RECOMMANDATION UIT-R BT.1126*

Protocoles de transmission de données et schéma de contrôle de la transmission pour les systèmes de radiodiffusion de données utilisant un canal de données de radiodiffusion télévisuelle par satellite

(1994)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

a) qu'un protocole de transmission commun devrait s'appliquer aussi bien au canal de données du système NTSC à sous-porteuse numérique (préconisé par la Recommandation UIT-R BO.650) qu'à celui du système MUSE (préconisé par la Recommandation UIT-R BO.786);

b) que divers services de radiodiffusion de données sont disponibles, comme la télécopie par voie radioélectrique, le télélogiciel, les images fixes numériques codées, la télémusique etc.;

c) que des services multimédia combinés aux services ci-dessus sont aussi disponibles;

d) que ces applications exigent une certaine souplesse;

e) qu'il faut des possibilités d'extension aux nombreux services qui tiennent compte de la nouvelle technologie et des besoins des radiodiffuseurs de services et des utilisateurs;

f) que divers services peuvent être transmis efficacement sur un canal de données de capacité de transmission limitée;

g) qu'on a besoin d'un système à accès conditionnel souple pour disposer de plusieurs systèmes de facturation et de plusieurs niveaux de sécurité;

h) que les paquets utiles sont séparés de tous les autres paquets de services que diffusent sur un canal de données, avec divers formats, les nombreux radiodiffuseurs de services;

j) que les paquets non désirés ne doivent pas agir sur le récepteur;

k) que la qualité des données est garantie quand la qualité de l'image de TV reçue est mauvaise;

l) que, pour faciliter l'interfonctionnement, il est souhaitable de décrire une norme technique conforme à la Recommandation UIT-R BT.807;

m) qu'il est souhaitable en outre que les protocoles des couches 1 à 4 qui comprennent les fonctions de transmission des données soient communs aux services de radiodiffusion de données afin de promouvoir la mise au point de circuits de réception compatibles, que le protocole de la couche 5, qui comprend les fonctions de traitement des données, soit commun de manière à permettre la mise en œuvre des services multimédia et d'une méthode simple d'accès aux données et enfin, que le protocole des couches 6 et 7 soit optimisé dans chaque service,

recommande

1 que le système de radiodiffusion de données sur le canal de données du système NTSC à sous-porteuse numérique et du système MUSE que décrivent respectivement les Recommandations UIT-R BO.650 et UIT-R BO.786 utilise les protocoles de transmission de données décrits dans l'Annexe 1, le schéma de contrôle de la transmission de l'Annexe 2 et le système à accès conditionnel de l'Annexe 3.

---

* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2002 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44.

ANNEXE 1

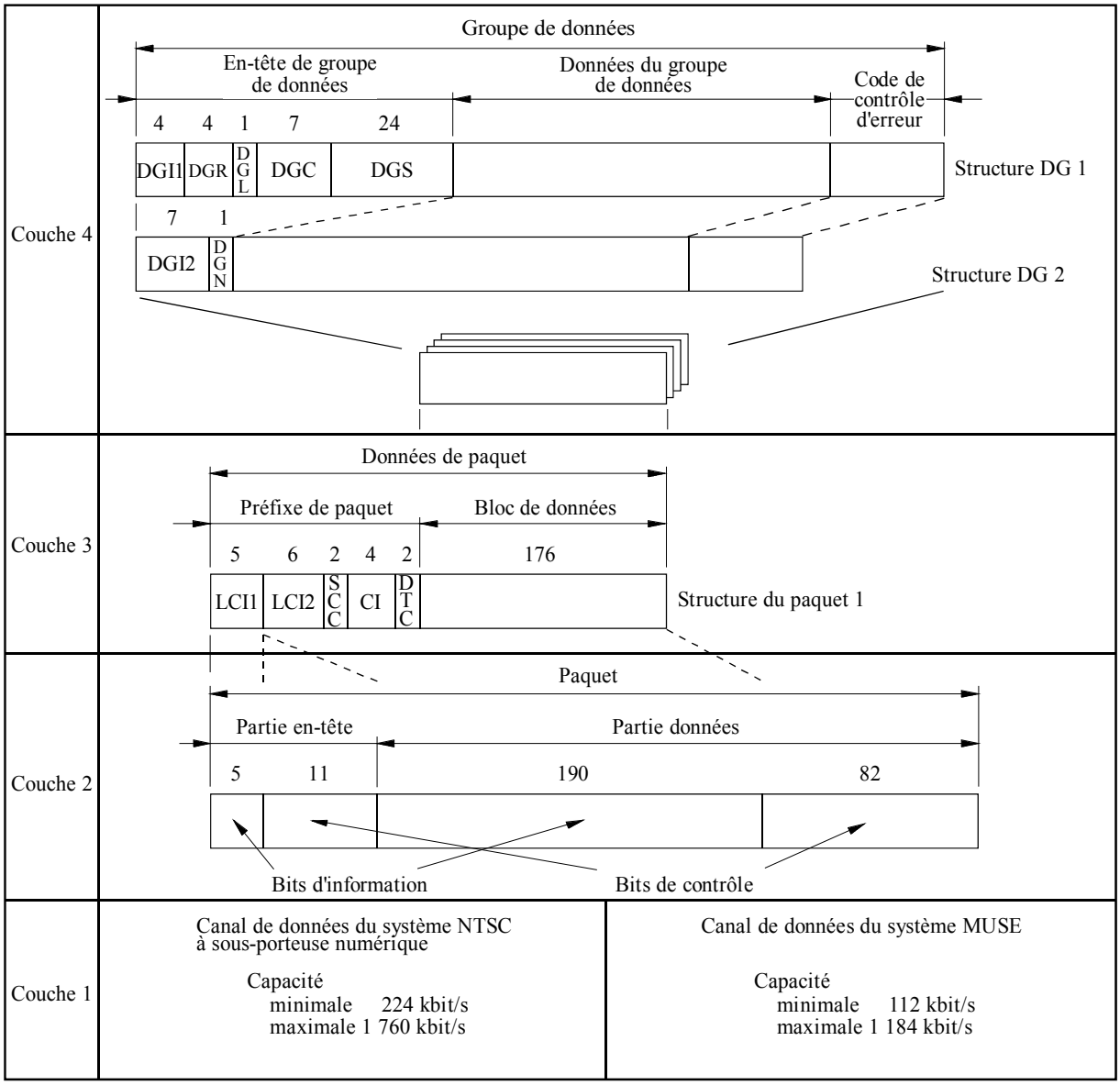
Protocoles de transmission de données des couches 1 à 4 du canal de données

1 Introduction

Les protocoles de transmission de données des couches 1 à 4 conformes à la Recommandation UIT-R BT.807 sont présentés sur la Fig. 1. Les protocoles des couches supérieures (couches 5 à 7) sont définis pour chaque service.

FIGURE 1

Protocoles de transmission de données des couches 1 à 4



CI: indice de continuité
DG: groupe de données
DGC: continuité du groupe de données
DGI: identificateur du groupe de données
DGL: liaison du groupe de données
DGN: renouvellement du groupe de données
DGR: répétition du groupe de données
DGS: dimension du groupe de données
DTC: commande de transmission de données
LCI: identification du canal logique
SCC: commande de l'embrouillage

D01

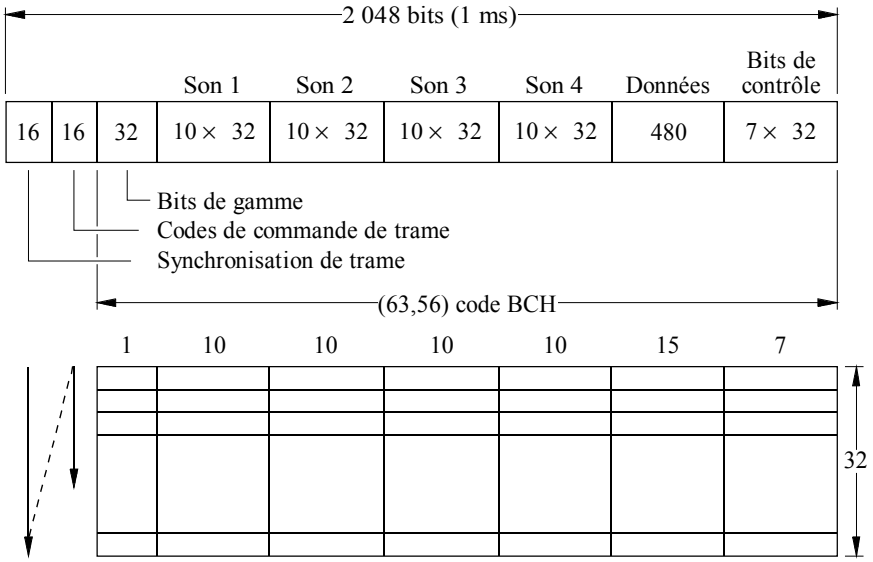
2 Couche 1 (physique)

La Recommandation UIT-R BO.650 préconise le système NTSC à sous-porteuse numérique et la Recommandation UIT-R BO.786 le système MUSE.

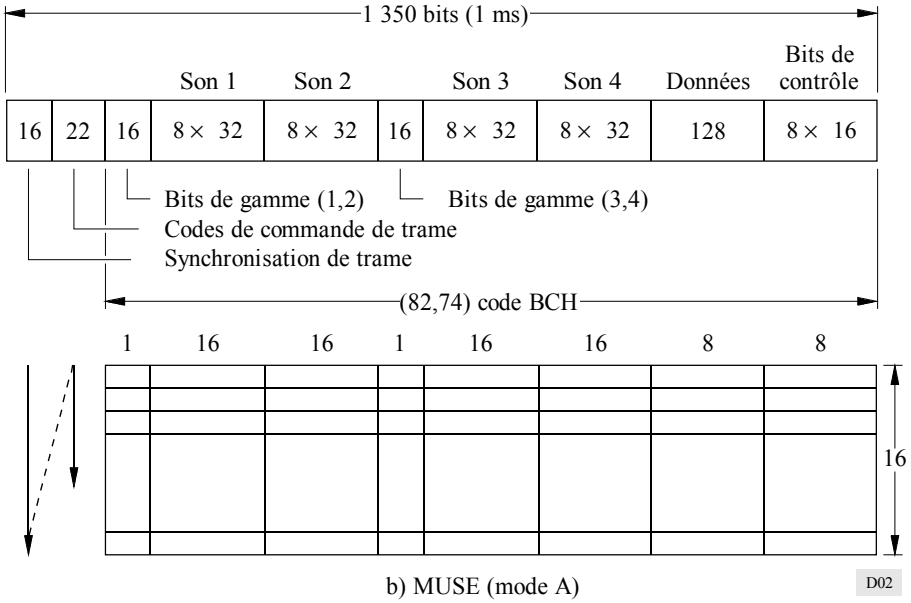
La Fig. 2 présente les formats de trame du signal numérique son/données du système NTSC à sous-porteuse numérique et du système MUSE. Chaque bit de la trame est transmis avec entrelacement. Le train de bits du système NTSC à sous-porteuse est modulé en MDPD à 4 phases par une sous-porteuse à 5,73 MHz et les signaux modulés sont multiplexés dans le haut de la bande du signal de bande de base. Quant au train de bits du système MUSE, il subit un entrelacement des trames à la suite de l'entrelacement des bits, est comprimé dans le temps, transformé en code ternaire puis inséré dans la période de suppression verticale.

FIGURE 2

Formats de trame pour le signal numérique son/données



a) NTSC à sous-porteuse numérique (mode A)



b) MUSE (mode A)

D02

Dans les formats de trame des deux systèmes, il y a des plages réservées exclusivement à la transmission de données. Les plages du canal de données sont les plages de la trame qui restent libres et qui ne servent pas à transmettre le son. Elles sont définies par 5 bits des codes de contrôle de trame dans le système NTSC à sous-porteuse numérique et par 6 bits dans le système MUSE. Le débit de données effectif dépend donc de l'usage qui est fait des plages son dans le canal numérique. Comme le montre le Tableau 1, ce débit varie de 224 à 1 760 kbit/s dans le système NTSC à sous-porteuse numérique et de 112 à 1 184 kbit/s dans le système MUSE.

TABLEAU 1

Capacité du canal de données

Mode son	Nombre de canaux son	Capacité du canal de données (kbit/s)	
		NTSC à sous-porteuse numérique	MUSE
A/B	0	1 760	1 184
A	1 2 3 4	1 440 1 120 800 480	912 656 ou 640 384 128
B	1 2	224 224	640 112

La logique de décision majoritaire des codes de contrôle de trame dure 36 ms, laps de temps appelé «trame de référence». Le mode canal de données de la période suivante de la trame de référence est décidé pendant cette période. Un bit permettant d'identifier la trame de référence est attribué aux codes de contrôle de trame. La trame de départ pour le multiplexage des paquets peut être identifiée par ce bit. Le nombre de paquets multiplexés au cours d'une trame de référence est un nombre entier.

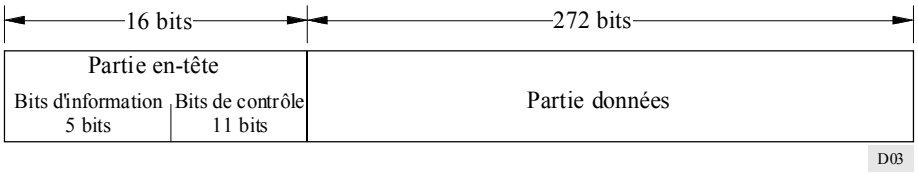
3 Liaison (couche 2)

3.1 Structure des paquets

La Fig. 3 présente la structure des paquets. Elle se compose d'un en-tête et d'une portion de données. Le paquet a une longueur fixe de 288 bits.

FIGURE 3

Structure des paquets

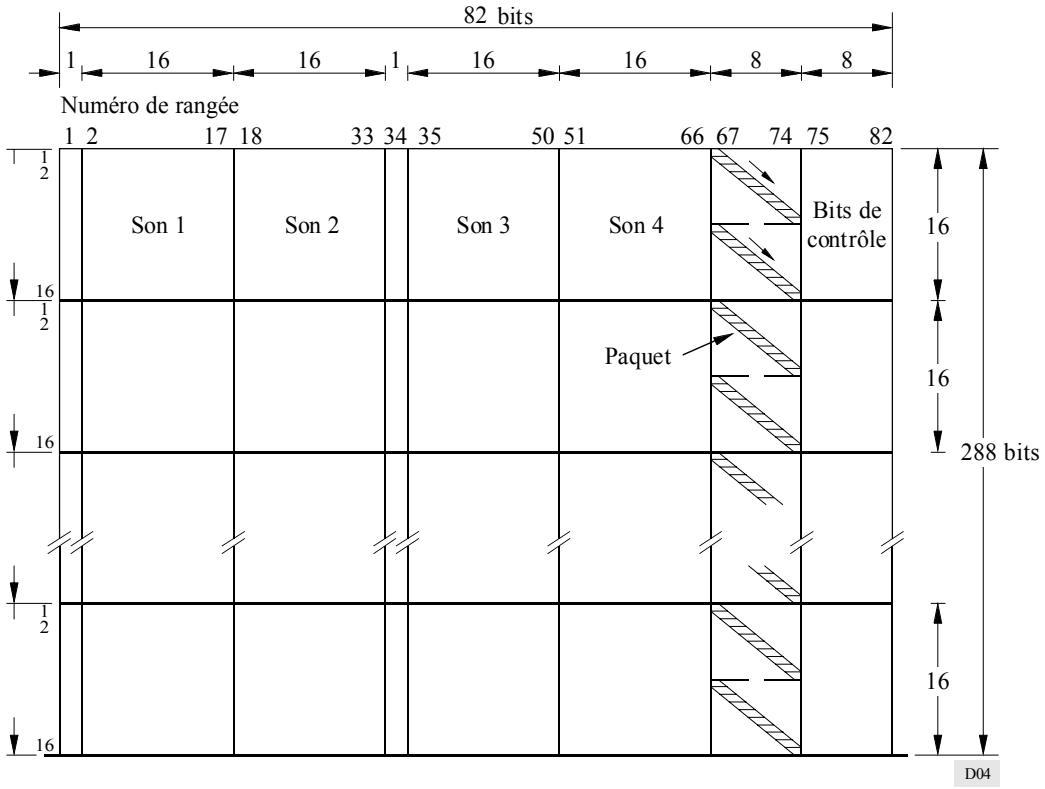


3.2 Assignation des bits du paquet dans le canal de données

Dans la plage canal de données, on assigne les bits des paquets par multiplexage diagonal. Un exemple est fourni à la Fig. 4.

FIGURE 4

Structure de supertrame du multiplex son/données et assignation des bits du paquet dans la plage canal de données (cas où il y a 4 canaux son en mode A du système MUSE)



3.3 Code correcteur d'erreurs pour un bloc de données

Le code BCH (16,5) s'applique à la portion d'en-tête. Ce code peut corriger toutes les erreurs jusqu'à 3 bits et les détecter jusqu'à 4 bits.

Le code (272,190) peut servir à corriger les erreurs binaires dans la portion de données. Toutefois, d'autres codes correcteurs d'erreurs et des méthodes n'utilisant pas de code correcteur peuvent aussi être utilisés dans la partie «données».

4 Réseau (couche 3)

4.1 Structure des données du paquet

Les données du paquet comprennent les cinq bits d'information de la partie en-tête et les bits d'information de la partie données. Deux types de structure de paquet de données sont conçues pour les codes correcteurs d'erreurs: la «structure de paquet 1» pour le code (272,190) et la «structure de paquet 2» pour les autres codes correcteurs d'erreurs ou pour les données sans code correcteur d'erreurs. A l'heure actuelle, on ne peut utiliser que la structure de paquet 1.

4.2 Structure de paquet 1

Les données du paquet comprennent cinq bits d'information dans la partie en-tête et 190 bits dans la partie données. Les cinq bits d'information sont désignés par le terme identification du canal logique 1 (LCI1). LCI1 et les 14 premiers bits des bits d'information forment le préfixe du paquet. Les 176 bits d'information restants constituent un bloc de données. La Fig. 5 présente la structure en paquets de données de la structure de paquet 1.

FIGURE 5

Structure en paquets de données de la structure de paquet 1

Préfixe du paquet		Bloc de données
5 bits	14 bits	176 bits

4.3 Préfixe de paquet (PF)

Ce préfixe (PF) comprend l'identification du canal logique 1, l'identification du canal logique 2, le contrôle d'embrouillage, l'indice de continuité et le drapeau de contrôle de transmission de données. La Fig. 6 présente la structure du préfixe de paquet. Les fonctions sont les suivantes:

FIGURE 6

Structure du préfixe de paquet

Identification du canal logique 1	Identification du canal logique 2	Commande d'embrouillage	Cadence de continuité	Drapeau de commande de transmission de données
LCI1 5 bits	LCI2 6 bits	SCC 2 bits	CI 4 bits	DTC 2 bits

4.3.1 Identification du canal logique 1 (LCI1) et identification du canal logique 2 (LCI2)

La combinaison du LCI1 et de LCI2 sert à identifier le canal logique.

4.3.2 Commande de l'embrouillage (SCC)

Les paquets de données sont embrouillés de façon que l'on puisse utiliser une méthode d'embrouillage commune pour les différents services du canal de données. A cette fin, on se sert d'un bit drapeau d'identification de l'embrouillage et d'un bit drapeau de synchronisation de charge pour une nouvelle clé d'embrouillage.

4.3.3 Indice de continuité (CI)

CI est un indice pour la continuité de la transmission des paquets et il sert à déceler les pertes de paquets au cours de la transmission.

4.3.4 Drapeau de commande de transmission de données (DTC)

Pour commander la transmission de données, on utilise un bit drapeau qui repère le premier paquet d'un groupe de données et un bit drapeau qui indique le dernier paquet d'un groupe de données.

5 Transport (couche 4)

Le groupe de données est formé d'un groupe de données organisé au sein d'un ensemble logique transportable. Un groupe de données est acheminé par un ou plusieurs blocs de données contigus transmis en séquence dans le même canal logique avec les LCI1 et LCI2 donnés.

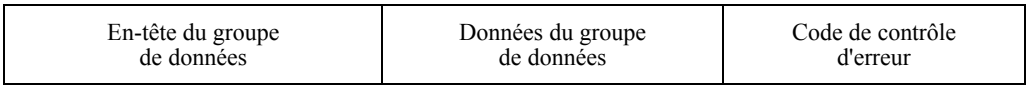
Quatre méthodes de transmission ont été envisagées, à savoir trois sortes de structure de groupes de données et une méthode qui ne recourt à aucune sorte de structure de groupe de données. Les trois groupes de données sont la «structure DG 1», la «structure DG 2» et la «structure DG 3». Les structures DG 1 et DG 2 sont décrites ci-après. La structure DG 3 sera définie dans l'optique d'un développement ultérieur.

5.1 Structure DG 1

Le groupe de données de la structure DG 1 se compose de l'en-tête de groupe de données, des données du groupe et d'un code de contrôle des erreurs dans le groupe de données. L'en-tête du groupe de données se trouve au début du groupe de données. Un code de contrôle des erreurs se trouve à la fin du groupe de données. La Fig. 7 présente la structure du groupe de données à structure DG 1.

FIGURE 7

Structure du groupe de données à structure DG 1

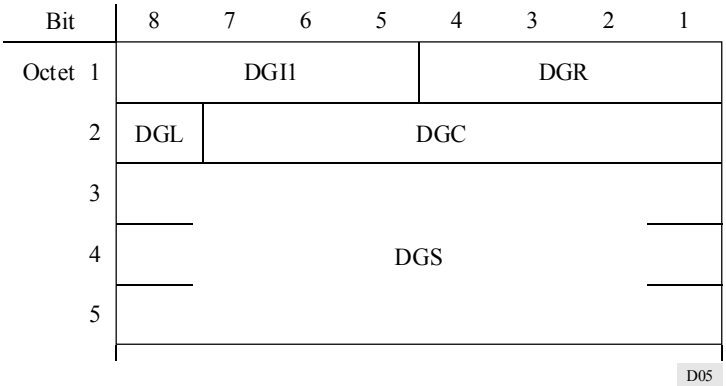


5.1.1 En-tête du groupe de données

La Fig. 8 présente la structure de l'en-tête du groupe de données à structure DG 1.

FIGURE 8

Structure de l'en-tête du groupe de données à structure DG 1



5.1.1.1 Identificateur de groupe de données 1 (DGI1)

DGI1 identifie le type des structures de données dans les données du groupe. L'assignation du DGI1 peut différer d'un service à l'autre.

5.1.1.2 Répétition du groupe de données (DGR)

Pour améliorer la fiabilité, la transmission d'un groupe de données est répétée. DGR indique le nombre de répétitions. Le nombre DGR est augmenté chaque fois qu'un même groupe de données est émis. La valeur zéro signifie que le groupe de données ne sera pas répété.

5.1.1.3 Liaison de groupes de données (DGL)

Un DGL de valeur 1 indique qu'un nouveau groupe de données sera acheminé à la suite du groupe de données en cours auquel il est lié. La liaison entre groupes de données peut avoir lieu entre groupes de données avec le même identificateur de groupe de données acheminé en séquence sur le même canal logique.

5.1.1.4 Continuité des groupes de données (DGC)

DGC est le numéro de série des groupes de données; il progresse d'une unité chaque fois qu'un nouveau groupe de données lié est transmis.

5.1.1.5 Dimension du groupe de données (DGS)

DGS indique en octets la dimension des données du groupe dans le groupe de données.

5.1.2 Contrôle d'erreurs dans un groupe de données

Le groupe de données est protégé par un code de contrôle de redondance cyclique (CRC). Le code CRC est un code de contrôle à 16 bits produit par le polynôme générateur $G(x)$: $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.

$G(x)$ est généralement utilisé dans les Recommandations UIT-T. Avec ce code, on peut déceler jusqu'à 16 bits erronés en paquets, jusqu'à 3 bits erronés isolés et les erreurs binaires impaires. Le code de contrôle est le reste de la division d'un polynôme binaire de données par $G(x)$.

5.2 Groupe de données à structure DG 2

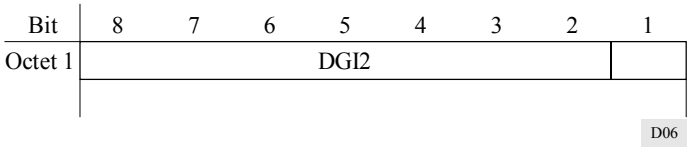
Le groupe de données de la structure DG 2 se compose d'un en-tête de groupe de données, des données du groupe et d'un code de contrôle des erreurs. La structure du groupe de données est la même pour les structures DG 1 et DG 2.

5.2.1 En-tête du groupe de données

La Fig. 9 présente la structure de l'en-tête du groupe de données de la structure DG 2.

FIGURE 9

Structure de l'en-tête du groupe de données de la structure DG 2



5.2.1.1 Identificateur du groupe de données 2 (DGI2)

DGI2 identifie le type des structures de données dans les données du groupe. L'assignation du DGI2 peut varier d'un service à l'autre.

5.2.1.2 Renouvellement du groupe de données (DGN)

DGN identifie le renouvellement du groupe de données transmis sous le même DGI2.

5.2.2 Contrôle d'erreurs pour le groupe de données

Le groupe de données est protégé par le code CRC décrit au § 5.1.2.

ANNEXE 2

Schéma de commande de la transmission avec des données de commande de transmission

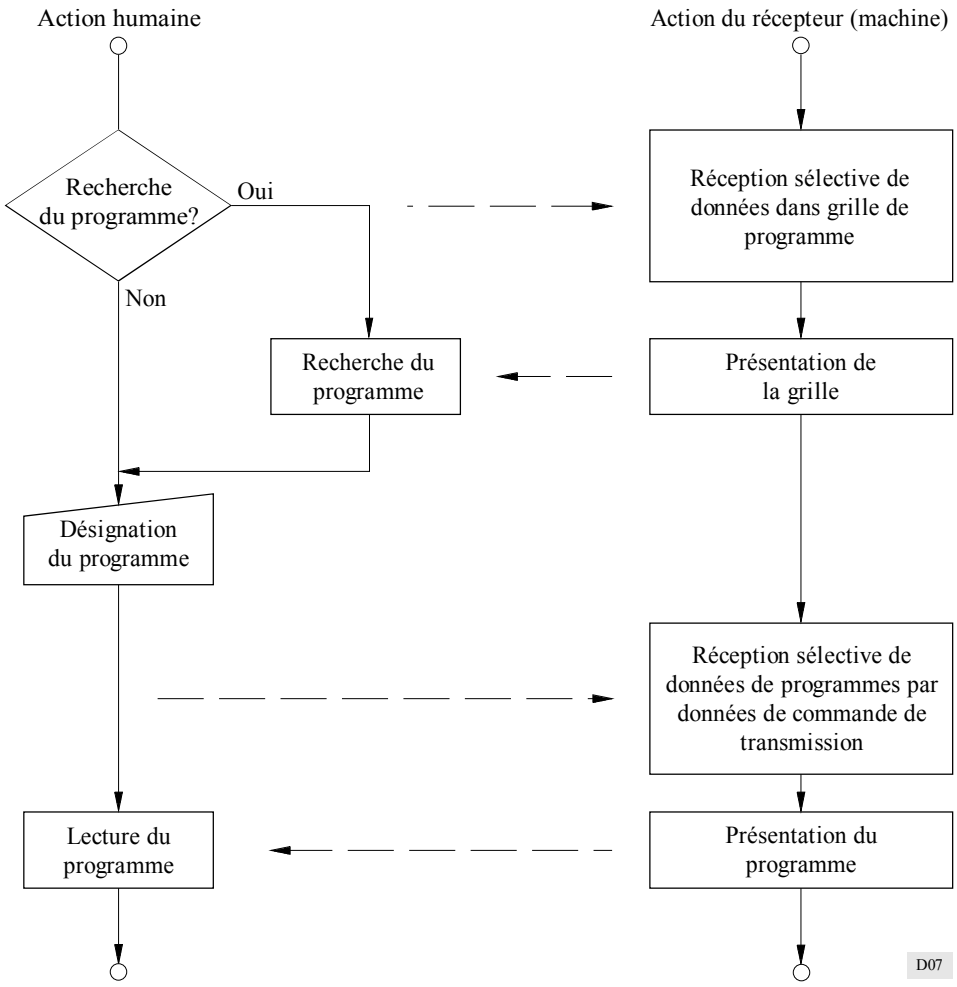
1 Introduction

Il est souhaitable d'exploiter en commun les récepteurs de données pour faciliter la sélection des services et des programmes. La Fig. 10 présente un diagramme fonctionnel de la sélection des programmes qui comprend deux étapes: au cours de la première, on désigne les programmes voulus et au cours de la seconde, le récepteur choisit les paquets utiles du programme désigné. Pour faciliter la sélection du programme à la première étape, il faut transmettre avec les autres services et dans les divers services de données, le tableau des données des programmes. Il faut aussi transmettre la correspondance entre les identificateurs de programme et ceux des paquets. Les données qui expriment cette correspondance sont les données de commande de transmission. Lors de la seconde étape, le récepteur sélectionne aisément les paquets nécessaires au moyen des données de commande de transmission. Grâce à ce schéma de commande de la transmission avec les données de commande de transmission, on peut facilement mettre en œuvre des services multimédia. De plus, on pourra à l'avenir introduire sans difficultés des améliorations concernant le codage et la mise à jour de la présentation.

Les données de commande de transmission sont transmises conformément au protocole présenté dans l'Annexe 1. La couche 5 des données de commande de transmission est décrite ci-dessous.

FIGURE 10

Diagramme fonctionnel de la sélection des programmes

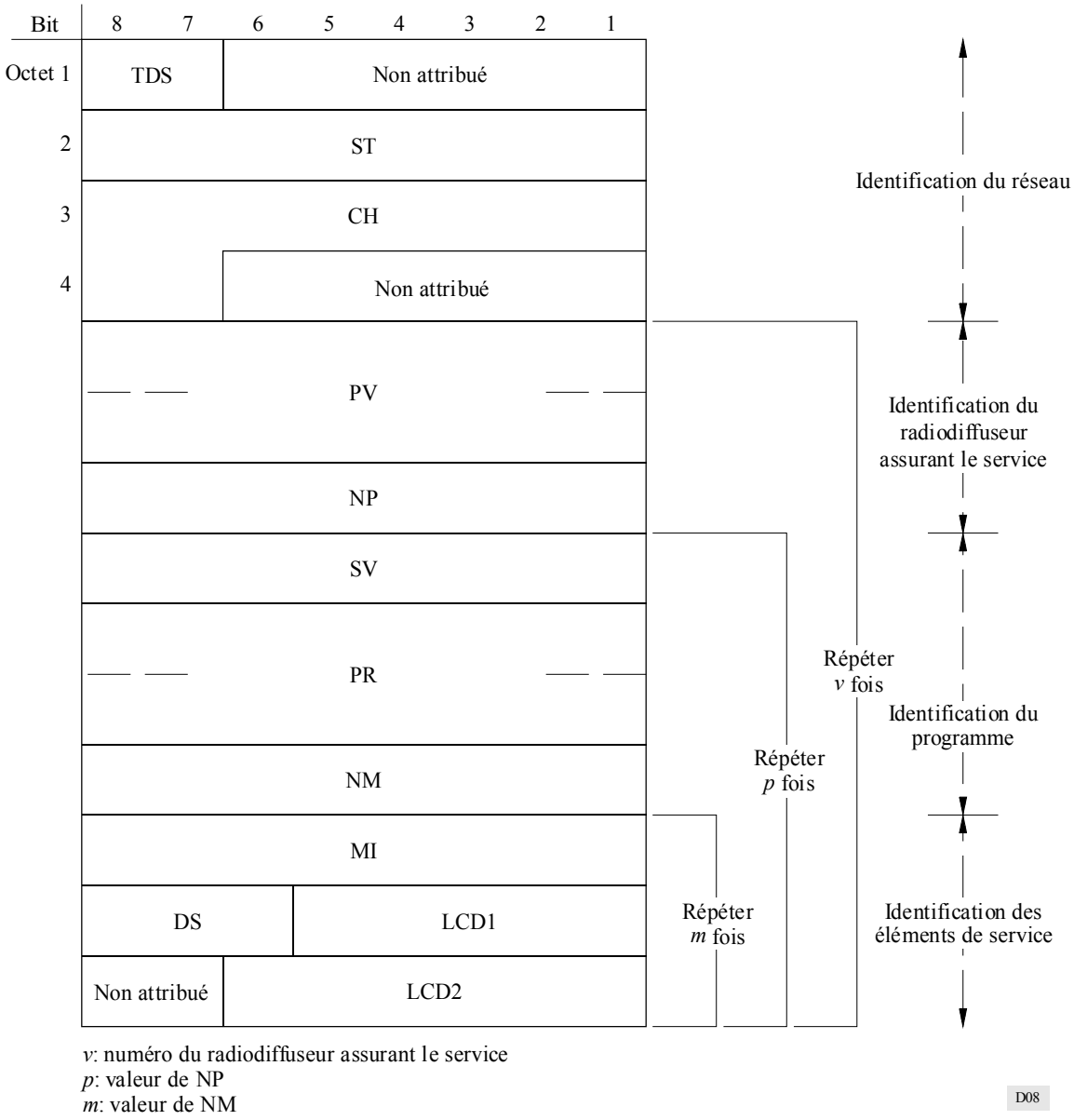


2 Données de commande de transmission

Ces données comprennent l'identification du réseau, celle du radiodiffuseur du service, celle du programme et enfin, celles des éléments du service, (la méthode de codage de la présentation et le canal logique). La Fig. 11 présente la structure des TCD.

FIGURE 11

Structure des données de commande de transmission



v: numéro du radiodiffuseur assurant le service
p: valeur de NP
m: valeur de NM

3 Identification du réseau

3.1 Structure des données de commande de transmission TDS

TDS identifie la structure des données de commande de transmission.

3.2 Identification de la station (ST)

ST identifie la station de radiodiffusion qui émet les données multiplexées dans la télévision.

3.3 Canal de transmission (CH)

CH identifie le canal de transmission de ST.

4 Identification du radiodiffuseur assurant le service

4.1 Radiodiffuseur assurant le service (PV)

PV identifie le radiodiffuseur assurant le service.

4.2 Numéro du programme (NP)

NP indique le numéro du programme fourni par le PV.

5 Identification du programme

5.1 Numéro du service (SV)

SV identifie le type de service.

5.2 Numéro du programme (PR)

PR, combiné avec SV, identifie le programme.

5.3 Nombre d'éléments du service (NM)

NM indique le nombre d'éléments du service du programme que l'on désigne au moyen des codes SV et PR.

6 Identification des éléments du service

6.1 Identification des médias (MI)

MI indique la méthode de codage de présentation de l'élément du service par laquelle sont codés l'image, le son, le texte et la télécopie.

6.2 Identification du canal logique 1 (LCD1) et du canal logique 2 (LCD2)

LCD1 et LCD2 identifient le canal logique sur lequel l'élément du service est transmis.

6.3 Structure des données (DS)

DS identifie la structure de paquet et de groupe de données qu'utilise l'élément de service identifié par MI.

7 Protocole de transmission des TCD

TCD utilise la structure de paquet 1 et la structure DG 1.

7.1 Canal logique pour TCD

Le canal logique pour transmettre les TCD est défini.

ANNEXE 3

Système à accès conditionnel du canal de données

1 Introduction

Les principes énoncés ci-après spécifient la mise en œuvre souple et indépendante d'un système à accès conditionnel. En respectant ces contraintes, un fournisseur de service peut choisir d'exploiter le système à accès conditionnel qu'il veut. Cependant, en vue d'assurer une homogénéité maximale, on spécifie un sous-système d'embrouillage à usages multiples qu'il est recommandé de normaliser. Le système d'embrouillage conseillé, fondé sur la Recommandation UIT-R BT.810, est décrit au Tableau 2.

2 Embrouillage

2.1 Portée de l'embrouillage

Les 17 premiers bits du préfixe du paquet doivent être transmis en clair. L'embrouillage doit avoir lieu avant que les bits de parité du paquet soient créés et ajoutés.

2.2 Commande de l'embrouillage

2.2.1 Drapeau d'identification de l'embrouillage

Un drapeau d'identification de l'embrouillage est transmis au 12^{e} bit du préfixe du paquet; il indique si le paquet est embrouillé ou non. Si le drapeau est mis à 1, les données du paquet ne sont pas accessibles sans désembrouillage.

TABLEAU 2

Description du système à accès conditionnel

Mise en œuvre	Canal de données du système NTSC à sous-porteuse numérique et du système MUSE
Processus d'embrouillage	Combinaison par un OU exclusif ou chiffrement en bloc des bits de données de paquets (sauf les bits 1 à 17 du préfixe de paquet), avant de créer les bits de parité du paquet. Dans le préfixe du paquet, le drapeau d'identification de l'embrouillage indique si le paquet est embrouillé ou non. Le fournisseur de service peut spécifier des détails mais le système d'embrouillage recommandé est spécifié. Système recommandé: Combinaison par un OU exclusif bit par bit des bits de données du paquet (sauf les bits de préfixe du paquet) avec les bits d'un générateur pseudo-aléatoire
Générateur pseudo-aléatoire	Système recommandé: Combinaison non linéaire de la sortie de trois registres à décalage multi-étages à rétroaction linéaire (13, 11 et 8 étages chaque)
Synchronisation du générateur pseudo-aléatoire	Système recommandé: Premier bit d'embrouillage de chaque paquet
Mot d'initialisation	Système recommandé: 32 bits
Mot de commande	Système recommandé: 36 bits (32 bits aléatoires et 4 drapeaux de commande de modification)
Complément d'initialisation	Système recommandé: 15 bits du préfixe du paquet (11 bits de l'identificateur du canal logique et 4 bits de l'indice de continuité) et report de l'information de l'indice de continuité. Les drapeaux de commande du complément d'initialisation présents dans le mot de commande indiquent si les compléments d'initialisation sont activés ou non
Commande de l'effet	Sans objet
Messages de contrôle des titres d'accès (ECM)	Paquets désignés dans les données de commande de la transmission. Le fournisseur de service peut préciser les détails
Indice de mot de commande	Sans objet
Changement de mot de commande et de drapeau	Drapeau de rythme de l'embrouillage dans le préfixe de paquet.
Messages de gestion des titres d'accès (EMM)	Paquets désignés dans les données de commande de la transmission. Le fournisseur de service peut préciser les détails. On peut aussi disposer d'un réseau de télécommunication ou d'un transport physique
Equipement de commande d'accès	Intégré dans le récepteur ou fonctionnellement distinct
Module de sécurité	Prévoir un module séparable avec interface à normaliser

2.2.2 Drapeau de rythme de l'embrouillage

Un drapeau de rythme de l'embrouillage est transmis au 13e bit du préfixe de paquet; il indique les instants de renouvellement de la clé d'embrouillage. Si le drapeau est mis à 1, le processus de désembrouillage doit utiliser la dernière clé d'embrouillage transmise.

3 Messages de commande d'accès (ACM)

3.1 Transmission des ACM

Lorsqu'on transmet les ACM sur un canal de radiodiffusion télévisuelle par satellite (canal NTSC numérique à sous-porteuse ou MUSE), il faut recourir à un paquet du canal de données tel qu'il est spécifié dans l'Annexe 1.

3.2 Canal logique pour les ACM

Les ACM doivent être transmis dans le canal logique ci-après défini par les données de commande de transmission que spécifie l'Annexe 2.

– Canal logique désigné comme MI = 1 de chaque programme.

– Canal logique désigné comme SV = 1, PR = 65280 et MI = 1 de chaque fournisseur de service.

Le premier canal logique est préparé en vue de la transmission des messages de contrôle des titres d'accès (ECM) et le second en vue de celle des messages de gestion des titres d'accès (EMM).

3.3 Configuration des ACM

L'exploitant peut choisir la configuration, le contenu et le système de chiffrement des ACM qu'il veut, tant que les ACM sont conditionnés sous forme de blocs de données de paquet.