

RECOMMANDATION UIT-R BT.1789

Méthode de reconstitution de la séquence vidéo reçue à l'aide des informations d'erreur de transmission vidéo par paquets

(Questions UIT-R 44/6 et UIT-R 109/6)

(2007)

Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie une méthode permettant à un fournisseur de services de reconstituer la séquence vidéo reçue afin de surveiller la qualité vidéo au niveau d'un récepteur au moyen des informations d'erreur de transmission vidéo par paquets. Elle s'applique aux services vidéo offrant des communications numériques bidirectionnelles.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que l'évaluation traditionnelle de la qualité vidéo a été réalisée de manière subjective par un certain nombre d'évaluateurs;
- b) que, même si elle est considérée comme étant la méthode la plus précise, l'évaluation subjective présente de nombreux inconvénients en termes de temps et de coût;
- c) qu'il est souhaitable que le fournisseur de services surveille la qualité vidéo au niveau du récepteur;
- d) que certaines méthodes objectives de la mesure de la qualité vidéo nécessitent une largeur de bande additionnelle pour la transmission des paramètres;
- e) que la largeur de bande est une ressource précieuse et coûteuse dans de nombreux services multimédias;
- f) que les trajets de communication de la plupart des applications multimédias seront entièrement numériques;
- g) que les erreurs de transmission et leurs effets sur la séquence vidéo reçue sont facilement identifiées lorsque les données vidéo sont transmises par paquets;
- h) qu'un certain type de récepteur est capable de détecter la présence d'erreurs de transmission;
- j) que le récepteur est capable d'envoyer ces informations d'erreur de transmission à la tête de réseau¹ dans certaines applications multimédias avec canal de retour,

notant

- a) qu'il est possible pour la tête de réseau, dans le cas d'une transmission vidéo par paquets, de surveiller efficacement la qualité de la séquence vidéo reçue au moyen de la séquence vidéo reconstituée et d'autres informations disponibles, y compris la séquence source,

¹ La tête de réseau comprend un émetteur, une unité pour l'estimation de la séquence vidéo reçue et une unité pour l'estimation de la qualité vidéo, conformément à la Recommandation UIT-R BT.1683. Elle peut également comporter un codeur.

recommande

1 pour la tête de réseau, d'utiliser la méthode décrite dans l'Annexe afin de reconstituer la séquence vidéo reçue au niveau d'un récepteur quelconque, dans le but de surveiller la qualité vidéo au niveau de ce récepteur.

Annexe 1

1 Introduction

Les modèles de mesure objective de la qualité vidéo sont classés en trois catégories: les modèles utilisant une référence complète (FR, *full-reference*), les modèles utilisant une référence réduite (RR, *reduced-reference*) et les modèles n'utilisant pas de référence. En règle générale, la précision des modèles n'utilisant pas de référence est inférieure à celle des modèles FR et RR. La Fig. 1 représente le schéma fonctionnel des modèles utilisant une référence complète et la Fig. 2 le schéma fonctionnel des modèles utilisant une référence réduite. Le modèle utilisant une référence complète, qui est fondé sur deux séquences vidéo d'entrée (la séquence vidéo source et la séquence vidéo traitée), produit une mesure de la qualité vidéo (VQM, *video quality metric*) de la séquence vidéo traitée.

Comme on peut le voir, pour évaluer la qualité vidéo, les modèles FR et RR ont besoin tous les deux de la séquence vidéo source et de la séquence vidéo traitée. Par ailleurs, pour certains services de radiodiffusion, la surveillance de la qualité vidéo reçue est importante. Si l'on doit utiliser un modèle FR, le récepteur doit disposer de la séquence vidéo source (Fig. 3) ou la tête de réseau doit disposer de la séquence vidéo traitée (séquence vidéo dégradée) (Fig. 4). Conformément à la présente Recommandation, la qualité de la séquence vidéo reçue, telle qu'elle apparaît au niveau du récepteur, peut être évaluée au niveau de la tête de réseau. Pour cela, il est nécessaire que la tête de réseau dispose de la séquence vidéo source ou des caractéristiques extraites de la séquence vidéo source. Si l'on doit utiliser un modèle RR, le récepteur doit disposer des fonctions extraites de la séquence vidéo source (Fig. 5) ou la tête de réseau doit disposer des caractéristiques extraites de la séquence vidéo traitée (séquence vidéo dégradée) (Fig. 6). La largeur de bande étant une ressource précieuse et coûteuse dans de nombreuses applications multimédias, on évitera de transmettre ces données supplémentaires.

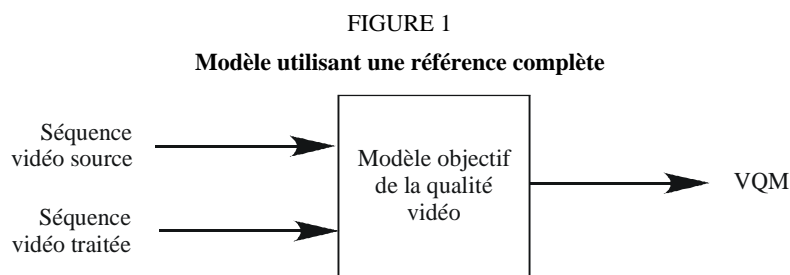


FIGURE 2

Modèle utilisant une référence réduite

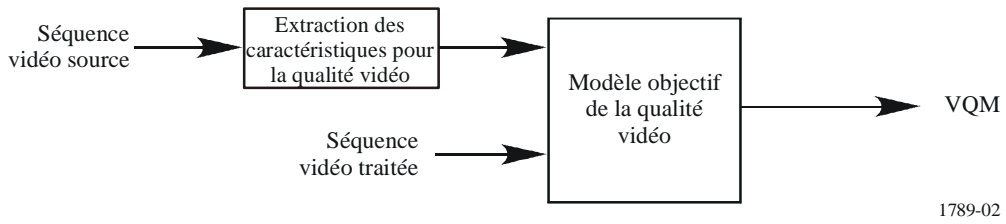


FIGURE 3

Schéma fonctionnel du calcul par le récepteur de la qualité de la séquence vidéo reçue au moyen du modèle FR

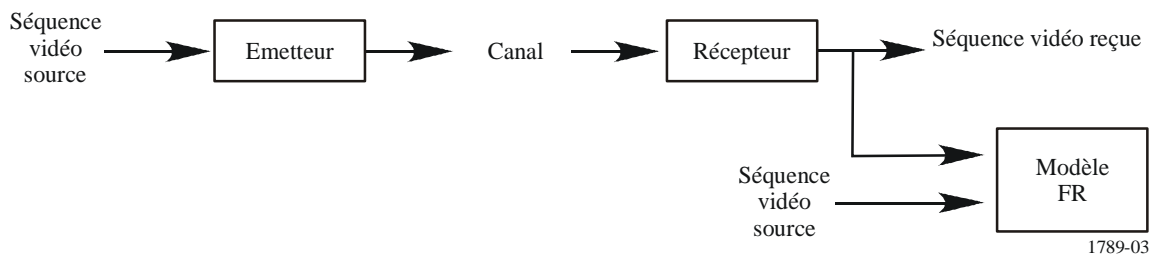


FIGURE 4

Schéma fonctionnel du calcul par la tête de réseau de la qualité de la séquence vidéo reçue au moyen du modèle FR

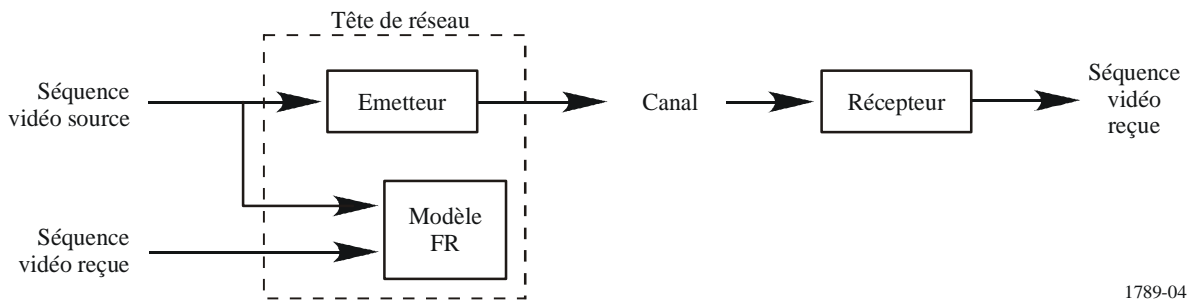


FIGURE 5

Schéma fonctionnel du calcul par le récepteur de la qualité de la séquence vidéo reçue au moyen du modèle RR

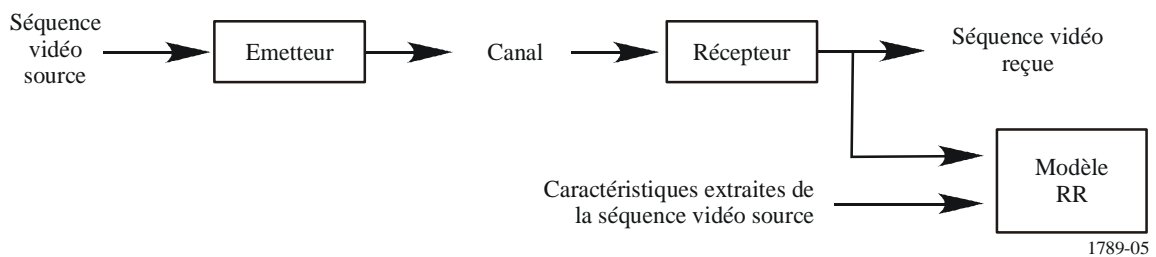
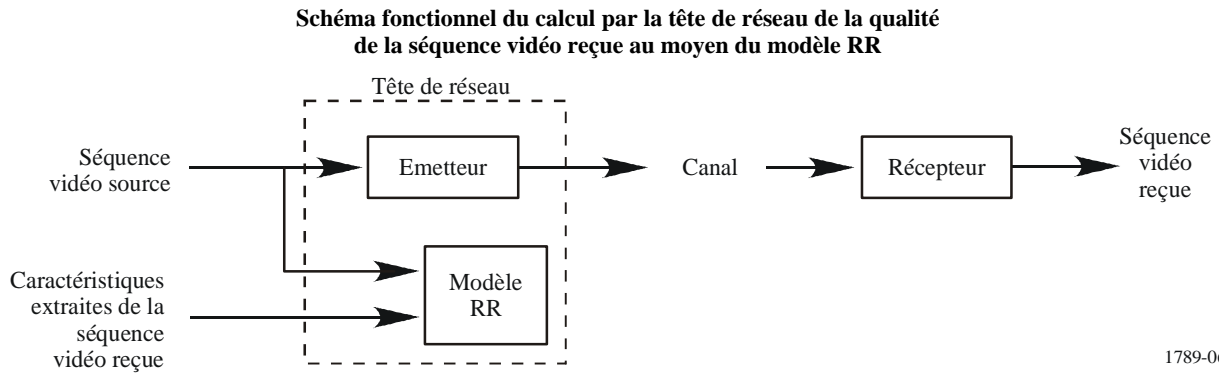


FIGURE 6



Toutefois, dans certaines applications multimédias, les données vidéo sont transmises par paquets. Au cours de la transmission, diverses erreurs peuvent survenir, comme une perte de paquets, un nombre excessif ou insuffisant de paquets ou un retard dans la transmission des paquets. Ces erreurs peuvent entraîner des phénomènes de «gel» de l'image, de sauts d'image, de gigue, de retard ou des erreurs sur les blocs dans la séquence vidéo reçue. Dans les communications numériques, toutes ces erreurs de transmission ainsi que leurs effets peuvent être identifiés précisément lorsque les données vidéo sont transmises par paquets. En outre, au cours de la transmission vidéo numérique, en l'absence d'erreurs de transmission, la qualité vidéo reçue sera identique à la qualité vidéo transmise.

Par conséquent, si le récepteur renvoie des informations d'erreur de transmission, y compris des informations sur les pertes de paquets et les retards de transmission des paquets, à la tête de réseau, celle-ci peut reconstituer exactement la séquence vidéo reçue telle qu'elle apparaît au niveau du récepteur.

L'interfonctionnement entre le fournisseur de services et le récepteur est indispensable afin que ce dernier puisse fournir toutes les informations nécessaires au fournisseur de services. En d'autres termes, le fournisseur de services doit disposer de toutes les informations relatives au décodeur et aux techniques de post-traitement utilisées par le récepteur afin qu'il puisse reproduire exactement la séquence vidéo au niveau du récepteur. Grâce à ces informations, la méthode peut être utilisée avec des codecs et des canaux de communication quelconques, y compris des communications Internet ou hertziennes. L'évaluation de la qualité vidéo étant réalisée au niveau du fournisseur de services, qui dispose de la source vidéo, il est possible d'utiliser un modèle quelconque (modèle utilisant une référence complète ou modèle utilisant une référence réduite).

1.1 Application

La présente Recommandation propose une méthode permettant de reconstituer la séquence vidéo reçue afin d'assurer la surveillance de la qualité de services vidéo lorsque des canaux de retour sont disponibles et que les données vidéo sont transmises par paquets. Les applications de la méthode décrite dans la présente Recommandation comprennent notamment:

- la surveillance de la qualité de la séquence vidéo reçue, telle qu'elle apparaît au niveau du récepteur, avec utilisation minimale de largeur de bande additionnelle;
- la surveillance de la qualité de la séquence vidéo reçue en temps réel au niveau de la tête de réseau.

1.2 Limites

La méthode énoncée dans la présente Recommandation décrit une procédure permettant de reconstituer des séquences vidéo, telles qu'elles apparaissent au niveau du récepteur, au moyen d'informations d'erreur de transmission et de données vidéo transmises par paquets. Dans cette méthode, il est nécessaire de pouvoir suivre et identifier chaque paquet. Certains protocoles de transport par paquets, tels que RTP (protocole de transport en temps réel) et ATM (mode de transfert asynchrone/AAL) (couche d'adaptation ATM), possèdent cette fonction. La méthode nécessite en outre la présence d'un canal de retour permettant au récepteur d'envoyer les informations d'erreur de transmission au fournisseur de services. Afin d'évaluer la qualité vidéo au niveau du récepteur, il est nécessaire d'appliquer la méthode au moyen d'un modèle objectif de mesure de la qualité vidéo. L'emploi d'un modèle objectif normalisé est recommandé.

2 Méthode

La Fig. 7 représente schématiquement la méthode. La tête de réseau transmet au récepteur les données vidéo par paquets. On notera que, une fois le codage de la séquence vidéo source réalisé, les données vidéo compressées se présentent sous la forme de paquets. Le récepteur possède une unité qui détecte la présence éventuelle d'erreurs de transmission. En cas d'erreurs de transmission, l'unité de détection d'erreurs de transmission renvoie à la tête de réseau les informations associées à ces erreurs, concernant notamment les pertes de paquets ou les retards, ainsi que leurs effets tels que le gel d'images, le saut d'images, les erreurs sur les blocs, la gigue, etc. Le Tableau 1 présente des informations d'erreur de transmission types. L'unité d'estimation de la séquence vidéo reçue, située au niveau de l'en-tête de réseau, émule ensuite le récepteur et estime la séquence vidéo reçue, telle qu'elle apparaît au niveau du récepteur, au moyen des informations d'erreur de transmission et des données vidéo par paquets produites par le codeur. Enfin, une unité d'évaluation de la qualité vidéo attribue, après calcul, des notes relatives à la qualité vidéo au niveau du récepteur au moyen de la séquence vidéo source et de la séquence vidéo reçue estimée. La Fig. 8 représente un exemple d'application de la méthode lorsqu'un modèle FR est utilisé. La séquence vidéo reçue estimée, dans la Fig. 8, est produite par l'unité d'estimation de la séquence vidéo reçue (Fig. 7). Dans les cas où la tête de réseau (fournisseur de services) ne dispose pas de la séquence vidéo source, elle peut également utiliser un modèle RR, à condition que les paramètres des caractéristiques soient disponibles.

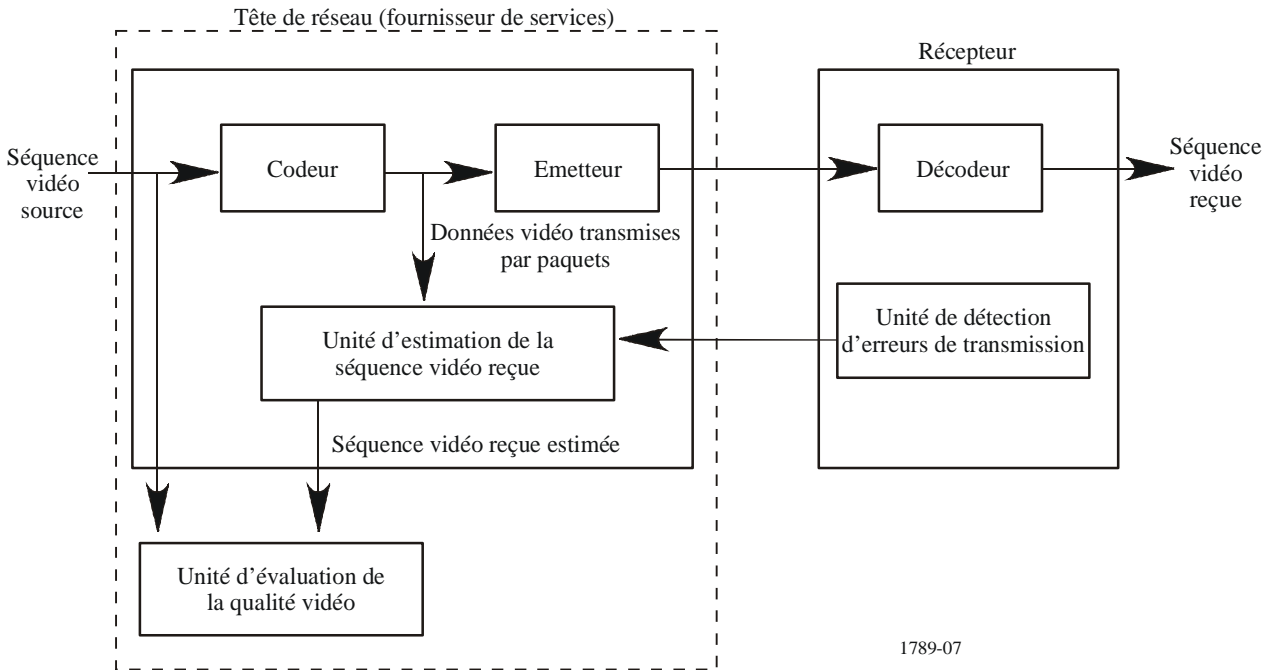
Lors d'une transmission vidéo par paquets, les effets des erreurs de transmission peuvent être décrits de la manière suivante:

- dégradation de la séquence vidéo due à une perte de paquets;
- perte de trames due à une perte de paquets, un nombre excessif ou insuffisant de paquets ou un retard dans la transmission des paquets;
- retard de trames dû à des erreurs de transmission.

En conséquence, si le récepteur envoie des informations sur des paquets perdus ou dégradés, des trames perdues ou sautées ou des trames retardées à la tête de réseau, celle-ci peut reconstituer la séquence vidéo reçue, telle qu'elle apparaît au niveau du récepteur.

FIGURE 7

Méthode permettant à une tête de réseau de surveiller la qualité vidéo au niveau d'un récepteur au moyen d'informations d'erreurs de transmission



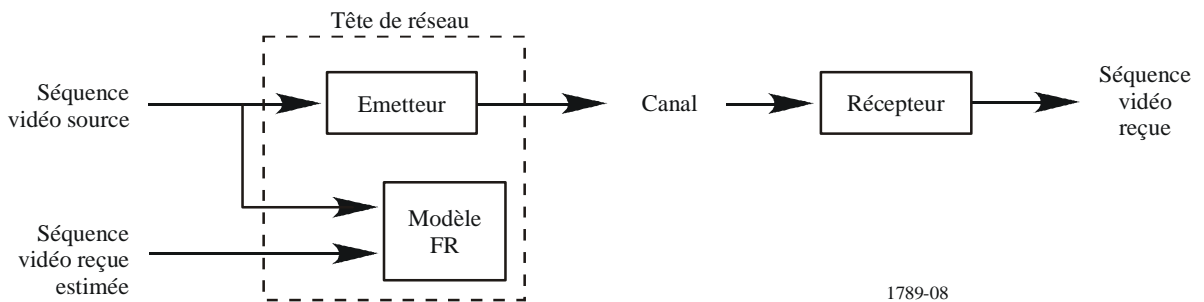
TABEAU 1

Informations d'erreur de transmission

Type d'erreurs de transmission	Contenu des informations de transmission
Informations sur des paquets perdus ou dégradés	Indices des paquets correspondants
Informations sur des trames retardées	Importance du retard et indices des trames retardées
Informations sur des trames sautées ou perdues	Indices des trames sautées ou perdues

FIGURE 8

Schéma fonctionnel du calcul par la tête de réseau (fournisseur de services) de la qualité de la séquence vidéo reçue au moyen de la séquence vidéo reçue estimée (modèle FR)



3 Messages concernant des informations d'erreur de transmission

Selon la présente méthode, l'interfonctionnement est assuré entre la tête de réseau (fournisseur de services) et le récepteur afin que ce dernier fournisse les informations d'erreur de transmission nécessaires au fournisseur de services. On notera en outre que toutes les informations sur le décodeur et les techniques de post-traitement utilisées par le récepteur doivent également être fournies afin que le fournisseur de services puisse estimer exactement la séquence vidéo au niveau du récepteur.

Afin d'estimer la séquence vidéo reçue au niveau de la tête de réseau, les informations requises sur les erreurs de transmission sont présentées dans le Tableau 1. Pour chaque type d'erreur de transmission, un message est transmis. Ce message comporte deux ou trois champs: type d'erreur et nombre d'erreurs sur les bits. Plusieurs messages peuvent être regroupés, puis transmis.

3.1 Messages concernant des informations sur le décodeur (informations sur le modèle du récepteur)

Afin d'estimer exactement la séquence vidéo reçue, la tête de réseau a besoin d'informations sur le décodeur et les techniques de post-traitement utilisées par le récepteur. Pour cela, au début de la transmission, le récepteur doit transmettre un message d'identification du modèle. On part du principe que la tête de réseau possède une base de données et puisse obtenir, à partir du message d'identification du modèle, toutes les informations nécessaires sur le décodeur et les techniques de post-traitement du récepteur.

3.2 Identificateur source

Dans des environnements de radiodiffusion ou de multidiffusion, lorsqu'elle reçoit des messages d'erreur de transmission, la tête de réseau doit identifier la séquence vidéo source correspondante. Pour cela, le récepteur doit transmettre un message d'identification de source. Les informations sur la source sont disponibles sous la forme de paquets.

3.3 Messages concernant des paquets perdus

Dans le cas d'un paquet perdu, un indice correspondant doit être transmis.

Lorsque des rafales d'erreurs surviennent, un certain nombre de paquets correspondants se perdent. Dans ce cas, il est nécessaire de transmettre un indice de début et un indice de fin des paquets perdus.

3.4 Messages concernant des trames retardées

Dans le cas d'une trame retardée, on devra transmettre un indice de la trame retardée ainsi que l'importance du retard enregistré.

3.5 Messages concernant des trames sautées

Dans le cas d'une trame sautée (perdue), on devra transmettre un indice correspondant.

Lorsque des rafales d'erreurs surviennent, un certain nombre de trames correspondantes peuvent se perdre. Dans ce cas, il est nécessaire de transmettre un indice de début et un indice de fin des trames sautées.

3.6 Prise de contact et traitement des erreurs

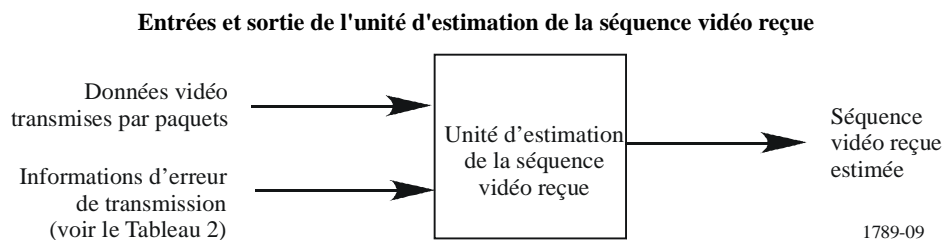
En raison d'erreurs de transmission, ces messages peuvent également se perdre ou être corrompus. Toutefois, la plupart des systèmes de communication bidirectionnels emploient des mécanismes de détection et de traitement des erreurs qui permettent d'assurer la transmission des messages. Les messages d'erreur peuvent être transmis en temps réel ou en mode de traitement par lots.

Le Tableau 2 donne une brève description des messages d'erreur. La Fig. 9 représente l'unité d'estimation de la séquence vidéo reçue. On trouvera des exemples de format de message d'erreur dans l'Appendice 1.

TABLEAU 2
Description des messages

Type d'erreurs de transmission	Description du message
Informations sur le récepteur	Message d'identification du modèle
Identificateur de la source	Message d'identification de la source
Informations sur un paquet perdu	Indice du paquet perdu
Informations sur des paquets perdus	Indice de début et indice de fin des paquets perdus
Informations sur une trame retardée	Indice de la trame retardée et importance du retard
Informations sur une trame sautée	Indice de la trame sautée
Informations sur des trames sautées	Indice de début et indice de fin des trames sautées

FIGURE 9



Appendice 1

Le présent Appendice décrit un exemple de format de message permettant d'envoyer des informations sur des erreurs de transmission.

1 Messages concernant des informations sur le décodeur (informations sur le modèle du récepteur)

On peut transmettre un message d'identification de modèle au moyen d'un message de 32 octets. Le premier octet correspond, dans le code ASCII, au caractère 'm' (6D en hexadécimal) représentant une identification de modèle. Les 31 octets suivants représentent une chaîne de caractères se terminant par un caractère nul. Par exemple, si le numéro du modèle du terminal est «ABC-1234», le message suivant sera transmis:

6D 41 42 43 2D 31 32 33 34 («mABC-1234») suivi de 23 caractères nuls.

2 Identificateur de source

On peut transmettre un message d'identification de source au moyen de cinq octets en début de transmission. Le premier octet correspond, dans le code ASCII, au caractère 'i' (69 en hexadécimal) représentant un identificateur de source. Les quatre autres octets sont utilisés pour l'identification de source:

69 XX XX XX XX (hexadécimal).

3 Messages concernant des paquets perdus

On peut transmettre un indice de paquet perdu au moyen de cinq octets. Le premier octet correspond, dans le code ASCII, au caractère 'I' (6C en hexadécimal) représentant un paquet perdu. Les quatre autres octets constituent un entier long (4 octets) représentant l'indice du paquet perdu. Par exemple, si le centième paquet est perdu, le message suivant sera transmis:

6C 64 00 00 00 (hexadécimal)

où le premier octet est l'octet de plus faible poids de l'entier (non signé) de quatre octets.

Lorsque des rafales d'erreurs se produisent, un certain nombre de paquets correspondants se perdent. Dans ce cas, on peut transmettre un indice de début de paquet et un indice de fin de paquet au moyen de neuf octets. Le premier octet correspond, dans le code ASCII, au caractère 'L' (4C en hexadécimal). Les quatre octets suivants représentent un entier long (4 octets) représentant l'indice de début des paquets perdus. Les quatre derniers octets constituent un entier long représentant l'indice de fin des paquets perdus. Par exemple, si les paquets situés entre le 60ème et le 90ème sont perdus, le message suivant sera transmis:

4C 3C 00 00 00 5A 00 00 00 (hexadécimal)

où le premier octet est l'octet de plus faible poids de l'entier (non signé) de quatre octets.

4 Messages concernant des trames retardées

On peut transmettre un indice de trame retardée ainsi que l'importance du retard au moyen de sept octets. Le premier octet correspond, dans le code ASCII, au caractère 'd' (64 en hexadécimal) représentant une trame retardée. Les quatre octets suivants constituent un entier long (quatre octets) représentant l'indice de la trame retardée. Les deux derniers octets constituent un entier court (deux octets) représentant l'importance du retard en millisecondes. Par exemple, si la 60ème trame est retardée de 300 ms, le message suivant sera transmis:

64 3C 00 00 00 2C 01 (hexadécimal)

où les premiers octets de l'entier long non signé et de l'entier court non signé représentent l'octet de plus faible poids.

5 Messages concernant des trames sautées

On peut transmettre un indice de trame sautée au moyen de cinq octets. Le premier octet correspond, dans le code ASCII, au caractère 's' (73 en hexadécimal) représentant une trame sautée. Les quatre autres octets constituent un entier long (quatre octets) représentant l'indice de la trame sautée. Par exemple, si la 60ème trame est perdue, le message suivant sera transmis:

73 3C 00 00 00 (hexadécimal)

où le premier octet est l'octet de plus faible poids de l'entier long (non signé) de quatre octets.

Lorsque des rafales d'erreurs se produisent, un certain nombre de trames correspondantes peuvent être sautées. Dans ce cas, on peut transmettre un indice de début et un indice de fin des trames sautées au moyen de neuf octets. Le premier octet correspond, dans le code ASCII, au caractère 'S' (53 en hexadécimal). Les quatre octets suivants constituent un entier long (quatre octets) représentant l'indice de début des trames sautées. Les quatre derniers octets constituent un entier long représentant l'indice de fin des trames sautées. Par exemple, si les trames situées entre la 60ème et la 90ème sont sautées, le message suivant sera transmis:

53 3C 00 00 00 5A 00 00 00 (hexadécimal)

où les premiers octets de l'entier long non signé et de l'entier court non signé représentent l'octet de plus faible poids.

Le Tableau 3 récapitule les formats de message d'erreur.

TABLEAU 3
Formats des messages d'erreur

Type d'erreurs de transmission	Messages d'erreur de transmission en hexadécimal	Description
Informations sur un paquet perdu (5 octets)	6C XX XX XX XX	"I" + indice du paquet sous la forme d'un entier long
Informations sur des paquets perdus (9 octets)	4C XX XX XX XX XX XX XX XX	"L" + indice de début des paquets sous la forme d'un entier long + indice de fin des paquets sous la forme d'un entier long
Informations sur une trame retardée (7 octets)	64 XX XX XX XX XX XX	"d" + indice de la trame sous la forme d'un entier long + importance du retard sous la forme d'un entier court
Informations sur une trame sautée (5 octets)	73 XX XX XX XX	"s" + indice de la trame sous la forme d'un entier long
Informations sur des trames sautées (9 octets)	53 XX XX XX XX XX XX XX XX	"S" + indice de début des trames sous la forme d'un entier long + indice de fin des trames sous la forme d'un entier long
Informations sur le récepteur (32 octets)	6D + chaîne de 31 octets	"m" + chaîne de 31 octets
Identificateur de source (5 octets)	69 XX XX XX XX	"i" + 4 octets (32 bits)