

RECOMMANDATION UIT-R BT.1209-1*

**Méthodes de multiplexage des services pour la radiodiffusion
télévisuelle numérique par voie hertzienne de Terre**

(Question UIT-R 31/6)

(1995-1997)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que des administrations mettront en œuvre la radiodiffusion télévisuelle numérique par voie hertzienne de Terre dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques;
- b) que des systèmes de radiodiffusion télévisuelle existants sont capables de transmettre des services d'image, de son et de données au nombre desquels peuvent figurer des services multilingues, le télétexte, la commande de messagerie de programmes, etc.;
- c) que des systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique peuvent assurer la transmission simultanée de signaux image, son, données et commande;
- d) que toute méthode de multiplexage des services devrait permettre d'assurer sur un canal existant la transmission de services de programmes multiples de télévision numérique;
- e) que le multiplexage des services peut, par exemple, se faire par la méthode de transmission structurée (assignation fixe) ou de transmission par paquets (assignation variable), ou encore par une combinaison des deux;
- f) que, suivant les exigences des services, chacune des formules mentionnées ci-dessus présente des avantages significatifs;
- g) qu'il peut être souhaitable d'assurer la transmission d'un service vidéo hiérarchique (la télévision à haute définition (TVHD), la télévision à définition améliorée (TVDA) et la télévision à définition normale (TVDN)) sur un seul canal;
- h) qu'il est souhaitable que le multiplexage des services puisse assurer une répartition souple des données entre les services de son, d'image et de données, en rapport avec la capacité de données exigée pour la vidéo;
- j) que des systèmes de radiodiffusion télévisuelle par satellite de programmes multiples de télévision numérique sont en cours de développement dans certains pays;
- k) qu'il est souhaitable que des systèmes conçus pour des largeurs de bande différentes présentent des éléments communs,

recommande

1 d'utiliser pour les systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique par voie hertzienne de Terre les méthodes de multiplexage du train de transport prescrites dans la Norme ISO/CEI 13818-1 de l'Organisation internationale de normalisation/Commission électrotechnique internationale et dont les grandes lignes sont présentées ci-après dans l'Annexe 1.

* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2003 conformément à la Résolution UIT-R 44.

Annexe 1

1 Introduction

Le système de multiplexage prescrit par la Norme ISO/CEI 13818-1 se fonde sur un train de transport par paquets de longueur fixe, les paquets étant appelés paquets du train de transport (TSP).

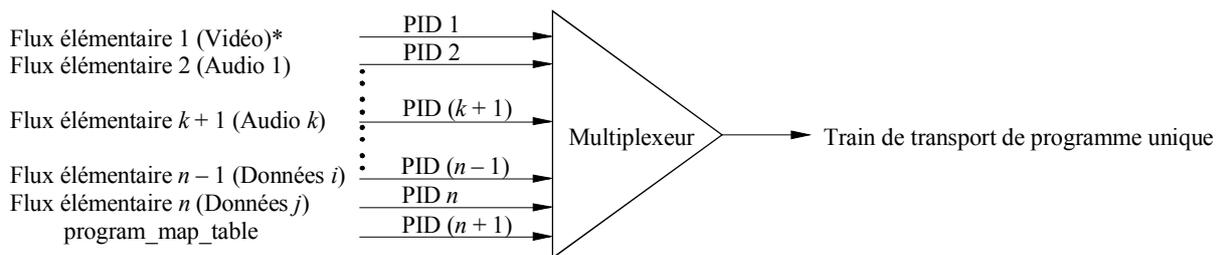
La conception générale du multiplexage au niveau du système consiste en une combinaison d'opérations effectuées au niveau de deux couches différentes: au niveau de la première couche, des trains binaires de transport de programme unique sont constitués par le multiplexage de paquets de transport issus d'un ou de plusieurs trains binaires élémentaires et, au niveau de la deuxième couche, un grand nombre de trains binaires de transport de programme unique sont combinés pour former un ensemble de programmes. La fonction qui renferme les informations de multiplexage aux niveaux des programmes et du système est désignée par l'abréviation PSI (informations propres aux programmes).

1.1 Train de transport de programme unique

Un train binaire de transport de programme unique est constitué par le multiplexage de différents trains élémentaires paquetés (PES) de transport qui se partagent une base de temps commune et d'un train binaire de commande paqueté qui décrit le programme. Les différents trains binaires sont identifiés par des identificateurs de paquets (PID) qui leur sont propres. L'organisation de cette fonction de multiplexage est illustrée à la Fig. 1. Le train binaire de commande contient le champ `program_map_table` (PMT) qui contient des informations sur les PID des trains de transport constituant le programme, l'identification des applications transmises sur ces trains binaires et la relation existant entre eux.

FIGURE 1

Illustration de la fonction de multiplexage à l'origine de la constitution d'un train de transport de programme unique



* Un programme unique pourrait quant à lui contenir plusieurs trains d'images.

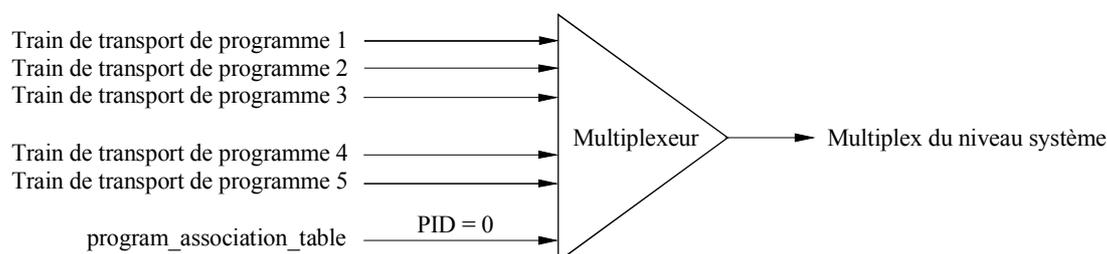
1209-01

1.2 Multiplex du système

La couche de multiplexage du système est illustrée à la Fig. 2. Indépendamment des trains binaires de transport de programme unique (avec leurs PID correspondants) qui définissent les différents programmes, il est défini un train binaire de commande du niveau système dont le $PID = 0$. Ce train binaire véhicule le champ `program_association_table` (PAT) qui mappe les `program_identities` sur les PID des trains binaires contenant le champ `program_map_table` correspondant au programme donné.

FIGURE 2

Illustration de la fonction de multiplexage à l'origine de la constitution du train binaire du niveau système



1209-02

Les paquets correspondant à ce multiplexage du niveau système sont appelés TSP.

Le TSP et le PES sont décrits en détail au § 2 et les modalités de multiplexage des services de données sont présentées au § 3.

2 Format des paquets

2.1 Paquet de transport

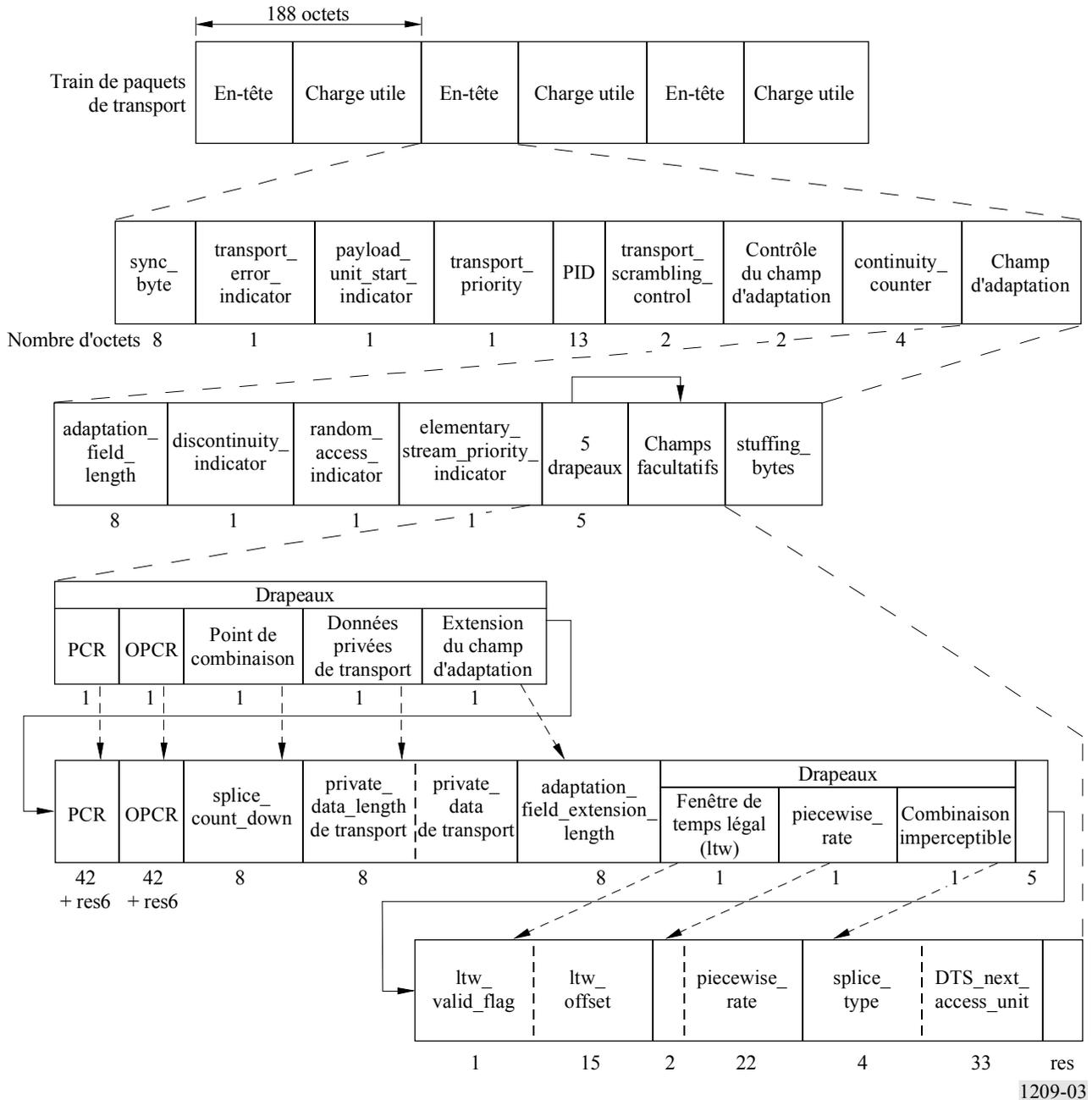
Le format du paquet de transport est indiqué à la Fig. 3. Les paquets de transport, d'une longueur de 188 octets et contenant les trains de transport des programmes, sont générés et multiplexés de façon asynchrone sur un canal binaire unique. Chaque paquet de transport véhicule des données appartenant à une seule «source de données» particulière et ces sources sont identifiées à partir des PID de l'en-tête qui sont précisés par les informations des tableaux PSI. Les sources de données constituent soit les applications générant les PES, soit les types d'informations PSI transmises.

2.1.1 En-tête

sync_byte (8 bits):	destiné à la synchronisation des paquets, est envoyé dans chaque paquet.
transport_error_indicator (1 bit):	drapeau servant à indiquer si le paquet contient ou non des bits d'erreur. Ce champ peut être utilisé pour la gestion des erreurs.
payload_unit_start_indicator (1 bit):	drapeau servant à indiquer si un PES commence dans le paquet ou si le premier octet d'une section PSI est ou non inclus dans le paquet.
transport_priority (1 bit):	drapeau servant à indiquer le rang de priorité du paquet. Peut être utilisé pour indiquer que le paquet a été transmis plusieurs fois pour parer à toute erreur de transmission et est donc moins prioritaire.
PID (13 bits):	identificateur du TSP.
transport_scrambling_control (2 bits):	«00» signifie «pas crypté», les autres valeurs signifiant «défini par l'utilisateur». «10» et «11» peuvent être utilisés pour indiquer, respectivement, «crypté avec clé A» et «crypté avec clé B».
continuity_counter (4 bits):	indique l'ordre des paquets transmis ayant le même PID. L'utilisation de ce champ permet la détection des erreurs dans le décodeur.

FIGURE 3

Structure du train de transport



2.1.2 Champ d'adaptation (longueur variable)

adaptation_field_length (8 bits): indique la longueur en octets du contenu du champ d'adaptation.

discontinuity_indicator (1 bit): indique la discontinuité du PCR.

random_access_indicator (1 bit): indique que le paquet PES suivant du même PID contient un point d'accès au flux élémentaire. Est utilisé pour l'accès aléatoire à des trains binaires d'application comme, par exemple, dans le cas d'accord de programme ou de changement de canal.

elementary_stream_priority_indicator (1 bit): ce drapeau peut être utilisé pour indiquer que le même train élémentaire est envoyé plusieurs fois pour parer à toute erreur de transmission et est donc moins prioritaire.

5 drapeaux (5 bits).

2.1.3 Champs facultatifs

program_clock_reference (PCR) (42 bits + 6 bits (pour utilisation ultérieure)): données de référence pour la synchronisation de l'horloge système. Comprend un champ de 33 bits correspondant à 90 kHz et un champ d'extension de 9 bits correspondant à 27 MHz.

original_program_clock_reference (OPCR) (42 bits + 6 bits (pour utilisation ultérieure)): aide à la reconstitution d'un train de transport unique à partir d'un autre train de transport.

splice_count_down (8 bits): indique le nombre de TSP jusqu'à un point de combinaison ou après lui. Il est à noter que, lorsque ce champ est utilisé dans un système à grande vitesse, l'opération de commande doit commencer juste avant le point de discontinuité (plusieurs ms dans le cas de la TVHD, par exemple). Indique les endroits dans les trains binaires élémentaires où peuvent être insérées des émissions locales, par exemple, des publicités.

private_data_length (8 bits): indique la longueur en octets des données privées.

private_data: les utilisateurs peuvent utiliser pour eux-mêmes ces trains binaires.

adaptation_field_extension_length (8 bits): indique la longueur en octets des champs facultatifs suivants.

3 drapeaux (3 bits).

ltw_valid_flag (1 bit): indique que la valeur du champ ltw_offset est valable.

ltw_offset (15 bits): indique le déplacement dans le temps d'arrivée du TSP.

piecewise_rate (22 bits): précise le débit binaire pour tous les paquets de transport de ce PID, mesuré en unités de 50 octets/s.

splice_type (4 bits): est utilisé pour dériver de tableaux de la spécification les champs splice_decoding_delay et max_splice_rate.

DST_next_access_unit (33 bits): indique la valeur de l'horodateur de décodage (DTS), expliqué au § 2.2.3 de l'unité d'accès suivante d'un train constitué d'un seul bloc ou de sous-blocs non apparents.

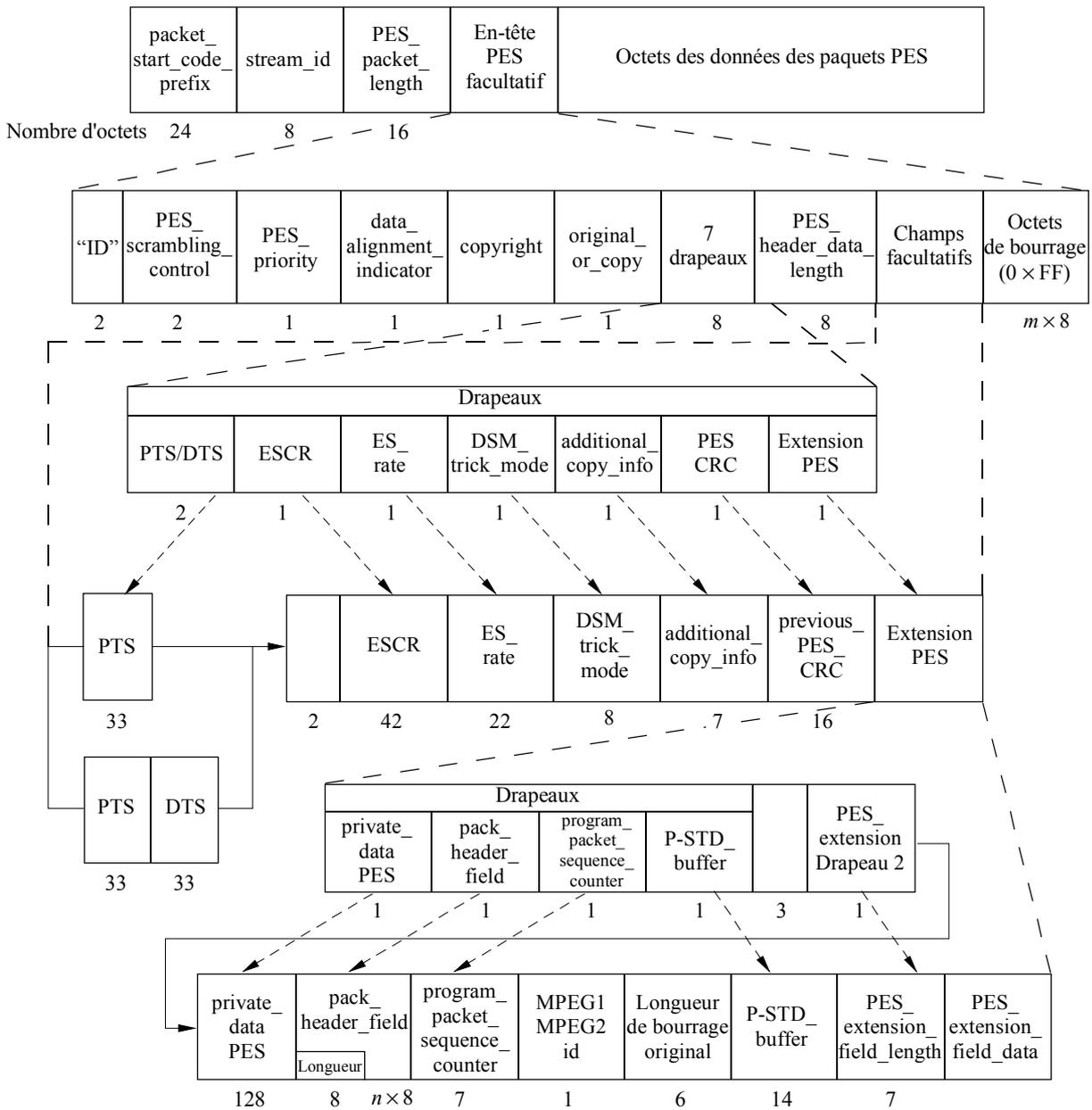
2.1.4 Bourrage

stuffing_bytes (8X octets): pour le bourrage.

2.2 Paquet PES

La structure du paquet PES est indiquée à la Fig. 4. Le paquet PES se compose d'un en-tête, suivi du train élémentaire de signaux vidéo ou audio normalisé dans le cadre du MPEG ou du train élémentaire pour des services de données et sa longueur est variable, l'en-tête aussi bien que le contenu du paquet étant l'un et l'autre variables.

FIGURE 4
Structure du paquet PES



(Les bits marqueurs ne sont pas indiqués)

2.2.1 En-tête PES

packet_start_code_prefix (24 bits):	structure fixe à 24 bits indiquant le début du paquet PES.
stream_id (8 bits):	est utilisé pour identifier chaque PES. Des mots de 4 bits sont disponibles pour les signaux vidéo et des mots de 5 bits pour les signaux audio; les 11 types de service de données peuvent aussi être identifiés. Bien qu'il soit impossible de prévoir le nombre d'identifications correspondant aux futurs services, le champ PES_extension_field permet de l'accroître et un exemple est donné au § 3.
PES_packet_length (16 bits):	indique la longueur en octets du contenu du paquet.

2.2.2 En-tête PES facultatif

PES_scrambling_control (2 bits):	«00» signifie «non crypté», les autres valeurs signifiant «défini par l'utilisateur».
PES_priority (1 bit):	indique le rang de priorité de la charge utile du paquet PES. N'est pas utilisé dans le flux de radiodiffusion.
data_alignment_indicator (1 bit):	indique si les données de l'unité d'accès sont ou non alignées après l'en-tête du paquet PES.
copyright (1 bit):	indique si les informations de la charge utile du paquet PES associé sont ou non protégées.
original_or_copy (1 bit):	indique si le contenu des données utiles du paquet PES correspond à un original ou une copie.
7 drapeaux (8 bits):	
PES_header_data_length (8 bits):	indique le nombre total d'octets des champs facultatifs et d'octets de bourrage contenus dans cet en-tête de paquet PES.

2.2.3 Champs facultatifs

PTS (presentation_time_stamp) (33 bits):	indique la durée prévue de présentation de l'unité de présentation de la première unité d'accès débutant dans le paquet. La valeur de PTS s'exprime en 90 kHz.
DTS (decoding_time_stamp) (33 bits):	indique la durée prévue de décodage de la première unité d'accès débutant dans le paquet. La valeur du DTS s'exprime en 90 kHz.
ESCR (elementary_stream_clock_reference) (42 bits):	est utilisé dans un train PES, mais pas pour la radiodiffusion.
ES_rate (22 bits):	est utilisé dans un train PES, mais pas pour la radiodiffusion.

DSM_trick_mode (8 bits):	est utilisé pour les supports d'enregistrement numérique, mais pas pour la radiodiffusion.
additional_copy_info (7 bits):	contient les données privées relatives au copyright. Doit être réservé étant donné l'existence de différents types de service en radiodiffusion.
previous_PES_CRC (16 bits):	le CRC correspondant au paquet PES précédent est envoyé dans l'en-tête du paquet PES suivant qui a la même valeur de PID. Est destiné à être utilisé dans la maintenance du réseau, mais pas par des décodeurs de trains élémentaires.

2.2.4 PES_extension

5 drapeaux (5 bits et 3 bits réservés).

2.2.5 Champ facultatif (longueur variable)

private_data (128 bits):	peut être utilisé pour de futurs services.
pack_header_field (8 bits):	est utilisé lorsque le PS est transmis par le TS et que le PS est reconstitué à la réception; n'est pas utilisé pour la radiodiffusion.
program_packet_sequence_counter (8 bits):	peut être utilisé comme compteur de continuité pour les paquets PES bien qu'il soit destiné à être utilisé dans le PS.
P-STD_buffer (16 bits):	est utilisé dans le PS, mais pas pour la radiodiffusion.
PES_extension_field_length (7 bits):	indique la longueur en octets du contenu du champ d'extension.
PES_extension_field (longueur variable):	sert à une extension future.

3 Multiplexage de données diverses

Des exemples de multiplexage de données à usage général sont présentés dans l'Appendice 1. Un exemple d'insertion du télétexte dans le multiplexeur de transport MPEG-2 est présenté dans l'Appendice 2.

Appendice 1 à l'Annexe 1

Multiplexage de données à usage général pour la radiodiffusion télévisuelle numérique par voie hertzienne de Terre

1 Méthode de multiplexage de données diverses

En radiodiffusion télévisuelle numérique, les spécifications devraient permettre au système de transmettre divers types de service de données, qu'ils soient ou non relatifs aux programmes télévisuels.

La Norme ISO/CEI 13818-1 propose deux méthodes de multiplexage des données. La première consiste à utiliser les trains binaires élémentaires et la seconde les sections privées définies dans les PSI.

1.1 Multiplexage des données par groupe de données de type PES

Le début de chaque groupe de données est, dans ce cas, synchronisé avec le début des données utiles du paquet de train de transport (TSP). Le code `stream_id` est attribué aux services de données.

Cette méthode convient aux données des médias de présentation qui utilisent l'horodateur de présentation (PTS).

Lors d'une diffusion «multimédia», on cherche à envoyer dans un programme divers types de données (sous-titres, informations détaillées, données en mode texte pour impression, logiciel informatique, ... et leur combinaison) et leur relation est précisée par le tableau de mappage des programmes (PMT). Chaque donnée est, dans ce cas, identifiée par le champ `stream_id`, cette identification devant lui être propre dans un programme; les champs `stream_id` réservés pour la transmission de données conformément aux dispositions de la Norme ISO/CEI 13818-1 n'étant cependant qu'au nombre de 5, il est possible, lorsque plus de 5 identificateurs de flux sont nécessaires, de les subdiviser en utilisant le champ `PES_extension_field`.

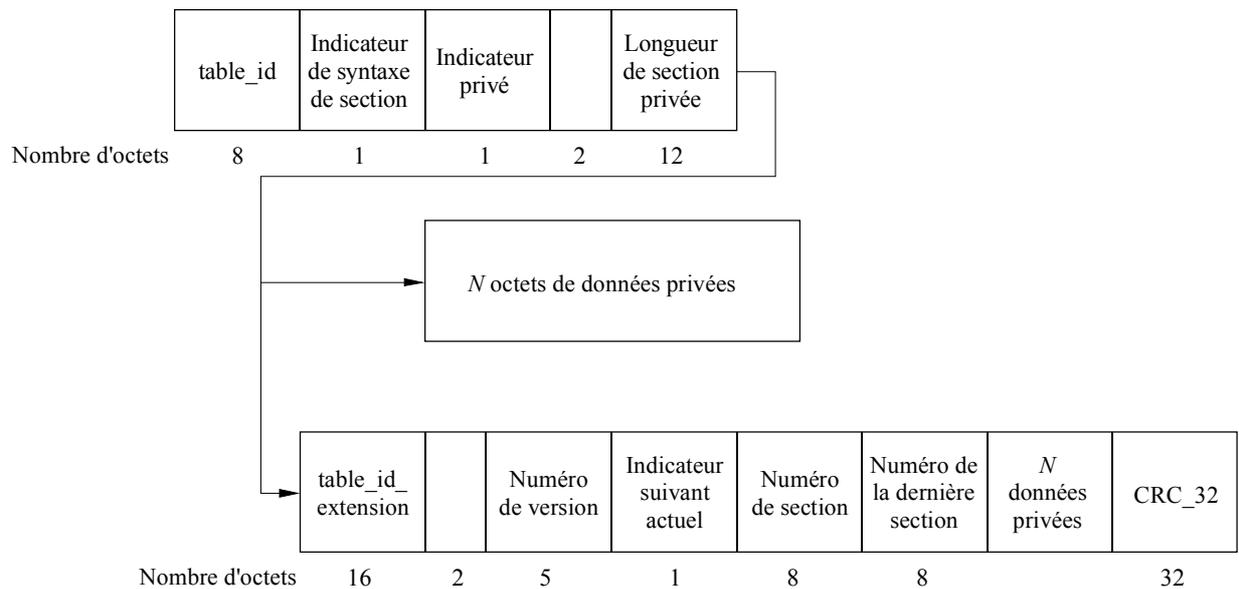
1.2 Multiplexage des données par groupe de données de type section

La structure de la section privée est indiquée à la Fig. 5. Chaque groupe de données dans un programme est identifié à l'aide du champ `table_id_extension`. (Le PMT permet l'attribution du champ `stream_type` comme champ privé de l'utilisateur (0x80-0xFF) et la réception des sections envoyées au moyen des paquets pourvus du champ `elementary_PID` voulu; la section qui elle est pourvue du champ `table_id` voulu est alors extraite des sections reçues.)

Dans le cas d'un groupe de données de type section, le point de départ n'a pas besoin d'être synchronisé avec le début des données utiles du TSP dans lequel peuvent être transmises les nombreuses sections. Le point de commencement de la première section est alors signalé par un indicateur placé au début des données utiles du TSP, le point suivant étant indiqué à l'aide du champ `section_length`.

Etant donné la possibilité de transmettre dans un TSP un grand nombre de sections, cette méthode convient à la transmission des signaux comprenant une petite quantité de données.

FIGURE 5
Structure de la section privée



1209-05

Appendice 2 à l'Annexe 1

Méthode de multiplexage pour le télétexte

Si des signaux de télétexte sont insérés dans le train binaire, les dispositions suivantes s'appliquent:

1 Train de transport

La syntaxe et la sémantique normalisées des TSP sont utilisées sous réserve des restrictions suivantes:

contrôle du champ d'adaptation: seules les valeurs «01» et «10» sont autorisées.

2 En-tête PES

La syntaxe et la sémantique normalisées du paquet PES sont utilisées sous réserve des restrictions suivantes:

stream_id: mis à «1011 1101» (0xBD) (private_stream_1).

PES_packet_length: mis à la valeur $(N \cdot 184) - 6$ où N est un nombre entier (de sorte que le paquet PES se termine à la fin d'un TSP).

- data_alignment_indicator: mis à «1» (indique que les unités d'accès au télétexte sont alignées sur les paquets PES).
- PES_header_data_length: mis à «0x24».
- stuffing_byte: l'en-tête PES est suivi d'autant d'octets de bourrage que nécessaire pour former la longueur des données d'en-tête, de façon que la longueur totale de l'en-tête PES soit de 45 octets.
- PES_packet_data-byte: ces octets sont codés conformément aux dispositions de l'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R BT.1301.

Le PTS et d'autres champs facultatifs peuvent être présents dans l'en-tête PES mais la longueur de l'en-tête est toujours fixée pour les trains identifiés dans le PSI par le descripteur de télétexte de radiodiffusion vidéo numérique.

FIGURE 6
En-tête PES et charge utile pour le télétexte

