit présentement. Comment cela est fait est un détail de mise en œuvre qui n'est pas discuté ici. L'indication du débit binaire maximum disponible à la partie émettrice pour les divers flux de supports peut être bénéfique pour empêcher cette partie de sonder la bande passante pour ce flux en plus d'une limite fixe connue. Pour les appareils cellulaires ou autres mobiles, le débit binaire disponible connu pour chaque flux (déduit du débit binaire de la liaison) peut changer rapidement, du fait du transfert inter-cellulaires à une autre technologie de transmission, de la renégociation de QS due à l'encombrement, etc. Pour permettre une perturbation minimale du service, une convergence rapide est nécessaire, et donc la signalisation du chemin des supports est désirable.

8. L'utilisation du choix d'image de référence (RPS, *reference picture selection*) comme outil de résilience à l'erreur a été introduite en 1997 comme NEWPRED [NEWPRED], et est maintenant largement déployée. Quand RPS est utilisé, dit simplement, le receveur peut envoyer un message de rétroaction à l'envoyeur, indiquant une image de référence qui

devrait être utilisée pour la future prédiction. ([NEWPRED] mentionne aussi d'autres formes de rétroactions.) AVPF contient un mécanisme pour porter un tel message, mais ne spécifie pas pour quel codec et selon quelle syntaxe le message devrait être conforme. Récemment, la Recommandation H.271 finalisée a (parmi d'autres types de messages) inclus aussi un message de rétroaction. Il est prévu que ce message de rétroaction va très rapidement jouir d'un large soutien. Donc, un mécanisme pour porter les messages de rétroaction conformément à H.271 paraît être désirable.

3.2 Utilisation du chemin des supports

Il y a deux raisons à l'utilisation du chemin des supports pour les messages de contrôle de codec.

D'abord, les systèmes qui emploient des MCU séparent souvent les parties de traitement de contrôle et de supports. Comme ces messages sont destinés à, ou générés par, la partie support plutôt que à la partie signalisation de la MCU, les avoir sur le chemin des supports évite des transmissions à travers des interfaces et du trafic de contrôle inutile entre la signalisation et le traitement. Si la MCU est décomposée physiquement, l'utilisation du chemin des supports évite le besoin des extensions de protocole de contrôle des supports (par exemple, dans le contrôle de passerelle de supports (MEGACO) [RFC3525]).

Ensuite, le chemin de signalisation contient assez généralement plusieurs entités de signalisation, par exemple, des mandataires SIP et des serveurs d'application. Éviter de passer à travers les entités de signalisation évite des délais pour plusieurs raisons. Les mandataires ont des contraintes de délai moins strictes que le traitement des supports, et du fait de leur nature complexe et plus générique, peuvent résulter en des délais de traitement significatifs. Les localisations topologiques des entités de signalisation ne sont pas généralement optimisées pour un délai minimal, mais plutôt en vue d'autres buts architecturaux. Donc, le chemin de signalisation peut être significativement plus long au sens à la fois géographique et du délai.

3.3 Utilisation de AVPF

Le cadre de message de rétroaction AVPF [RFC4585] fournit le cadre approprié pour mettre en œuvre le nouveau messages. AVPF met en œuvre des règles de contrôle de l'écoulement des messages de rétroaction pour éviter l'encombrement du réseau par l'inondation de trafic RTCP. On réutilise ces règles en faisant référence à AVPF.

L'établissement de la signalisation pour AVPF permet que chaque type individuel de fonction soit configuré ou négocié sur la base de la session RTP.

3.3.1 Fiabilité

L'utilisation de messages RTCP implique que chaque transfert de message est non fiable, sauf si la couche inférieure de transport fournit la fiabilité. Les différents messages proposés dans la présente spécification ont des exigences différentes en termes de fiabilité. Cependant, dans tous les cas, la réaction à une perte (occasionnelle) d'un message de rétroaction est spécifiée.

3.4 Diffusion groupée

Les messages de contrôle de codec peuvent être utilisés avec la diffusion groupée. Les règles de rythme de RTCP spécifiées dans les [RFC3550] et [RFC4585] assurent que les messages ne causent pas de surcharge de la connexion RTCP. L'utilisation de la diffusion groupée peut résulter en la réception de messages avec une sémantique incohérente. La réaction aux incohérences dépend du type de message, et est discutée séparément pour chaque type de message.

3.5 Messages de retour

Ce paragraphe décrit la sémantique des différents messages de rétro-action et comment ils s'appliquent aux différents cas d'utilisation.

3.5.1 Commande Full Intra Request

Une commande de demande de mise à jour entrante complète (FIR, *Full Intra Request*) quand elle est reçue par l'envoyeur des supports désigné, exige que l'envoyeur des supports envoie un point de rafraîchissement de décodeur (voir le paragraphe 2.2) à la première opportunité. L'évaluation d'une telle opportunité inclut la stratégie de codage du codeur actuel et les ressources réseau actuellement disponibles.

FIR est aussi appelé une "demande de rafraîchissement instantané de décodeur", une "demande de mise à jour rapide de vidéo" ou "demande rapide de mise à jour de vidéo".

Utiliser un point de rafraîchissement de décodeur implique de s'abstenir d'utiliser toute image envoyée avant ce point comme référence pour le processus de codage de toute image suivante envoyée dans le flux. Pour les types de supports prédictifs qui ne sont pas vidéo, la même chose s'applique. Par exemple, si dans des systèmes MPEG-4 des mises à jour de scènes sont utilisées, le point de rafraîchissement de décodeur consiste en la représentation complète de la scène et n'est pas codé en delta par rapport aux mises à jour précédentes.

Les points de rafraîchissement de décodeur, en particulier intra image ou IDR, sont en général plusieurs fois plus grands que les images prédites. Donc, dans les scénarios dans lesquels le débit binaire disponible est petit, l'utilisation d'un point de rafraîchissement de décodeur implique un délai qui est significativement plus long que la durée normale de l'image.

L'usage en diffusion groupée est possible ; cependant, l'agrégation des commandes est recommandée. Un receveur qui reçoit une demande juste après l'envoi d'un point de rafraîchissement de décodeur -- dans les deux fois le plus long délai d'aller-retour connu, plus tous délais d'envoi de paquet RTCP induits par l'AVPF -- devrait attendre un second message de demande pour s'assurer que le receveur des supports n'a pas été servi par le point de rafraîchissement de décodeur livré précédemment. La raison de ce délai spécifié est pour éviter d'envoyer des points de rafraîchissement de décodeur inutiles. Un participant à une session peut avoir envoyé sa propre demande pendant que la demande d'un autre participant étant en transit. La suppression des demandes qui peuvent avoir été envoyées sans connaissance de l'autre demande évite ce problème.

Utiliser la commande FIR pour récupérer des erreurs est explicitement interdit, et le message PLI défini dans AVPF [RFC4585] devrait être utilisé à la place. Le message PLI rapporte les pertes d'images et a été inclus dans AVPF précisément à cette fin.

La commande de demande de mise à jour entrante complète (FIR) est applicable dans les cas d'utilisation 1 et 2.

3.5.1.1 Fiabilité

Le message FIR résulte en la livraison d'un point de rafraîchissement de décodeur, sauf si le message est perdu. Les points de rafraîchissement de décodeur sont facilement identifiables à partir du flux binaire. Donc, il n'est pas besoin de notification au niveau du protocole, et un simple mécanisme de répétition de commande est suffisant pour s'assurer du niveau de fiabilité requis. Cependant, l'utilisation potentielle de la répétition exige un mécanisme pour empêcher le receveur de répondre aux messages déjà reçus et auxquels il a déjà été répondu.

Pour s'assurer de la meilleure fiabilité possible, un expéditeur de FIR peut répéter le FIR jusqu'à ce que le contenu désiré ait été reçu. L'intervalle de répétition est déterminé par les règles de rythme RTCP applicables à la session. À réception d'un point de rafraîchissement de décodeur complet ou à la détection d'une tentative d'envoi d'un point de rafraîchissement de décodeur (qui a été endommagé du fait d'une perte de paquet) la répétition des FIR doit cesser. Si un autre FIR est nécessaire, le numéro de séquence de la demande doit être augmenté. L'expéditeur d'un FIR ne devra pas avoir plus d'un FIR (de numéro de séquence de demande différent) en cours à tout moment par expéditeur des supports dans la session.

Le receveur du FIR (c'est-à-dire, l'expéditeur des supports) se comporte de façon complémentaire pour s'assurer de la livraison d'un point de rafraîchissement de décodeur. Si il reçoit des répétitions du FIR plus de $2 \times \text{RTT}$ après qu'il a envoyé un point de rafraîchissement de décodeur, il devra envoyer un nouveau point de rafraîchissement de décodeur. Deux temps d'aller-retour permettent de donner au point de rafraîchissement de décodeur le temps d'arriver en retour au demandeur et d'atteindre la fin des répétitions de FIR et d'être détecté par l'expéditeur des supports.

Un mixeur RTP ou une MCU de commutation RTP qui reçoit un FIR du receveur des supports est chargé d'assurer qu'un point de rafraîchissement de décodeur est livré au receveur demandeur. Il peut être nécessaire que le mixeur/MCU génère des commandes FIR. Du point de vue de la fiabilité, les deux jambes (du point d'extrémité qui demande le FIR au mixeur/MCU, et du mixeur/MCU au point de rafraîchissement de décodeur du point d'extrémité générateur) sont traitées indépendamment l'une de l'autre.

3.5.2 Demande et notification de compromis temporel-spatial

La demande de compromis temporel-spatial (TSTR, *Temporal-Spatial Trade-off Request*) donne pour instruction au codeur vidéo de changer son compromis entre résolution temporelle et spatiale. Les valeurs d'indice de 0 à 31 indiquent de façon monotone le désir d'un débit de trame supérieur. C'est-à-dire, un demandeur qui demande un indice de 0 préfère une haute

qualité et veut accepter un faible débit de trame, tandis qu'un demandeur qui veut 31 souhaite un haut débit de trame, potentiellement au prix d'une faible qualité spatiale.

En général, le temps de réaction du codeur peut être significativement plus long que la durée d'image normale. Voir le cas d'utilisation 3 par exemple. Le codeur décide si et dans quelle mesure la demande résulte en un changement du compromis. Il retourne un message Notification de compromis temporel-spatial (TSTN, *Temporal-Spatial Trade-off Notification*) pour indiquer le compromis qu'il va utiliser à partir de là.

Le TSTR et le TSTN ont été introduits principalement parce que on estime que les mécanismes de protocole de contrôle, par exemple, un re-invite SIP, sont trop lourds et trop lents pour permettre une expérience d'utilisateur raisonnable. Considérons, par exemple, une interface d'utilisateur où l'utilisateur distant choisit le compromis temporel/spatial avec un curseur. Une réaction immédiate à tout mouvement du curseur est exigée pour une expérience d'utilisateur raisonnable. Un re-INVITE SIP [RFC3261] exigerait au moins deux allers-retours de plus (par rapport au mécanisme de TSTR/TSTN) et peut impliquer des mandataires et autres mécanismes complexes. Même dans un système bien conçu, cela pourrait prendre une seconde ou plus jusqu'à ce que le nouveau compromis soit finalement choisi. De plus, l'utilisation de RTCP résout le cas d'utilisation de la diffusion groupée de façon très efficace.

L'utilisation de TSTR et TSTN dans les scénarios de multipoints est un sujet non trivial, et peut être réalisée d'un grand nombre de façons spécifiques de la mise en œuvre.

Des problèmes découlent du fait que les TSTR vont normalement arriver non synchronisées, et peuvent demander des valeurs de compromis différentes pour le même flux et/ou codeur de point d'extrémité. Le présent mémoire ne spécifie pas de réaction du traducteur, du mixeur, ou du point d'extrémité à la réception d'un compromis suggéré tel que porté dans la TSTR. On exige seulement que le receveur d'un message TSTR y réponde en envoyant une TSTN, portant le nouveau compromis choisi selon ses propres critères (qui peuvent ou non être fondés sur le compromis porté dans la TSTR). En d'autres termes, le compromis envoyé dans une TSTR est une recommandation, et rien de plus.

Trois scénarios de TSTR/TSTN doivent être distingués, sur la base des topologies décrites dans la [RFC5117]. Les scénarios sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

3.5.2.1 Point à point

Dans ce cas trivial (Topo-Point-to-Point) l'envoyeur des supports ajuste normalement son compromis temporel/spatial sur la base de la valeur demandée dans la TSTR, sous réserve de ses propres capacités. Le message TSTN porte en retour la nouvelle valeur de compromis (qui peut être identique à la vieille si, par exemple, l'envoyeur n'est pas capable d'ajuster son compromis).

3.5.2.2 Point à multipoints en utilisant la diffusion groupée ou des traducteurs

La diffusion groupée RTCP est utilisée soit avec la diffusion groupée des supports conformément à Topo-Multicast, soit suivant le modèle de traducteur de la RFC 3550 conformément à Topo-Translator. Dans ces cas, des messages TSTR non synchronisés provenant de différents receveurs peuvent être reçus, éventuellement avec des compromis demandés différents (à cause de préférences d'utilisateur différentes). Le présent mémoire ne spécifie pas comment l'envoyeur des supports règle son compromis. Des stratégies possibles incluent de choisir la moyenne ou la médiane de toutes les demandes de compromis reçues, en donnant la priorité à certains participants, ou en continuant d'utiliser le compromis choisi précédemment (par exemple, quand l'envoyeur n'est pas capable de l'ajuster). Là encore, tous les messages TSTR doivent être acquittés par une TSTN, et la valeur renvoyée doit refléter la décision prise.

3.5.2.3 Point à multipoints en utilisant un mixeur RTP

Dans ce scénario (Topo-Mixer) le mixeur RTP reçoit tous les messages TSTR, et a l'opportunité d'agir sur eux en fonction de ses propres critères. Dans la plupart des cas, le mixeur devrait former un "consensus" des messages TSTR potentiellement en conflit qui arrivent des différents participants, et initier son ou ses propres messages TSTR à l'envoyeur des supports. Comme dans le scénario précédent, la stratégie pour former ce "consensus" appartient à la mise en œuvre, et peut, par exemple, englober de moyenniser les valeurs des demandes des participants, en donnant la priorité à certains participants, ou en utilisant les valeurs par défaut de la session.

Même si un mixeur ou traducteur effectue le transcodage, il est très difficile de livrer des supports avec le compromis demandé, sauf si le contenu que le mixeur ou traducteur reçoit est déjà proche de ce compromis. Donc, si le mixeur change

son compromis, il doit demander à l'expéditeur des supports d'utiliser la nouvelle valeur, en créant une TSTR à lui. Lorsque il arrive à une décision sur le compromis utilisé, il inclut cette valeur dans l'accusé de réception aux demandeurs en aval. C'est seulement dans les cas où la source originale a une qualité (et un débit binaire) substantiellement supérieure qu'il est probable que le transcodage seul peut résulter en le compromis demandé.

3.5.2.4 Fiabilité

On spécifie un mécanisme d'accusé de réception de demande et de réception. Le message de notification de compromis temporel-spatial (TSTN) informe le demandeur que sa demande a été reçue, et du compromis qui sera utilisé à partir de là. Ce mécanisme d'accusé de réception est désirable pour au moins les raisons suivantes :

- o Un changement du compromis ne peut pas être directement identifié à partir du flux de supports.
- o Une rétroaction de l'utilisateur ne peut pas être mise en œuvre sans connaître la valeur du compromis choisi, en accord avec les contraintes de l'expéditeur des supports.
- o L'envoi répétitif de messages demandant un compromis impossible peut être évité.

3.5.3. Message de canal de retour de vidéo H.271

La Recommandation UIT-T H.271 définit la syntaxe, la sémantique, et les réactions de codeur suggérées à un message de canal de retour vidéo. La structure définie dans le présent mémoire est utilisée pour porter de façon transparente un tel message du receveur des supports à l'expéditeur des supports. On s'abstient dans le présent mémoire d'une discussion en profondeur des codets disponibles dans H.271 et on se réfère plutôt au texte de [H.271].

Cependant, on note que certains messages H.271 ont des similitudes avec les messages natifs de AVPF et du présent mémoire. De plus, on note que certains messages H.271 sont connus pour poser des problèmes dans les environnements de diffusion groupée -- ou sont carrément non utilisables dans les scénarios de diffusion groupée ou de multipoints. Le Tableau 1 donne une brève vue d'ensemble simplifiée des messages actuellement définis dans H.271, leur correspondant approximatif dans AVPF ou les messages de contrôle de codec (CCM, *Codec Control Message*) (ces derniers sont spécifiés dans le présent mémoire) et une indication de nos connaissances actuelles sur leur sûreté en diffusion groupée.

Type de message H.271	Type de message AVPF/CCM	Sûreté en diffusion groupée
0 (pour le choix d'image de référence)	AVPF RPSI	Non (ACK positif des images)
1 perte d'image	AVPF PLI	Oui
2 perte partielle	AVPF SLI	Oui
3 CRC sur un paramètre	N/A	Oui (pas d'action exigée de l'expéditeur)
4 CRC sur tous les paramètres	N/A	Oui (pas d'action exigée de l'expéditeur)
5 point de rafraîchissement	CCM FIR	Oui

Tableau 1 : Messages H.271 et leurs équivalents AVPF/CCM

Note : le type 0 de message H.271 n'est pas un strict équivalent de l'indication de choix d'image de référence (RPSI, *Reference Picture Selection Indication*) de AVPF ; c'est une indication de la ou des images de référence connues comme correctes au décodeur. Il ne commande pas à un codeur d'utiliser une image de référence définie (la forme des informations de contrôle envisagées pour être portées dans RPSI). Cependant, on estime et il est prévu que le type 0 de message H.271 soit utilisé pour le même objet que la RPSI d'AVPF -- bien que d'autres formes soient aussi possibles.

En réponse à l'opacité des messages H.271, en particulier à l'égard de la sûreté en diffusion groupée, les lignes directrices suivantes devraient être suivies quand une mise en œuvre souhaite employer le message de canal de retour vidéo de H.271 :

1. Les mises en œuvre qui utilisent le message de rétro-action H.271 DOIVENT rester conformes aux principes du contrôle d'encombrement, comme mentionnés à la Section 5.
2. Une mise en œuvre DEVRAIT utiliser les messages définis par l'IETF dans la [RFC4585] et dans le présent mémoire au lieu des messages similaires définis dans [H.271]. Notre compréhension actuelle des messages similaires est documentée dans le Tableau 1 ci-dessus. Une bonne raison d'en diverger serait si il est clairement compris que, pour une application et norme de compression vidéo données, la "similarité" sus-mentionnée n'est pas donnée, à la différence de ce que le tableau indique.
3. Il a été observé que certains codets H.271 existants actuellement ne sont pas sûrs en diffusion groupée. Donc, la chose raisonnable à faire est de ne pas utiliser le type de message de rétroaction H.271 dans les environnements de diffusion

groupée. Il PEUT être utilisé seulement quand tous les problèmes mentionnés ci-après sont pleinement compris par la mise en œuvre, et pris en compte de façon appropriée par tous les points d'extrémité. Dans tous les autres cas, le type de message H.271 NE DOIT PAS être utilisé en conjonction avec la diffusion groupée.

4. Il a été observé que même dans les environnements de multipoints centralisés, où le mixeur devrait théoriquement être capable de résoudre les problèmes documentés ci-dessous, la mise en œuvre d'un tel mixeur et de points d'extrémité coopérants est une tâche très difficile et fastidieuse. Donc, les messages H.271 NE DOIVENT PAS être utilisés dans les scénarios de multipoints centralisés, sauf si tous les problèmes mentionnés ci-dessous sont pleinement compris par la mise en œuvre, et pris en compte de façon appropriée par le mixeur et les points d'extrémité.

Les problèmes à prendre en compte quand on envisage l'utilisation de H.271 dans les environnements de multipoints sont :

1. Des états différents sur différents receveurs. Dans de nombreux environnements, il ne peut pas être garanti que l'état du décodeur de tous les receveurs de supports est identique à tout moment. La raison la plus évidente d'un non alignement possible de l'état est une perte qui survient sur le chemin pour seulement un des nombreux receveurs de supports. Cependant, il y a d'autres raisons moins évidentes, comme des jonctions récentes à la conférence multipoints (qu'elles soient par une jonction au groupe de diffusion groupée ou par un résultat de mixeur supplémentaire). Des états différents peuvent conduire les receveurs de supports à produire des messages H.271 potentiellement contradictoires (ou qu'un des receveurs de supports produise un message H.271 qui, quand il est observé par l'expéditeur des supports, ne sert à rien pour les autres receveurs des supports). Une réaction naïve de l'expéditeur des supports à ces messages contradictoires peut conduire à des résultats imprévisibles et perturbants.
2. Combiner les messages provenant de différents receveurs de supports chez un expéditeur de supports est une tâche non triviale. Comme raisons, on note que ces messages peuvent être en contradiction les uns avec les autres, et que leur transport n'est pas fiable (il peut bien y avoir d'autres raisons). Dans le cas de nombreux messages H.271 (c'est-à-dire, des types 0, 2, 3, et 4) l'algorithme pour les combiner doit connaître à la fois l'environnement de réseau/protocole (c'est-à-dire, par rapport à l'encombrement) et le codec de supports employé, car les messages H.271 d'un type donné peuvent avoir une sémantique différente pour des codecs de supports différents.
3. La suppression des demandes peut devoir aller au delà des mécanismes de base décrits dans AVPF (qui sont conduits exclusivement par des considérations de rythme et de transport au niveau du protocole). Par exemple, un receveur est souvent obligé de s'abstenir de générer des demandes (ou de les retarder) sur la base des informations qu'il reçoit du flux de données. Par exemple, il n'y a aucun sens pour un receveur à produire un FIR quand la transmission d'une image Intra/IDR est en cours.
4. Quand on utilise des messages non sûrs pour la diffusion groupée (par exemple, le type 0 d'ACK positif H.271 de tranches d'image reçues) dans de plus grands groupes de diffusion groupée, le receveur des supports va probablement être forcé de retarder ou même omettre d'envoyer ces messages. Pour l'expéditeur des supports, cela paraît comme si les données n'avaient pas été correctement reçues (bien qu'elles l'aient été) et une mise en œuvre naïve d'expéditeur des supports réagit à ces problèmes perçus alors qu'elle ne le devrait pas.

3.5.3.1 Fiabilité

Les messages de canal de retour vidéo H.271 n'exigent pas une transmission fiable, et la confirmation de la réception d'un message peut être déduite du flux vidéo vers l'avant. Donc, aucun accusé de réception spécifique n'est spécifié.

Par rapport aux règles de renvoi, le paragraphe 3.5.1.1 s'applique.

3.5.4 Demande et notification de débit binaire temporaire maximum de supports

Un receveur, traducteur, ou mixeur utilise la demande de débit binaire temporaire maximum de flux de supports (TMMBR, *Temporary Maximum Media Stream Bit Rate Request*) pour demander à l'expéditeur de limiter le débit binaire maximum pour un flux de données (voir le paragraphe 2.2) à, ou en-dessous de, la valeur fournie. La notification de débit binaire temporaire maximum de flux de supports (TMMBN, *Temporary Maximum Media Stream Bit Rate Notification*) contient la vue actuelle de l'expéditeur des supports du sous-ensemble le plus limitant des limites définies par la TMMBR qu'il a reçues, pour aider les participants à supprimer les TMMBR qui ne restreindraient pas plus l'expéditeur des supports. Le principal usage des messages TMMBR/TMMBN est dans un scénario avec une MCU ou mixeur (cas d'utilisation 6) correspondant à Topo-Translator ou Topo-Mixer, mais aussi à Topo-Point-à-Point.

Chaque limitation temporaire du flux de données est exprimée comme un couple. Le premier composant du couple est le débit maximum total de supports (comme défini au paragraphe 2.2) que le receveur des supports est actuellement prêt à accepter pour ce flux de données. Le second composant sont les frais généraux par paquet que le receveur des supports a observé pour ce flux de données à sa couche de protocole de référence choisie.

Comme indiqué au paragraphe 2.2, les frais généraux tels qu'observés par l'expéditeur du TMMBR (c'est-à-dire, le receveur des supports) peuvent différer des frais généraux observés chez le receveur du TMMBR (c'est-à-dire, l'expéditeur des supports) du fait de l'utilisation d'une couche de protocole de référence différente à l'autre extrémité ou à cause de l'intervention de traducteurs ou mixeurs qui affectent la quantité de frais généraux par paquet. Par exemple, une passerelle entre les deux qui convertit entre IPv4 et IPv6 affecte de 20 octets les frais généraux par paquet. D'autres mécanismes qui changent les frais généraux incluent les tunnels. Le problème avec la variation des frais généraux est aussi discuté dans la [RFC3890]. Comme on le verra dans la description de l'algorithme à utiliser pour TMMBR, la différence des frais généraux perçus entre les extrémités d'envoi et de réception ne présente pas de difficulté parce que les calculs sont effectués en termes de variables qui ont la même valeur chez l'expéditeur et le receveur -- par exemple, le débit de paquets et le débit net de supports.

Rapporter le débit maximum total de supports et les frais généraux par paquet permet aux différents receveurs de fournir des valeurs de débit binaire et de frais généraux pour les différentes couches de protocole, par exemple, au niveau IP, à la partie externe d'un protocole de tunnel, ou à la couche de liaison. Le niveau de protocole que rapporte un homologue dépend du niveau d'intégration qu'a l'homologue, car il doit être capable d'extraire les informations de ce niveau de protocole. Par exemple, une application sans connaissance de la version IP sur laquelle elle fonctionne ne peut pas déterminer de façon significative les frais généraux de l'en-tête IP, et donc ne va pas vouloir inclure de frais généraux IP dans les calculs de frais généraux ou de débit maximum total de supports.

Il est prévu que la plupart des homologues vont être capables de rapporter les valeurs au moins pour la couche IP. Dans certaines mises en œuvre, il peut être avantageux d'inclure aussi les informations relevant de la couche de liaison, ce qui permet ensuite un calcul plus précis des frais généraux et une meilleure optimisation des ressources de connectivité.

Les messages de débit temporaire maximum de flux de supports sont des messages génériques qui peuvent être appliqués à tout flux de paquets RTP. Cela les sépare des autres messages de contrôle de codec définis dans la présente spécification, qui s'appliquent seulement à des types spécifiques de supports ou formats de charge utile. La fonction de TMMBR s'applique au transport, et aux exigences que le transport fait peser sur le codage des supports.

Le raisonnement ci-dessous suppose que les participants ont négocié un débit de session maximum, en utilisant un protocole de signalisation. Cette valeur peut être globale, par exemple, dans le cas de point à point, de diffusion groupée, ou de traducteurs. Elle peut aussi être locale entre le participant et l'homologue ou le mixeur. Dans tous les cas, le débit binaire négocié dans la signalisation est celui que le participant garantit qu'il est capable de traiter (dépaquetiser et décoder). En pratique, la connectivité du participant influence aussi la valeur négociée -- il n'y a pas beaucoup de sens à négocier un débit total de supports que l'une des interfaces réseau ne prend pas en charge.

Il est aussi bénéfique d'avoir négocié un débit maximum de paquets pour la session ou l'expéditeur. La RFC 3890 fournit un attribut SDP [RFC4566] qui peut être utilisé à cette fin ; cependant, cet attribut n'est pas utilisable dans les sessions RTP établies en utilisant l'offre/réponse [RFC3264]. Donc, un paramètre facultatif de signalisation de débit maximum de paquets est spécifié dans le présent mémoire.

Un débit total maximum de supports déjà établi peut être changé à tout moment, sous réserve des règles de rythme qui gouvernent l'envoi des messages de rétroaction. La limite peut changer pour toute valeur entre zéro et le maximum de session, comme négocié durant la signalisation de l'établissement de session. Cependant, même si un expéditeur a reçu un message TMMBR qui permet une augmentation du débit, toutes les augmentations doivent être gouvernées par un mécanisme de contrôle d'encombrement. La TMMBR indique seulement les limitations connues, généralement dans l'environnement local, et ne fournit aucune garantie sur le chemin complet. De plus, toute augmentation des limites de débit établies dans une TMMBR sont à exécuter seulement après un certain délai à partir de l'envoi du message TMMBN qui notifie au monde l'augmentation de limite. Le délai est spécifié comme au moins deux fois le plus long RTT connu par l'expéditeur des supports, plus le calcul par l'expéditeur des supports du temps d'attente requis pour l'envoi d'un autre message TMMBR pour cette session sur la base des règles de rythme de l'AVPF. Ce délai est introduit pour permettre que d'autres participants à la session fassent connaître leurs exigences de limite de débit, qui peuvent être inférieures.

Si il est probable que la nouvelle valeur indiquée par TMMBR va être valide pour le reste de la session, l'expéditeur du TMMBR est supposé effectuer une renégociation de la limite supérieure de la session en utilisant le protocole de signalisation de la session.

3.5.4.1 Comportement des receveurs de supports en utilisant TMMBR

Ce paragraphe est une description informelle du comportement décrit plus précisément au paragraphe 4.2.

L'envoyeur des supports commence la session limitée par le débit maximum de supports et le débit maximum de paquets négociés dans la signalisation de session, si il en est. Noter que cette valeur peut être négociée pour une autre couche de protocole que celle que le participant utilise dans ses messages TMMBR. Chaque receveur des supports choisit une couche de protocole de référence, forme une estimation des frais généraux qu'il observe (ou qu'il estime si aucun paquet n'a encore été vu) à ce niveau de référence, et détermine le débit maximum total de supports qu'il peut accepter, en tenant compte de ses propres limitations et de toutes les limitations du chemin de transport dont il peut avoir connaissance. Dans le cas où les limitations actuelles sont plus restrictives que ce qui a été accepté dans la signalisation de session, le receveur des supports rapporte son estimation initiale de ces deux quantités à l'envoyeur des supports en utilisant un message TMMBR. Le trafic global de messages est réduit par la possibilité d'inclure des couples pour plusieurs envoyeurs de supports dans le même message TMMBR.

L'envoyeur des supports applique un algorithme comme celui spécifié au paragraphe 3.5.4.2 pour choisir quels couples reçus sont les plus limitants (c'est-à-dire, l'ensemble lieur comme défini au paragraphe 2.2). Il modifie son fonctionnement pour rester dans la région faisable (comme défini au paragraphe 2.2) et envoie aussi un TMMBN aux receveurs de supports pour indiquer l'ensemble lieur choisi. Cette notification indique aussi qui était responsable pour les couples dans l'ensemble lieur, c'est-à-dire, le ou les "propriétaires" de la limitation. Un participant de session qui ne possède pas de couple dans l'ensemble lieur est appelé un "non propriétaire".

Si un receveur des supports ne possède pas un des couples dans l'ensemble lieur rapporté par le TMMBN, il applique le même algorithme que l'envoyeur des supports pour déterminer si son couple estimé (débit maximum total de supports, frais généraux) va entrer dans l'ensemble lieur si il est connu de l'envoyeur des supports. Si il l'est, il produit un TMMBR rapportant la valeur du couple à l'envoyeur. Autrement, il ne fait rien pour le moment. Périodiquement, ses valeurs estimées de couple peuvent changer ou il peut recevoir un nouveau TMMBN. Si cela arrive, il réapplique l'algorithme pour décider si il a besoin de produire un TMMBR.

Si, autrement, un receveur des supports possède un des couples dans l'ensemble lieur rapporté, il ne fait rien jusqu'au moment où son estimation de ses propres valeurs de couple change. À ce moment, il envoie un TMMBR à l'envoyeur des supports pour rapporter les valeurs changées.

Un receveur des supports peut changer d'état entre propriétaire et non propriétaire d'un couple lieur entre un message TMMBN et le suivant. Donc, il doit vérifier le contenu de chaque TMMBN pour déterminer ses actions suivantes.

Les mises en œuvre peuvent utiliser d'autres algorithmes de leur choix, pour autant que les limitations de débit résultant de l'échange de messages TMMBR et TMMBN soient au moins aussi strictes (au moins aussi faibles, dans la dimension du débit binaire) que celles résultant de l'utilisation de l'algorithme susmentionné.

Évidemment, dans le cas de point à point, quand il y a seulement un receveur des supports, ce receveur devient "propriétaire" une fois qu'il reçoit le premier TMMBN en réponse à son propre TMMBR, et reste "propriétaire" pour le reste de la session. Donc, quand il est connu qu'il va toujours y avoir seulement un receveur des supports, l'algorithme ci-dessus n'est pas exigé. Les receveurs de supports qui savent qu'ils sont les seuls dans une session peuvent envoyer des messages TMMBR avec des limites de débit à la fois plus fortes et plus faibles que la limite précédemment notifiée, à tout moment (sous réserve des règles de rythme d'envoi de RR RTCP d'AVPF [RFC4585]). Cependant, il peut être difficile pour un participant de session de déterminer si il est le seul receveur dans la session. À cause de cela, toute mise en œuvre de TMMBR est obligée d'inclure l'algorithme décrit dans le paragraphe suivant ou un équivalent plus strict.

3.5.4.2 Algorithme pour établir les limitations courantes

Ce paragraphe introduit un exemple d'algorithme pour le calcul d'une limite de session. D'autres algorithmes peuvent être employés, pour autant que le résultat du calcul soit au moins aussi restrictif que le résultat obtenu par cet algorithme.

D'abord, il est important d'examiner les implications de l'utilisation d'un couple pour limiter le comportement de l'envoyeur des supports. La valeur du débit et des frais généraux résulte en un espace de solutions à deux dimensions pour le calcul du débit des flux de supports. Heureusement, les deux variables sont liées. Précisément, le débit disponible pour les charges utiles RTP est égal au débit de TMMBR rapporté moins le débit de paquet utilisé, multiplié par les frais généraux de

TMMBR rapporté converti en bits. Par suite, quand différentes combinaisons de débit/frais généraux doivent être considérées, le débit de paquets détermine la limitation correcte. Ceci est peut-être mieux expliqué par un exemple :

Exemple : (*BR pour bit rate, débit binaire*)

Receveur A : débit TMMBR_max total = 35 kbit/s, TMMBR_OH = 40 octets

Receveur B : débit TMMBR_max total = 40 kbit/s, TMMBR_OH = 60 octets

Pour un débit de paquet (PR) donné, le débit disponible pour les charges utiles de supports dans RTP va être :

$$\text{Max_net media_BR_A} = \text{TMMBR_max total BR_A} - \text{PR} * \text{TMMBR_OH_A} * 8 \dots (1)$$

$$\text{Max_net media_BR_B} = \text{TMMBR_max total BR_B} - \text{PR} * \text{TMMBR_OH_B} * 8 \dots (2)$$

Pour PR = 20, ces calculs vont donner un Max_net media_BR_A = 28600 bit/s et Max_net media_BR_B = 30400 bit/s, ce qui suggère que le receveur A est celui qui limite pour ce débit de paquets. Cependant, à un certain PR il y a un point de basculement où le receveur B devient celui qui limite. Le point de basculement peut être identifié en réglant Max_media_BR_A égal à Max_media_BR_B et en fractionnant PR :

$$\text{PR} = \frac{\text{TMMBR_max total BR_A} - \text{TMMBR_max total BR_B}}{8 * (\text{TMMBR_OH_A} - \text{TMMBR_OH_B})} \dots (3)$$

ce qui, pour les nombres ci-dessus, donne 31,25 comme point de basculement entre les deux limites. C'est-à-dire, pour les débits de paquets en dessous de 31,25 par seconde, le receveur A est le receveur limitant, et pour les débits de paquets supérieurs, le receveur B est plus limitant. Les implications de ce comportement doivent être considérées car les mises en œuvre vont contrôler le codage des supports et leur mise en paquets. Comme dans l'exemple ci-dessus, plusieurs limites de TMMBR peuvent s'appliquer au compromis entre débit de support net et débit de paquets. Quelles limitation s'appliquent dépend du débit de paquets considéré.

Cela a aussi des implications sur la façon dont le mécanisme de TMMBR doit fonctionner. D'abord, il y a la possibilité que plusieurs couples de TMMBR fournissent des limitations sur l'envoyeur des supports. Ensuite, il est nécessaire que tout participant à la session (envoyeur des supports et receveurs) soit capable de déterminer si un certain couple va devenir une limitation sur l'envoyeur des supports, ou si l'ensemble des limitations déjà en place est plus strict que les valeurs données. En l'absence de la capacité de faire cette détermination, la suppression des TMMBR ne va pas fonctionner.

L'idée de base de l'algorithme est la suivante. Chaque couple de TMMBR peut être vu comme l'équation d'une ligne droite (cf. équations (1) et (2)) dans un espace où le débit de paquets se trouve sur l'axe des X et le débit binaire net sur l'axe des Y. L'enveloppe inférieure de l'ensemble de lignes correspondant à l'ensemble complet de couples de TMMBR, avec les axes X et Y, définit un polygone. Les points qui se trouvent à l'intérieur de ce polygone sont des combinaisons de débit de paquets et de débit binaire qui satisfont toutes les contraintes de TMMBR. Le plus haut débit de paquet faisable au sein de cette région est le minimum du débit auquel le polygone enveloppant satisfait l'axe des X sur le débit de paquets maximum de la session (SMAXPR, *Session Maximum Packet Rate*) mesuré en paquets par seconde, fourni par la signalisation, si il en est. Normalement, un envoyeur des supports va préférer opérer à un débit inférieur à ce maximum théorique, de façon à augmenter le débit auquel le contenu de supports actuel atteint les receveurs. L'objet de l'algorithme est de distinguer les couples TMMBR qui constituent l'ensemble limitant et donc délimiter la région faisable, afin que l'envoyeur des supports puisse choisir son point de fonctionnement préféré au sein de cette région

La Figure 1 ci-dessous montre un polygone enveloppant formé par les couples de TMMBR A et B. Un troisième couple C se tient en dehors du polygone enveloppant et est donc non pertinent pour déterminer les compromis faisables entre débit de supports et débit de paquets. La ligne marquée ss..s représente la limite sur le débit de paquets imposée par le débit de paquets maximum de la session (SMAXPR, *Session Maximum Packet Rate*) obtenu par la signalisation durant l'établissement de session. Dans la Figure 1, la limite déterminée par le couple B se trouve être plus restrictive que SMAXPR. La situation pourrait facilement être l'inverse, signifiant que le polygone enveloppant est terminé à droite par la ligne verticale qui représente la contrainte SMAXPR.

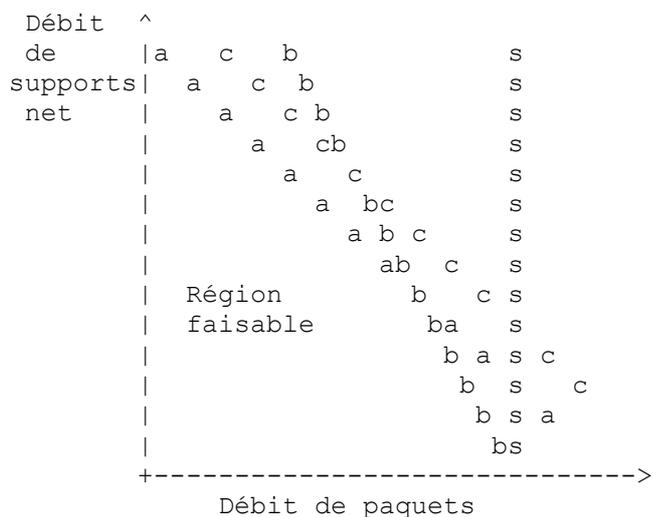


Figure 1 : Interprétation géométrique des couples de TMMBR

Noter que les pentes des lignes qui constituent le polygone enveloppant sont négativement croissantes lorsqu'on se déplace en direction du débit de paquet croissant. Noter aussi qu'avec un léger réarrangement, les équations (1) et (2) ont la forme canonique : $y = mx + b$ où m est la pente et a une valeur égale au couple de frais généraux négatif (en bits), et b est l'intersection de y et a une valeur égale au couple de débit maximum total de supports.

Ces observations conduisent à la conclusion que quand on traite les couples de TMMBR pour choisir l'ensemble lieur initial, on devrait trier et traiter les couples dans l'ordre croissant des frais généraux. Une fois qu'un couple particulier a été ajouté à l'ensemble lieur, tous les couples non déjà sélectionnés et ayant des frais généraux inférieurs peuvent être éliminés, parce que le prochain côté du polygone lieur doit être plus pentu (c'est-à-dire, le TMMBR correspondant doit avoir des frais généraux plus élevés) que le dernier couple ajouté.

La ligne $cc..c$ dans la Figure 1 illustre un autre principe. Cette ligne est parallèle à la ligne $aa..a$, mais a une intersection plus élevée avec Y . C'est-à-dire, le couple TMMBR correspondant contient une valeur de débit maximum total de supports plus élevée. Comme la ligne $cc..c$ est en dehors du polygone lieur, elle illustre la conclusion que si deux couples de TMMBR ont la même valeur de frais généraux, celle avec la plus haute valeur de débit maximum total de supports ne peut pas faire partie de l'ensemble lieur et peut être laissée de côté.

Deux observations supplémentaires complètent l'algorithme. Visiblement, en se déplaçant à partir de la gauche, les coins successifs du polygone lieur (c'est-à-dire, les points d'intersection entre les paires successives de côtés) se trouvent à des débits de paquets successivement supérieurs. Par ailleurs, toujours en partant de la gauche, chaque ligne successive constituant l'ensemble lieur coupe l'axe des X à un débit de paquets inférieur.

L'algorithme complet peut maintenant être spécifié. Il fonctionne avec deux listes de couples de TMMBR, la liste de candidats X et la liste sélectionnée Y , toutes deux ordonnées par valeurs croissantes de frais généraux. L'algorithme se termine quand tous les membres de X ont été éliminés ou retirés du traitement. L'appartenance à la liste sélectionnée Y est probatoire jusqu'à ce que l'algorithme se termine. Chaque membre de la liste sélectionnée est associé à une valeur d'intersection, qui est le débit de paquets auquel la ligne correspondant à ce couple de TMMBR intersecte la ligne correspondant au précédent couple de TMMBR dans la liste sélectionnée. Chaque membre de la liste sélectionnée est aussi associé à une valeur maximum de débit de paquets, qui est le moindre du débit maximum de paquets de la session SMAXPR (si il en est) et du débit de paquets auquel la ligne correspondant à ce couple coupe l'axe des X .

Quand l'algorithme se termine, la liste sélectionnée est égale à l'ensemble lieur comme défini au paragraphe 2.2.

Algorithme initial :

Cet algorithme est utilisé par l'envoyeur des supports quand il a reçu un ou plusieurs TMMBR et avant qu'il ait déterminé un ensemble lieur pour la première fois.

1. Trier les couples de TMMBR par ordre croissant de frais généraux. C'est la liste initiale candidate X .

2. Quand plusieurs couples dans la liste candidate ont la même valeur de frais généraux, les éliminer tous sauf celui avec la plus faible valeur de débit maximum total de supports.
3. Choisir et retirer de la liste candidate le couple TMMBR avec la plus faible valeur de débit maximum total de supports. Si il y a plus d'un couple avec cette valeur, choisir celui qui a la plus forte valeur de frais généraux. C'est le premier membre de la liste sélectionnée Y. Régler sa valeur d'intersection à zéro. Calculer son débit maximum de paquets comme le minimum de SMAXPR (si disponible) et de la valeur obtenue de la formule suivante, qui est le débit de paquets auquel la ligne correspondante croise l'axe des X.

$$\text{Max PR} = \text{TMMBR max total BR} / (8 * \text{TMMBR OH}) \dots (4)$$
4. Éliminer de la liste candidate tous les couples avec une valeur de frais généraux inférieure à celle du couple choisi.
5. Retirer le premier couple restant de la liste candidate pour le traitement. On l'appelle le candidat actuel.
6. Calculer le débit de paquets PR à l'intersection de la ligne générée par le candidat actuel avec la ligne générée par le dernier couple dans la liste sélectionnée Y, en utilisant l'équation (3).
7. Si la valeur de PR calculée est égale ou inférieure à la valeur de l'intersection mémorisée pour le dernier couple de la liste sélectionnée, éliminer le dernier couple de la liste sélectionnée et revenir à l'étape 6 (en gardant le même candidat actuel).
Noter que le choix du membre initial de la liste sélectionnée Y dans l'étape 3 garantit que la liste sélectionnée ne va jamais être vidée par ce processus, ce qui signifie que l'algorithme doit finalement (si non immédiatement) retomber à l'étape 8.
8. (Cette étape est atteinte quand la valeur de PR calculée du candidat actuel est supérieure à la valeur de l'intersection du dernier membre actuel de la liste sélectionnée Y.) Si la valeur de PR calculée du candidat actuel est inférieure au débit maximum de paquets associé au dernier couple de la liste sélectionnée, ajouter le couple du candidat actuel à la fin de la liste sélectionnée. Mémoriser le PR comme sa valeur d'intersection. Calculer son débit maximum de paquets comme le moindre de SMAXPR (si disponible) et du débit maximum de paquets calculé en utilisant l'équation (4).
9. Si des couples restent dans la liste candidate, revenir à l'étape 5.

Algorithme incrémentaire :

Le précédent algorithme couvrait le cas initial, où aucune liste sélectionnée n'avait été créée précédemment. Il n'est aussi appliqué qu'à l'envoyeur des supports. Quand une liste sélectionnée précédemment créée est disponible chez l'envoyeur des supports ou chez le receveur des supports, deux autres cas peuvent être considérés :

- o quand un couple de TMMBR non actuellement dans la liste sélectionnée est un candidat à l'ajout ;
- o quand les valeurs changent dans un couple de TMMBR actuellement dans la liste sélectionnée.

Au receveur des supports, ces cas correspondent, respectivement, à ceux du non propriétaire et du propriétaire d'un couple dans l'ensemble lieu rapporté par la TMMBN.

Dans les deux cas, le processus de mise à jour de la liste sélectionnée pour prendre en compte le couple nouveau/changé peut utiliser l'algorithme de base décrit ci-dessus, avec la modification que l'ensemble initial de candidats consiste seulement en la liste sélectionnée existante et le couple nouveau ou changé. Une optimisation supplémentaire est possible (au delà de commencer avec un ensemble réduit de candidats) en tirant parti des observations suivantes.

La première observation est que si le candidat nouveau/changé est incorporé à la nouvelle liste sélectionnée, il peut en résulter que zéro, un ou plusieurs autres couples vont être éliminés de la liste. Cependant, si plus d'un autre couple est éliminé, les couples éliminés vont être consécutifs. Cela peut être confirmé géométriquement en visualisant une nouvelle ligne qui coupe une série de segments du polygone lieu qui existait précédemment. Les segments coupés sont connectés les uns aux autres à la suite, équivalent géométrique des couples consécutifs dans une liste ordonnée par valeurs de frais généraux. Au delà de l'ensemble éliminé dans l'une ou l'autre direction, tous les couples qui étaient dans la liste sélectionnée précédente vont être dans celle mise à jour. La seconde observation est que, en laissant de côté le nouveau candidat, l'ordre de couples restants dans la liste sélectionnée mise à jour est inchangé parce que leurs valeurs de frais généraux n'ont pas changé.

La conséquence de ces deux observations est que, une fois que le placement du nouveau candidat et l'étendue de l'ensemble de couples éliminés (si il en est) ont été déterminés, les couples restants peuvent être copiés directement de la liste candidate dans la liste sélectionnée, préservant leur ordre. Cette conclusion suggère l'algorithme modifié suivant :

- o Effectuer les étapes 1 à 4 de l'algorithme de base.
- o Si le nouveau candidat a survécu aux étapes 2 et 4 et est devenu le nouveau premier membre de la liste sélectionnée, faire les étapes 5 à 9 sur les candidats suivants jusqu'à ce qu'un autre candidat soit ajouté à la liste sélectionnée. Puis passer tous les candidats restants à la liste sélectionnée, en préservant leur ordre.
- o Si le nouveau candidat a survécu aux étapes 2 et 4 et n'est pas devenu le nouveau premier membre de la liste sélectionnée, commencer par déplacer tous les couples dans la liste candidate avec des valeurs de frais généraux inférieures à celle du nouveau candidat dans la liste sélectionnée, en préservant leur ordre. Faire les étapes 5 à 9 pour le nouveau candidat, avec la modification que les valeurs d'intersection et de débit maximum de paquets pour les couples de la liste sélectionnée doivent être calculés en vol parce que elles n'ont pas été mémorisées précédemment. Continuer le traitement seulement jusqu'à ce qu'un couple suivant ait été ajouté à la liste sélectionnée, puis passer tous les candidats restants à la liste sélectionnée, en préservant leur ordre.

Noter que le nouveau candidat pourrait être ajouté à la liste sélectionnée seulement pour être éliminé à nouveau quand le couple suivant est traité. On peut facilement voir que dans ce cas le nouveau candidat ne déplace aucun des couples antérieurs dans la liste sélectionnée. Les limitations de l'ASCII rendent difficile de montrer cela dans une figure. La ligne cc..c dans la Figure 1 serait un exemple si elle avait une pente plus raide (le couple C avait une valeur de frais généraux supérieure) mais coupe quand même la ligne aa..a au delà du point où la ligne aa..a coupe la ligne bb..b.

L'algorithme décrit est approximatif, parce qu'il ne prend pas en compte les couples en dehors de la liste sélectionnée. Pour voir comment de tels couples peuvent devenir pertinents, considérons la Figure 1 et supposons que le débit maximum total de paquets dans le couple A augmente au point que la ligne aa..a passe en dehors de la ligne cc..c. Le couple A va rester dans l'ensemble leur calculé par l'expéditeur des supports. Cependant, une fois qu'il a produit un nouveau TMMBN, le receveur des supports C va appliquer l'algorithme et découvrir que son couple C devrait maintenant entrer dans l'ensemble leur. Il va produire un TMMBR à l'expéditeur des supports, qui va répéter son calcul et arriver à la conclusion appropriée.

Les règles du paragraphe 4.2 exigent que l'expéditeur des supports s'abstienne d'augmenter son taux d'envoi jusqu'à ce que les receveurs de supports aient eu une chance de répondre au TMMBN. Dans l'exemple qu'on vient de donner, ce délai assure que la libération du couple A ne résulte pas en fait en une tentative d'envoyer des supports à un débit excédant la capacité de C.

3.5.4.3 Utilisation de TMMBR dans un fonctionnement de multipoints fondé sur le mixeur

Supposons qu'une petite conférence multiparties fondée sur un mixeur soit en cours, comme décrit dans le Topo-Mixeur de la [RFC5117]. Tous les participants ont négocié un débit maximum commun que cette session peut utiliser. La conférence opère sur un certain nombre de chemins d'envoi individuels entre les participants et le mixeur. La situation d'encombrement sur chacun de ces chemins peut être surveillée par les participants en question et par le mixeur, en utilisant, par exemple, les rapports de receveur (RR, *Receiver Report*) RTCP ou le protocole de transport, par exemple, le protocole de contrôle d'encombrement de datagrammes (DCCP, *Datagram Congestion Control Protocol*) [RFC4340]. Cependant, aucun participant n'a connaissance de la situation d'encombrement des connexions avec les autres participants. Pire, sans mécanismes similaires à ceux discutés dans le présent document, le mixeur (qui connaît la situation d'encombrement sur toutes les connexions qu'il gère) n'a pas de moyen normalisé pour informer les expéditeurs de supports de ralentir, faute de fabriquer ses propres rapports de receveur (ce qui n'est pas souhaitable). En principe, un mixeur confronté à une telle situation est obligé de diminuer ou transcoder les flux destinés aux connexions qui ont détecté l'encombrement.

En pratique, malheureusement, l'amincissement de flux conscient du support est une opération très difficile et délicate qui ajoute des délais indésirables. Si on ne tient pas compte des supports, cela conduit très rapidement à une qualité de reproduction des supports inacceptable. Donc, un moyen de ralentir les expéditeurs même en l'absence d'encombrement sur leurs connexions au mixeur est désirable.

Pour permettre au mixeur de ralentir le trafic sur les liaisons individuelles, sans effectuer de transcodage, il est besoin d'un mécanisme qui permette au mixeur de demander aux codeurs de supports d'un participant de limiter le débit des flux de données qu'ils génèrent. TMMBR fournit le mécanisme désiré. Quand le mixeur détecte de l'encombrement entre lui-même et un certain participant, il exécute la procédure suivante :

1. Il commence à réduire le trafic de supports au participant encombré au débit supporté.
2. Il utilise une TMMBR pour demander à l'expéditeur des supports de réduire le débit total de supports qu'il envoie au mixeur à une valeur conforme aux principes de contrôle d'encombrement pour la liaison la plus lente. Réduit se réfère à la bande passante, débit binaire, capacité et débit de paquets, disponibles après le contrôle d'encombrement.
3. Aussitôt que le débit binaire a été réduit par l'expéditeur, le mixeur cesse implicitement la réduction de débit, parce que elle n'est plus nécessaire une fois que le flux est conforme au contrôle d'encombrement.

Cette utilisation de la réduction de flux comme outil de réaction immédiate suivie par un mécanisme rapide de contrôle paraît être un compromis raisonnable entre qualité des supports et besoin de combattre l'encombrement.

3.5.4.4 Utilisation de TMMBR en point à multipoints en utilisant la diffusion groupée ou des traducteurs

Dans ces topologies, qui correspondent à Topo-Diffusion-groupée ou Topo-Traducteur, les RR RTCP sont transmis globalement. Cela permet à tous les participants de détecter des problèmes de transmission comme l'encombrement, sur une échelle de temps moyenne. Comme tous les expéditeurs de supports sont avertis de la situation d'encombrement de tous les receveurs de supports, la raison de l'utilisation de TMMBR au paragraphe précédent ne s'applique pas. Cependant, même dans ce cas, la réponse de contrôle d'encombrement peut être améliorée quand les liaisons en envoi individuel utilisent des protocoles de transport à encombrement contrôlé (comme TCP ou DCCP). Un homologue peut aussi rapporter des limitations locales à l'expéditeur des supports.

3.5.4.5 Utilisation de TMMBR dans le fonctionnement en point à point

Dans le cas d'utilisation 7, il est possible d'utiliser TMMBR pour améliorer les performances quand la limite supérieure connue de débit binaire change. Dans ce cas, le protocole de signalisation a établi une limite supérieure pour la session et les débits totaux de supports. Cependant, au moment de la réduction du débit de la liaison de transport, un receveur peut éviter un sérieux encombrement en envoyant une TMMBR au côté expéditeur. Donc, TMMBR est utile pour établir des restrictions sur l'application et placer le mécanisme de contrôle d'encombrement dans la bonne position. Cependant, TMMBR est généralement incapable de fournir continuellement la boucle de retour rapide exigée pour le contrôle d'encombrement réel. Et sa sémantique ne correspond pas à celle du contrôle d'encombrement étant donné son objet différent. Pour ces raisons, TMMBR NE DEVRA PAS être utilisé comme substitut du contrôle d'encombrement.

3.5.4.6 Fiabilité

La réaction d'un expéditeur des supports à la réception d'un message TMMBR n'est pas immédiatement identifiable par inspection du flux de données. Donc, un mécanisme plus explicite est nécessaire pour éviter des renvois inutiles de messages TMMBR. Utiliser un schéma de retransmission fondé sur les statistiques fournirait seulement des garanties statistiques de la demande reçue. Cela n'éviterait pas non plus la retransmission de messages déjà reçus. De plus, cela ne permettrait pas la suppression facile des demandes des autres participants. Pour ces raisons, un mécanisme fondé sur la notification explicite est utilisé.

À réception d'un TMMBR, un expéditeur de supports envoie un TMMBN contenant l'ensemble lieur actuel, et indique quels participants à la session possèdent cette limite. Dans les scénarios de diffusion groupée, cela permet à tous les autres participants de supprimer toute demande qu'ils peuvent avoir, si leurs limitations sont moins strictes que les actuelles (c'est-à-dire, de définir des lignes en dehors de la région faisable, comme défini au paragraphe 2.2). Garder et notifier seulement l'ensemble lieur de couples permet des petites tailles de message et d'états d'expéditeur des supports. Un expéditeur des supports garde seulement l'état pour les SSRC des propriétaires actuels de l'ensemble lieur de couples ; toutes les autres demandes et leurs sources ne sont pas sauvegardées. Une fois que l'ensemble lieur a été établi, les nouveaux messages TMMBR devraient n'être générés que par les propriétaires des couples lieurs et par les autres entités qui déterminent (en appliquant l'algorithme du paragraphe 3.5.4.2 ou son équivalent) que leurs limitations devraient maintenant faire partie de l'ensemble lieur.

4. Extensions de rapport de receveur RTCP

Le présent mémoire spécifie six nouveaux messages de rétroaction. La demande intra complète (FIR, *Full Intra Request*), la demande de compromis temporel-spatial (TSTR, *Temporal-Spatial Trade-off Request*) la notification de compromis temporel-spatial (TSTN, *Temporal-Spatial Trade-off Notification*) et le message de canal de retour vidéo (VBCM, *Video*

Back Channel Message) sont des "messages de rétroaction spécifiques de charge utile" comme défini au paragraphe 6.3 de AVPF [RFC4585]. La demande de débit de flux de supports temporaire (TMMBR, *Temporary Maximum Media Stream Bit Rate Request*) et la notification de débit de flux de supports temporaire (TMMBN, *Temporary Maximum Media Stream Bit Rate Notification*) sont des "messages de rétroaction de couche transport" comme défini au paragraphe 6.2 de AVPF.

Les nouveaux messages de rétro-action sont définis dans les paragraphes suivants, suivant une structure similaire à celle des paragraphes 6.2 et 6.3 de la spécification d'AVPF [RFC4585].

4.1 Principes de conception du mécanisme d'extension

RTCP a été à l'origine introduit comme canal pour porter les informations de présence, des statistiques de qualité de réception et des conseils sur le codage désiré des supports. Un ensemble limité de mécanismes de contrôle des supports a été introduit dans les premiers formats de charge utile RTP pour les formats de vidéo, par exemple, dans la [RFC2032] (qui a été rendue obsolète par la [RFC4587]). Cependant, cette spécification, pour la première fois, suggère une prise de contact bidirectionnelle pour certains de ces messages. Il y a un risque que cette introduction puisse être mal interprétée comme un précédent pour l'utilisation de RTCP comme un protocole de contrôle de session RTP. Pour prévenir cela, ce paragraphe tente de préciser le domaine d'application des extensions spécifiées dans ce mémoire, et suggère fortement que les futures extensions suivent les raisons invoquées ici, ou expliquent obligatoirement pourquoi elles divergent de ces raisons.

Dans le présent mémoire, et dans AVPF [RFC4585], de tels messages ont été inclus seulement comme :

- a) ayant des contraintes de temps réel relativement strictes, qui empêchent l'utilisation de mécanismes tels que un re-invite SIP dans la plupart des scénarios d'application (les contraintes de temps réel sont expliquées séparément pour chaque message lorsque nécessaire) ;
- b) étant sûrs pour la diffusion groupée en ce que la réaction à des messages de rétroaction potentiellement contradictoires est spécifiée, comme nécessaire pour chaque message ; et
- c) étant directement en rapport avec les activités d'un certain codec de supports, d'une classe de codecs de supports (par exemple, des codecs vidéo) ou un certain flux de paquets RTP.

Dans le présent mémoire, une prise de contact bidirectionnelle est introduite seulement pour les messages pour lesquels :

- a) une notification ou un accusé de réception est exigé par leur nature. Une analyse pour déterminer si cette exigence existe a été effectuée séparément pour chaque message.
- b) la notification ou accusé de réception ne peut pas être aisément déduite du flux binaire de supports.

Tous les messages dans AVPF [RFC4585] et dans le présent mémoire présentent leur contenu dans un format binaire simple fixé. Cela s'accommode des receveurs de supports qui n'ont pas mis en œuvre de fonctions de protocole de contrôle supérieures (SDP, analyseurs XML, et autres) dans le chemin de leurs supports.

Les messages qui ne se conforment pas aux principes de conception décrits ci-dessus ne sont pas une utilisation appropriée de RTCP ou du cadre de contrôle de codec défini dans le présent document.

4.2 Messages de rétroaction de couche de transport

Comme spécifié au paragraphe 6.1 de la [RFC4585], les messages de rétroaction de couche de transport sont identifiés par la valeur de type de paquet RTPFB RTCP (205).

Dans AVPF, un message de cette catégorie a été défini. Le présent mémoire spécifie deux de ces messages. Ils sont identifiés au moyen du paramètre de type de message de rétroaction (FMT) comme suit :

Alloués dans AVPF [RFC4585] :

- 1 : NACK générique
- 31 : réservé pour une future expansion de l'espace de nombres d'identifiant

Alloués dans le présent mémoire :

- 2 : réservé (voir la note ci-dessous)
- 3 : TMMBR
- 4 : TMMBN

Note : les versions antérieures de AVPF [RFC4585] réservaient FMT = 2 pour un codet qui a été ensuite supprimé. Il a été souligné qu'il pourrait y avoir des mises en œuvre existantes qui utilisent cette valeur en accord avec le document

périmé. Comme il y a un espace de numérotation disponible suffisant, on marque FMT = 2 comme réservé afin d'éviter de possibles problèmes d'interopérabilité avec de telles mises en œuvre.

Disponible pour allocation :

0 : non alloué
5-30 : non alloué

Le paragraphe qui suit définit les formats des entrées d'informations de contrôle de rétroaction (FCI, *Feedback Control Information*) pour, respectivement, les messages TMMBR et TMMBN, et spécifie le comportement associé chez l'envoyeur et le receveur des supports.

4.2.1 Demande de débit binaire temporaire maximum de supports (TMMBR)

La demande de débit binaire temporaire maximum de supports est identifiée par la valeur de type de paquet RTCP PT = RTPFB et FMT = 3.

Le champ FCI d'un message de demande de débit binaire temporaire maximum de supports (TMMBR) DEVRA contenir une ou plusieurs entrées de FCI.

4.2.1.1 Format de message

Les informations de contrôle de rétroaction (FCI) consistent en une ou plusieurs entrées de FCI TMMBR avec la syntaxe suivante :

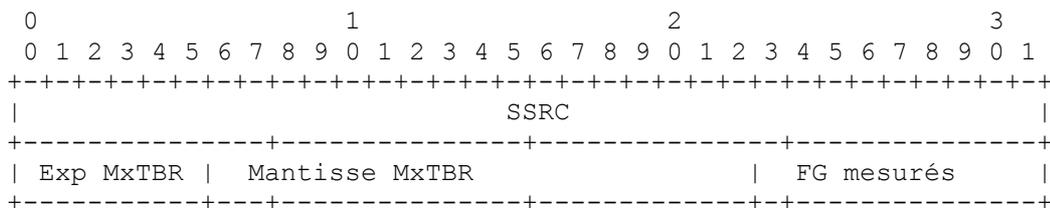


Figure 2 : Syntaxe d'une entrée de FCI dans le message TMMBR

SSRC (32 bits) : valeur de SSRC de l'envoyeur des supports qui doit être respectée par le nouveau débit maximum.

Exp MxTBR (6 bits) : exposant de la mantisse pour la valeur de débit maximum total de paquets. La valeur est un entier non signé entre [0..63].

Mantisse de MxTBR (17 bits) : mantisse de la valeur de débit maximum total de paquets comme entier non signé.

FG mesurés (9 bits) : valeur mesurée moyenne des frais généraux de paquet en octets. La mesure DEVRA être faite en accord avec la description du paragraphe 4.2.1.2. La valeur est un entier non signé entre [0..511].

La valeur du débit maximum total de paquets (MxTBR) en bits par seconde est calculée à partir de l'exposant MxTBR et de la mantisse de la manière suivante :

$$\text{MxTBR} = \text{mantisse} * 2^{\text{exp}}$$

Cela permet 17 bits de résolution dans la gamme de 0 à $131072 * 2^{63}$ (approximativement $1,2 * 10^{24}$).

La longueur du message de rétro-action TMMBR DEVRA être réglée à $2 + 2 * N$ où N est le nombre d'entrées de FCI TMMBR.

4.2.1.2 Sémantique

Comportement au receveur des supports (envoyeur du TMMBR) : TMMBR est utilisé pour indiquer une limitation relative au transport à l'entité rapporteuse qui agit comme receveur des supports. TMMBR a la forme d'un couple contenant deux composants. La première valeur est le plus fort débit par envoyeur d'un flux de données, disponible à une couche de protocole choisie par le receveur, que le receveur prend actuellement en charge dans cette session RTP. La seconde valeur

sont les frais généraux d'en-tête mesurés en octets comme défini au paragraphe 2.2 et mesurés à la couche de protocole choisie dans les paquets reçus pour le flux. La mesure des frais généraux est une moyenne mobile qui est mise à jour pour chaque paquet reçu pour cette source de supports particulière (SSRC) en utilisant la formule suivante :

$$\text{avg_OH (nouveau)} = 15/16 * \text{avg_OH (ancien)} + 1/16 * \text{pkt_OH},$$

où avg_OH est la moyenne mobile (lissée exponentiellement) et pkt_OH sont les frais généraux observés dans le dernier paquet.

Si un débit maximum a été négocié par la signalisation, le débit maximum total de paquets que le receveur rapporte dans un message TMMBR NE DOIT PAS excéder la valeur négociée convertie en une base commune (c'est-à-dire, avec les frais généraux ajustés pour les amener à la même couche de protocole de référence).

Au sein de l'en-tête de paquet commun pour les messages de rétroaction (comme défini au paragraphe 6.1 de la [RFC4585]) le champ "SSRC d'envoyeur de paquet" indique la source de la demande, et le champ "SSRC de la source des supports" n'est pas utilisé et DEVRA être réglé à 0. Au sein d'une entrée particulière de FCI de TMMBR, le champ "SSRC de la source des supports" dans le champ FCI note l'envoyeur des supports auquel le couple s'applique. Ceci est utile dans les topologies de diffusion groupée ou de traducteur où l'entité rapporteuse peut s'adresser à tous les envoyeurs de supports dans un seul message TMMBR en utilisant plusieurs entrées de FCI.

Le receveur des supports DEVRA sauvegarder le contenu du dernier message TMMBN reçu de chaque envoyeur de supports.

Le receveur de supports PEUT envoyer ue entrée de FCI TMMBR à un envoyeur de supports particulier dans les circonstances suivantes :

- o avant que tout message TMMBN ait été reçu de cet envoyeur de supports ;
- o quand le receveur de supports a été identifié comme source d'un couple lieur au sein du dernier message TMMBN reçu de cet envoyeur de supports, et que la valeur du débit maximum total de paquets ou des frais généraux relatifs à cet envoyeur de supports a changé ;
- o quand le receveur de supports n'a pas été identifié comme source d'un couple lieur au sein du dernier message TMMBN reçu de cet envoyeur de supports, et, après que le receveur de supports a appliqué l'algorithme incrémentaire du paragraphe 3.5.4.2 ou un équivalent plus strict, le couple du receveur de supports relatif à cet envoyeur de supports est déterminé comme appartenant à l'ensemble lieur.

Une entrée de FCI de TMMBR PEUT être répétée dans les messages TMMBR suivants si aucune FCI de notification de débit binaire temporaire maximum de flux de supports (TMMBN) n'a été reçue de l'envoyeur de supports au moment de la transmission du prochain paquet RTCP. La valeur du débit binaire d'une entrée de FCI de TMMBR PEUT être changée d'un message TMMBR au suivant. La mesure des frais généraux DEVRA être mise à jour à la valeur actuelle de avg_OH chaque fois que l'entrée est envoyée.

Si la valeur établie par un message TMMBR est supposée être permanente, la partie qui règle laTMMBR DEVRAIT renégocier les paramètres de session pour le refléter en utilisant la signalisation d'établissement de session, par exemple, un re-invite SIP.

Comportement chez l'envoyeur de supports (receveur de la TMMBR) : quand il reçoit un message TMMBR contenant une entrée de FCI relative à ce message, l'envoyeur de supports DEVRA utiliser un algorithme initial ou incrémentaire comme applicable pour déterminer l'ensemble lieur de couples sur la base des nouvelles informations. L'algorithme utilisé DEVRA être au moins aussi strict que l'algorithme correspondant défini au paragraphe 3.5.4.2. L'envoyeur des supports PEUT accumuler les TMMBR sur un petit intervalle (par rapport à l'intervalle d'envoi RTCP) avant de faire ce calcul.

Une fois qu'il a déterminé l'ensemble lieur de couples, l'envoyeur de supports PEUT utiliser toute combinaison de débits de paquet et de débit net de supports au sein de la région faisable que ces couples décrivent pour produire un débit total de flux de données inférieur, car il peut avoir besoin de traiter une situation d'encombrement ou d'autres facteurs limitants. Voir à la Section 5 (contrôle d'encombrement) une discussion plus détaillée.

Si l'envoyeur de supports conclut qu'il peut augmenter la valeur du débit maximum total de paquets, il DEVRA attendre avant de faire cela, pendant une période assez longue pour permettre à un receveur de supports de répondre à la TMMBN si il détermine que son couple appartient à l'ensemble lieur. Ce délai est estimé par la formule :

$$2 * \text{RTT} + \text{T_Dither_Max},$$

où RTT est le plus long délai d'aller-retour connu de l'expéditeur de supports et $T_{\text{Dither_Max}}$ est défini au paragraphe 3.4 de la [RFC4585]. Même dans les sessions en point à point, un expéditeur de supports DOIT respecter la règle susmentionnée, car il n'est pas garanti qu'un participant soit capable de déterminer correctement si toutes les sources sont colocalisées dans un seul nœud, et sont coordonnées.

Un message TMMBN DEVRA être envoyé par l'expéditeur de supports aussitôt que possible, en réponse à tout message TMMBR reçu depuis le dernier envoi de TMMBN. Le message TMMBN indique l'ensemble calculé de couples lieux et les propriétaires de ces couples au moment de la transmission du message.

Une SSRC peut arriver en fin de temporisation en accord avec les règles de défaut pour les participants aux sessions RTP, c'est-à-dire, l'expéditeur de supports n'a pas reçu de paquet RTP ou RTCP du propriétaire pendant les cinq derniers intervalles de rapport régulier. Une SSRC peut aussi explicitement quitter la session, avec le participant qui l'indique par la transmission d'un paquet BYE RTCP ou en utilisant un canal de signalisation externe. Si l'expéditeur de supports détermine que le propriétaire d'un couple dans l'ensemble lieu a quitté la session, l'expéditeur de supports DEVRA transmettre une nouvelle TMMBN contenant l'ensemble précédemment déterminé de couples lieux mais en retirant le couple appartenant au propriétaire qui est parti.

Un expéditeur de supports PEUT proactivement initier l'équivalent d'un message TMMBR à lui-même, quand il a connaissance que son chemin de transmission est plus restrictif que les limitations actuelles. Par suite, une TMMBN est envoyée qui indique la source des supports elle-même comme propriétaire d'un couple, évitant ainsi des messages TMMBR inutiles des autres participants. Cependant, comme tout autre participant, quand l'expéditeur de supports a connaissance de changements des limitations, il est obligé de changer le couple, et d'envoyer une TMMBN correspondante.

Discussion :

Du fait de la nature non fiable du transport de TMMBR et TMMBN, les règles ci-dessus peuvent conduire à l'envoi de messages TMMBR qui paraissent ne pas respecter ces règles. De plus, dans les scénarios de diffusion groupée il peut arriver que plus d'un participant de session "non propriétaire" puisse déterminer, à tort ou à raison, que son couple appartient à l'ensemble lieu. Ceci n'est pas critique pour un certain nombre de raisons :

- a) Si un message TMMBR est perdu dans la transmission, soit l'expéditeur de supports envoie un nouveau message TMMBN en réponse à un autre receveur de supports, soit il n'envoie pas de nouveau message TMMBN du tout. Dans le premier cas, le receveur de supports applique l'algorithme incrémentaire et, si il détermine que son couple devrait faire partie de l'ensemble lieu, envoie un autre TMMBR. Dans le second cas, il répète l'envoi d'une TMMBR sans condition. Dans les deux cas, l'expéditeur de supports reçoit finalement les informations dont il a besoin.
- b) De même, si un message TMMBN est perdu, le receveur de supports qui a envoyé la TMMBR correspondante ne reçoit pas la notification et est supposé renvoyer la demande et déclencher la transmission d'une autre TMMBN.
- c) Si plusieurs messages TMMBR concurrents sont envoyés par différents participants à la session, alors l'algorithme peut être appliqué en tenant compte de tous ces messages, et la TMMBN résultante donne aux participants une vue à jour de comment leurs couples se comparent avec l'ensemble lieu.
- d) Si plus d'un participant à la session se trouvent envoyer des messages TMMBR en même temps et avec le même couple de valeurs composantes, lequel de ces couples est pris dans l'ensemble lieu n'a pas d'importance. Le participant à la session qui perd va déterminer, après l'application de l'algorithme, que son couple n'entre pas dans l'ensemble lieu, et va donc cesser d'envoyer sa TMMBR.

Il est important de considérer les risques pour la sécurité impliqués par de fausses TMMBR. Voir les considérations sur la sécurité à la Section 6.

Comme déjà indiqué, les messages de rétro-action peuvent être utilisés dans les sessions de diffusion groupée et d'envoi individuel dans toutes les topologies spécifiées. Cependant, pour les sessions avec un grand nombre de participants, l'utilisation du plus petit dénominateur commun, comme exigé par ce mécanisme, peut n'être pas l'action la plus convenable. Les grandes sessions peuvent devoir considérer d'autres façons d'adapter le débit aux capacités des participants, comme de partager la session en différentes classes de qualité ou en utilisant d'autres méthodes pour réaliser l'adaptabilité de débit.

4.2.1.3 Règles de rythme

La première transmission du message TMMBR PEUT utiliser des rétroactions précoces ou immédiates dans les cas où le respect du rythme d'envoi est désirable. Toute répétition d'un message de demande DEVRAIT utiliser le mode RTCP régulier pour son rythme de transmission.

4.2.1.4 Traitement dans les traducteurs et mixeurs

Les traducteurs et mixeurs de supports vont avoir besoin de recevoir et répondre aux messages TMMBR lorsque ils font partie de la chaîne qui fournit un certain flux de données au receveur. Le mixeur ou traducteur peut agir localement sur la TMMBR et donc générer une TMMBN pour indiquer qu'il l'a fait. Autrement, dans le cas d'un traducteur de supports, il peut transmettre la demande, ou dans le cas d'un mixeur, en générer une à lui et la passer plus loin. Dans ce dernier cas, le mixeur va avoir besoin de renvoyer une TMMBN au demandeur d'origine pour indiquer qu'il traite la demande.

4.2.2 Notification de débit temporaire maximum de supports (TMMBN)

La notification de débit temporaire maximum de supports est identifiée par la valeur de type de paquet RTCP PT=RTPFB et FMT=4.

Le champ de FCI du message de rétroaction TMMBN peut contenir zéro, une, ou plusieurs entrées de FCI TMMBN.

4.2.2.1 Format de message

Les informations de contrôle de rétroaction (FCI) consistent en zéro, une, ou plusieurs entrées de FCI de TMMBN avec la syntaxe suivante :

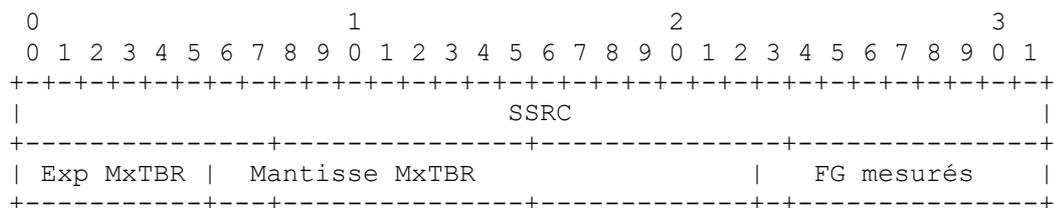


Figure 3 : Syntaxe d'une entrée de FCI dans le message TMMBN

SSRC (32 bits) : valeur de SSRC du "propriétaire" de ce couple.

Exp MxTBR (6 bits) : échelon exponentiel de la mantisse pour la valeur de débit maximum total de paquets. La valeur est un entier non signé entre [0..63].

Mantisse MxTBR (17 bits) : mantisse de la valeur de débit maximum total de paquets comme entier non signé.

Frais généraux mesurés (9 bits) : valeur mesurée des frais généraux de paquet moyens en octets représentée par un entier non signé entre [0..511].

Donc, les FCI au sein du message TMMBN contiennent des entrées qui indiquent les couples lieux. Pour chaque couple, l'entrée donne le propriétaire par la SSRC, suivie par la valeur applicable de débit maximum total de paquets et de frais généraux.

La longueur du message TMMBN DEVRA être réglée à $2+2*N$ où N est le nombre d'entrées de FCI de TMMBN.

4.2.2.2 Sémantique

Ce message de rétroaction est utilisé pour notifier aux envoyeurs de tout message TMMBR qu'un ou plusieurs messages TMMBR ont été reçus ou qu'un propriétaire a quitté la session. Il indique à tous les participants l'ensemble actuel de couples lieux et les "propriétaires" de ces couples.

Dans l'en-tête de paquet commun pour les messages de rétroaction (comme défini au paragraphe 6.1 de la [RFC4585]) le champ "SSRC de l'envoyeur du paquet" indique la source de la notification. Le champ "SSRC de la source des supports" n'est pas utilisé et DEVRA être réglé à 0.

Un message TMMBN DEVRA être programmé pour transmission après la réception d'un message TMMBR avec une entrée de FCI identifiant cet envoyeur de supports. Une seule TMMBN DEVRA être envoyée, même si plus d'un message TMMBR est reçu entre la programmation de la transmission et la transmission réelle du message TMMBN. Le message TMMBN indique les couples lieux et leurs propriétaires au moment de la transmission du message. Les couples lieux inclus DEVRONT être l'ensemble auquel on est arrivé par l'application de l'algorithme du paragraphe 3.5.4.2 ou un équivalent, appliqué au précédent ensemble lieu, si il en est, et aux couples reçus dans les messages TMMBR depuis le dernier TMMBN transmis.

La réception d'un message TMMBR DEVRA toujours résulter en la transmission d'un message TMMBN même si, après l'application de l'algorithme, le nouveau couple TMMBR rapporté n'est pas accepté dans l'ensemble lieu. Dans ce cas, les couples lieux et leurs propriétaires ne sont pas changés, sauf si le TMMBR provenait d'un propriétaire d'un couple au sein de l'ensemble lieu calculé précédemment. Cette procédure permet aux participants à la session qui n'ont pas vu le dernier message TMMBN d'avoir une vue correcte de l'état de cet envoyeur de supports.

Comme indiqué au paragraphe 4.2.1.2, quand un envoyeur de supports détermine qu'un "propriétaire" d'un couple lieu a quitté la session, alors ce couple est retiré de l'ensemble lieu, et l'envoyeur de supports DEVRA envoyer un message TMMBN indiquant les couples lieux restants. Si il ne reste pas de couple lieu, un TMMBN sans aucune FCI DEVRA être envoyé pour l'indiquer. Sans un couple lieu restant, le débit maximum de supports et le débit maximum de paquets négociés dans la signalisation de session, si il en est, s'appliquent.

Note : si un receveur de supports reste dans la session, ce va être une situation temporaire. La TMMBN vide va causer la détermination par chaque receveur de supports restant que sa limitation appartient à l'ensemble lieu et l'envoi d'une TMMBR en conséquence.

Dans les scénarios d'envoi individuel (c'est-à-dire, lorsque un seul envoyeur parle à un seul receveur) l'algorithme susmentionné pour déterminer le propriétaire dégénère en le receveur de supports qui devient le "propriétaire" du seul couple lieu aussitôt que le receveur de supports a produit le premier message TMMBR.

4.2.2.3 Règles de rythme

L'accusé de réception de TMMBN DEVRAIT être envoyé aussitôt que permis par les règles de rythme appliquées pour la session. Le mode de rétroaction immédiat ou précoce DEVRAIT être utilisé pour ces messages.

4.2.2.4 Traitement par les traducteurs et mixeurs

Comme exposé au paragraphe 4.2.1.4, les mixeurs ou traducteurs peuvent avoir besoin de produire des messages TMMBN en réponse aux messages TMMBR pour les SSRC traitées par eux.

4.3 Messages de rétroaction spécifiques de charge utile

Comme spécifié au paragraphe 6.1 de la [RFC4585], les messages de rétroaction spécifiques de charge utile sont identifiés par la valeur de type de paquet PSFB RTCP (206).

AVPF [RFC4585] définit trois messages de rétroaction spécifiques de charge utile et un message de rétr-action de couche d'application. Le présent mémoire spécifie quatre messages de rétroaction spécifiques de charge utile supplémentaires. Tous sont identifiés au moyen du paramètre FMT comme suit :

Alloués dans la [RFC4585] :

- 1 : Indication de perte d'image (PLI, *Picture Loss Indication*)
- 2 : Indication de perte de tranche (SLI, *Slice Lost Indication*)
- 3 : Indication de choix d'image de référence (RPSI, *Reference Picture Selection Indication*)
- 15 : Message de rétroaction de couche d'application
- 31 : réservé pour une future expansion de l'espace de nombres

Alloués dans le présent mémoire :

Une commande FIR NE DEVRA PAS être envoyée en réaction à des pertes d'images -- il est RECOMMANDÉ d'utiliser plutôt PLI [RFC4585]. FIR DEVRAIT être utilisé seulement dans les situations où ne pas envoyer de point de rafraîchissement de décodeur rendrait la vidéo inutilisable pour les usagers.

Un exemple typique où l'envoi d'une FIR est approprié est quand, dans une conférence multipoints, un nouvel utilisateur rejoint la session et qu'aucun intervalle régulier de point de rafraîchissement de décodeur n'est établi. Un autre exemple serait une MCU de commutation de vidéo qui change les flux. Ici, normalement, la MCU produit une FIR au nouvel envoyeur afin de le forcer à émettre un point de rafraîchissement de décodeur. Le point de rafraîchissement de décodeur inclut normalement une libération d'image gelée (FPR, *Freeze Picture Release*) (définie en dehors de cette spécification) qui redémarre le processus de rendu aux receveurs. Les deux techniques mentionnées sont couramment utilisées dans les conférences multipoints fondées sur la MCU.

D'autres spécifications de charge utile RTP comme la [RFC2032] définissent déjà un mécanisme de rétroaction pour certains codecs. Une application qui prend en charge les deux schémas DOIT utiliser le mécanisme de rétroaction défini dans la présente spécification quand elle envoie des rétroactions. Pour des raisons de rétro-compatibilité, une telle application DEVRAIT aussi être capable de recevoir et réagir au schéma de rétroaction défini dans les formats respectifs de charge utile RTP, si c'est exigé par ce format de charge utile.

4.3.1.3 Règles de rythme

Le rythme suit les règles mentionnées à la Section 3 de la [RFC4585]. Les commandes FIR PEUVENT être utilisées avec des rétroactions précoces ou immédiates. Le message de rétroaction FIR PEUT être répété. Si on utilise le mode de rétroaction immédiate, la répétition DEVRAIT attendre au moins un RTT avant d'être envoyée. En mode RTCP précoce ou régulier, la répétition est envoyée dans le prochain paquet RTCP régulier.

4.3.1.4 Traitement des messages FIR dans les mixeurs et traducteurs

Un traducteur de supports ou un mixeur effectuant un codage des supports du contenu pour lequel le participant à la session a produit un FIR est chargé d'agir sur elle. Un mixeur qui agit sur une FIR NE DEVRAIT PAS transmettre le message sans altération ; il DEVRAIT plutôt produire lui-même une FIR.

4.3.1.5 Remarques

Actuellement, la vidéo paraît être la seule application utile pour FIR, car elle apparaît comme étant la seule charge utile RTP largement déployée qui s'appuie fortement sur la prédiction des supports à travers les frontières de paquet RTP. Cependant, l'utilisation de FIR pourrait aussi raisonnablement être envisagée pour d'autres types de supports qui partagent des propriétés essentielles avec la vidéo compressée, à savoir la prédiction inter-trames (quoiqu'une trame puisse être pour ce type de supports). Un exemple peut être la mise à jour dynamique des descriptions de scènes MPEG-4. Il est suggéré que les formats de charge utile pour ces types de supports se réfèrent au FIR et aux autres types de messages définis dans la présente spécification et dans AVPF [RFC4585], au lieu de créer des mécanismes similaires dans les spécifications de charge utile. Les spécifications de charge utile peuvent devoir expliquer comment les terminologies spécifique de charge utile se transposent en la terminologie centrée sur la vidéo utilisée ici.

En conjonction avec les codecs vidéo, les messages FIR déclenchent normalement l'envoi d'images intra complètes ou IDR. Les deux sont plusieurs fois supérieures aux images prédites (inter). Leur taille est indépendante du moment de leur génération. Dans la plupart des environnements, en particulier quand on emploie des liaisons limitées en bande passante, l'utilisation d'une image intra implique un délai permis qui est un multiple significatif de la durée de trame normale. Un exemple : si le débit d'envoi de trame est de 10 par seconde, et si une image intra est supposée être 10 fois plus grosse qu'une image inter, alors une pleine seconde de latence doit être acceptée. Dans un tel environnement, il n'y a pas besoin d'un délai particulièrement court pour l'envoi du message FIR. Donc, attendre le prochain créneau temporel possible permis par les règles de rythme de RTCP selon la [RFC4585] ne devrait pas avoir un impact très négatif sur les performances du système.

Rendre obligatoire un délai maximum pour achever l'envoi d'un point de rafraîchissement de décodeur serait souhaitable du point de vue de l'application, mais c'est problématique du point de vue du contrôle d'encombrement. "Aussitôt que possible" comme mentionné ci-dessus paraît être un compromis raisonnable.

Dans les environnements où l'expéditeur n'a pas le contrôle sur le codec (par exemple, quand il y a des flux pré-enregistrés et du contenu pré-codé) la réaction à cette commande ne peut pas être spécifiée. Une réaction convenable de l'expéditeur serait de sauter plus loin dans le flux binaire vidéo au prochain point de rafraîchissement de décodeur. Dans d'autres scénarios, il peut être préférable de ne pas réagir du tout à la commande, par exemple, quand on envoie des flux à un grand groupe de diffusion groupée. D'autres réactions sont aussi possibles. Quand il décide d'une stratégie, un expéditeur pourrait tenir compte de facteurs tels que la taille du groupe receveur, de "l'importance" de l'expéditeur du message FIR (cependant "importance" peut être défini dans cette application spécifique) de la fréquence des points de rafraîchissement de décodeur dans le contenu, et ainsi de suite. Cependant, une session qui traite surtout du contenu pré-codé n'est pas supposée utiliser du tout de FIR.

La relation entre l'indication de perte d'image et la FIR est la suivante. Comme exposé au paragraphe 6.3.1 de AVPF [RFC4585], une indication de perte d'image informe le décodeur sur la perte d'une image et donc sur la probabilité d'un mauvais alignement des images de référence entre le codeur et le décodeur. Un tel scénario est normalement relatif à des pertes sur une connexion en cours. Dans les scénarios de point à point, et sans la présence d'outils évolués de résilience à l'erreur, une option possible pour un codeur consiste à envoyer un point de rafraîchissement de décodeur. Cependant, il y a d'autres options. Un exemple est que l'expéditeur de supports ignore les PLI, parce que la redondance du flux incorporé va probablement nettoyer l'image reproduite dans un délai raisonnable. Le FIR, à l'opposé, ne laisse aucun autre choix à un codeur (en temps réel) que d'envoyer un point de rafraîchissement de décodeur. Il ne permet pas au codeur de tenir compte de considérations comme celles mentionnées ci-dessus.

4.3.2 Demande de compromis temporel-spatial (TSTR)

Le message de rétro-action TSTR est identifié par la valeur de type de paquet RTCP PT=PSFB et FMT=5.

Le champ FCI DOIT contenir une ou plusieurs entrées de FCI de TSTR.

4.3.2.1 Format de message

Le contenu de l'entrée de FCI pour la demande de compromis temporel-spatial est décrit à la Figure 5. La longueur du message de rétroaction DOIT être réglée à $2+2*N$, où N est le nombre d'entrées de FCI incluses.

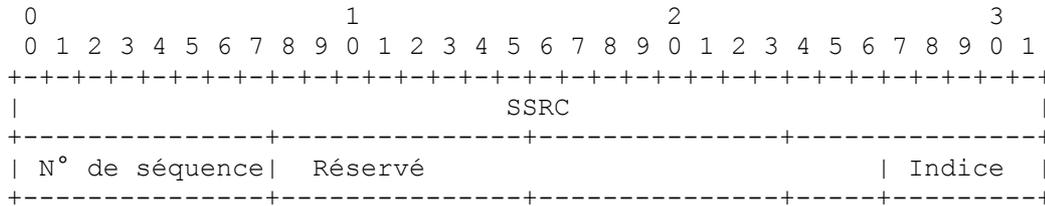


Figure 5 : Syntaxe d'une entrée de FCI dans le message TSTR

SSRC (32 bits) : le SSRC de l'expéditeur de supports à qui il est demandé d'appliquer la valeur de compromis donnée dans l'indice.

N° de séquence (8 bits) : numéro de séquence de la demande. L'espace de numéros de séquence est unique pour la paire de SSRC de source de demande et de SSRC de la cible de la demande. Le numéro de séquence DEVRA être augmenté de 1 modulo 256 pour chaque nouvelle commande. Une répétition NE DEVRA PAS augmenter le numéro de séquence. La valeur initiale est arbitraire.

Réservé (19 bits) : tous les bits DEVRONT être réglés à 0 par l'expéditeur et DEVRONT être ignorés à réception.

Indice (5 bits) : valeur d'entier entre 0 et 31 qui indique le compromis relatif demandé. Une valeur d'indice de 0 indique la plus forte qualité spatiale possible, tandis que 31 indique la plus forte résolution temporelle possible.

4.3.2.2 Sémantique

Un décodeur peut suggérer un niveau de compromis temporel-spatial en envoyant un message TSTR à un codeur. Si le codeur est capable d'ajuster son compromis temporel-spatial, il DEVRAIT tenir compte du message TSTR reçu pour les futurs codages d'images. Une valeur de 0 suggère une forte qualité spatiale et une valeur de 31 suggère un fort débit de

trames. La progression des valeurs de 0 à 31 indique de façon monotone le désir d'un débit de trame supérieur. Les valeurs d'indice ne correspondent pas à des valeurs précises de qualité spatiale ou de débit de trames.

La réaction à la réception de plus d'un message TSTR par un envoyeur de supports provenant de différents receveurs de supports est laissée ouverte à la mise en œuvre. Le compromis choisi DEVRA être communiqué aux receveurs des supports au moyen du message TSTN.

Au sein de l'en-tête de paquet commun pour les messages de rétroaction (comme défini au paragraphe 6.1 de la [RFC4585]) le champ "SSRC de l'envoyeur de paquet" indique la source de la demande, et le champ "SSRC de la source des supports" n'est pas utilisé et DEVRA être réglé à 0. Les SSRC des envoyeurs de supports auxquels le TSTR s'applique sont dans les entrées de FCI correspondantes. Un message TSTR PEUT contenir des demandes à plusieurs envoyeurs de supports, en utilisant une entrée de FCI par envoyeur de supports cible.

4.3.2.3 Règles de rythme

Le rythme suit les règles mentionnées à la Section 3 de la [RFC4585]. Ce message de demande n'est pas critique en temps et DEVRAIT être envoyé en utilisant le rythme RTCP régulier. C'est seulement si il est connu que l'interface d'utilisateur exige une rétroaction rapide que le message PEUT être envoyé avec une rétroaction précoce ou immédiate.

4.3.2.4 Traitement de message dans les mixeurs et traducteurs

Un mixeur ou traducteur de supports qui code un contenu envoyé au participant à la session qui produit la TSTR DEVRA considérer la demande pour déterminer si il peut la satisfaire en changeant ses propres paramètres de codage. Un traducteur de supports qui ne peut pas satisfaire la demande PEUT transmettre la demande inchangée vers l'envoyeur de supports. Un mixeur qui code pour plusieurs participants à la session va devoir considérer les besoins conjoints de ces participants avant de générer une TSTR en son nom propre vers l'envoyeur de supports. Voir aussi la discussion du paragraphe 3.5.2.

4.3.2.5 Remarques

Le terme de "qualité spatiale" ne se réfère pas nécessairement à la résolution telle que mesurée par le nombre de pixels que la vidéo reconstruite utilise. En fait, dans la plupart des scénarios, la résolution de vidéo reste constante durant la vie d'une session. Cependant, toutes les normes de compression de vidéo ont des moyens d'ajuster la qualité spatiale à une résolution donnée, souvent influencée par le paramètre de quantification ou QP. Un QP numériquement faible résulte en une bonne qualité d'image reconstruite, tandis qu'un QP numériquement élevé donne une image grossière. La réaction normale d'un codeur à cette demande est de changer ses paramètres de contrôle de débit pour utiliser un débit de trame inférieur et un QP numériquement (en moyenne) inférieur, ou vice-versa. La transposition précise de valeurs d'indice en débit de trame et en QP est intentionnellement laissée ouverte ici, car elle dépend de facteurs comme la norme de compression employée, la résolution spatiale, le contenu, le débit binaire, et ainsi de suite.

4.3.3 Notification de compromis temporel-spatial (TSTN)

Le message TSTN est identifié par la valeur de type de paquet RTCP PT=PSFB et FMT=6.

Le champ FCI DEVRA contenir une ou plusieurs entrées de FCI de TSTN.

4.3.3.1 Format de message

Le contenu d'une entrée de FCI pour la notification de compromis temporel-spatial est décrit à la Figure 6. La longueur du message TSTN DOIT être réglée à $2+2*N$, où N est le nombre des entrées de FCI.

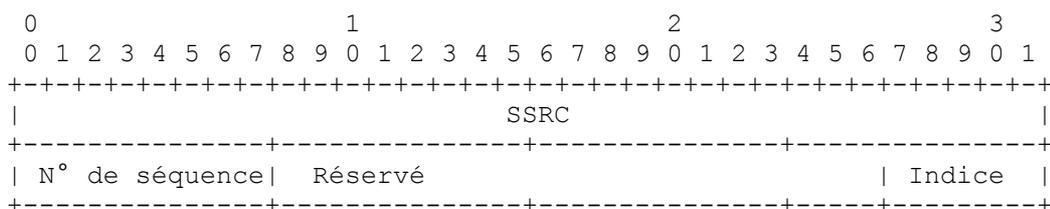


Figure 6 : Syntaxe de TSTN

SSRC (32 bits) : SSRC de la source du TSTR qui a résulté en cette notification.

N° de séquence (8 bits) : valeur du numéro de séquence provenant du TSTR qui fait l'objet de l'accusé de réception.

Réservé (19 bits) : tous les bits DEVRONT être réglés à 0 par l'expéditeur et DEVRONT être ignorés à réception.

Indice (5 bits) : valeur du compromis que l'expéditeur de supports utilise à partir de maintenant.

Note : la valeur de compromis retournée (Indice) peut différer de celle demandée, par exemple, dans les cas où un codeur de supports ne peut pas régler son compromis, ou quand un contenu pré-enregistré est utilisé.

4.3.3.2 Sémantique

Ce message de rétroaction est utilisé pour accuser réception d'une TSTR. Pour chaque TSTR reçue ciblée sur le participant à la session, une entrée de FCI de TSTN DEVRA être envoyée dans un message TSTN de rétroaction. Un seul message TSTN PEUT accuser réception de plusieurs demandes en utilisant plusieurs entrées de FCI. La valeur d'indice incluse DEVRA être la même dans toutes les entrées de FCI du message TSTN. Inclure une FCI pour chaque demandeur permet que chaque entité demandeuse détermine que l'expéditeur des supports a reçu la demande. La notification DEVRA aussi être envoyée en réponse aux répétitions de TSTR reçues. Si le receveur de la demande a reçu une TSTR avec plusieurs numéros de séquence différents provenant d'un seul demandeur, il DEVRA seulement répondre à la demande avec le plus haut (modulo 256) numéro de séquence. Noter que le plus haut numéro de séquence peut être une valeur d'entier inférieure due au retour à zéro du champ. L'Appendice A.1 de la [RFC3550] a un algorithme pour garder trace du plus haut numéro de séquence reçu pour les paquets RTP ; il pourrait être adapté pour cet usage.

La TSTN DEVRA inclure l'indice de compromis temporel-spatial qui va être utilisé par suite de la demande. Ce n'est pas nécessairement le même indice que demandé, car l'expéditeur de supports peut avoir besoin d'agrèger les demandes provenant de plusieurs participants à la session. Il peut aussi y avoir d'autres politiques ou règles qui limitent le choix.

Dans l'en-tête de paquet commun pour les messages de rétroaction (comme défini au paragraphe 6.1 de la [RFC4585]) le champ "SSRC de l'expéditeur de paquet" indique la source de la notification, et le champ "SSRC de la source des supports" n'est pas utilisé et DEVRA être réglé à 0. Les SSRC des entités demandeuses auxquelles la notification s'applique sont dans les entrées de FCI correspondantes.

4.3.3.3 Règles de rythme

Le rythme suit les règles mentionnées à la Section 3 de la [RFC4585]. Ce message d'accusé de réception n'est pas extrêmement critique en temps et DEVRAIT être envoyé en utilisant le rythme RTCP régulier.

4.3.3.4 Traitement de TSTN dans les mixeurs et traducteurs

Un mixeur ou traducteur qui agit sur une TSTR DEVRA aussi envoyer la TSTN correspondante. Dans les cas où il a besoin de transmettre lui-même une TSTR, le message de notification PEUT devoir être retardé jusqu'à ce que il ait été répondu à la TSTR.

4.3.4 Message de canal de retour vidéo H.271 (VBCM)

VBCM est identifié par la valeur de type de paquet RTCP PT=PSFB et FMT=7.

Le champ FCI DOIT contenir une ou plusieurs entrées de FCI VBCM.

4.3.4.1 Format de message

La syntaxe d'une entrée de FCI au sein de l'indication de VBCM est décrite à la Figure 7.

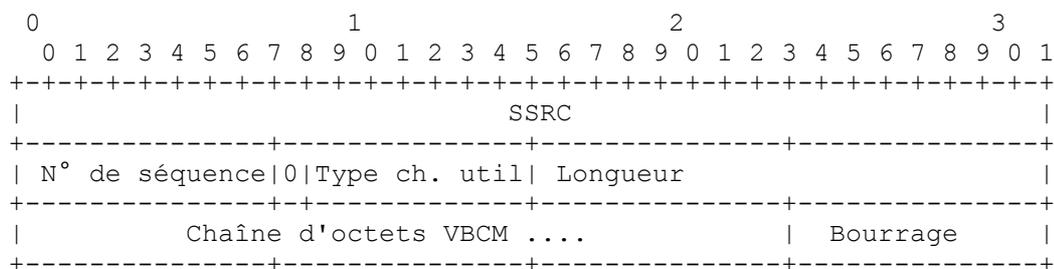


Figure 7 : Syntaxe d'une entrée de FCI dans VBCM

SSRC (32 bits) : valeur de SSRC de l'envoyeur de supports à qui il est demandé de donner pour instruction à son codeur de réagir au VBCM.

N° de séquence (8 bits) : numéro de séquence de la commande. L'espace de numéros de séquence est unique pour la paire de SSRC de la source de commande et de SSRC de la cible de la commande. Le numéro de séquence DEVRA être augmenté de 1 modulo 256 pour chaque nouvelle commande. Une répétition NE DEVRA PAS augmenter le numéro de séquence. La valeur initiale est arbitraire.

0 : Doit être réglé à 0 par l'envoyeur et ne devrait pas faire l'objet d'une action de la part du receveur du message.

Type de charge utile (7 bits) : type de charge utile RTP pour laquelle le flux binaire VBCM doit être interprété.

Longueur (16 bits) : longueur de la chaîne d'octets VBCM en octets, à l'exclusion de tous les octets de bourrage.

Chaîne d'octets VBCM (longueur variable) : c'est la chaîne d'octets générée par le décodeur qui porte un sous message de rétroaction spécifique.

Bourrage (longueur variable) : bits réglés à 0 pour atteindre une limite de 32 bits.

4.3.4.2 Sémantique

La "charge utile" de l'indication VBCM porte différents types d'informations de rétroaction spécifiques de codec. Le type d'informations de rétroaction peut être classé comme "rapport d'état" (comme l'indication qu'un flux binaire a été reçu sans erreur, ou qu'une image ou bloc partiel ou complet a été perdu) ou "demandes de mise à jour" (comme des rafraîchissements complets du flux binaire).

Note : il y a des chevauchements possibles entre les sous messages VBCM et les messages de rétroaction CCM/AVPF, comme FIR. Voir les détails au paragraphe 3.5.3.

Les différents types de sous messages de rétroaction portés dans le VBCM sont indiqués par le "type de charge utile" comme défini dans [H.271]. Ces types de sous message sont reproduits ici. "Type de charge utile", dans la terminologie de la Recommandation UIT-T H.271, se réfère au sous type de message H.271 et ne devrait pas être confondu avec un type de charge utile RTP.

Type de charge utile	Contenu du message
0	Une ou plusieurs images sans erreur/discordance de flux binaire détectée
1	Une ou plusieurs images sont entièrement ou partiellement perdues
2	Un ensemble de blocs d'une image qui est entièrement ou partiellement perdu
3	CRC pour un ensemble de paramètres
4	CRC pour tous les ensembles de paramètres d'un certain type
5	Demande de "réinitialisation" indiquant que l'envoyeur devrait complètement rafraîchir le flux binaire vidéo comme si aucune donnée de flux binaire antérieure n'avait été reçue.
> 5	Réservé pour une utilisation future par l'UIT-T

Tableau 2 : Types de messages H.271 ("types de charge utile")

La chaîne de bits ou la "charge utile" d'un VBCM est de longueur variable et est auto-contenue et codée dans un format binaire de longueur variable. L'expéditeur des supports doit nécessairement être capable d'analyser ce format binaire optimisé pour utiliser les VBCM.

Chacun des différents types de sous messages (indiqués par le type de charge utile) peut avoir une sémantique différente selon le codec utilisé.

Au sein de l'en-tête de paquet commun pour les messages de rétroaction (comme défini au paragraphe 6.1 de la [RFC4585]) le champ "SSRC d'expéditeur de paquet" indique la source de la demande, et le champ "SSRC de la source des supports" n'est pas utilisé et DEVRA être réglé à 0. Les SSRC des expéditeurs de supports auxquels le VBCM s'applique sont dans les entrées de FCI correspondantes. L'expéditeur du VBCM PEUT envoyer des messages H.271 à plusieurs expéditeurs de supports et PEUT envoyer plus d'un message H.271 au même expéditeur de supports dans le même VBCM.

4.3.4.3 Règles de rythme

Le rythme suit les règles mentionnées à la Section 3 de la [RFC4585]. Les différents types de sous-messages peuvent avoir des propriétés différentes à l'égard du rythme des messages qui devrait être utilisé. Si plusieurs types différents sont inclus dans le même paquet de rétroaction, alors les exigences pour le type de sous messages avec les exigences les plus strictes devraient être suivies.

4.3.4.4 Traitement des messages dans les mixeurs ou traducteurs

Le traitement d'un VBCM dans un mixeur ou traducteur dépend du type de sous message.

4.3.4.5 Remarques

Voir au paragraphe 3.5.3 la discussion de l'usage des messages H.271 et des messages définis dans AVPF [RFC4585] et le présent mémoire avec une fonction similaire.

Note : Il y a eu des discussions pour savoir si le champ Type de charge utile RTP dans ce message est nécessaire. Il va être nécessaire si il y a potentiellement plus d'un type de charge utile RTP à capacité VBCM dans la même session, et si la sémantique d'un VBCM donné change entre les types de charges utiles. Par exemple, le mécanisme d'identification d'image dans les messages de type H.271 0 est fondamentalement différent entre H.263 et H.264 (bien que les deux utilisent la même syntaxe). Donc, le champ Charge utile y est justifié. Il y a eu d'autres commentaires disant que pour TSTR et FIR ce besoin n'existe pas, parce que la sémantique de TSTR et FIR est définie de façon assez lâche ou assez définie, ou assez générique, pour s'appliquer à toutes les charges utiles vidéo actuellement existantes/envisagées.

5. Contrôle d'encombrement

L'application correcte des règles de rythme d'AVPF [RFC4585] empêche le réseau d'être inondé par les messages de rétroaction. Donc, en supposant une mise en œuvre et une configuration correctes, le canal RTCP ne peut pas violer ses engagements de débit et introduire de l'encombrement.

La réception de certains messages de rétroaction modifie le comportement des expéditeurs de supports ou, plus précisément, des codeurs de supports.

Donc, le comportement modifié DOIT respecter les limites de bande passante que fournit l'application de contrôle d'encombrement. Par exemple, quand un expéditeur de supports réagit à un FIR, le nombre inhabituellement élevé de paquets qui forment le point de rafraîchissement de décodeur doit être ralenti conformément à l'algorithme de contrôle d'encombrement, même si l'expérience de l'utilisateur souffre d'un ralentissement de la transmission du point de rafraîchissement de décodeur.

Un changement de la valeur du débit temporaire maximum de flux de supports peut seulement atténuer l'encombrement, mais pas causer d'encombrement tant que le contrôle d'encombrement est aussi employé. Une augmentation de la valeur par une demande exige que l'expéditeur de supports utilise le contrôle d'encombrement quand il augmente son débit de transmission à cette valeur. Une réduction de la valeur résulte en un débit de transmission réduit, réduisant donc le risque d'encombrement.

6. Considérations pour la sécurité

Les messages définis ont certaines propriétés qui ont des implications sur la sécurité. Elles doivent être traitées et prises en compte par les utilisateurs de ce protocole.

Le mécanisme d'établissement de signalisation défini est sensible aux attaques de modification qui peuvent résulter en la création de session avec une configuration sous optimale, et, dans le pire des cas, en un rejet de session. Pour empêcher ce type d'attaque, l'authentification et la protection de l'intégrité de la signalisation d'établissement sont exigées.

Des messages de rétroaction usurpés ou créés par malveillance du type défini dans la présente spécification peuvent avoir les implications suivantes :

- a. un débit de supports sévèrement réduit à cause de faux messages TMMBR qui règlent le maximum à une valeur très faible ;
- b. allocation de la propriété d'un couple lieu au mauvais participant dans un message TMMBN, causant potentiellement une oscillation indésirable de l'ensemble lieu lorsque le propriétaire identifié à tort rapporte un changement dans son couple et que le vrai propriétaire revient éventuellement sur les changements jusqu'à ce qu'un message TMMBN correct atteigne les participants ;
- c. l'envoi de TSTR qui résultent en une qualité de vidéo différente du désir de l'utilisateur, rendant la session moins utile ;
- d. l'envoi de plusieurs commandes FIR pour réduire le débit de trames, et rendre la vidéo saccadée, du fait de l'usage fréquent de points de rafraîchissement de décodeur.

Pour empêcher ces attaques, il est nécessaire d'appliquer l'authentification et la protection d'intégrité des messages de rétroaction. Cela peut être réalisé contre les menaces externes à la session RTP en cours en utilisant le profil RTP qui combine RTP sécurisé [RFC3711] et AVPF dans SAVPF [RFC5124]. Dans le cas de mixeurs, des contextes de sécurité séparés et le filtrage peuvent être appliqués entre le mixeur et les participants, protégeant donc les autres utilisateurs sur le mixeur d'un participant qui se comporte mal.

7. Définitions de SDP

La Section 4 de la [RFC4585] définit un nouvel attribut SDP [RFC4566], `rtcp-fb`, qui peut être utilisé pour négocier la capacité de traiter des commandes et indications AVPF spécifiques, comme le choix d'image de référence; l'indication de perte d'image, etc. L'ABNF pour `rtcp-fb` est décrit au paragraphe 4.2 de la [RFC4585]. Dans cette Section, on étend l'attribut `rtcp-fb` pour y inclure les commandes et indications qui sont décrites pour le contrôle de codec dans le présent document. On discute aussi des implications d'offre/réponse pour les commandes et indications de contrôle de codec.

7.1 Extension de l'attribut `rtcp-fb`

Comme décrit dans AVPF [RFC4585], l'attribut `rtcp-fb` indique la capacité d'utiliser la rétroaction RTCP. AVPF spécifie que l'attribut `rtcp-fb` doit seulement être utilisé comme attribut de niveau support et ne doit pas être fourni au niveau session. Toutes les règles décrites dans la [RFC4585] pour l'attribut `rtcp-fb` relatives au type de charge utile et aux attributs `rtcp-fb` multiples dans une description de session s'appliquent aussi aux nouveaux messages de rétroaction définis dans le présent mémoire.

L'ABNF [RFC4234] pour `rtcp-fb` comme défini dans la [RFC4585] est

```
"a=rtcp-fb: " rtcp-fb-pt SP rtcp-fb-val CRLF
```

où `rtcp-fb-pt` est le type de charge utile et `rtcp-fb-val` définit le type de message de rétroaction tel que `ack`, `nack`, `trr-int`, et `rtcp-fb-id`. Par exemple, pour indiquer la prise en charge de rétroactions d'indication de perte d'image, l'envoyeur déclare ce qui suit dans SDP :

```
v=0
```

```

o=alice 3203093520 3203093520 IN IP4 host.exemple.com
s=supports avec rétroaction
t=0 0
c=IN IP4 host.exemple.com
m=audio 49170 RTP/AVPF 98
a=rtpmap:98 H263-1998/90000
a=rtcp-fb:98 nack pli

```

Dans le présent document, on définit une nouvelle valeur de rétroaction "ccm", qui indique la prise en charge du contrôle de codec en utilisant des messages RTCP de rétroaction. La valeur de rétroaction "ccm" DEVRAIT être utilisée avec des paramètres qui indiquent les commandes de contrôle de codec spécifiques prises en charge. Dans le présent document, on définit quatre de ces paramètres, à savoir :

- o "fir" indique la prise en charge de la demande intra complète (FIR, *Full Intra Request*).
- o "tmmbr" indique la prise en charge de la demande/notification de débit temporaire maximum de flux de supports (TMMBR/TMMBN, *Temporary Maximum Media Stream Bit Rate Request/Notification*). Il a un sous-paramètre facultatif pour indiquer le débit de paquet maximum de session (mesuré en paquets par seconde) à utiliser. Si aucun n'est inclus, la valeur par défaut est l'infini.
- o "tstr" indique la prise en charge de la demande/notification de compromis temporel-spatial (TSTR/TSTN, *Temporal-Spatial Trade-off Request/Notification*).
- o "vbcm" indique la prise en charge des messages de canal de retour vidéo (VBCM, *Video Back Channel Message*) de H.271. Il a zéro, un ou plusieurs sous paramètres qui identifient les valeurs de "type de charge utile" H.271 supportées.

Dans l'ABNF pour rtp-fb-val défini dans la [RFC4585], il y a un bouche-trous appelé rtp-fb-id pour définir de nouveaux types de rétroaction. "ccm" est défini comme un nouveau type de rétroaction dans le présent document, et l'ABNF pour les paramètres de ccm est défini ici (voir au paragraphe 4.2 de la [RFC4585] la syntaxe ABNF complète).

```
rtp-fb-val =/ "ccm" rtp-fb-ccm-param
```

```

rtp-fb-ccm-param = SP "fir" ; demande intra complète
                  / SP "tmmbr" [SP "smaxpr=" MaxPacketRateValue] ; débit temporaire maximum de supports
                  / SP "tstr" ; compromis temporel-spatial
                  / SP "vbcm" *(SP subMessageType) ; VBCM H.271
                  / SP token [SP byte-string] ; pour de futures commandes/indications
subMessageType = 1*8DIGIT
byte-string = <comme défini au paragraphe 4.2 de la [RFC4585] >
MaxPacketRateValue = 1*15DIGIT

```

7.2 Offre-réponse

Les implications de l'offre/réponse [RFC3264] pour les messages de rétroaction de protocole de contrôle de codec sont similaires à celles décrites dans la [RFC4585]. L'offreur PEUT indiquer la capacité de prendre en charge les commandes et indications de codec choisies. Celui qui répond DOIT retirer tous les paramètres CCM correspondants aux CCM qu'il ne souhaite pas prendre en charge dans cette session de supports particulière (par exemple, parce qu'il ne met pas en œuvre le message en question, ou parce que sa logique d'application suggère que la prise en charge du message n'apporte rien). Celui qui répond NE DOIT PAS ajouter de nouveaux paramètres ccm à ce qui a été offert.

La réponse lie la session de supports et ni l'offreur et ni celui qui répond NE DOIT utiliser de message de rétroaction autre que ce que les deux côtés ont explicitement indiqué comme pris en charge. En d'autres termes, seul le sous ensemble conjoint de paramètres CCM provenant de l'offre et de la réponse peut être utilisé.

Noter qu'inclure un paramètre CCM dans une offre ou réponse indique que la partie (l'offreur ou celui qui répond) est au moins capable de recevoir le ou les CCM correspondants et agir sur eux. Dans les cas où la réception d'un CCM négocié rend obligatoire que la partie réponde avec un autre CCM, elle doit aussi avoir cette capacité. Bien qu'il ne soit pas obligatoire d'initier les CCM d'un type négocié particulier, on s'attend généralement à ce qu'une partie initie les CCM quand c'est approprié.

La partie paramètre de débit maximum de paquet de session de l'indication TMMBR est déclarative, et la plus haute valeur provenant de l'offre et la réponse DEVRA être utilisée. Si le paramètre de débit maximum de paquet de session n'est pas présent dans une offre, il NE DEVRA PAS être inclus par celui qui répond.

7.3 Exemples

Exemple 1 : le SDP suivant décrit un appel vidéo en point à point avec H.263, avec l'origine de l'appel qui déclare sa capacité de prendre en charge les messages de contrôle de codec FIR et TSTR/TSTN. Le SDP est porté dans un protocole de signalisation de haut niveau comme SIP.

```
v=0
o=alice 3203093520 3203093520 IN IP4 host.exemple.com
s=Appel en point à point
c=IN IP4 192.0.2.124
m=audio 49170 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
m=video 51372 RTP/AVPF 98
a=rtpmap:98 H263-1998/90000
a=rtcp-fb:98 ccm tstr
a=rtcp-fb:98 ccm fir
```

Dans l'exemple ci-dessus, quand l'envoyeur reçoit un message TSTR de la partie distante, il est capable d'ajuster le compromis comme indiqué dans le message TSTN de rétroaction RTCP.

Exemple 2 : le SDP suivant décrit un point d'extrémité SIP qui se joint à un mixeur vidéo qui héberge une session de visioconférence multiparties. Le participant prend seulement en charge la commande de contrôle de codec FIR et il la déclare dans sa description de session.

```
v=0
o=alice 3203093520 3203093520 IN IP4 host.exemple.com
s=Appel vidéo multiparties
c=IN IP4 192.0.2.124
m=audio 49170 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
m=video 51372 RTP/AVPF 98
a=rtpmap:98 H263-1998/90000
a=rtcp-fb:98 ccm fir
```

Quand la MCU de vidéo décide d'acheminer la vidéo à ce participant, elle envoie un message de rétroaction FIR RTCP. À réception de ce message de rétroaction, le point d'extrémité est obligé de générer une demande intra complète.

Exemple 3 : l'exemple suivant décrit les implications d'offre/demande pour les messages de contrôle de codec. L'offreur souhaite prendre en charge "tstr", "fir" et "tmbr". Le SDP offert est :

```
-----> Offre
v=0
o=alice 3203093520 3203093520 IN IP4 host.exemple.com
s=Offre/réponse
c=IN IP4 192.0.2.124
m=audio 49170 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
m=video 51372 RTP/AVPF 98
a=rtpmap:98 H263-1998/90000
a=rtcp-fb:98 ccm tstr
a=rtcp-fb:98 ccm fir
a=rtcp-fb:* ccm tmbr smaxpr=120
```

Celui qui répond souhaite prendre en charge seulement les messages FIR et TSTR/TSTN et le SDP de réponse est :

```
<----- Réponse
v=0
o=alice 3203093520 3203093524 IN IP4 otherhost.exemple.com
s=Offre/réponse
c=IN IP4 192.0.2.37
```

```

m=audio 47190 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
m=video 53273 RTP/AVPF 98
a=rtpmap:98 H263-1998/90000
a=rtcp-fb:98 ccm tstr
a=rtcp-fb:98 ccm fir

```

Exemple 4 : l'exemple suivant décrit les implications d'offre/réponse pour les messages de canal de retour vidéo (VBCM) H.271. L'offreur souhaite prendre en charge VBCM et les sous messages de type de charge utile 1 (une ou plusieurs images qui sont entièrement ou partiellement perdues) et 2 (un ensemble de blocs d'une image qui sont entièrement ou partiellement perdus).

```

-----> Offre
v=0
o=alice 3203093520 3203093520 IN IP4 host.exemple.com
s=Offre/réponse
c=IN IP4 192.0.2.124
m=audio 49170 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
m=video 51372 RTP/AVPF 98
a=rtpmap:98 H263-1998/90000
a=rtcp-fb:98 ccm vbcm 1 2

```

Celui qui répond souhaite prendre en charge seulement les sous messages de type 1.

```

<----- Réponse
v=0
o=alice 3203093520 3203093524 IN IP4 otherhost.exemple.com
s=Offre/réponse
c=IN IP4 192.0.2.37
m=audio 47190 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
m=video 53273 RTP/AVPF 98
a=rtpmap:98 H263-1998/90000
a=rtcp-fb:98 ccm vbcm 1

```

Ainsi, dans l'exemple ci-dessus, seules des indications de VBCM comprenant le type de charge utile 1 vont être acceptées.

8. Considérations relatives à l'IANA

La nouvelle valeur "ccm" a été enregistrée par l'IANA dans le registre "rtcp-fb" des valeurs d'attribut, situé au moment de la publication à : <http://www.iana.org/assignments/sdp-parameters>

Nom de valeur : ccm
 Nom complet : Commandes et indications de contrôle de codec
 Référence : RFC 5104

Un nouveau registre "Messages de contrôle de codec" a été créé pour contenir les paramètres "ccm", situé au moment de la publication à : <http://www.iana.org/assignments/sdp-parameters>

Les nouveaux enregistrements dans ce registre suivent la politique de "spécification exigée" comme défini dans la [RFC2434]. De plus, il est exigé qu'ils indiquent tous types supplémentaires de rétroaction RTCP, comme "nack" et "ack".

Le contenu initial du registre a les valeurs suivantes :

Nom de valeur : fir
 Nom complet : Commande Demande intra complète
 Utilisable avec : ccm

Référence : RFC 5104

Nom de valeur : tmmbr

Nom complet : Débit temporaire maximum de flux de supports

Utilisable avec : ccm

Référence : RFC 5104

Nom de valeur : tstr

Nom complet : Compromis temporel-spatial

Utilisable avec : ccm

Référence : RFC 5104

Nom de valeur: vbcm

Nom complet : Messages de canal de retour vidéo H.271

Utilisable avec : ccm

Référence : RFC 5104

Les valeurs suivantes ont été enregistrées comme valeurs de FMT dans le registre "Valeurs de FMT pour les types de charge utile RTPFB" situé au moment de la publication à : <http://www.iana.org/assignments/rtp-parameters>

Nom de gamme RTPFB	Nom complet	Valeur	Référence
	réservé	2	[RFC5104]
TMMBR	Demande de débit temporaire maximum de flux de supports	3	[RFC5104]
TMMBN	Notification de débit temporaire maximum de flux de supports	4	[RFC5104]

Les valeurs suivantes ont été enregistrées comme valeurs de FMT dans le registre "Valeurs de FMT pour types de charge utile PSFB" situé au moment de la publication à : <http://www.iana.org/assignments/rtp-parameters>

Nom de gamme PSFB	Nom complet	Valeur	Référence
FIR	Commande Demande intra complète	4	[RFC5104]
TSTR	Demande de compromis temporel-spatial	5	[RFC5104]
TSTN	Notification de compromis temporel-spatial	6	[RFC5104]
VBCM	Message de canal de retour vidéo	7	[RFC5104]

9. Contributeurs

Tom Taylor a fait une contribution très significative à la présente spécification en aidant à sa réécriture, en particulier des parties concernant l'algorithme pour la détermination des ensembles lieux pour TMMBR, et les auteurs lui en sont très reconnaissants.

10. Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Andrea Basso, Orit Levin, et Nermeen Ismail pour leur travail sur les exigences dans la discussion du document [Basso].

Les différentes versions du présent mémoire ont été révisées et largement commentées par Roni Even, Colin Perkins, Randell Jesup, Keith Lantz, Harikishan Desineni, Guido Franceschini, et d'autres. Les auteurs les remercient de ces révisions.

11 Références

11.1 Références normatives

[RFC2119] S. Bradner, "[Mots clés à utiliser](#) dans les RFC pour indiquer les niveaux d'exigence", BCP 14, mars 1997. (MàJ par [RFC8174](#))

- [RFC2434] T. Narten et H. Alvestrand, "Lignes directrices pour la rédaction d'une section Considérations relatives à l'IANA dans les RFC", BCP 26, octobre 1998. (*Rendue obsolète par la RFC5226*)
- [RFC3264] J. Rosenberg et H. Schulzrinne, "[Modèle d'offre/réponse](#) avec le protocole de description de session (SDP)", juin 2002. (*P.S. ; MàJ par RFC8843, 9143*)
- [RFC3550] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick et V. Jacobson, "[RTP : un protocole de transport pour les applications en temps réel](#)", STD 64, juillet 2003. (*MàJ par RFC7164, RFC7160, RFC8083, RFC8108, RFC8860*)
- [RFC4234] D. Crocker et P. Overell, "[BNF augmenté pour les spécifications de syntaxe](#) : ABNF", octobre 2005. (*Remplace RFC2234, remplacée par RFC5234*)
- [RFC4566] M. Handley, V. Jacobson et C. Perkins, "SDP : [Protocole de description de session](#)", juillet 2006. (*P.S. ; remplacée par RFC8866*)
- [RFC4585] J. Ott et autres, "[Profil RTP étendu pour rétroaction](#) fondée sur le protocole de contrôle de transport en temps réel (RTCP) (RTP/AVPF)", juillet 2006. (*P.S., MàJ par RFC8108*)

11.2 Références pour information

- [AVC] JTC 1 UIT-T et ISO/C, projet de Recommandation UIT-T et projet final de norme internationale de spécification vidéo conjoint (Recommandation UIT-T H.264 | ISO/CEI 14496-10 AVC), Joint Video Team (JVT) de ISO/CEI MPEG et UIT-T VCEG, JVT-G050, mars 2003.
- [Basso] A. Basso, O. Levin et N. Ismail, "Exigences pour le transport des commandes de contrôle vidéo", Travail en cours, octobre 2004.
- [H245] Recommandation UIT-T H.245, "Protocole de commande pour communication multimédia", mai 2006.
- [H.271] Recommandation UIT-T H.271, "Messages du canal de retour vidéo", juin 2006.
- [NEWPRED] S. Fukunaga, T. Nakai, et H. Inoue, "Error Resilient Video Coding by Dynamic Replacing of Reference Pictures", dans Proc. Globcom'96, vol. 3, pages 1503 - 1508, 1996.
- [RFC2032] T. Turletti et C. Huitema, "Format de charge utile RTP pour les flux vidéo H.261", octobre 1996. (*Obs. voir RFC4587*)
- [RFC2198] C. Perkins et autres, "[Charge utile RTP pour données audio redondantes](#)", septembre 1997. (*P.S.*)
- [RFC3261] J. Rosenberg et autres, "SIP : [Protocole d'initialisation de session](#)", juin 2002. (*Mise à jour par 3265, 3853, 4320, 4916, 5393, 6665, 8217, 8760*)
- [RFC3448] M. Handley, S. Floyd, J. Padhye, J. Widmer, "Contrôle de débit convivial sur TCP (TFRC) : Spécification du protocole", janvier 2003. (*Obsolète, voir RFC5348*) (*P.S.*)
- [RFC3525] C. Groves et autres, "Protocole de commande des routeurs, version 1", juin 2003. (*Obsolète, voir RFC5125*) (*Historique*)
- [RFC3711] M. Baugher et autres, "Protocole de [transport sécurisé en temps réel](#) (SRTP)", mars 2004. (*P.S. ; MàJ par RFC9335*)
- [RFC3890] M. Westerlund, "[Modificateur de bande passante indépendant du transport](#) pour le protocole de description de session (SDP)", septembre 2004. (*P.S.*)
- [RFC4340] E. Kohler et autres, "[Protocole de contrôle d'encombrement](#) de datagrammes (DCCP)", mars 2006. (*P.S.*) (*MàJ par 6773*)
- [RFC4587] R. Even, "[Format de charge utile RTP](#) pour flux vidéo H.261", août 2006. (*Remplace RFC2032*) (*P.S.*)

[RFC5117] M. Westerlund, S. Wenger "Topologies dans RTP", janvier 2008. (*Info. , Remplacée par RFC7667*)

[RFC5124] J. Ott, E. Carrara, "Profil étendu de RTP sécurisé pour les rétroactions fondées sur le protocole de contrôle du transport en temps réel (RTCP)", février 2008. (*P.S.*)

[RFC5168] O. Levin et autres, "Schéma XML pour le contrôle de support", mars 2008. (*Information*)

Adresse des auteurs

Stephan Wenger
Nokia Corporation
975, Page Mill Road,
Palo Alto, CA 94304
USA
téléphone : +1-650-862-7368
mél : stewe@stewe.org

Umesh Chandra
Nokia Research Center
975, Page Mill Road,
Palo Alto, CA 94304
USA
téléphone : +1-650-796-7502
mél : Umesh.1.Chandra@nokia.com

Magnus Westerlund
Ericsson Research
Ericsson AB
SE-164 80 Stockholm, SWEDEN
téléphone : +46 8 7190000
mél : magnus.westerlund@ericsson.com

Bo Burman
Ericsson Research
Ericsson AB
SE-164 80 Stockholm, SWEDEN
téléphone : +46 8 7190000
mél : bo.burman@ericsson.com

Déclaration complète de droits de reproduction

Copyright (C) The IETF Trust (2008).

Le présent document est soumis aux droits, licences et restrictions contenus dans le BCP 78, et à www.rfc-editor.org, et sauf pour ce qui est mentionné ci-après, les auteurs conservent tous leurs droits.

Le présent document et les informations contenues sont fournis sur une base "EN L'ÉTAT" et le contributeur, l'organisation qu'il ou elle représente ou qui le/la finance (s'il en est), la INTERNET SOCIETY et la INTERNET ENGINEERING TASK FORCE déclinent toutes garanties, exprimées ou implicites, y compris mais non limitées à toute garantie que l'utilisation des informations encloses ne viole aucun droit ou aucune garantie implicite de commercialisation ou d'aptitude à un objet particulier.

Propriété intellectuelle

L'IETF ne prend pas position sur la validité et la portée de tout droit de propriété intellectuelle ou autres droits qui pourraient être revendiqués au titre de la mise en œuvre ou l'utilisation de la technologie décrite dans le présent document ou sur la mesure dans laquelle toute licence sur de tels droits pourrait être ou n'être pas disponible ; pas plus qu'elle ne prétend avoir accompli aucun effort pour identifier de tels droits. Les informations sur les procédures de l'ISOC au sujet des droits dans les documents de l'ISOC figurent dans les BCP 78 et BCP 79.

Des copies des dépôts d'IPR faites au secrétariat de l'IETF et toutes assurances de disponibilité de licences, ou le résultat de tentatives faites pour obtenir une licence ou permission générale d'utilisation de tels droits de propriété par ceux qui mettent en œuvre ou utilisent la présente spécification peuvent être obtenues sur le répertoire en ligne des IPR de l'IETF à <http://www.ietf.org/ipr>.

L'IETF invite toute partie intéressée à porter son attention sur tous copyrights, licences ou applications de licence, ou autres droits de propriété qui pourraient couvrir les technologies qui peuvent être nécessaires pour mettre en œuvre la présente norme. Prière d'adresser les informations à l'IETF à ietf-ipr@ietf.org.