

RECOMMANDATION UIT-R BO.1724

**Systèmes de radiodiffusion interactifs par satellite
(télévision, son et données)**

(Question UIT-R 26/6)

(2005)

Domaine de compétence

La présente Recommandation vise à donner des spécifications des systèmes de radiodiffusion interactifs par satellite (télévision, son et données) dans le cadre de la Question UIT-R 26/6, dans le cas où un canal de retour par satellite utilisant des systèmes à satellites géostationnaires est exploité avec les systèmes décrits dans la Recommandation UIT-R BO.1211 pour assurer des services numériques de radiodiffusion par satellite.

Deux systèmes sont recommandés. Le premier, le système DVB-RCS, fait l'objet de la Norme ETSI EN 301 790V1.3.1 et le second fait l'objet de la Norme TIA 1008 de la Telecommunication Industry Association (TIA).

Les textes normatifs pour ces spécifications sont donnés aux adresses URL et des descriptions sont fournies dans les Annexes.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'en raison des progrès importants faits dans le domaine des techniques de radiodiffusion numérique, l'exploitation des services de radiodiffusion numérique par satellite s'est améliorée;
- b) que l'UIT-R a élaboré des Recommandations (UIT-R BO.1211 et UIT-R BO.1516) pour les systèmes de télévision multiprogramme numériques exploités dans la bande de fréquences des 11/12 GHz;
- c) qu'il est important d'assurer la plus grande compatibilité et la plus grande communauté possibles avec d'autres solutions pour le canal de retour correspondant aux différents supports de radiodiffusion;
- d) que l'interactivité est une caractéristique souhaitable pour les services de radiodiffusion, les systèmes nécessaires pour assurer ce type de service faisant l'objet de la Question UIT-R 16/6 et que la Question UIT-R 26/6 traite de la réception anonyme de programmes de radiodiffusion;
- e) que les systèmes avec canal d'interaction utilisés pour les services interactifs devraient permettre d'avoir accès à tous les terminaux situés dans la zone de service couverte par des liaisons descendantes;
- f) que les systèmes satellitaires avec canal d'interaction devraient pouvoir fonctionner aussi bien avec les systèmes de réception individuelle qu'avec les systèmes de réception communautaire (SMATV);

- g) que l'existence d'un canal de retour peut donner aux radiodiffuseurs la possibilité d'offrir des services de radiodiffusion interactifs;
- h) qu'il est nécessaire de définir des interfaces pour l'interconnexion des services de radiodiffusion par satellite avec d'autres supports de radiodiffusion;
- j) que l'UIT-R a approuvé la Recommandation UIT-R BT.1369 – Principes de base d'une famille mondiale commune de systèmes pour la fourniture de services interactifs de télévision;
- k) que l'UIT-R a approuvé la Recommandation UIT-R BT.1434 – Protocoles indépendants du réseau pour systèmes interactifs;
- l) que l'UIT a élaboré des Recommandations sur le canal d'interaction utilisant le réseau téléphonique public avec commutation/réseau numérique à intégration de services (RTPC/RNIS), des systèmes de téléphonie mobile, des systèmes par câble, des faisceaux hertziens, etc.,

recommande

1 dans le cas où des systèmes à satellites géostationnaires avec canal de retour par satellite sont exploités avec les systèmes décrits dans la Recommandation UIT-R BO.1211 pour assurer des services de radiodiffusion numérique par satellite, d'utiliser les normes suivantes:

Norme ETSI EN 301 790¹ V1.3.1 (2003-03) de l'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI): <http://www.itu.int/ITU-R/study-groups/rsg6/etsi/index.html> ou

Norme TIA-1008 de la Telecommunication Industry Agency (TIA): <http://www.tiaonline.org>

2 aux administrations d'utiliser les résumés descriptifs des normes fournies dans les Annexes 1 et 2 ainsi que le tableau de comparaison ci-après pour choisir la norme adaptée à leurs besoins.

¹ «shall» dans la Norme ETSI EN devrait être considéré comme l'équivalent de «should» dans la présente Recommandation de l'UIT-R.

TABLEAU 1

**Tableau de comparaison entre la Norme ETSI EN 301 790 V.1.3.1
et la Norme TIA-1008**

Elément	Norme ETSI EN 301 790	Norme TIA-1008
Canal de diffusion	Recommandation UIT-R BO.1211	Recommandation UIT-R BO.1211
Modulation sur le canal de retour	MDP-4	CE-MDP-4-0
Codage du canal de retour	Viterbi/Reed Solomon taux 1/2, 2/3, 3/4 ou turbocodes taux 1/3, 2/5, 1/2, 2/3, 3/4, 4/5, 6/7	Viterbi, taux 1/2 ou turbocode taux 1/2
Débit de données sur le canal de retour	Pas de restriction	64, 128, 256 Ksymboles/s
Espacement entre canaux de retour (minimal)	1,35 × débit de symboles	1,25 × débit de symboles
Taille des salves sur le canal de retour	Longueur variable définie comme étant égale à 1, 2 ou 4 cellules ATM ou $1, 2 \times N$: $N = 1$ à 12 cellules MPEG-2	Protocole Aloha discrétisé – salves de longueur fixe (définissable), flux dynamique – salves de longueur variable, depuis une longueur minimale spécifiée jusqu'à la longueur de la trame entière
Canal de retour Méthode de commande d'accès au support physique	Largeur de bande AMRT/AMRF, débit de transmission, taux de codage et durée des intervalles de trafic, fixes ou dynamiques, intervalle par intervalle. Sauts de fréquence intervalle par intervalle	AMRT/AMRF (fréquence assignée lorsque la demande sur la liaison montante est faite) – sauts de fréquence trame par trame
Protocole ARQ de salve sur le canal de retour?	Oui, comme protocole IP sur MPEG	Oui, avec retransmission sélective
Gestion de largeur de bande de canal de retour	Capacité dynamique avec débit continu, capacité dynamique fondée sur le débit, capacité dynamique fondée sur le volume, assignation de capacité libre	Protocole Aloha discrétisé, flux dynamique avec période d'interruption définissable, qualité de service équivalente à celle sur les liaisons montantes, débit binaire constant

CE-OPSK: Constante d'enveloppe MDP-4-0

IP: Protocole Internet

MPEG: Groupe d'experts pour les images animées

Annexe 1

Résumé descriptif de la Norme ETSI EN 301 790 V1.3.1

TABLE DES MATIÈRES

		<i>Page</i>
1	Introduction	5
2	Modèle de référence du réseau d'interaction à satellite	5
2.1	Modèle de la pile de protocoles	5
2.2	Modèle de système	5
2.3	Modèle de référence du réseau interactif par satellite	7
3	Liaison aller	8
4	Spécification de la couche physique de bande de base de la liaison de retour et définition de l'accès multiple	8
4.1	Synchronisation des terminaux RCST	8
4.1.1	Commande de rythme	8
4.1.2	Synchronisation des porteuses	9
4.1.3	Synchronisation des salves.....	9
4.1.4	Synchronisation de l'horloge de modulation.....	10
4.2	Format de salves	10
4.2.1	Formats des salves de trafic (TRF)	10
4.2.2	Formats des salves pour la synchronisation (SYN) et l'acquisition (ACQ).....	11
4.3	Modulation.....	12
4.4	Messages de commande d'accès au support (MAC).....	12
5	Pile de protocoles	13
6	Catégories de demande de capacité	14
6.1	Affectation de débit continu (CRA)	14
6.2	Capacité dynamique fondée sur le débit (RBDC)	14
6.3	Capacité dynamique fondée sur le volume (VBDC).....	15
6.4	Capacité dynamique fondée sur le volume absolu (AVBDC).....	15
6.5	Affectation de capacité libre (FCA)	15
7	Accès multiple	15
7.1	AMRT-MF	16
8	Sécurité, identité et chiffrement.....	16

1 Introduction

La présente Annexe décrit les spécifications relatives à la fourniture du canal d'interaction pour les réseaux à satellite interactifs OSG avec terminaux de satellite avec canal de retour (RCST) fixes. Ces spécifications facilitent l'utilisation des terminaux RCST pour installations individuelles ou collectives (par exemple SMATV) chez des particuliers. Elles prennent également en charge la connexion de ces terminaux avec des réseaux de données «internes». Elles peuvent s'appliquer à toutes les bandes de fréquences attribuées aux services par satellite OSG.

2 Modèle de référence du réseau d'interaction à satellite

2.1 Modèle de la pile de protocoles

Pour les services interactifs prenant en charge la radiodiffusion vers l'utilisateur final avec canal de retour, un modèle de communication simple comprend les couches suivantes:

Couche physique: définit tous les paramètres de transmission physiques (électriques).

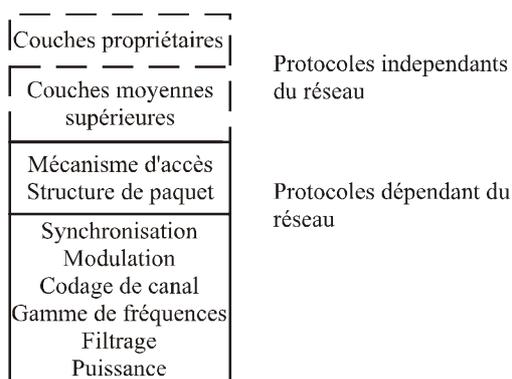
Couche transport: définit l'ensemble des structures de données et des protocoles de communication (conteneurs de données, etc.).

Couche application: correspond aux logiciels d'application interactifs et à l'environnement d'exécution (application de téléachat, interpréteur de script, etc.).

Un modèle simplifié des couches OSI a été adopté pour faciliter l'élaboration de spécifications pour ces couches. La Fig. 1 décrit les couches basses du modèle simplifié et identifie certains des paramètres essentiels pour les deux couches les plus basses.

FIGURE 1

Structure en couches du modèle de référence de système générique



1724-01

Le présent texte porte uniquement sur les aspects dépendants du réseau interactif par satellite.

2.2 Modèle de système

La Fig. 2 illustre le modèle à utiliser dans les systèmes de radiodiffusion vidéo numérique (DVB) pour les services interactifs.

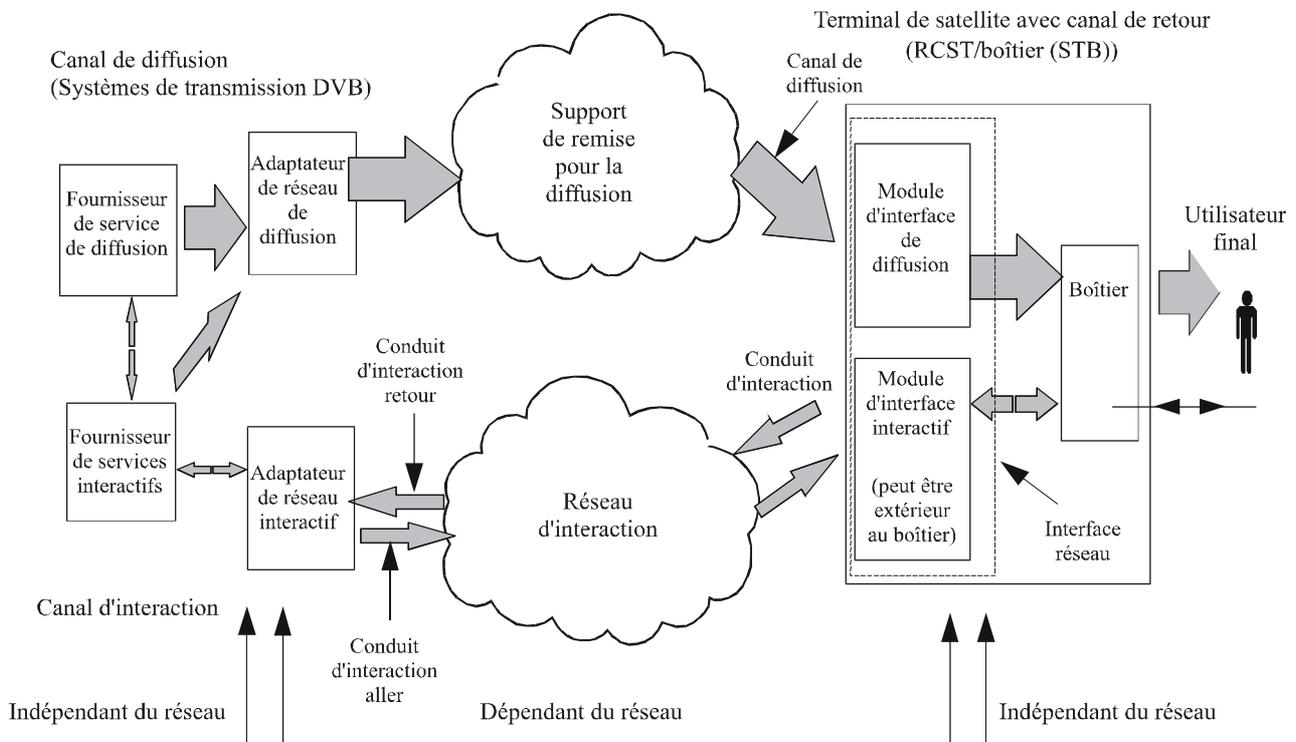
Dans ce modèle, deux canaux sont établis entre le fournisseur de services et l'utilisateur:

- *Canal de diffusion*: un canal de diffusion large bande unidirectionnel est établi entre le fournisseur de services et les utilisateurs pour le transport de signaux vidéo, de signaux audio et de données. Il peut inclure le canal d'interaction aller.
- *Canal d'interaction*: un canal d'interaction bidirectionnel est établi entre le fournisseur de services et l'utilisateur à des fins d'interaction. Il comprend:
 - *Un conduit d'interaction de retour (canal de retour)*: de l'utilisateur au fournisseur de services. Il est utilisé pour adresser des demandes au fournisseur de services, pour répondre à des questions ou pour transférer des données.
 - *Un conduit d'interaction aller*: du fournisseur de services à l'utilisateur. Il est utilisé pour fournir à l'utilisateur des informations provenant du fournisseur de services et pour toute autre communication nécessaire pour la fourniture de services interactifs. Il peut être imbriqué dans le canal de diffusion. Il est possible que ce canal ne soit pas nécessaire dans certaines implémentations simples qui utilisent le canal de diffusion pour acheminer les données à l'utilisateur.

Le terminal RCST est constitué d'une interface réseau (comprenant le module d'interface de diffusion et le module d'interface interactif) et d'un boîtier. Il assure l'interface à la fois pour le canal de diffusion et pour le canal d'interaction. L'interface entre le terminal RCST et le réseau d'interaction se fait par le biais du module d'interface interactif.

FIGURE 2

Modèle de référence générique pour les systèmes interactifs



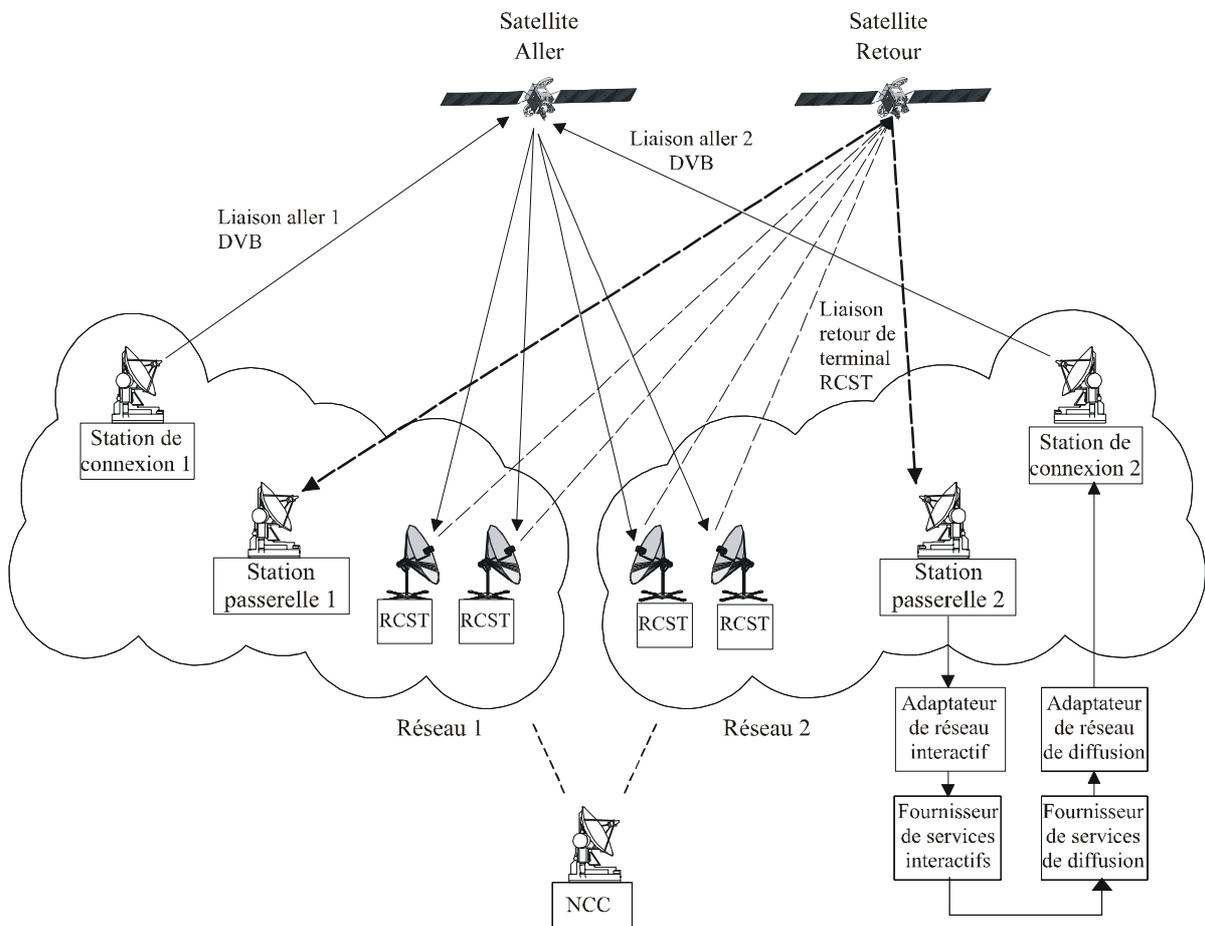
2.3 Modèle de référence du réseau interactif par satellite

Un réseau interactif par satellite global, dans lequel un grand nombre de terminaux fonctionneront, comprendra les blocs fonctionnels suivants, illustrés sur la Fig. 3:

- *Centre de commande de réseau*: un centre de commande de réseau (NCC, *network control centre*) assure les fonctions de surveillance et de commande. Il génère des signaux de commande et de rythme qui sont destinés au fonctionnement du réseau interactif par satellite et qu'une ou plusieurs stations de connexion doivent transmettre.
- *Passerelle de trafic*: une passerelle de trafic reçoit les signaux de retour de terminal RCST, fournit des fonctions de comptabilité, des services interactifs et/ou des connexions à des fournisseurs de services publics, propriétaires ou privés extérieurs (bases de données, télévision payante ou sources vidéo, téléchargement de logiciel, téléachat, banque à distance, services financiers, accès à la bourse, jeux interactifs, etc.) et à des réseaux (Internet, RNIS, RTPC, etc.).
- *Station de connexion*: une station de connexion transmet des signaux sur la liaison aller, qui est une liaison montante standard de radiodiffusion vidéo numérique par satellite (DVB-S, *satellite digital video broadcast*), sur laquelle sont multiplexés les données d'utilisateur et/ou les signaux de commande et de rythme nécessaires au fonctionnement du réseau interactif par satellite.

FIGURE 3

Modèle de référence du réseau interactif par satellite



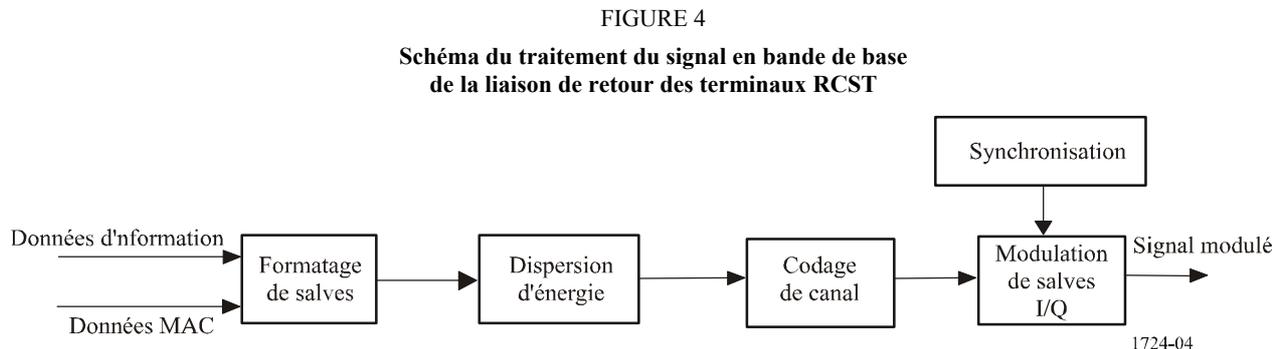
La liaison aller achemine la signalisation en provenance du centre NCC et le trafic d'utilisateur à destination des terminaux RCST. La signalisation du centre NCC aux terminaux RCST qui est nécessaire pour l'exploitation du système de liaisons de retour est appelée par la suite «signalisation de liaison aller». Le trafic d'utilisateur et la signalisation de liaison aller peuvent être acheminés sur différents signaux de liaison aller. Plusieurs configurations de terminal RCST sont possibles suivant le nombre de récepteurs de liaison aller présents dans les terminaux RCST.

3 Liaison aller

Les terminaux RCST devraient pouvoir recevoir des signaux numériques conformes aux normes EN 300 421, TR 101 202, ETS 300 802, EN 300 468, EN 301 192 et ETR 154.

4 Spécification de la couche physique de bande de base de la liaison de retour et définition de l'accès multiple

La couche physique de bande de base est spécifiée dans le présent paragraphe. La Fig. 4 représente le traitement numérique du signal générique à réaliser côté émetteur RCST, depuis le formatage en salves des flux binaires d'informations série jusqu'à la modulation représentant la conversion numérique/analogique. Le traitement du signal à réaliser par chaque sous-ensemble est décrit dans les paragraphes qui suivent.



4.1 Synchronisation des terminaux RCST

4.1.1 Commande de rythme

La synchronisation des terminaux RCST est une caractéristique importante du réseau interactif par satellite. Des contraintes sont imposées aux terminaux RCST afin d'obtenir un système AMRT efficace avec un brouillage minimal entre utilisateurs et un débit maximal, même si ces contraintes peuvent être réduites au minimum si le centre NCC effectue des tâches telles que la correction des erreurs de transposition de fréquence de satellite et la compensation Doppler en mode commun pour la fréquence de porteuse des terminaux RCST. C'est pourquoi le schéma de synchronisation est fondé sur les informations suivantes contenues dans la signalisation de liaison aller:

- référence d'horloge réseau (NCR, *network clock reference*);
- signalisation dans les sections privées DVB/MPEG2-TS.

La référence NCR est distribuée avec un identificateur PID spécifique dans le flux de transport MPEG-2 (MPEG-2 TS) qui achemine la signalisation de liaison aller. La distribution de la référence NCR suit le mécanisme de distribution de la référence PCR défini dans la norme ISO/CEI 13818-1, la référence PCR étant généralement obtenue à partir d'un codeur vidéo MPEG, tandis qu'ici la référence NCR est obtenue à partir de l'horloge de référence NCC, dont la précision sera égale ou supérieure à $5 \cdot 10^{-6}$.

4.1.2 Synchronisation des porteuses

Le flux MPEG2-TS qui achemine la signalisation de liaison aller contient les informations NCR qui fournissent au terminal RCST la référence de 27 MHz de l'horloge du centre NCC. Le terminal RCST reconstitue l'horloge de référence à partir des informations NCR qu'il a reçues, mises en œuvre dans les décodeurs MPEG pour les flux de transport MPEG-2 (MPEG-2 TS). Il procède ensuite à une comparaison pour déterminer le décalage entre l'horloge de référence locale qui commande l'oscillateur local avec changeur élévateur de fréquence du terminal RCST et l'horloge de référence reconstituée à partir des informations NCR reçues. Il adapte ensuite la fréquence porteuse en fonction de ce décalage. Cette synchronisation de la porteuse locale permet de caler tous les terminaux RCST d'émission du réseau sur plus ou moins la même fréquence.

La précision de la fréquence porteuse normalisée devrait être meilleure que 10^{-8} (valeur quadratique).

4.1.3 Synchronisation des salves

Les terminaux RCST récupèrent la fréquence centrale, l'heure de début et la durée de leurs salves d'émission en examinant la signalisation de liaison montante.

Sur la liaison retour les terminaux RCST fonctionnent en mode contention comme indiqué dans la présente spécification.

Les salves sont envoyées conformément au plan de synchronisation des trames (BTP, *burst time plan*) contenu dans la signalisation sur la liaison montante. Le plan BTP indique la fréquence centrale et l'heure de début absolue (exprimée sous forme d'une valeur NCR) des supertrames ainsi que les décalages associés en temps et en fréquence des attributions de salves et une description des propriétés des intervalles de temps. Une supertrame commence toujours à une valeur donnée par le compteur NCR local du terminal RCST qui sert de référence pour toutes les attributions de salves dans la supertrame. Pour les besoins de synchronisation avec le réseau, le terminal RCST reconstitue, en plus de l'horloge de référence, la valeur absolue de l'horloge de référence du centre NCC. Le terminal RCST compare la valeur ainsi reconstituée avec la valeur NCR donnée dans le plan BTP. La référence de temps pour le comptage des intervalles de temps correspond au moment où les valeurs sont égales.

La précision de synchronisation des salves devrait être d'au moins 50% d'une période de symbole. La résolution devrait être d'un intervalle de compte NCR. La précision de synchronisation des salves correspond à l'écart, dans le cas le plus défavorable, entre le début programmé de la salve et le début effectif de la salve à la sortie de l'émetteur. Le début programmé de la salve correspond au point dans le temps où la référence idéale NCR reconstituée est égale à la valeur indiquée dans le plan TBTP pour cette salve. La référence NCR reconstituée idéale est définie comme étant celle observée à la sortie d'un récepteur DVB idéal sans temps de propagation. La compensation pour le temps de propagation associé au récepteur, si l'on a besoin d'avoir la précision spécifiée, devrait être faite par le terminal RCST.

4.1.4 Synchronisation de l'horloge de modulation

L'horloge de modulation pour l'émetteur devrait être verrouillée sur l'horloge NCR, afin d'éviter toute dérive de temps par rapport à l'horloge de référence du centre NCC. Les terminaux RCST n'ont pas besoin de compenser l'effet Doppler subi par l'horloge de modulation.

La précision de l'horloge de modulation devrait être d'au moins 20 ppm par rapport à la valeur nominale du débit de symboles dans la table de composition d'intervalle de temps (TCT, *time-slot composition table*). La stabilité à court terme de la fréquence de base devrait être telle que la durée d'une erreur temporelle pour un symbole quelconque dans une salve soit limitée à 1/20 symbole.

4.2 Format de salves

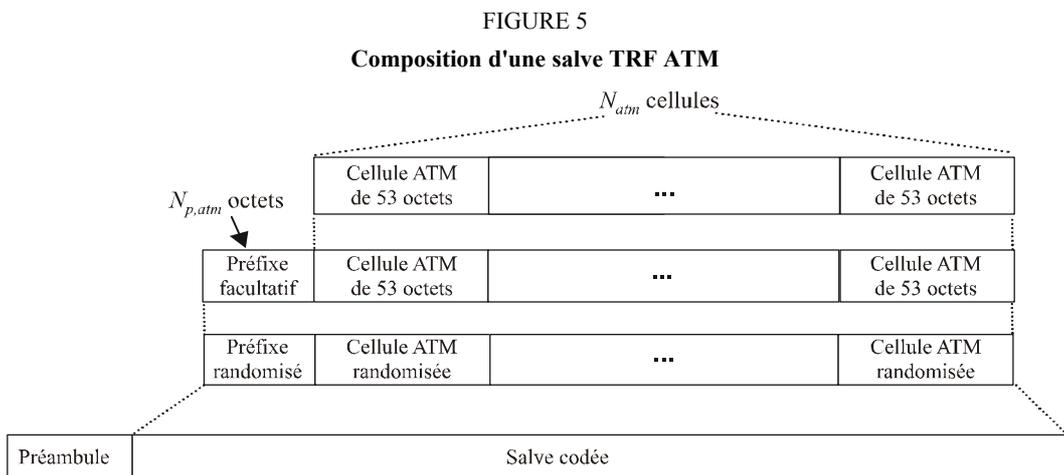
Il y a quatre types de salves: salve de trafic (TRF), salve d'acquisition (ACQ), salve de synchronisation (SYNC) et salve de canal de signalisation commun (CSC). Les formats des salves sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

4.2.1 Formats des salves de trafic (TRF)

Les salves TRF servent à acheminer les données utiles depuis le terminal RCST jusqu'à la passerelle. Deux types de salves TRF acheminant des cellules ATM ou des paquets MPEG2-TS sont définis ci-après. Une salve TRF est habituellement suivie d'un intervalle de garde afin de diminuer la puissance émise et de compenser le décalage temporel.

4.2.1.1 Salve TRF ATM

La charge utile d'une salve TRF ATM se compose de N_{atm} cellules ATM concaténées, chacune d'une longueur de 53 octets, et d'un préfixe de $N_{p,atm}$ octets facultatif. La structure des cellules ATM est calquée sur celle d'une cellule ATM mais ces cellules ne prennent pas nécessairement en charge les classes de service ATM. Voir la Fig. 5 pour une salve TRF ATM.



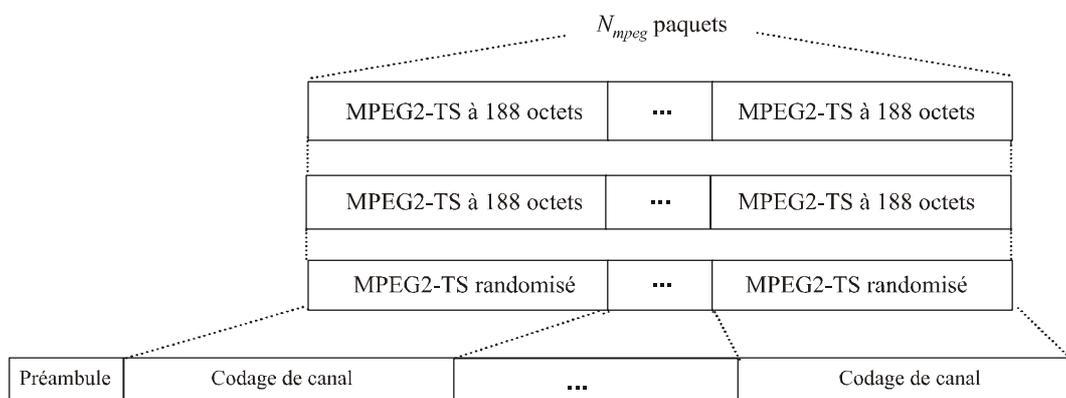
1724-05

4.2.1.2 Salve TRF MPEG2-TS facultative

Dans le cas où les paquets MPEG-2 TS constituent les conteneurs de base, une salve contient N_{mpeg} paquets MPEG-2 TS concaténés, chacun d'une longueur de 188 octets. La salve se compose de plusieurs blocs de codage de canal. Voir la Fig. 6 pour une description de la salve TRF MPEG-2 TS.

Le terminal RCST peut déduire le nombre de paquets MPEG-2 présents dans un intervalle de temps TRF à partir du champ durée de l'intervalle de temps du TCT, après avoir soustrait la durée des autres champs. La transmission de salves TRF MPEG-2 TS est facultative. Le terminal RCST informera le centre NCC qu'il prend en charge ce mécanisme dans la salve CSC.

FIGURE 6
Composition de la salve TRF facultative acheminant des paquets MPEG-2 TS



1724-06

4.2.2 Formats des salves pour la synchronisation (SYNC) et l'acquisition (ACQ)

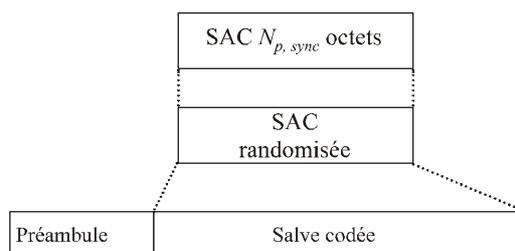
On a besoin de salves pour la synchronisation et l'acquisition afin de positionner avec précision les transmissions de salves des terminaux RCST pendant et après l'ouverture du système. Deux types de salves distincts sont définis à cette fin (synchronisation et acquisition) dans les paragraphes qui suivent.

4.2.2.1 Formats de salves pour la synchronisation (SYNC)

Une salve SYNC est utilisée par un terminal RCST pour assurer la synchronisation et envoyer des informations de commande au système. Les salves SYNC se composent d'un préambule pour la détection des salves et d'un champ facultatif de commande d'accès au satellite (SAC, *satellite access control*) de $N_{p, sync}$ octets, avec un codage de contrôle d'erreur approprié. Comme la salve TRF, une salve SYNC est habituellement suivie d'un intervalle de garde pour diminuer la puissance émise et compenser le décalage temporel. La Fig. 7 décrit la salve SYNC. La mesure dans laquelle la salve SYNC est utilisée dépend des fonctionnalités du centre NCC.

NOTE 1 – Les salves SYNC peuvent être utilisées en mode contention.

FIGURE 7
Composition d'une salve SYNC



1724-07

4.3 Modulation

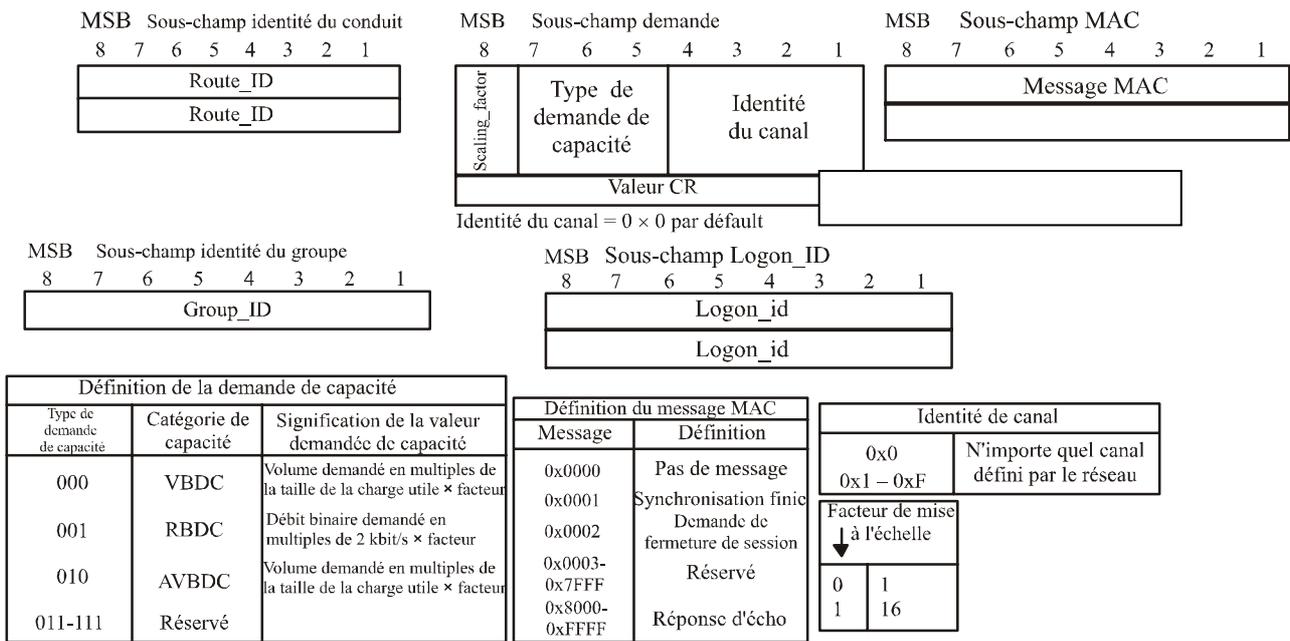
Le signal devrait être modulé en utilisant la modulation MDP-4, avec mise en forme en bande de base.

4.4 Messages de commande d'accès au support (MAC)

Toutes les méthodes décrites dans les paragraphes qui suivent peuvent être utilisées par un terminal RCST pour des demandes de capacité et des messages MAC. Une ou plusieurs des méthodes peuvent être utilisées dans un réseau interactif par satellite. Pour une mise en œuvre particulière, les terminaux RCST sont configurés au moment de l'ouverture du système par le descripteur d'initialisation qui est transmis dans un message d'information du terminal (TIM, *terminal information message*).

La salve SYNC et le préfixe facultatif attaché aux salves ATM TRF contiennent le champ commande SAC composé de l'information de signalisation ajoutée par le terminal RCST aux fins d'une demande de capacité pendant la session, ou d'autres informations MAC. Le champ SAC se compose de sous-champs facultatifs définis à la Fig. 8.

FIGURE 8
Composition du champ SAC



Taille de la charge utile = 53 ou 188 octets selon le mode d'encapsulation défini au moment de la demande de session.

- VBDC: Capacité dynamique fondée sur le volume
- RBDC: Capacité dynamique fondée sur le débit
- AVBDC: Capacité dynamique fondée sur le volume absolu

5 Pile de protocoles

Sur la liaison retour la pile de protocoles est basée sur des cellules ATM ou des paquets MPEG 2 TS facultatifs mappés sur des salves AMRT. Pour la transmission des datagrammes IP, les piles de protocoles utilisées sur la liaison retour sont les suivantes:

- liaison de retour ATM: IP/AAL5/ATM;
- liaison de retour MPEG facultative: encapsulation multiprotocole sur flux de transport MPEG-2.

Sur la liaison aller, la pile de protocoles est basée sur la norme DVB/MPEG-2 TS (voir la Norme TR 101 154). Pour la transmission des datagrammes IP, les piles de protocoles utilisées sur la liaison aller sont les suivantes:

- encapsulation multiprotocole sur flux de transport MPEG-2;
- de façon facultative IP/AAL5/ATM/MPEG-TS en mode chaînage de données afin de pouvoir établir des communications directes entre terminaux dans des systèmes à satellites régénérateurs.

Les Fig. 9 et 10 illustrent des exemples de piles de protocoles, respectivement pour le trafic et pour la signalisation.

FIGURE 9

Exemple de pile de protocoles pour le trafic utilisateur avec un terminal RCST de type A (IP/AAL5/ATM/MPEG-2/DVBS est facultatif sur la liaison aller)

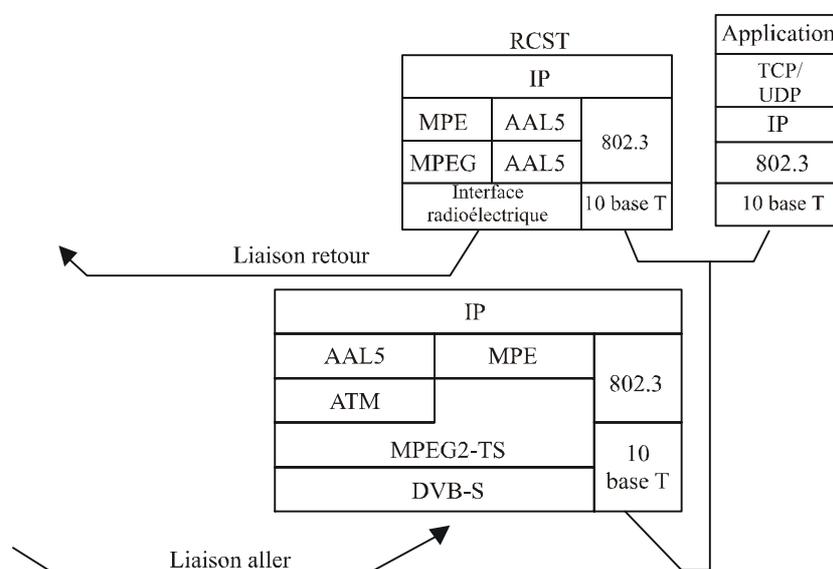
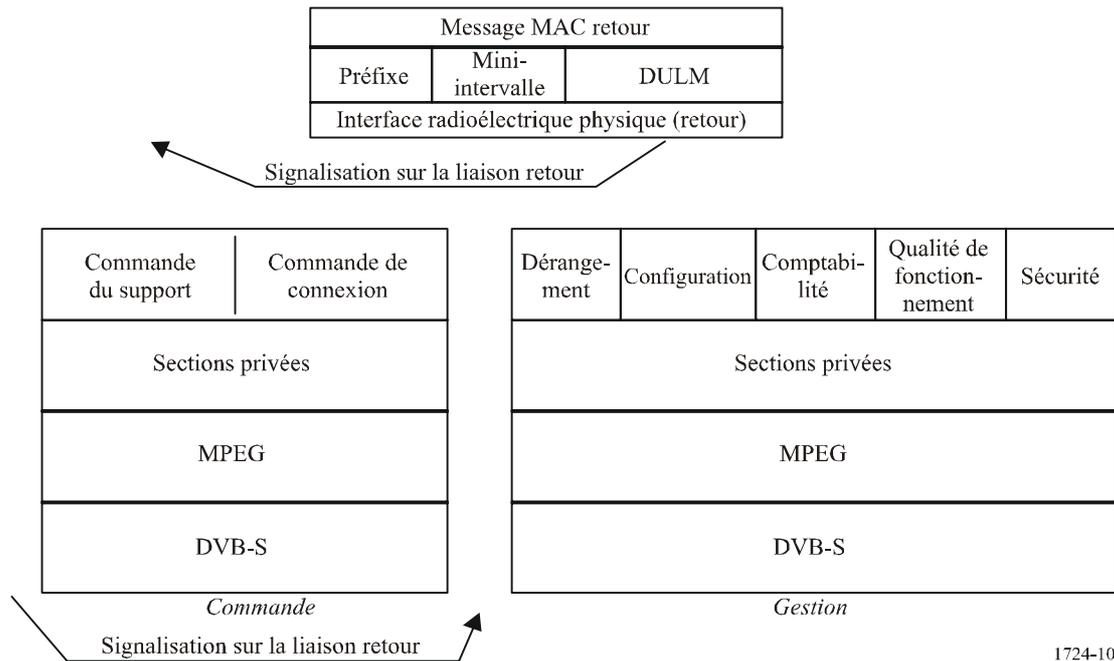


FIGURE 10

Pile de protocoles pour la signalisation

1724-10

6 Catégories de demande de capacité

Le processus d'attribution des intervalles de temps devrait prendre en charge cinq catégories de capacité:

- affectation de débit continu (CRA, *continuous rate assignment*);
- capacité dynamique fondée sur le débit (RBDC, *rate-based dynamic capacity*);
- capacité dynamique fondée sur le volume (VBDC);
- capacité dynamique fondée sur le volume absolu (AVBDC);
- affectation de capacité libre (FCA, *free capacity assignment*).

6.1 Affectation de débit continu (CRA)

L'affectation CRA est une capacité de débit qui devrait être fournie intégralement pour chacune des supertrames chaque fois que cela est nécessaire. Cette capacité devrait être négociée directement entre le terminal RCST et le centre NCC.

6.2 Capacité dynamique fondée sur le débit (RBDC)

La capacité RBDC est la capacité fondée sur le débit qui est demandée de façon dynamique par le terminal RCST. Cette capacité RBDC devrait être fournie en réponse à des demandes explicites envoyées par le terminal RCST au centre NCC, ces demandes étant absolues (c'est-à-dire correspondant au débit total actuellement demandé). Chaque demande devrait annuler toutes les demandes RBDC précédentes provenant du même terminal RCST et devrait être assujettie à une limite concernant le débit maximal négociée directement entre le terminal RCST et le centre NCC.

Pour éviter tout dysfonctionnement du terminal lié à une baisse de la capacité affectée, la dernière demande RBDC que reçoit le centre NCC en provenance d'un terminal donné devrait automatiquement expirer après une période de temporisation dont la valeur par défaut est égale à deux supertrames, l'expiration de la demande se traduisant par le fait que la capacité RBDC est mise à zéro. La temporisation peut être configurée entre une et 15 supertrames (si elle est mise à zéro, le mécanisme de temporisation est désactivé) par le mécanisme facultatif décrit au § 8.4.2.

On peut utiliser conjointement une affectation CRA et une capacité RBDC, l'affectation CRA fournissant une capacité minimale fixe par supertrame et la capacité RBDC apportant une composante de variation dynamique, en plus du minimum.

6.3 Capacité dynamique fondée sur le volume (VBDC)

La capacité VBDC est la capacité fondée sur le volume demandée de façon dynamique par le terminal RCST. Cette capacité VBDC devrait être fournie en réponse à des demandes explicites envoyées par le terminal RCST au centre NCC, ces demandes étant cumulatives (c'est-à-dire que chaque demande s'ajoute à toutes les demandes précédentes émanant du même terminal RCST). Le total cumulé de demandes par terminal RCST devrait être réduit de la quantité de capacité de cette catégorie attribuée dans chaque supertrame.

6.4 Capacité dynamique fondée sur le volume absolu (AVBDC)

La capacité AVBDC est la capacité fondée sur le volume demandée de façon dynamique par le terminal RCST. Cette capacité AVBDC devrait être fournie en réponse à des demandes explicites envoyées par le terminal RCST au centre NCC, ces demandes étant absolues (c'est-à-dire que la demande considérée remplace les demandes précédentes émanant du même terminal RCST). La capacité AVBDC est utilisée en lieu et place de la capacité VBDC lorsque le terminal RCST a le sentiment que la demande de capacité VBDC risque d'être perdue (par exemple dans le cas de mini-intervalles de contention).

6.5 Affectation de capacité libre (FCA)

La capacité FCA est la capacité fondée sur le volume qui devrait être attribuée au terminal RCST, sur une capacité qui, sinon, ne serait pas utilisée. Cette affectation de capacité devrait être automatique et ne devrait faire intervenir aucune signalisation entre le terminal RCST et le centre NCC. Le centre NCC devrait pouvoir neutraliser la capacité FCA pour n'importe quel terminal RCST.

La capacité FCA ne devrait pas être mappée sur n'importe quelle catégorie de trafic étant donné que la disponibilité est extrêmement variable. La capacité affectée dans la catégorie considérée est censée être une capacité exceptionnelle qui peut être utilisée pour réduire les retards pour tout trafic qui peut tolérer une instabilité dans ce domaine.

7 Accès multiple

La fonction d'accès multiple est un intervalle fixe ou dynamique d'accès multiple par répartition dans le temps multifréquence (AMRT-MF). Les terminaux RCST devraient indiquer leur capacité en utilisant le champ AMRT-MF présent dans la salve CSC.

7.1 AMRT-MF

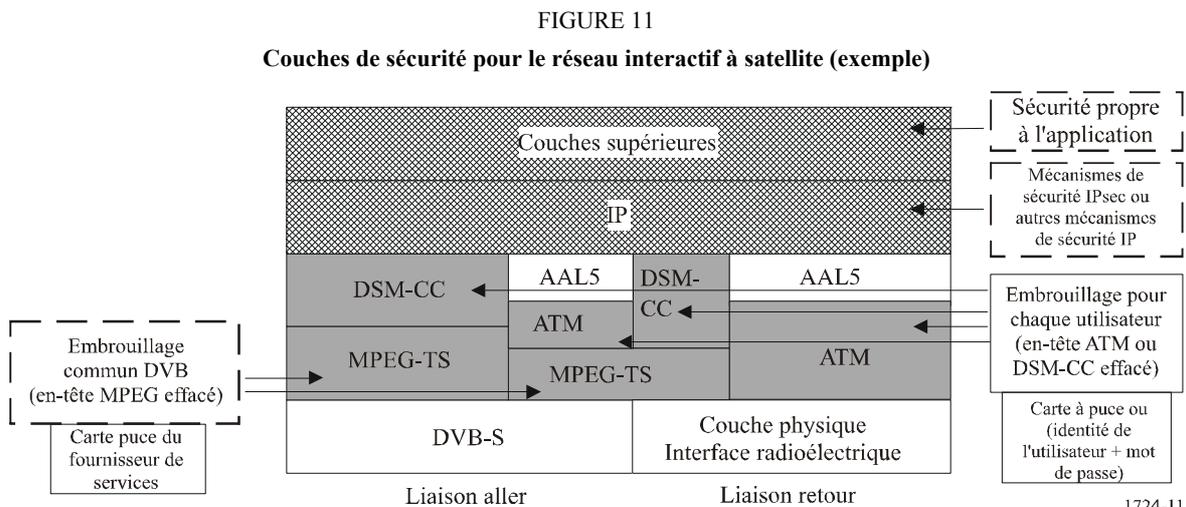
Le schéma d'accès au satellite est un accès AMRT-MF. L'accès AMRT-MF permet à un groupe de terminaux RCST de communiquer avec une passerelle en utilisant un ensemble de fréquences porteuses dont chacune est subdivisée en intervalles de temps. Le centre NCC attribuera à chaque terminal RCST actif une série de salves, chacune étant définie par une fréquence, une largeur de bande, un temps de départ et une durée.

8 Sécurité, identité et chiffrement

La sécurité est destinée à protéger l'identité de l'utilisateur, notamment l'emplacement exact de l'utilisateur, le trafic de signalisation à destination ou en provenance de l'utilisateur, le trafic de données à destination ou en provenance de l'utilisateur ainsi que l'opérateur/l'utilisateur contre toute utilisation du réseau sans autorisation ou abonnement appropriés. Trois niveaux de sécurité peuvent être appliqués aux différentes couches:

- embrouillage commun DVB sur la liaison aller (pourrait être demandé par le fournisseur de services);
- embrouillage pour chaque utilisateur particulier du réseau interactif à satellite sur la liaison aller et sur la liaison retour;
- mécanismes de sécurité IP ou de couche supérieure (pourrait être utilisé par le fournisseur de services, le fournisseur de contenu).

L'utilisateur/le fournisseur de services pourrait certes utiliser son propre système de sécurité au-dessus de la couche liaison de données mais il est peut-être souhaitable de fournir un système de sécurité au niveau de la couche liaison de données pour que le système soit intrinsèquement sécurisé sur la portion satellite sans qu'il soit nécessaire de mettre en place d'autres mesures. Par ailleurs, étant donné que la liaison aller du réseau interactif à satellite est fondée sur la norme DVB/MPEG-TS, le mécanisme d'embrouillage commun DVB pourrait être appliqué mais n'est pas nécessaire (il apporterait simplement une protection supplémentaire à l'ensemble du flux de commande pour les non-abonnés). Ce concept est illustré sur la Fig. 11.



Annexe 2

Résumé descriptif de la Norme TIA-1008 de la TIA

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Introduction	17
2 Architecture de réseau	18
2.1 Segments de réseau.....	18
2.2 Interfaces de réseau.....	19
2.3 Caractéristiques du terminal distant.....	20
2.3.1 Terminal distant avec PC	20
2.3.2 Terminal distant autonome.....	20
2.3.3 Type de canal de retour	20
3 Interface satellitaire IPoS	21
3.1 Modèle de référence du protocole IPoS.....	21
3.2 Couche physique (PHY).....	22
3.2.1 Transmission par satellite sur la liaison descendante.....	23
3.2.2 Transmission par satellite sur la liaison montante	23
3.3 Couche liaison de données (DLL)	23
3.3.1 Sous-couche de commande de liaison par satellite (SLC).....	23
3.3.2 Sous-couche de commande d'accès au support (MAC).....	24
3.3.3 Sous-couche de multiplexage sur la liaison descendante.....	24
3.4 Couche d'adaptation de réseau.....	25

1 Introduction

La présente Annexe décrit les spécifications relatives à la fourniture du canal d'interaction pour les réseaux à satellite interactifs OSG avec terminaux de satellite avec canal de retour (RCST) fixes. Ces spécifications facilitent l'utilisation des terminaux RCST pour installations individuelles ou collectives (par exemple SMATV) chez des particuliers. Elles prennent également en charge la connexion de ces terminaux avec des réseaux de données «internes». Elles peuvent s'appliquer à toutes les bandes de fréquences attribuées aux services par satellite OSG.

La présente Annexe contient une introduction à la norme relative au système IP sur satellite (IPoS, *Internet protocol over satellite*), qui a été élaborée par la TIA (*Telecommunications Industry Association*) (Etats-Unis d'Amérique). Les porteuses IPoS sur la liaison descendante (c'est-à-dire les porteuses de radiodiffusion qui vont d'un terminal pivot ou d'un terminal de radiodiffusion vers de nombreux terminaux distants) utilisent un schéma de multiplexage statistique conforme au format des données DVB et la distribution du trafic IP vers les terminaux distants est fondée sur l'encapsulation multiprotocole DVB. La sous-couche de multiplexage associée à la porteuse sur la liaison descendante permet au pivot de transmettre plusieurs types de trafic, plusieurs programmes ou plusieurs services sur cette porteuse et permet de commander la transmission de chaque programme individuel. La sous-couche de multiplexage IPoS est fondée sur le format de multiplexage statistique DVB/MPEG (*digital video broadcast/Motion Pictures Expert Group*).

La présente Annexe donne un aperçu technique de la spécification IPoS. Les § 2 et 3 décrivent respectivement l'architecture de réseau du système IPoS et l'architecture des protocoles adoptée pour l'interface radioélectrique entre les terminaux distants et le pivot.

2 Architecture de réseau

2.1 Segments de réseau

Le système IPoS est conçu pour être utilisé dans un réseau à satellite en étoile comprenant trois principaux segments:

Segment 1: Segment pivot: Le segment pivot prend en charge l'accès à l'Internet d'un grand nombre de terminaux distants par satellite. Il est composé de grandes stations terriennes pivots et d'équipements associés par lesquels passe l'ensemble du trafic.

Segment 2: Segment spatial: Le segment spatial est constitué de répéteurs «bent-pipe» sur satellites géosynchrones qui permettent d'assurer les transmissions dans les deux sens entre le pivot et les terminaux distants. Les paramètres et procédures concernant le système IPoS sont relativement indépendants des bandes de fréquences que les répéteurs de satellite utilisent, mais certaines spécifications physiques faisant intervenir des paramètres radiofréquence sont propres à chaque bande. Dans cette version de l'interface avec la couche physique (PHY) IPoS, on suppose que les services IPoS utilisent des satellites commerciaux fonctionnant dans des bandes attribuées au SFS.

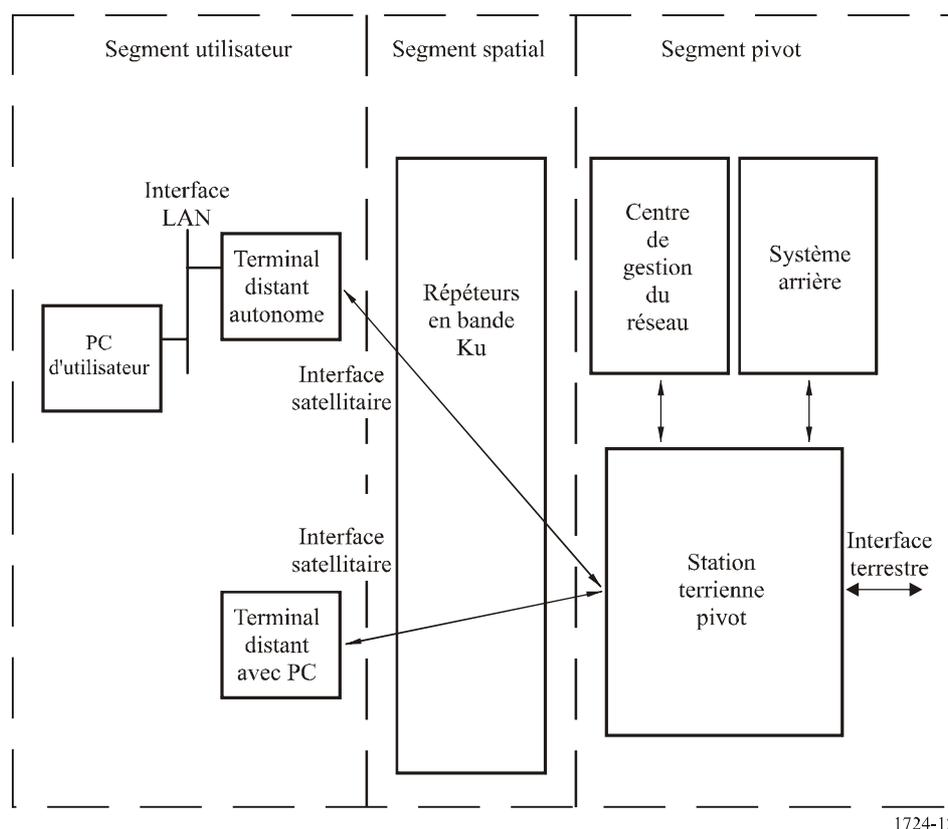
Segment 3: Segment utilisateur: D'une manière générale, le segment utilisateur IPoS est constitué de milliers de terminaux d'utilisateur, chacun étant capable d'assurer des communications IP large bande vers un site distant. Dans cette norme, les terminaux d'utilisateur sont également appelés terminaux distants. Ces terminaux prennent en charge les serveurs ou les ordinateurs personnels (PC) des utilisateurs sur lesquels les applications sont exécutées. Il existe deux grandes catégories de prise en charge des PC d'utilisateur:

- Point d'accès unique: lorsque le serveur et le terminal distant sont raccordés, par exemple par le biais d'une interface bus série universel (USB, *universal serial bus*).
- Réseau local (LAN) dans les locaux du client: lorsque les terminaux distants fournissent un accès à de multiples PC. Les LAN des clients sont considérés comme étant extérieurs au système IPoS.

La Fig. 12 illustre les composants de haut niveau de l'architecture IPoS et indique les principales interfaces internes et externes du système IPoS.

FIGURE 12

Architecture du système IPoS



1724-12

2.2 Interfaces de réseau

Les principales interfaces du système IPoS sont les suivantes :

- *Interface LAN avec les terminaux :* interface entre les serveurs ou les PC des utilisateurs et les terminaux distants. Elle utilise un protocole Ethernet qui ne fait pas partie de cette norme.
- *Interface satellitaire IPoS :* interface entre les terminaux distants et le pivot pour l'échange d'informations d'utilisateur, de commande et de gestion. Cette norme porte essentiellement sur cette interface, qui est également appelée interface radioélectrique.
- *Interface terrestre avec les pivots :* interface entre le pivot et le réseau dorsal raccordant le pivot à des réseaux de données par paquets extérieurs, à l'Internet public ou à des réseaux de données privés. Elle utilise des protocoles IP qui ne font pas partie de cette norme.

En ce qui concerne l'interface satellitaire IPoS, une distinction est faite entre les deux sens de transmission :

- Dans le sens descendant, allant du pivot IPoS vers les terminaux d'utilisateur, les transmissions sont radiodiffusées sur la totalité de la largeur de bande attribuée à la porteuse sur la liaison descendante. Comme la liaison descendante IPoS peut multiplexer de nombreuses transmissions, elle dessert de nombreux terminaux distants.
- La liaison montante, allant des terminaux distants au pivot IPoS, est une liaison point à point, qui utilise soit une largeur de bande attribuée par le pivot à des terminaux distants individuels soit une largeur de bande partagée par tous les terminaux en mode contention.

2.3 Caractéristiques du terminal distant

Le terminal distant est la plateforme d'accès depuis laquelle les serveurs d'utilisateur accèdent aux services du système IPoS. Le fait qu'un terminal nécessite ou non la prise en charge d'un PC constitue l'une des principales méthodes utilisées pour classer les terminaux IPoS. Conformément à ces critères, il existe deux catégories de terminaux distants:

2.3.1 Terminal distant avec PC

Ce type de terminal est essentiellement destiné à des applications grand public. Il fonctionne comme un périphérique de PC, généralement un périphérique USB, et nécessite une prise en charge importante depuis le PC. Cette prise en charge comprend:

- le téléchargement des logiciels du périphérique;
- l'activation de la fonction d'amélioration de la qualité de fonctionnement;
- des fonctions de mise en service et de gestion.

2.3.2 Terminal distant autonome

Ce type de terminal est destiné au marché grand public et aux professions libérales et télétravailleurs (marché SOHO). Le fonctionnement de ce terminal dans le système IPoS ne nécessite pas de PC extérieur. Ce type de terminal peut être entièrement géré par le pivot, par exemple les logiciels de ce type de terminaux peuvent être téléchargés par le pivot et les paramètres de configuration peuvent être fixés par le pivot.

2.3.3 Type de canal de retour

Un autre critère de classement des terminaux distants est le type de canal de retour qu'un terminal utilise pour envoyer des données au pivot. Selon ce critère, on peut définir les deux catégories suivantes:

- *Canal de retour par satellite*: le terminal distant transmet en retour vers le pivot directement par le biais de la partie des canaux par satellite montants du système IPoS.
- *Réception seule avec retour terrestre*: le terminal distant fonctionne en mode réception seule par rapport au satellite et utilise une certaine forme de capacité de retour terrestre (par exemple une connexion commutée).

Le Tableau 2 récapitule les caractéristiques types des divers types de terminaux distants actuellement définis dans le système IPoS.

TABLEAU 2
Caractéristiques types des terminaux IPoS

Nom/caractéristiques du terminal	Prise en charge d'un PC	Canal de retour
Périphérique de PC de système à satellites large bande, bidirectionnel	PC	Satellite
Terminal autonome de système large bande, bidirectionnel	Autonome	Satellite
Périphérique de PC de système à satellites large bande, en réception seule	PC	Connexion commutée

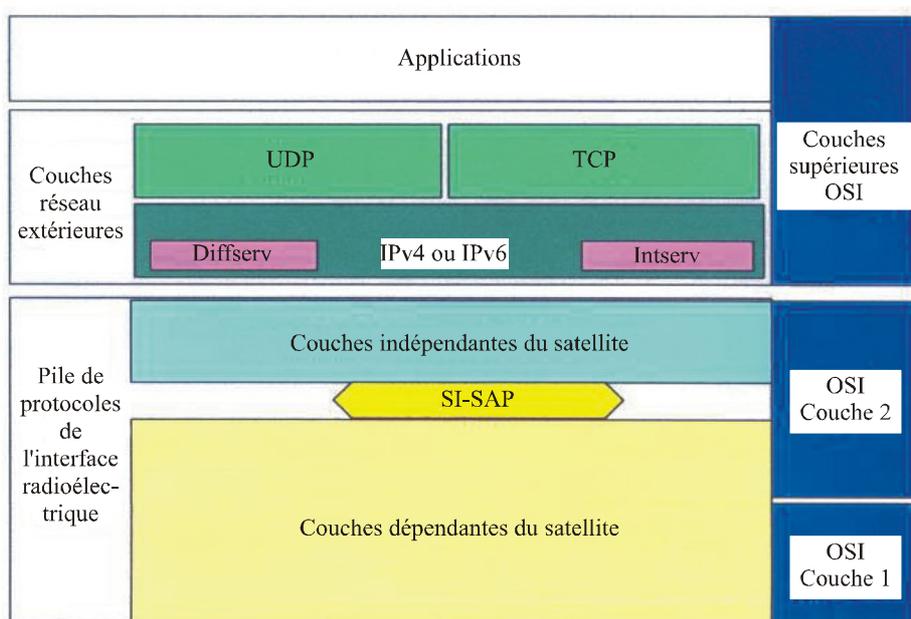
3 Interface satellitaire IPoS

3.1 Modèle de référence du protocole IPoS

Le protocole IPoS est un protocole d'homologue à homologue multicouches fournissant les mécanismes permettant d'échanger du trafic IP et des informations de signalisation entre les entités dans le pivot et dans les terminaux distants.

Le protocole IPoS est structuré conformément à l'architecture de protocole BSM définie dans le Rapport technique de l'ETSI/la Norme TR 101 984. Cette architecture sépare les fonctions dépendantes du satellite et les fonctions indépendantes du satellite, comme illustré sur la Fig. 13.

FIGURE 13
Modèle de référence du protocole



1724-13

L'architecture de protocole sépare les fonctions dépendantes du satellite et les fonctions indépendantes du satellite via une interface appelée SI-SAP. Les motifs de cette séparation sont les suivants:

- Elle permet de séparer les aspects propres au satellite de la couche supérieure indépendante du satellite et ce, afin de pouvoir procéder à de futurs développements du marché, notamment des améliorations IP.
- Elle permet de ménager une certaine souplesse pour l'ajout de solutions fondées sur des segments de marché plus complexes (par exemple, proxy PEP).
- Les éléments situés au-dessus de l'interface SI-SAP seront plus facilement accessibles par les nouveaux systèmes à satellites.
- Elle offre une certaine extensibilité, permettant de prendre en charge de nouvelles fonctionnalités de couche supérieure sans grande modification des conceptions existantes.

Comme illustré sur la Fig. 13, l'interface SI-SAP est située entre les couches liaison de données (couche 2) et réseau dans le modèle en couches de l'Organisation internationale de normalisation (ISO). Les éléments situés au-dessus de l'interface peuvent être, et doivent être, conçus sans tenir compte de la couche liaison par satellite support. Les couches indépendantes du satellite illustrées sur la Fig. 13 sont génériques, incluant des services pas encore spécifiés dans le système IPoS, tels que IntServ, DiffServ et IPv6.

L'interface IPoS est organisée en plans, couches et sens de transmission sur le satellite. Il existe trois plans de protocole:

Plan 1: Plan d'utilisateur (plan U): contient les protocoles nécessaires au transport fiable de trafic IP contenant des informations d'utilisateur à travers l'interface satellitaire.

Plan 2: Plan de commande (plan C): contient les protocoles de signalisation nécessaires pour prendre en charge et commander les connexions d'accès au satellite et les ressources nécessaires pour le transport du trafic d'utilisateur.

Plan 3: Plan de gestion (plan G): concerne l'administration et la messagerie relatives à la mise en service des terminaux distants, la facturation des utilisateurs, la qualité de fonctionnement et la signalisation des alarmes. Le plan de gestion sort du cadre de cette Norme.

Chacun des plans IPoS est subdivisé logiquement en trois sous-couches de protocole, qui sont utilisées pour décomposer la fonctionnalité globale du système en groupements de fonctions au même niveau d'abstraction.

- *Couche physique (PHY):* assure la fonctionnalité de bas niveau liée à la modulation, à la surveillance des erreurs dans les informations et à la signalisation des flux transportés à travers l'interface.
- *Couche de commande de liaison de données (DLC, data link control):* assure le multiplexage des divers flux ainsi que des services de transport fiables et efficaces.
- *Couche d'adaptation de réseau:* gère l'accès de l'utilisateur au satellite et les ressources radioélectriques nécessaires pour cet accès.

3.2 Couche physique (PHY)

La fonction de couche PHY assure l'émission et la réception des formes d'onde modulées utilisées pour le transport des données fournies par la couche liaison de données ou les couches supérieures sur le satellite. Au niveau de la couche PHY, aucune distinction n'est faite entre les méthodes de transport fournies pour les informations du plan U, du plan C ou du plan G. Cette distinction est faite dans des couches supérieures.

Les services assurés par la couche PHY sont regroupés dans les catégories suivantes:

- Les procédures d'acquisition initiale, de synchronisation et de télémétrie avec le pivot, y compris l'alignement temporel des transmissions avec la structure de trame des porteuses sur la liaison montante et l'ajustement de la puissance émise par les terminaux distants.
- La modulation, le codage, la correction d'erreur, l'embrouillage, le rythme et la synchronisation en fréquence des flux d'informations, assurés par les plans U et C de la couche DLC pour les porteuses sur la liaison descendante et sur la liaison montante.
- La réalisation de mesures locales (par exemple le rapport E_{bt}/N_0 à la réception), la récupération d'horloge et l'état et la supervision des paramètres physiques (tels que le rythme) et leur signalisation aux couches supérieures.

3.2.1 Transmission par satellite sur la liaison descendante

Les porteuses sur la liaison descendante IPoS utilisent un schéma de multiplexage statistique conforme au format des données DVB et la distribution du trafic IP aux terminaux distants est fondée sur l'encapsulation multiprotocole DVB. Des débits de symboles compris entre 1 Msymbole/s et 45 Msymbole/s sont pris en charge pour des taux CED de 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 et 7/8.

3.2.2 Transmission par satellite sur la liaison montante

Une liaison montante IPoS utilise la modulation MDP-4-0 à des débits de transmission de 64, 128 ou 256 ksymbole/s en cas d'utilisation du codage convolutif de taux 1/2 ou à des débits de transmission de 128 ou 256 ksymbole/s en cas d'utilisation du codage CED Turbo.

Le système IPoS utilise l'AMRT-MF avec assignation à la demande sur ses liaisons montantes pour assurer les transmissions des terminaux vers le pivot. La liaison montante IPoS a une longueur de trame AMRT de 45 ms subdivisée en un nombre d'intervalles variable. Les transmissions d'un terminal vers le pivot sont appelées «salve». Une salve nécessite un nombre entier d'intervalles pour le préfixe puis achemine un nombre entier d'intervalles de données. Ces intervalles de préfixe servent de préambule pour la salve et permettent d'espacer convenablement les salves dans le temps afin que des salves consécutives ne se chevauchent pas.

3.3 Couche liaison de données (DLL)

La couche DLL assure le service de transport effectif sur le réseau IPoS. Elle comprend les sous-couches suivantes:

- Commande de liaison par satellite (SLC, *satellite link control*).
- MAC.
- Multiplexage sur la liaison descendante.

3.3.1 Sous-couche de commande de liaison par satellite (SLC)

La couche SLC est la sous-couche de la couche DLC qui est chargée de transmettre les paquets entre les terminaux distants et le pivot.

Le système IPoS prend en charge différentes méthodes de remise dans le sens montant et dans le sens descendant.

Dans le sens montant, on utilise une méthode de remise fiable sans erreur, fondée sur des retransmissions sélectives. Dans cette méthode, les entités SLC de réception remettent uniquement des paquets de données sans erreur aux couches supérieures.

Dans le sens descendant, dans lequel les erreurs de transmission sont très peu fréquentes (TEB type = 10^{-10}), la couche SLC d'émission remet chaque paquet de données une seule fois sans retransmission des paquets erronés ou manquants.

Les fonctionnalités de la couche SLC sont les suivantes:

- Génération des identificateurs de session et mappage des paquets entrants dans la session correspondante.
- Chiffrement d'unités PDU IP spécifiques pour la confidentialité des données entre utilisateurs.

- Segmentation et réassemblage, pour segmenter des paquets de données de couche supérieure de longueur variable en unités PDU plus petites et réassembler ces unités.
- Remise des données en séquence à l'homologue au moyen du mode de remise fiable/non fiable.

3.3.2 Sous-couche de commande d'accès au support

Les services ou fonctions assurés par la couche MAC peuvent être regroupés dans les catégories suivantes:

- *Transfert de données*: ce service assure le transfert d'interactions MAC entre entités MAC homologues. Il n'assure aucune segmentation des données; ce sont donc les couches supérieures qui assurent la fonction de segmentation/réassemblage.
- *Réaffectation de ressources radio et de paramètres MAC*: ce service applique des procédures de contrôle des identificateurs qui sont attribués à une couche DLC particulière par la couche réseau pendant un certain intervalle de temps ou en permanence. Il applique également des procédures permettant d'établir des modes de transfert sur la couche DLC et de mettre fin à ces modes.
- *Détection d'erreur*: procédures de détection des erreurs de procédure ou d'erreurs se produisant pendant la transmission de trames.

3.3.3 Sous-couche de multiplexage sur la liaison descendante

Dans le sens descendant, la sous-couche de multiplexage permet au pivot de transmettre plusieurs types de trafic, plusieurs programmes ou plusieurs services sur la même porteuse et elle contrôle la transmission de chaque programme individuel. Cette sous-couche est fondée sur le format de multiplexage statistique DVB/MPEG.

Dans ce format DVB/MPEG, toutes les trames ou tous les paquets associés à l'un des types de trafic ont le même identificateur de programme (PID, *programme identifier*). Au niveau des terminaux distants, un démultiplexeur décompose le multiplex descendant en flux de transport spécifiques et le terminal distant filtre uniquement ceux qui correspondent aux adresses PID configurées dans le terminal.

Les terminaux distants IPoS sont configurés pour filtrer deux types d'identificateur PID associés aux types suivants de flux de transport, qui se rapportent au système IPoS:

Type 1: Tables PSI, qui fournissent la configuration des services aussi bien aux terminaux IPoS qu'aux terminaux non IPoS. Les tables PSI permettent aux terminaux IPoS de déterminer la configuration spécifique du système IPoS.

Type 2: Informations d'utilisateur et de commande IPoS, qui sont transportées dans les canaux logiques IPoS. Ces informations peuvent être destinées à l'ensemble des terminaux IPoS, à un groupe de terminaux IPoS ou à un seul terminal IPoS.

Les paquets DVB/MPEG sur la liaison descendante sont radiodiffusés sur toute la largeur de bande de la porteuse sur la liaison descendante et les terminaux IPoS filtrent les paquets qui ne correspondent pas à leur propre adresse. Le schéma d'adressage est inclus dans l'en-tête de paquet de transport et dans l'en-tête MAC.

3.4 Couche d'adaptation de réseau

La fonction de la couche d'adaptation de réseau comprend les principales sous-fonctions suivantes:

- *Transport de paquets IP*: cette fonction comprend les fonctions nécessaires pour déterminer la classe de service du paquet IP sur la base du type de paquet, du type d'application, de la destination et de la configuration interne.
- *Gestion du trafic*: cette fonction permet d'appliquer les fonctions de délestage et de régulation du trafic aux paquets IP avant que ces derniers ne soient offerts aux services de transport IPoS.
- *Proxy PEP*: cette fonction améliore la qualité de fonctionnement de certaines applications afin d'améliorer le service sur une liaison par satellite. Les proxys PEP sont souvent utilisés pour réduire les dégradations de débit rencontrées par les applications TCP en raison des retards et des pertes qui se produisent sur les liaisons par satellite.
- *Proxy de multidiffusion*: ce proxy adapte les protocoles de multidiffusion IP (par exemple PIM-SM) aux services de transport IPoS appropriés afin d'assurer la multidiffusion.

La couche d'adaptation de réseau ne fait pas partie de la spécification de l'interface radioélectrique IPoS.
