



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

H.226

(09/98)

SÉRIE H: SYSTÈMES AUDIOVISUELS ET
MULTIMÉDIAS

Infrastructure des services audiovisuels – Multiplexage et
synchronisation en transmission

**Protocole d'agrégation de canaux pour
l'exploitation en mode multiliason sur les
réseaux à commutation de circuits**

Recommandation UIT-T H.226

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE H
SYSTÈMES AUDIOVISUELS ET MULTIMÉDIAS

Caractéristiques des canaux de transmission pour des usages autres que téléphoniques	H.10–H.19
Emploi de circuits de type téléphonique pour la télégraphie à fréquence vocale	H.20–H.29
Circuits et câbles téléphoniques utilisés pour les divers types de transmission télégraphique et de transmissions simultanées	H.30–H.39
Circuits de type téléphonique utilisés en béliographie	H.40–H.49
Caractéristiques des signaux de données	H.50–H.99
CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES VISIOPHONIQUES	H.100–H.199
INFRASTRUCTURE DES SERVICES AUDIOVISUELS	
Généralités	H.200–H.219
Multiplexage et synchronisation en transmission	H.220–H.229
Aspects système	H.230–H.239
Procédures de communication	H.240–H.259
Codage des images vidéo animées	H.260–H.279
Aspects liés aux systèmes	H.280–H.299
Systèmes et équipements terminaux pour les services audiovisuels	H.300–H.399
Services complémentaires en multimedia	H.450–H.499

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

RECOMMANDATION UIT-T H.226

PROTOCOLE D'AGREGATION DE CANAUX POUR L'EXPLOITATION EN MODE MULTILIAISON SUR LES RESEAUX A COMMUTATION DE CIRCUITS

Résumé

La Recommandation H.226 est un protocole d'agrégation de canaux pour l'exploitation en mode multiliaison sur les réseaux à commutation de circuits. Ce protocole est destiné aux applications où le temps d'attente et le rendement sont des paramètres importants, par exemple dans la téléphonie multimédia H.324. A la différence des protocoles synchrones d'agrégation de canaux à multiplexage temporel comme la Recommandation H.221 et l'ISO/CEI 13871 ("BONDING"), le protocole H.226 a la capacité de fonctionner avec un nombre changeant de canaux ayant des débits binaires variant de manière continue, différents ou arbitraires (y compris des modems V.34) aussi bien qu'avec des canaux à débit fixe (tels que les canaux B du RNIS). A la différence des protocoles d'agrégation de canaux en mode paquet tels que RFC 1990 ("protocole PPP en mode multiliaison"), le protocole H.226 distribue les octets utiles entre différents canaux, réduisant simultanément au minimum le temps d'attente et le temps système.

Source

La Recommandation UIT-T H.226, élaborée par la Commission d'études 16 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 25 septembre 1998 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 1998

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1 Aperçu général.....	1
2 Références	1
3 Définitions	1
4 Conventions de format	2
4.1 Convention de numérotation	2
4.2 Ordre de transmission des bits.....	3
4.3 Convention de mappage des champs.....	3
5 Définition du protocole	3
5.1 Aperçu général du protocole	3
5.2 Format d'en-tête.....	5
5.2.1 Fanion.....	7
5.2.2 Commande	7
5.2.3 Numéro de séquence	8
5.2.4 Etiquette de canal	8
5.2.5 Proportion pour le canal.....	8
5.2.6 CRC sur les données	8
5.2.7 CRC sur l'en-tête	9
5.3 Procédures	9
5.3.1 Emission de données.....	9
5.3.2 Réception de données.....	13
Appendice I – Exemple de fonctionnement du modèle de référence de canaux.....	16

Recommandation H.226

PROTOCOLE D'AGREGATION DE CANAUX POUR L'EXPLOITATION EN MODE MULTILIAISON SUR LES RESEAUX A COMMUTATION DE CIRCUITS

(Genève, 1998)

1 Aperçu général

La présente Recommandation décrit un protocole d'agrégation de données sur plusieurs canaux indépendants. Le protocole est conçu pour satisfaire aux objectifs suivants:

- faible temps d'attente en transmission même à de très bas débits (y compris pour les débits de modems du POTS);
- faible temps système même à de très bas débits (y compris pour les débits de modems du POTS);
- capacité à utiliser un nombre arbitraire de canaux;
- capacité à utiliser des canaux de débits arbitraires;
- capacité à utiliser des canaux de débits différents;
- capacité à utiliser des canaux de débits variant de manière continue;
- capacité à utiliser des canaux unidirectionnels ou bidirectionnels;
- indépendance par rapport à l'ordre des canaux;
- possibilité d'ôter ou d'ajouter arbitrairement un canal;
- implémentation de faible complexité.

2 Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui de ce fait en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- [1] ISO/CEI 3309:1993, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Procédures de commande de liaison de données à haut débit (HDLC) – Structure de trame.*

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants.

3.1 canal: flux de données unidirectionnel sur lequel des données sont transmises. L'agrégation de canaux implique la transmission de données sur plusieurs canaux.

3.2 modèle de référence de canaux: modèle employé par l'émetteur et le récepteur pour maintenir la synchronisation de la règle d'agrégation de canaux.

3.3 ensemble de canaux: ensemble des canaux sur lesquels un ensemble de données est transmis.

3.4 ensemble de données: partie du flux de données d'entrée à transmettre auquel une règle d'agrégation de canaux unique est appliquée. La transmission d'un ensemble d'en-têtes permet de délimiter un ensemble de données par rapport à l'ensemble de données précédent et d'indiquer la règle d'agrégation de canaux à utiliser.

3.5 en-tête: collection de paramètres dont le début est marqué par un ou plusieurs fanions. Un en-tête peut faire partie d'un ensemble d'en-têtes, délimitant le début d'un ensemble de données, ou peut être utilisé sur un ou plusieurs canaux pour l'insertion de données de remplissage.

3.6 ensemble d'en-têtes: ensemble des en-têtes délimitant le début d'un ensemble de données. Chaque en-tête d'un ensemble d'en-têtes est transmis sur un canal différent de l'ensemble de canaux.

3.7 intervalle maximal d'en-tête: durée maximale accordée pour un ensemble de données. La valeur de l'intervalle maximal d'en-tête n'est pas spécifiée dans la présente Recommandation.

3.8 longueur maximale entre fanions: quantité maximale de données que l'on peut envoyer entre deux fanions sur n'importe quel canal. Les données comptées entre deux fanions incluront la partie de l'en-tête précédée d'un fanion et tous les échantillons ultérieurs précédant le fanion suivant. Cette quantité n'inclura aucun zéro inséré pour le contrôle de transparence. La longueur maximale entre fanions s'applique à tous les fanions, y compris ceux employés pour marquer le début d'un ensemble d'en-têtes et ceux utilisés pour l'insertion de données de remplissage. La valeur par défaut pour cette longueur maximale entre fanions est de 65 534 octets, à moins qu'une autre valeur soit spécifiée par la Recommandation utilisant le protocole H.226.

3.9 dissymétrie maximale à l'émission: plus grande dissymétrie autorisée entre les canaux d'un ensemble de canaux du côté émetteur. La dissymétrie est définie comme la différence, parmi tous les canaux, entre la durée maximale et la durée minimale qu'un bit met pour apparaître depuis le protocole de la couche la plus élevée jusqu'à sa transmission sur l'un des canaux.

3.10 échantillon: plus petite unité de données restant toujours contiguës lors de la distribution des données entre les différents canaux. La taille de l'échantillon est de 8 bits.

4 Conventions de format

4.1 Convention de numérotation

La convention de numérotation utilisée dans la présente Recommandation est illustrée sur la Figure 1. Les bits sont regroupés dans des octets. Les bits d'un seul octet sont montrés horizontalement et numérotés de 1 à 8. Plusieurs octets sont montrés verticalement.

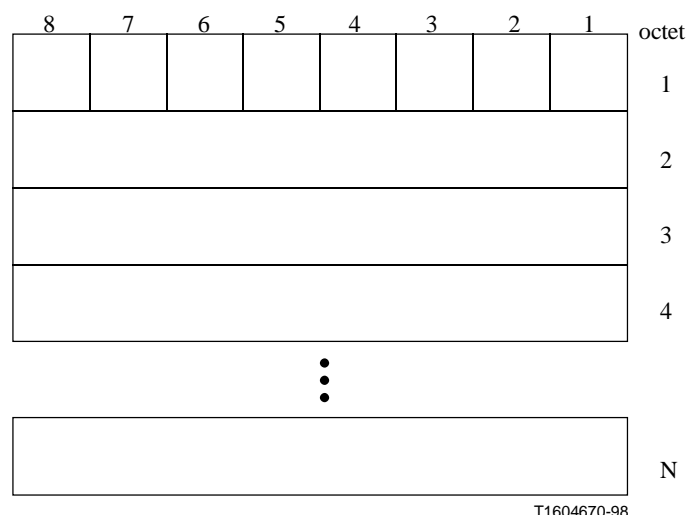


Figure 1/H.226 – Convention de numérotation

4.2 Ordre de transmission des bits

Les octets sont transmis dans l'ordre numérique croissant. Dans chaque octet, le bit 1 est le premier bit à transmettre.

4.3 Convention de mappage des champs

Quand un champ est contenu dans un seul octet, le bit de plus petit numéro du champ représente le bit de plus faible poids.

Quand un champ couvre plusieurs octets, le bit de plus grand numéro du premier octet représente le bit de plus fort poids et le bit de plus petit numéro du dernier octet représente le bit de plus faible poids.

Les paramètres de CRC sont une exception à la convention précédente de mappage des champs. Dans ce cas précis, le bit de plus petit numéro du premier octet est le coefficient du terme de plus haut degré du polynôme représentant le CRC et le bit de plus grand numéro du dernier octet est le coefficient du terme de plus bas degré de ce polynôme.

5 Définition du protocole

5.1 Aperçu général du protocole

Le protocole H.226 agit en tant que couche supplémentaire de protocole insérée au-dessous de n'importe quel protocole qui transmettrait normalement des données sur un seul canal de données. L'interface avec le protocole de la couche la plus élevée est un flux de bits, émulant un canal série synchrone.

Le résultat de l'opération d'agrégation de canaux est la production de données à transmettre sur un certain nombre de canaux de sortie distincts. Côté récepteur, les données provenant de chacun de ces canaux sont recombinaées pour reconstituer le flux de données initial présenté à la couche d'agrégation de canaux côté émetteur.

L'opération d'agrégation de canaux divise le flux de données d'entrée en échantillons de 8 bits chacun. Chaque échantillon est transmis sur un des canaux disponibles. L'opération d'agrégation de canaux peut distribuer proportionnellement les échantillons parmi tous les canaux disponibles – compte tenu de leurs débits relatifs – de manière à utiliser le plus possible de largeur de bande disponible et à réduire au minimum le temps d'attente.

Afin de reconstituer le flux de données initial côté récepteur, celui-ci doit pouvoir déterminer quels échantillons ont été placés sur quels canaux. Pour cela, il a recours à un modèle de référence de canaux qui fonctionne de manière synchrone côtés émetteur et récepteur.

Pour que le modèle de référence de canaux fonctionne efficacement, il doit dépendre des débits relatifs de tous les canaux en service. Si les débits relatifs changent (ou si l'évaluation des débits relatifs change) ou si le nombre de canaux en service change, le modèle doit être mis à jour avec ces nouvelles informations. Le modèle de référence de canaux est mis à jour par la transmission d'informations supplémentaires.

Une partie du flux de données d'entrée au-dessus de laquelle le modèle de référence de canaux fonctionne de manière autonome sans aucune mise à jour s'appelle un ensemble de données (voir la Figure 2). Un ensemble de données peut être de longueur arbitraire – il dure jusqu'à ce qu'un autre ensemble de données vienne le remplacer.

Le début d'un ensemble de données est marqué par la transmission d'un ensemble d'en-têtes. Un ensemble d'en-têtes se compose d'un en-tête transmis sur chaque canal à utiliser pour cet ensemble de données (l'ensemble de tous les canaux à utiliser pour un ensemble de données est désigné par son ensemble de canaux). L'ensemble d'en-têtes inclut toutes les informations requises pour synchroniser les modèles de référence de canaux côtés émetteur et récepteur pour la durée de l'ensemble de données.

Un ensemble de données peut durer aussi longtemps que le modèle de référence de canaux courant reflète exactement les débits réels des canaux en service (il faudrait aussi commencer périodiquement de nouveaux ensembles de données pour éviter une importante propagation d'erreurs).

NOTE – Aucun mécanisme explicite d'extensibilité du protocole H.226 n'est fourni à l'intérieur du protocole lui-même. On suppose que la négociation à l'intérieur du protocole H.226 est réalisée au moyen d'un mécanisme hors bande et que ce mécanisme serait aussi capable de négocier l'utilisation de versions futures du protocole H.226 par le biais d'un accord mutuel entre les points d'extrémité.

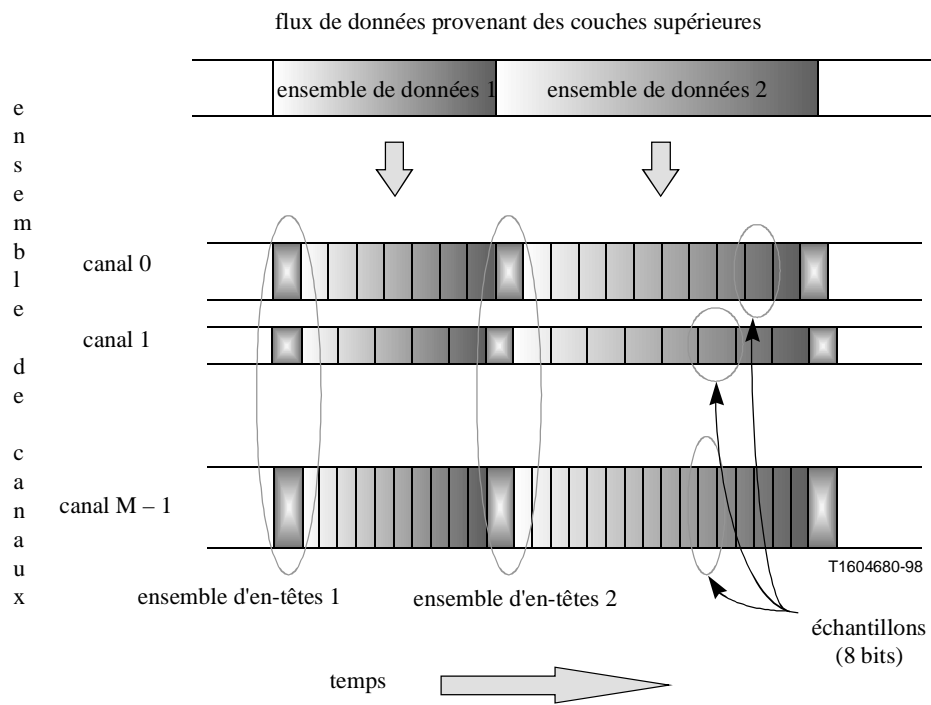


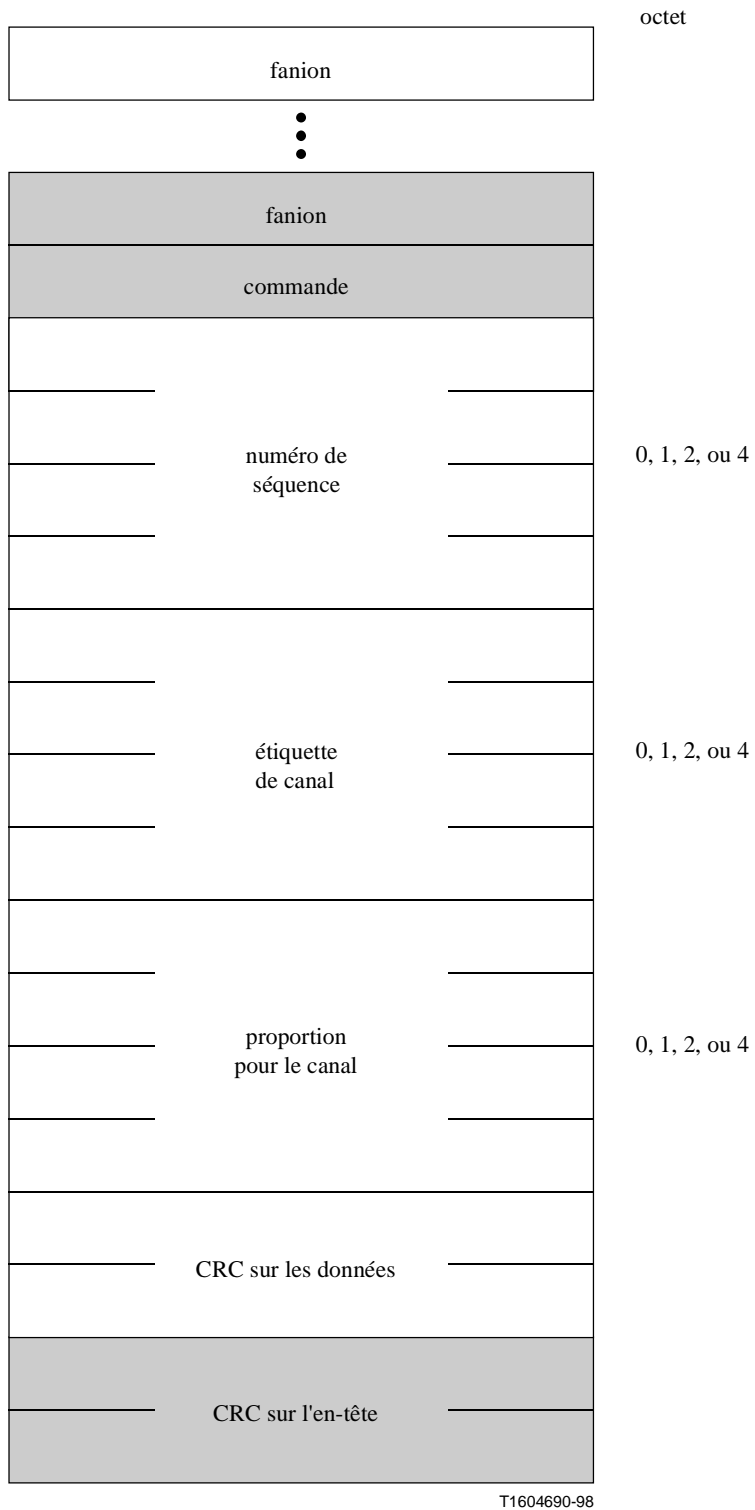
Figure 2/H.226 – Transmission de données agrégées sur des canaux

5.2 Format d'en-tête

L'en-tête contient les paramètres suivants:

- 1) fanion;
- 2) commande;
- 3) numéro de séquence;
- 4) étiquette de canal;
- 5) proportion pour le canal;
- 6) CRC sur les données;
- 7) CRC sur l'en-tête.

Le format de l'en-tête est illustré sur la Figure 3. Les octets grisés sont obligatoires dans tous les en-têtes tandis que la présence des autres dépend de l'utilisation de l'en-tête.



T1604690-98

Figure 3/H.226 – Format d'en-tête

5.2.1 Fanion

Le paramètre de fanion de l'en-tête contient une ou plusieurs séquences de fanion successives.

Chaque séquence, longue de 8 bits, a la valeur binaire 01111110.

5.2.2 Commande

Le paramètre de commande contient une série de champs, définis sur la Figure 4 et dans le Tableau 1.

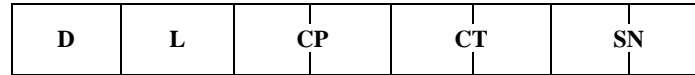


Figure 4/H.226 – Format du paramètre de commande

Tableau 1/H.226 – Définition des champs du paramètre de commande

Champ	Valeur	Signification
SN	00	Cet en-tête n'inclut pas de paramètre de numéro de séquence. Cette valeur ne sera utilisée que lorsque l'en-tête sera utilisé pour l'insertion de données de remplissage. Cette valeur ne sera pas utilisée lorsque l'en-tête fait partie d'un ensemble d'en-têtes. Lorsque cette valeur sera utilisée, tous les bits restants du paramètre de commande seront mis à zéro et l'en-tête ne comprendra ni paramètre d'étiquette de canal ni paramètre de proportion pour le canal.
	01	Un paramètre de numéro de séquence sur 1 octet est inclus dans cet en-tête.
	10	Un paramètre de numéro de séquence sur 2 octets est inclus dans cet en-tête.
	11	Un paramètre de numéro de séquence sur 4 octets est inclus dans cet en-tête.
CT	00	Cet en-tête ne comprend pas de paramètre d'étiquette de canal. Cette valeur ne sera pas utilisée sauf si l'ensemble d'en-têtes comprend exactement un en-tête.
	01	Un paramètre d'étiquette de canal sur 1 octet est inclus dans cet en-tête.
	10	Un paramètre d'étiquette de canal sur 2 octets est inclus dans cet en-tête.
	11	Un paramètre d'étiquette de canal sur 4 octets est inclus dans cet en-tête.
CP	00	Cet en-tête ne comprend pas de paramètre de proportion pour le canal. Si cette valeur est utilisée, le récepteur utilisera la valeur 1 comme valeur de proportion pour ce canal.
	01	Un paramètre de proportion pour le canal sur 1 octet est inclus dans cet en-tête.
	10	Un paramètre de proportion pour le canal sur 2 octets est inclus dans cet en-tête.
	11	Un paramètre de proportion pour le canal sur 4 octets est inclus dans cet en-tête.
L	1	L'étiquette de canal de cet en-tête est l'étiquette de canal de valeur la plus élevée parmi tous les canaux de l'ensemble de canaux.
	0	Tous les autres cas.
D	1	Cet en-tête comprend un paramètre de CRC sur les données.
	0	Cet en-tête ne comprend pas de paramètre de CRC sur les données.

5.2.3 Numéro de séquence

Le paramètre de numéro de séquence contient une valeur numérique qui représente l'ordre temporel de l'ensemble d'en-têtes par rapport à tous les autres ensembles d'en-têtes qui ont été ou seront transmis.

La valeur du paramètre de numéro de séquence sera identique pour tous les en-têtes d'un même ensemble d'en-têtes.

Pour chaque ensemble d'en-têtes successif, le numéro de séquence sera incrémenté de un, modulo 2^N , où N est le nombre de bits du paramètre de numéro de séquence pour l'ensemble d'en-têtes, comme indiqué par la valeur du champ SN du paramètre de commande. Le numéro de séquence est représenté sous la forme d'un entier binaire non signé.

Le nombre de bits, N , du paramètre de numéro de séquence sera identique pour tous les en-têtes d'un même ensemble d'en-têtes et sera choisi de telle sorte que la différence entre le nombre maximal et le nombre minimal d'ensembles d'en-têtes pouvant être en transit sur un canal quelconque soit inférieure à 2^N . Une évaluation du nombre possible d'ensembles d'en-têtes en transit devrait tenir compte de la dissymétrie maximale de bout en bout entre les canaux, de la dissymétrie maximale permise entre les mémoires tampons d'émission pour chaque canal (voir 5.3.1.6) et de l'espacement temporel permis entre les ensembles d'en-têtes.

5.2.4 Etiquette de canal

Le paramètre d'étiquette de canal contient un identificateur unique pour chaque en-tête de l'ensemble d'en-têtes.

Pour un ensemble de M en-têtes, chaque en-tête contiendra une étiquette de canal unique dont la valeur sera comprise entre 0 et $M - 1$, représentée sous la forme d'un entier binaire non signé. L'étiquette de canal choisie pour un en-tête donné est arbitraire, mais chaque valeur comprise entre 0 et $M - 1$ sera utilisée pour un certain en-tête de l'ensemble d'en-têtes.

S'il y a exactement un en-tête dans l'ensemble d'en-têtes, le paramètre d'étiquette de canal peut être omis (indiqué par la valeur 00 dans le champ CT du paramètre de commande).

5.2.5 Proportion pour le canal

Le paramètre de proportion pour le canal indique le débit relatif auquel les données sont à transmettre sur le canal correspondant à un en-tête donné. Cette valeur est utilisée pour déterminer la répartition des données entre plusieurs canaux, comme défini par le modèle de référence de canaux.

La proportion pour le canal est représentée par un entier binaire non signé. La valeur de cet entier indique le taux des données totales à transmettre sur le canal correspondant. Ce taux est égal à P/T , où P est la proportion pour ce canal et T est la somme des paramètres de proportion pour tous les canaux de l'ensemble de canaux.

Si la proportion pour le canal est égale à 1 pour un en-tête particulier, le paramètre de proportion pour le canal peut être omis pour cet en-tête (indiqué par la valeur 00 dans le champ CP du paramètre de commande).

5.2.6 CRC sur les données

Le CRC sur les données est un CRC de 16 bits facultatif permettant de détecter les erreurs dans les données de l'ensemble de données précédent sur le canal correspondant. La présence de ce paramètre est indiquée par la valeur 1 dans le bit D du paramètre de commande.

Le CRC sur les données sera calculé selon les procédures définies dans [1] pour calculer le champ, séquence de contrôle de trame (FCS, *frame check sequence*) de 16 bits. A la différence de [1], le CRC ne sera calculé que sur les échantillons de l'ensemble de données transmis sur le canal correspondant entre l'en-tête marquant le début de l'ensemble de données précédent et l'en-tête courant. Aucun en-tête de remplissage ne sera inclus dans le calcul du CRC.

La description de l'utilisation par le récepteur de ce paramètre facultatif sort du cadre de la présente Recommandation.

5.2.7 CRC sur l'en-tête

Le CRC sur l'en-tête est un CRC de 16 bits permettant de détecter les erreurs dans le contenu de l'en-tête.

Le CRC sur l'en-tête sera calculé selon les procédures définies dans [1] pour calculer le champ FCS de 16 bits. A la différence de [1], le CRC ne sera calculé que sur les données d'en-tête. Le calcul du CRC inclura tous les paramètres d'en-tête compris entre le fanion et le CRC sur l'en-tête.

5.3 Procédures

5.3.1 Emission de données

5.3.1.1 Modèle d'émetteur

On suppose que l'entrée de l'émetteur est un flux binaire continu, où tout nouveau bit est rendu disponible un à un (une implémentation réelle peut fournir des bits dans de plus grands groupes que cela). Le flux de données d'entrée est placé dans la file d'attente d'entrée de l'émetteur.

Le fonctionnement de l'émetteur peut être divisé en agrégateur d'émission et mécanisme de contrôle de transparence (voir la Figure 5). Les résultats de l'agrégateur d'émission sont placés dans des files d'attente d'émission intermédiaires – une pour chaque canal. Il faut noter que les files d'attente d'émission intermédiaires doivent inclure des moyens permettant de distinguer les fanions intentionnellement transmis en tant qu'éléments d'en-têtes et les fanions émulsés qui peuvent être contenus dans les autres données.

Le contrôle de transparence est effectué sur les données présentes dans les files d'attente d'émission intermédiaires (voir 5.3.1.5) et les résultats sont placés dans les files d'attente d'émission – une nouvelle fois, une pour chaque canal. Ces files d'attente sont considérées comme la sortie finale de l'émetteur.

Il peut y avoir un certain délai entre le moment où un groupe particulier de bits est placé dans la file d'attente d'émission d'un canal et le moment où il est réellement transmis sur la liaison de communication. A tout moment, l'émetteur devra pouvoir déterminer la valeur de ce délai.

L'émetteur est chargé de faire en sorte que les files d'attente d'émission ne soient pas sous-exploitées. Des procédures correspondantes sont données dans 5.3.1.2 et 5.3.1.4.

Le traitement des données à transmettre devrait être fait de manière continue à mesure que de nouvelles données d'entrée sont fournies. Un émetteur ne devrait pas attendre l'arrivée complète d'un ensemble de données avant de traiter les données à transmettre.

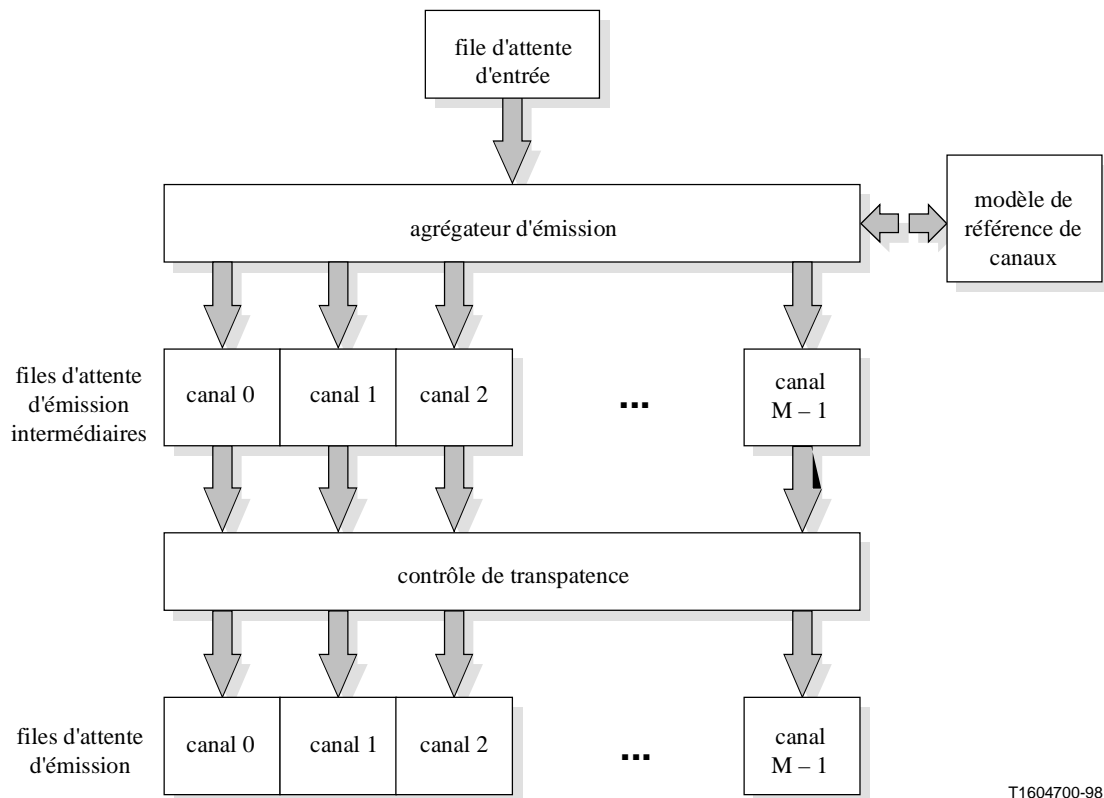


Figure 5/H.226 – Modèle d'émetteur

5.3.1.2 Emission d'un ensemble de données

Le début d'un nouvel ensemble de données est marqué par la transmission d'un ensemble d'en-têtes.

Pour commencer un nouvel ensemble de données, un émetteur déterminera l'ensemble de canaux correspondant – les canaux sur lesquels il prévoit de transmettre l'ensemble de données. L'ensemble de canaux peut inclure un ou plusieurs canaux. Il faut noter que l'ensemble de canaux inclut normalement tous les canaux disponibles.

L'émetteur déterminera alors le contenu de chaque en-tête de l'ensemble d'en-têtes – un en-tête pour chaque canal de l'ensemble de canaux – en se basant sur la définition des paramètres d'en-tête donnée au 5.2.

Pour chaque canal, l'en-tête correspondant sera placé dans la file d'attente d'émission intermédiaire de ce canal juste après le dernier échantillon de l'ensemble de données précédent à transmettre sur ce canal. Puisque la taille d'un ensemble de données n'est pas définie *a priori*, la transmission de l'ensemble de données précédent peut se terminer à une frontière d'échantillon quelconque. S'il y a un besoin de retarder la transmission du nouvel ensemble de données après la fin du précédent, des séquences de fanion additionnelles peuvent être incluses dans l'en-tête pour occuper l'espace libre et pour éviter une sous-exploitation.

Sur chaque canal de l'ensemble de canaux, les données de l'ensemble de données seront transmises juste après l'en-tête. Les règles pour déterminer quelle partie de l'ensemble de données est transmise sur quel canal sont données par le modèle de référence de canaux (voir 5.3.1.3).

Au début d'un ensemble de données, le modèle de référence de canaux sera remis à son état initial et on y insérera le nombre de canaux de l'ensemble de canaux ainsi que les valeurs d'étiquette et de proportion pour chaque canal.

Les données de l'ensemble de données sont divisées en échantillons de 8 bits chacun. Le modèle de référence de canaux est employé pour déterminer sur quel canal chaque échantillon devrait être transmis. Pour chaque échantillon, le modèle de référence de canaux sera incrémenté d'une unité. Chaque incrémentation du modèle de référence de canaux a pour résultat une étiquette de canal. L'émetteur placera l'échantillon dans la file d'attente d'émission intermédiaire du canal correspondant à l'étiquette de canal résultat, c'est-à-dire le canal sur lequel l'en-tête contenant cette étiquette de canal a été transmis pour cet ensemble de données.

5.3.1.3 Modèle de référence de canaux

Le modèle de référence de canaux est un automate à nombre fini d'états qui accepte les paramètres suivants en entrée:

- le nombre de canaux de l'ensemble de canaux;
- l'étiquette associée à chaque canal de l'ensemble de canaux;
- la proportion associée à chaque canal de l'ensemble de canaux.

Le modèle de référence de canaux contient une série de variables d'état distinctes, une pour chaque canal de l'ensemble de canaux, indicées par l'étiquette associée à ce canal. Chaque variable d'état est une valeur entière signée.

Les opérations suivantes de transition d'état sont définies par le modèle de référence de canaux.

- Remise à l'état initial:
quand le modèle de référence de canaux sera remis à l'état initial, la valeur de toutes ses variables d'état sera égale à zéro.
- Incrémentation de l'état:
pour chaque incrémentation de l'état, le procédé suivant sera appliqué dans l'ordre indiqué:
 - 1) la valeur de la variable d'état pour chaque canal sera incrémentée de la valeur de proportion associée à ce canal;
 - 2) pour tous les canaux, la variable d'état ayant la plus grande valeur est choisie. Si plusieurs variables d'état ont exactement la même valeur, alors la variable d'état correspondant à la plus petite étiquette de canal est choisie parmi celles-ci;
 - 3) la valeur T sera soustraite de la valeur de la variable d'état choisie, où T est la somme de toutes les valeurs de proportion associées à tous les canaux de l'ensemble de canaux;
 - 4) la valeur d'étiquette de canal correspondant à la variable d'état choisie sera indiquée comme résultat.

Toutes les opérations arithmétiques du procédé ci-dessus ne se traduiront par aucune perte de précision.

5.3.1.4 Insertion de données de remplissage

L'agrégateur d'émission empêchera la sous-exploitation des files d'attente d'émission (l'éventualité d'une sous-exploitation peut se produire en raison d'une non-concordance entre le modèle de référence de canaux et les débits réels, ou pour d'autres raisons). Si un canal est menacé de sous-exploitation, l'agrégateur d'émission insérera des données de remplissage dans la file d'attente d'émission intermédiaire de ce canal en quantité suffisante pour empêcher une telle sous-exploitation.

NOTE – Dans certains cas, il peut être nécessaire d'insérer des données de remplissage sur plusieurs canaux, par exemple quand la file d'attente d'entrée ne contient aucune donnée à transmettre.

Les données de remplissage se composeront d'un en-tête contenant une ou plusieurs séquences de fanion suivi d'un paramètre de commande avec 00 comme valeur du champ SN (voir 5.2.2 pour les

restrictions s'appliquant au format d'en-tête). Un en-tête utilisé pour le remplissage inclura seulement les paramètres de fanion, de commande et de CRC sur l'en-tête.

Les données de remplissage seront insérées dans la file d'attente d'émission intermédiaire d'un canal entre les échantillons successifs de l'ensemble de données et n'interrompront pas un échantillon individuel. Aucune donnée de remplissage ne sera insérée à l'intérieur d'un autre en-tête.

L'insertion de données de remplissage n'affectera pas le fonctionnement du modèle de référence de canaux. Le contenu des échantillons avant et après les données de remplissage ne dépendra pas de la présence ou de la longueur des données de remplissage. En effet, l'insertion de données de remplissage se produit après et indépendamment du fonctionnement de l'agrégateur d'émission.

5.3.1.5 Transparence

Les données transmises sur chaque canal entre des fanions successifs seront traitées au moyen du contrôle de transparence pour éliminer la possibilité d'émulation de fanions dans le flux de données. Pour chaque canal, pour toutes les données de la file d'attente d'émission intermédiaire situées entre deux fanions, l'émetteur insérera un bit "0" après toutes les séquences de 5 bits "1" contigus puis placera les données dans la file d'attente d'émission de ce canal.

5.3.1.6 Gestion de mémoire tampon

Un ensemble de données peut durer jusqu'à ce qu'un des critères suivants soit atteint:

- quand la dissymétrie entre deux files d'attente d'émission quelles qu'elles soient pour tous les canaux dépasse la dissymétrie maximale à l'émission. La dissymétrie est définie comme la différence entre les valeurs maximale et minimale estimées de la durée de transit dans la file d'attente d'émission, parmi tous les canaux de l'ensemble de canaux (en supposant qu'aucune dissymétrie n'est introduite entre les files d'attente d'émission intermédiaires). La durée de transit dans la file d'attente d'émission est mesurée sur la base de la saturation de la file d'attente et du débit estimé de ce canal;
- quand une durée dépassant l'intervalle maximal d'en-tête s'est écoulée depuis le début de l'ensemble de données. De nouveaux ensembles de données seront commencés périodiquement afin d'éviter une importante propagation d'erreurs;
- quand la longueur maximale entre fanions a été atteinte sur n'importe quel canal. Un nouvel ensemble de données sera commencé pour éviter de dépasser cette limite;
- à tout autre moment déterminé par le système d'émission.

NOTE – La variation de la dissymétrie entre les files d'attente d'émission résulte d'une non-concordance entre le modèle de référence de canaux et le débit relatif réel sur chaque canal. Cette non-concordance peut découler:

- 1) de la mesure imprécise des débits de canal utilisés pour déterminer les valeurs de proportion pour le modèle de référence de canaux;
- 2) de l'arrondissement des débits de canal mesurés lors de la production des valeurs de proportion pour les canaux;
- 3) de l'évolution des débits de canal réels dans le temps; ou
- 4) de la variabilité du débit de canal utilisable due au contrôle de transparence utilisé dans ce protocole.

Les cas 1) et 2) précités ne pourraient se produire que dans le cas de réseaux où les débits exacts ne sont pas connus à l'avance. Ils tendraient à avoir comme conséquence une dérive régulière de la dissymétrie tout au long d'un ensemble de données. Le cas 3) ne se produirait que dans le cas de réseaux où un changement de débit est possible et aurait comme conséquence des variations imprévisibles de la dissymétrie. Le cas 4) tendrait à avoir comme conséquence des fluctuations

apparemment aléatoires de la dissymétrie, mais risque peu de causer une dérive systématique puisque, en moyenne, le débit d'insertion de bits de transparence sur chaque canal devrait être approximativement proportionnel au débit de ce canal.

Si la dissymétrie maximale à l'émission est dépassée, l'émetteur doit utiliser une stratégie définie localement de gestion de mémoire tampon pour déterminer la meilleure manière d'ajuster les valeurs de proportion à employer dans l'ensemble de données suivant pour ramener la dissymétrie dans la marge permise. En général, l'émetteur devrait surveiller la dissymétrie et commencer de nouveaux ensembles d'en-têtes avec des valeurs ajustées de proportion pour les canaux plus fréquemment que requis afin de garder la dissymétrie tout à fait en conformité avec les limites permises définies par la dissymétrie maximale à l'émission. Ceci est particulièrement important puisque la mesure de la dissymétrie est basée sur le débit estimé du canal et peut ne pas refléter exactement la dissymétrie réelle.

NOTE – Les valeurs de la dissymétrie maximale à l'émission et de l'intervalle maximal d'en-tête ne sont pas spécifiées dans la présente Recommandation. Puisqu'on s'attend à ce que ces valeurs soient dépendantes de l'application, on s'attend à ce que ces valeurs soient définies en tant qu'éléments d'un protocole de couche plus élevée faisant usage du protocole défini dans la présente Recommandation.

5.3.1.7 Ajout et suppression de canaux

A tout moment, des canaux peuvent être ajoutés ou supprimés pendant la transmission.

Quand un nouveau canal devient disponible, aucun changement n'est opéré quant à l'ensemble de données en cours de transmission. A tout moment après que le canal devient disponible, l'émetteur peut inclure le nouveau canal dans l'ensemble de canaux associé à n'importe quel ensemble de données ultérieur.

Si un canal est sur le point de devenir indisponible, l'émetteur commencera un nouvel ensemble de données qui n'inclut pas ce canal dans son ensemble de canaux associé et n'inclura ce canal dans aucun ensemble de canaux ultérieur à moins que ce canal redevienne disponible plus tard. Si la perte du canal est sous le contrôle de l'émetteur, l'émetteur ne rendra pas le canal indisponible tant qu'il n'aura pas commencé le nouvel ensemble de données et tant que toutes les données des ensembles de données précédents n'auront pas été transmises via ce canal. Si un canal devient indisponible sans que l'émetteur en ait connaissance préalablement, les données de l'ensemble de données courant n'ayant pas encore été transmises via ce canal avant le commencement du nouvel ensemble de données seront perdues.

5.3.2 Réception de données

5.3.2.1 Modèle de récepteur

Le récepteur reçoit des données provenant de tous les canaux disponibles. Les données reçues en provenance de chaque canal sont placées dans une file d'attente de réception associée à ce canal. Le récepteur traite les données de chaque file d'attente de réception selon les procédures définies dans le présent paragraphe.

Le fonctionnement du récepteur peut être divisé en mécanisme de contrôle de transparence et recombineur de réception (voir la Figure 6). La détection de fanions et le contrôle de transparence (voir 5.3.2.2) sont effectués sur les données de chacune des files d'attente de réception et les résultats sont placés dans des files d'attente de réception intermédiaires. Il faut noter que les files d'attente de réception intermédiaires doivent inclure des moyens permettant de distinguer les fanions reçus en tant qu'éléments d'en-têtes et les fanions émulsés pouvant être contenus dans des données utiles.

Le recombineur de réception agit sur les données des files d'attente de réception intermédiaires et le résultat est placé dans la file d'attente de sortie. Cette file d'attente est considérée comme la sortie finale du récepteur.

Le traitement des données reçues devrait être fait de manière continue à mesure que de nouvelles données d'entrée sont fournies. Un récepteur ne devrait pas attendre l'arrivée d'un ensemble de données entier avant de traiter les données de cet ensemble.

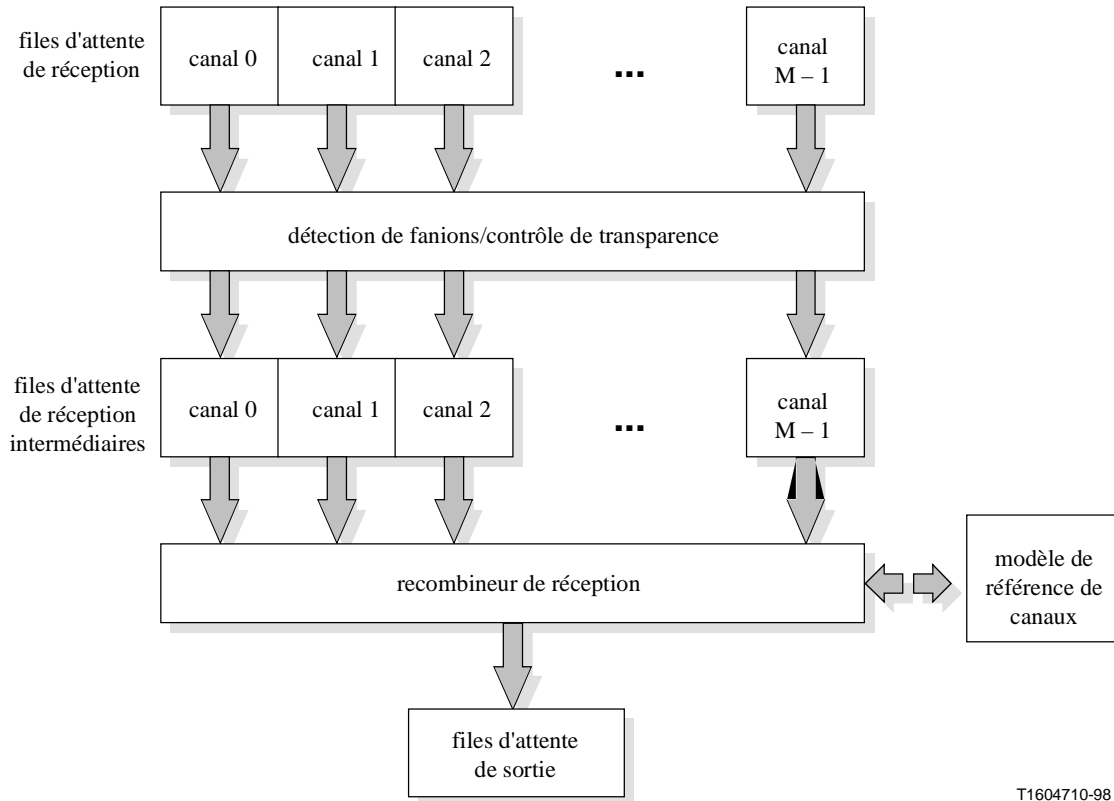


Figure 6/H.226 – Modèle de récepteur

5.3.2.2 Transparence

Un récepteur examinera de manière continue les données reçues sur la file d'attente de réception de chaque canal disponible, en recherchant les fanions. Si un fanion est détecté, ceci signifie la présence d'un en-tête.

Les données reçues sur chaque canal entre des fanions successifs seront traitées au moyen du contrôle de transparence afin d'inverser le processus de contrôle de transparence employé par l'émetteur. Pour chaque canal, pour toutes les données de la file d'attente de réception situées entre deux fanions, le récepteur rejettera tout bit "0" qui suit directement 5 bits "1" contigus et placera les données résultantes dans la file d'attente de réception intermédiaire associée à ce canal.

Si 7 bits "1" contigus ou plus sont détectés dans la file d'attente de réception, ceci indique des données incorrectes. Il est laissé à la discrétion du récepteur de continuer ou pas le traitement des informations reçues préalablement à la réception d'un autre fanion valable.

NOTE – Afin de tenir compte de la dissymétrie entre les canaux, les files d'attente de réception doivent chacune pouvoir accepter une quantité de données correspondant à la dissymétrie maximale à l'émission plus la dissymétrie maximale dans le réseau de communication que le récepteur est censé pouvoir accepter (la

dissymétrie dans le réseau de communication est la différence de temps de transmission de bout en bout entre les canaux introduite par le réseau de communication entre les deux points d'extrémité).

5.3.2.3 Réception d'un ensemble de données

La réception des données d'un ensemble de données particulier commence par la réception de tous les en-têtes de l'ensemble d'en-têtes correspondant.

Un système de réception détermine quand un ensemble d'en-têtes complet a été reçu en examinant les paramètres de commande, de numéro de séquence et d'étiquette de canal dans les en-têtes reçus (voir 5.2). Les en-têtes sont considérés comme faisant partie du même ensemble d'en-têtes s'ils contiennent des numéros de séquence identiques. Un récepteur détermine le nombre d'en-têtes de l'ensemble d'en-têtes (qui est égal au nombre de canaux de l'ensemble de canaux) quand il reçoit un en-tête ne contenant aucune étiquette de canal (indiqué par la valeur 00 dans le champ CT du paramètre de commande), auquel cas il sait que le nombre d'en-têtes vaut exactement un, ou quand il reçoit un en-tête avec la valeur 1 pour le bit L du paramètre de commande, auquel cas le nombre d'en-têtes est égal à 1 plus la valeur de l'étiquette de canal contenue dans cet en-tête. Un ensemble complet d'en-têtes se compose de tous les en-têtes dont les valeurs de l'étiquette de canal sont comprises entre zéro et la valeur contenue dans l'en-tête ayant son bit L mis à un.

Tous les en-têtes seront examinés pour déterminer s'il y a des erreurs dans le contenu de l'en-tête. Le CRC sur l'en-tête sera employé pour déterminer si des erreurs se sont produites selon les procédures définies au 5.2.7. Si un en-tête incorrect est reçu, il sera ignoré. Si cet en-tête fait partie d'un ensemble d'en-têtes, ceci peut signifier que l'ensemble d'en-têtes complet n'a jamais été entièrement reçu. Si c'est le cas, le récepteur attendra un ensemble d'en-têtes complet d'un ensemble de données suivant avant de continuer à traiter les données reçues. Dans ce cas, l'ensemble de données complet avec l'en-tête incorrect est perdu.

Pendant que le récepteur attend tous les en-têtes d'un ensemble d'en-têtes, les données qui suivent tous les en-têtes de cet ensemble d'en-têtes seront conservées jusqu'à ce que tous les en-têtes aient été reçus. C'est seulement quand tous les en-têtes auront été reçus que la recombinaison de l'ensemble de données peut commencer.

Une fois que tous les en-têtes d'un ensemble d'en-têtes donné ont été reçus, les données qui suivent chacun des en-têtes peuvent commencer à être traitées afin de reconstituer l'ensemble de données transmis. Les règles pour déterminer quelle partie de l'ensemble de données doit être extraite de quel canal sont données par le modèle de référence de canaux (voir 5.3.1.3).

Au début d'un ensemble de données, le modèle de référence de canaux est remis à son état initial et on y insère le nombre de canaux de l'ensemble de canaux ainsi que les valeurs d'étiquette et de proportion reçues dans l'en-tête associé à chaque canal.

Le modèle de référence de canaux est employé pour déterminer sur quel canal chaque échantillon doit être reçu. Pour que chaque échantillon puisse être extrait pour être inséré dans l'ensemble de données reconstitué, le modèle de référence est incrémenté d'une unité. Chaque incrémentation du modèle de référence de canaux a pour résultat une étiquette de canal. Le récepteur extraira l'échantillon de la file d'attente de réception intermédiaire du canal correspondant à l'étiquette de canal résultat, c'est-à-dire le canal sur lequel l'en-tête contenant cette étiquette de canal a été reçu pour cet ensemble de données.

S'il n'y a eu aucune erreur dans un certain ensemble de données, le recombineur de réception extraira l'ensemble de données complet de la file d'attente de réception intermédiaire préalablement à l'extraction de tous les en-têtes associés à l'ensemble de données suivant. Cependant, si des erreurs se sont produites sur un ou plusieurs canaux, il est possible que le modèle de référence de canaux indique que des données doivent être extraites d'un canal dans lequel il n'y a plus de données avant l'en-tête suivant, alors que sur d'autres canaux, il reste des données de l'ensemble de données courant.

Si ce cas se produit, le récepteur interrompra immédiatement le traitement de l'ensemble de données courant et commencera à traiter l'ensemble de données suivant.

5.3.2.4 Suppression des données de remplissage

La réception d'un en-tête avec la valeur 00 dans le champ SN (le reste de l'en-tête étant défini conformément au 5.2.2) indique que l'en-tête est employé pour l'insertion de données de remplissage sur ce canal.

Quand le recombineur de réception recevra un tel en-tête, il enlèvera l'en-tête complet de la file d'attente de réception intermédiaire et le rejettera. Il continuera à traiter les données suivantes sur ce canal comme si l'en-tête de remplissage n'avait jamais été reçu.

APPENDICE I

Exemple de fonctionnement du modèle de référence de canaux

Dans le présent appendice, est présenté un exemple de fonctionnement du modèle de référence de canaux.

Cet exemple montre le fonctionnement pour un ensemble de données unique avec 4 canaux dans l'ensemble de canaux. On suppose que le débit courant de chaque canal est mesuré par des moyens déterminés localement. Avec le débit mesuré, on a recours à une saturation relative de chaque file d'attente d'émission selon des règles définies localement pour déterminer la proportion relative souhaitée de données à transmettre sur chaque canal pour cet ensemble de données. Cela étant, la valeur du paramètre de proportion pour le canal est définie (en utilisant les numérateurs de la proportion relative désirée lorsque celle-ci est représentée sous la forme d'une fraction ayant un dénominateur commun à toutes les proportions). Ces valeurs sont données dans le Tableau I.1.

Tableau I.1/H.226 – Paramètres utilisés pour l'exemple du modèle de référence de canaux

	Etiquette de canal	Proportion souhaitée	Proportion souhaitée (sous forme d'une fraction avec un dénominateur commun)	Proportion pour le canal
Canal 0	0	0,5	10/20	10
Canal 1	1	0,15	3/20	3
Canal 2	2	0,15	3/20	3
Canal 3	3	0,2	4/20	4

En mode exploitation, le modèle de référence de canaux est fourni au début de l'ensemble de données, avec la liste des valeurs de proportion pour le canal associées aux différentes étiquettes de canal, et est réinitialisé de sorte que ses variables d'état internes soient mises à zéro. La valeur de T, la somme des valeurs de proportion pour le canal utilisées dans le modèle, est égale à 20.

Le Tableau I.2 montre les itérations initiales du modèle de référence de canaux. Le résultat pour chaque itération, donné dans la colonne la plus à droite, indique, dans le cas de l'émetteur, sur quel canal devrait être placé l'échantillon de données correspondant, et dans le cas du récepteur, de quel canal l'échantillon de données correspondant devrait être extrait.

Pour chaque incrémentation du modèle de référence de canaux correspondant à un échantillon, le tableau montre également l'effet de chacune des quatre étapes énumérées au 5.3.1.3 sur les variables d'état internes. Pour les étapes 2) et 3), la variable d'état "choisie" est indiquée par la zone ombragée.

Il faut noter que la séquence produite par le modèle de référence de canaux se répète avec une période égale à la valeur du plus petit dénominateur commun des proportions relatives des canaux, c'est-à-dire 20 dans le cas présent. Il faut noter également que, sur cette période, chaque canal est "choisi" un nombre de fois égal exactement à la valeur du numérateur de la proportion associée représentée sous la forme d'une fraction dont le dénominateur est le plus petit dénominateur commun.

Tableau I.2/H.226 – Fonctionnement de l'exemple du modèle de référence de canaux

Echantillon	Etape	Variables d'état				Canal résultat
		0	1	2	3	
Initialisation		0	0	0	0	
1	1	10	3	3	4	
	2	10	3	3	4	
	3	-10	3	3	4	
	4	-10	3	3	4	0
2	1	0	6	6	8	
	2	0	6	6	8	
	3	0	6	6	-12	
	4	0	6	6	-12	3
3	1	10	9	9	-8	
	2	10	9	9	-8	
	3	-10	9	9	-8	
	4	-10	9	9	-8	0
4	1	0	12	12	-4	
	2	0	12	12	-4	
	3	0	-8	12	-4	
	4	0	-8	12	-4	1
5	1	10	-5	15	0	
	2	10	-5	15	0	
	3	10	-5	-5	0	
	4	10	-5	-5	0	2
6	1	20	-2	-2	4	
	2	20	-2	-2	4	
	3	0	-2	-2	4	
	4	0	-2	-2	4	0

**Tableau I.2/H.226 – Fonctionnement de l'exemple du modèle
de référence de canaux (suite)**

Echantillon	Etape	Variables d'état				Canal résultat
		0	1	2	3	
7	1	10	1	1	8	
	2	10	1	1	8	
	3	-10	1	1	8	
	4	-10	1	1	8	0
8	1	0	4	4	12	
	2	0	4	4	12	
	3	0	4	4	-8	
	4	0	4	4	-8	3
9	1	10	7	7	-4	
	2	10	7	7	-4	
	3	-10	7	7	-4	
	4	-10	7	7	-4	0
10	1	0	10	10	0	
	2	0	10	10	0	
	3	0	-10	10	0	
	4	0	-10	10	0	1
11	1	10	-7	13	4	
	2	10	-7	13	4	
	3	10	-7	-7	4	
	4	10	-7	-7	4	2
12	1	20	-4	-4	8	
	2	20	-4	-4	8	
	3	0	-4	-4	8	
	4	0	-4	-4	8	0
13	1	10	-1	-1	12	
	2	10	-1	-1	12	
	3	10	-1	-1	-8	
	4	10	-1	-1	-8	3
14	1	20	2	2	-4	
	2	20	2	2	-4	
	3	0	2	2	-4	
	4	0	2	2	-4	0

Tableau I.2/H.226 – Fonctionnement de l'exemple du modèle de référence de canaux (fin)

Echantillon	Etape	Variables d'état				Canal résultat
		0	1	2	3	
15	1	10	5	5	0	
	2	10	5	5	0	
	3	-10	5	5	0	
	4	-10	5	5	0	0
16	1	0	8	8	4	
	2	0	8	8	4	
	3	0	-12	8	4	
	4	0	-12	8	4	1
17	1	10	-9	11	8	
	2	10	-9	11	8	
	3	10	-9	-9	8	
	4	10	-9	-9	8	2
18	1	20	-6	-6	12	
	2	20	-6	-6	12	
	3	0	-6	-6	12	
	4	0	-6	-6	12	0
19	1	10	-3	-3	16	
	2	10	-3	-3	16	
	3	10	-3	-3	-4	
	4	10	-3	-3	-4	3
20	1	20	0	0	0	
	2	20	0	0	0	
	3	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0
21	1	10	3	3	4	
	2	10	3	3	4	
	3	-10	3	3	4	
	4	-10	3	3	4	0
...

Sur la base des résultats de l'exemple du modèle de référence de canaux, la Figure 7 montre la séquence d'échantillons qui en résulte sur chacun des quatre canaux. Sur cette figure, les canaux plus étroits représentent les canaux plus lents, sur lesquels la transmission de chaque échantillon prend en conséquence plus de temps. (La figure montre les échantillons transmis avec la dissymétrie à l'émission la plus petite possible pour la séquence d'émission définie dans l'exemple du modèle de

référence de canaux. Dans une mise en œuvre réaliste, la dissymétrie entre les canaux serait généralement plus grande que celle-ci.)

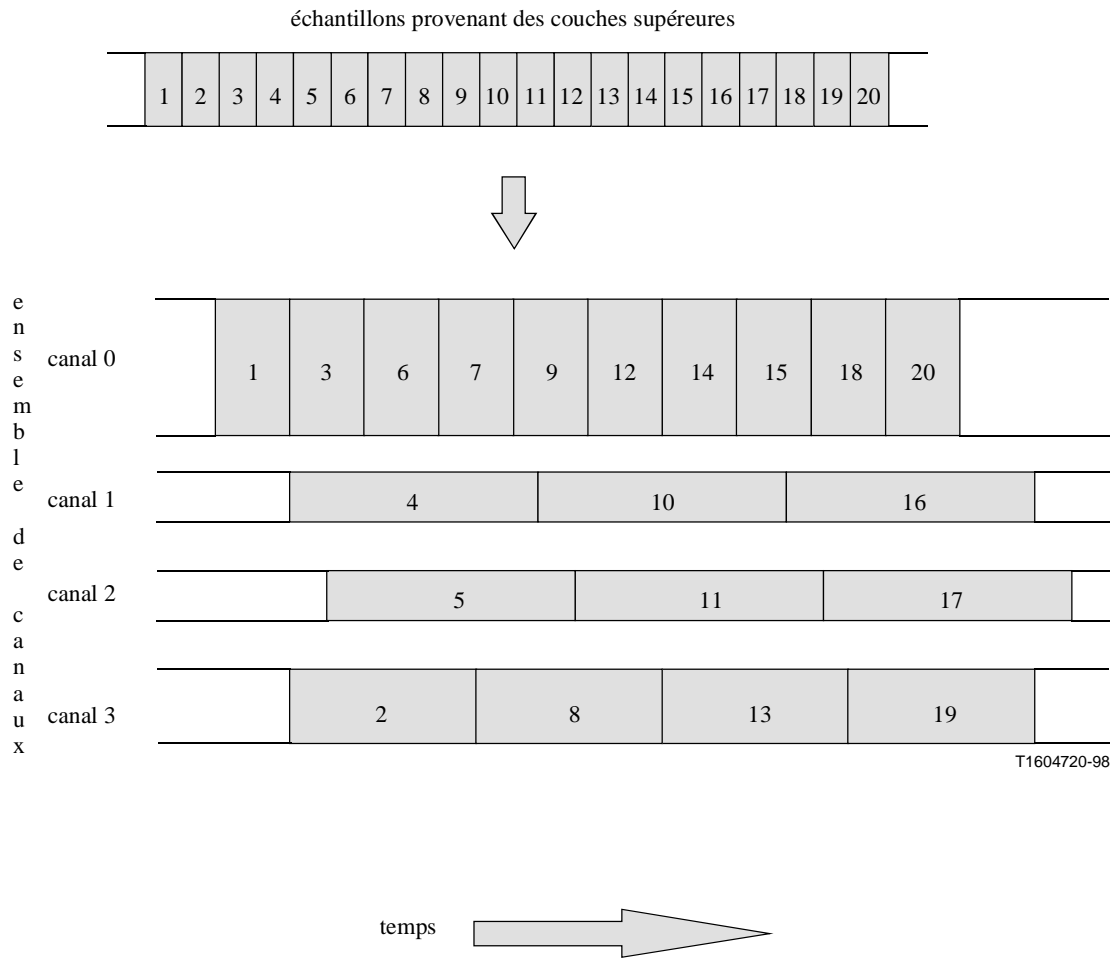


Figure 7/H.226 – Séquence d'échantillons basée sur l'exemple du modèle de référence de canaux

SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information
Série Z	Langages de programmation