

Union internationale des télécommunications

**UIT-R**

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

**Recommandation UIT-R BT.1888-1**  
(09/2011)

**Eléments de base des systèmes  
de radiodiffusion par fichiers**

**Série BT**  
**Service de radiodiffusion télévisuelle**



Union  
internationale des  
télécommunications

## Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

## Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en œuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

### Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
<b>BO</b>	Diffusion par satellite
<b>BR</b>	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
<b>BS</b>	Service de radiodiffusion sonore
<b>BT</b>	<b>Service de radiodiffusion télévisuelle</b>
<b>F</b>	Service fixe
<b>M</b>	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
<b>P</b>	Propagation des ondes radioélectriques
<b>RA</b>	Radio astronomie
<b>RS</b>	Systèmes de télédétection
<b>S</b>	Service fixe par satellite
<b>SA</b>	Applications spatiales et météorologie
<b>SF</b>	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
<b>SM</b>	Gestion du spectre
<b>SNG</b>	Reportage d'actualités par satellite
<b>TF</b>	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
<b>V</b>	Vocabulaire et sujets associés

*Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.*

Publication électronique  
Genève, 2012

© UIT 2012

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## RECOMMANDATION UIT-R BT.1888-1

**Eléments de base des systèmes de radiodiffusion par fichiers**

(3/2011-9/2011)

**Domaine d'application**

La présente Recommandation décrit les éléments de base des systèmes de radiodiffusion par fichiers afin de faciliter le transfert de fichiers d'un fournisseur de contenu à un utilisateur final. Les fichiers, transférés en temps réel ou non, sont stockés dans un récepteur et l'utilisateur final peut les lire au moment qui lui convient. La Recommandation définit certaines caractéristiques de base pour la mise en œuvre des récepteurs.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que les consommateurs souhaitent de plus en plus pouvoir visionner les programmes de télévision au moment qui leur convient;
- b) que les consommateurs manifestent un intérêt croissant pour le visionnage de tous les types de contenu y compris un contenu audio/vidéo et un contenu multimédia;
- c) que des mémoires de grande capacité sont désormais disponibles pour les récepteurs;
- d) que des systèmes de transfert de fichiers en différé sont capables d'acheminer toute sorte de contenu y compris des signaux audio/vidéo et des données multimédias;
- e) que les transferts en différé permettent d'acheminer un contenu de haute qualité codé à un débit plus élevé que dans le cas de la radiodiffusion en temps réel;
- f) que des services d'acheminement de contenu par fichiers ont déjà été mis en place sur les réseaux de télécommunication;
- g) qu'il est souhaitable d'assurer l'interopérabilité des différents systèmes,

*recommande*

- 1** d'utiliser les éléments de base décrits dans l'Annexe 1 pour la mise au point de systèmes de radiodiffusion par fichiers;
- 2** de considérer la NOTE 1 comme faisant partie intégrante de la présente Recommandation.

NOTE 1 – Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et on considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe «devoir» ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie aucunement qu'il est obligatoire de respecter en partie ou en totalité la Recommandation.

NOTE 2 – Un exemple de mise en œuvre pratique d'un système de radiodiffusion par fichiers est donné dans les Appendices 1 et 2 à titre d'information.

## Annexe 1

### Eléments de base des systèmes de radiodiffusion par fichiers

#### 1 Introduction

Les systèmes de radiodiffusion par fichiers sont intrinsèquement indépendants du contenu à acheminer; de même, les mémoires utilisées par les utilisateurs finals sont indépendantes du contenu stocké. Il s'ensuit une grande souplesse quant à ce qu'un fournisseur de contenu peut acheminer à l'utilisateur final. Le contenu peut être acheminé sur des périodes plus courtes ou plus longues que la durée en temps réel. Un contenu de haute qualité peut être acheminé moyennant un codage à des débits plus élevés que le débit maximal du canal de transmission. Dans le cas de la réception mobile, les erreurs à la réception, quoique fréquentes, peuvent être corrigées par diverses techniques dans le cas d'une transmission en différé.

Les éléments de base décrits dans la présente Annexe concernent les spécifications des systèmes de radiodiffusion par fichiers, la configuration des récepteurs pour ces systèmes, les métadonnées et une méthode de transport de fichier sur un canal de radiodiffusion.

#### 2 Abréviations

BML	langage de balisage pour la radiodiffusion ( <i>broadcast markup language</i> )
CID	identification de contexte ( <i>context identification</i> )
DLC	commande de téléchargement ( <i>download control</i> )
DRM	gestion des droits numériques ( <i>digital rights management</i> )
ECG	guide électronique du contenu ( <i>electronic content guide</i> )
FEC	correction d'erreur directe ( <i>forward error correction</i> )
FLUTE	remise de fichiers sur transport unidirectionnel
HCfB	compression d'en-tête pour la radiodiffusion ( <i>header compression for broadcasting</i> )
IANA	autorité chargée de l'assignation des numéros Internet ( <i>Internet assigned numbers authority</i> )
IP	protocole Internet ( <i>Internet protocol</i> )
LLI	information de lien concernant la licence ( <i>licence link information</i> )
RMT	transport multidestinataire fiable ( <i>reliable multicast transport</i> )
ROHC	compression d'en-tête robuste
TLV	type longueur valeur ( <i>type length value</i> )
ULE	encapsulation légère unidirectionnelle
URI	identificateur uniforme de ressource ( <i>uniform resource identifier</i> )
URL	localisateur uniforme de ressource ( <i>uniform resource locator</i> )

### 3 Spécifications des systèmes de radiodiffusion par fichiers

#### 3.1 Spécifications système

Pour mettre au point un système de radiodiffusion par fichiers, il convient de respecter les spécifications suivantes:

1. Un récepteur pour le système sera doté d'une mémoire dans laquelle sera stocké le contenu à lire. Pour sa lecture, le contenu peut être extrait de la mémoire par le biais d'une interface avec protection contre la copie.
2. Les informations nécessaires à la programmation d'un téléchargement devraient être acheminées sur le canal de radiodiffusion.
3. Il devrait être possible de programmer le téléchargement d'un contenu supplémentaire lié au programme de radiodiffusion en temps réel.
4. Le réglage du récepteur sera commandé par des informations spécifiques.
5. Le contenu pourra être reprogrammé et ce, par le biais des informations de programmation.
6. Le récepteur devrait détecter toute perte ou corruption d'un fichier avant son utilisation.
7. Les fichiers volumineux devraient être acheminés avec peu de trafic de service.
8. Le contenu acheminé peut être protégé afin de restreindre l'utilisation par l'utilisateur final.
9. Une date d'expiration pour l'utilisation du contenu peut être envoyée.
10. Le contenu stocké dans un récepteur peut être supprimé par l'utilisateur final.

#### 3.2 Fichiers requis

Dans le système, les fichiers suivants devraient être acheminés:

1. Fichier de médias.  
Signaux audio/vidéo codés ou autres données multimédias.
2. Informations de lien concernant la licence (LLI).  
Informations sur la licence et la gestion des droits relatives au contenu. Elles décrivent les restrictions d'utilisation du contenu. Elles indiquent aussi comment obtenir une licence en cas de besoin.
3. Métadonnées:
  - Métadonnées pour la programmation du téléchargement.  
Informations dont le récepteur a besoin pour obtenir tous les fichiers (fichier de médias, informations LLI et métadonnées de guide ECG). Elles donnent les adresses URL des serveurs ou l'identificateur URI et les heures de début et de fin de la session qui achemine ces fichiers. On trouvera plus de détails au § 5.
  - Métadonnées de guide ECG.  
Informations sur le contenu, par exemple titre et genre. L'utilisateur final les utilise pour choisir le contenu qu'il va stocker. Il peut aussi les utiliser pour choisir le contenu stocké qu'il va utiliser. On trouvera plus de détails au § 6.

La Fig. 1 représente une pile de protocoles applicable de manière générale aux systèmes de radiodiffusion par fichiers pour le transfert de ces fichiers.

FIGURE 1

**Pile de protocoles applicable de manière générale aux systèmes de radiodiffusion par fichiers**

Signaux audio/vidéo ou autres données multimédias	Informations LLI	Métadonnées de guide ECG	Métadonnées pour la programmation d'un téléchargement
Fichier de médias	Fichier		
Gestion DRM			
Méthode de transport de fichier			
Codage de canal et modulation			
Couche physique (Terre/satellite)			

BT.1888-01

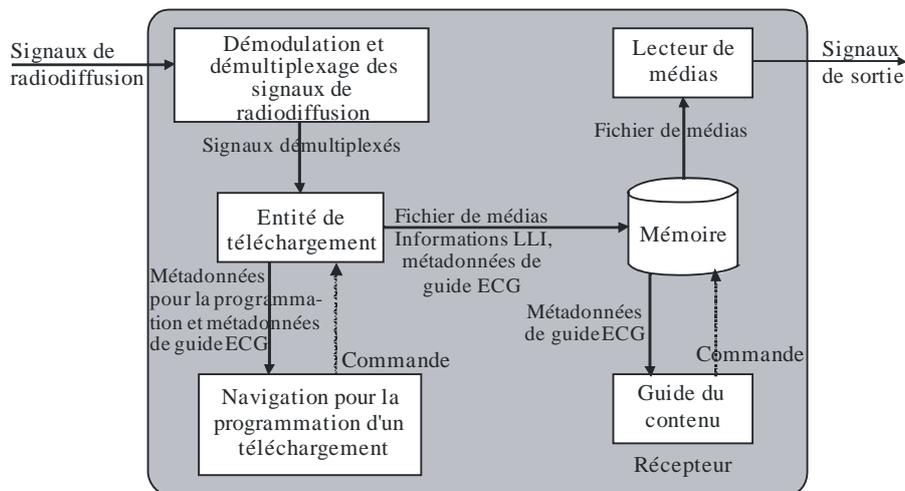
## 4 Configuration du récepteur pour un système de radiodiffusion par fichiers

### 4.1 Principaux composants d'un récepteur pour le système

Un récepteur pour le système sera doté d'une mémoire dans laquelle sera stocké le contenu acheminé. Les principaux composants d'un récepteur sont illustrés sur la Fig. 2.

FIGURE 2

**Principaux composants d'un récepteur pour le système**



BT.1888-02

Les fonctions de chaque module du récepteur sont énumérées ci-dessous.

Module	Fonction
Démodulation et démultiplexage des signaux de radiodiffusion	Démodule les signaux de radiodiffusion reçus et fournit en sortie les signaux démultiplexés qui acheminent les fichiers
Entité de téléchargement	Gère les programmations de téléchargement de contenu. Au moment d'un enregistrement, reconstitue un fichier à partir des signaux démultiplexés
Navigation pour la programmation d'un téléchargement	Permet aux utilisateurs de programmer un téléchargement sur la base des métadonnées pour la programmation d'un téléchargement et des métadonnées de guide ECG
Mémoire	Stocke les fichiers reconstitués par l'entité de téléchargement
Guide du contenu	Présente une liste du contenu stocké et fournit une interface permettant aux utilisateurs de choisir et de supprimer un contenu sur la base des données de guide ECG
Lecteur de médias	Lit le contenu stocké et fournit en sortie les signaux audio/vidéo

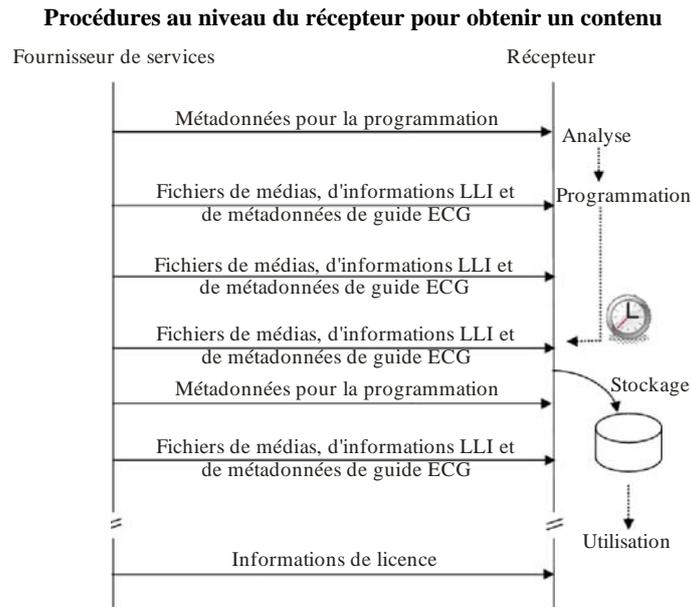
#### 4.2 Procédures de référence au niveau du récepteur pour obtenir un contenu

Dans un système de radiodiffusion par fichiers, les procédures au niveau du récepteur devraient être les suivantes.

Pour pouvoir programmer à l'avance un téléchargement du contenu requis, un récepteur pour le système a besoin de métadonnées, qui doivent être transférées par un fournisseur de services. Un contenu peut être constitué de plusieurs fichiers. Par conséquent, les métadonnées sont importantes pour permettre au récepteur d'identifier les fichiers du contenu ainsi que les serveurs ou les sessions qui fournissent ces fichiers. Sur la base de ces informations, le récepteur programme un téléchargement.

Au moment programmé, le récepteur se règle sur le signal de radiodiffusion qui achemine les fichiers souhaités, et stocke les fichiers acheminés. Ces procédures sont illustrées sur la Fig. 3.

FIGURE 3



BT.1888-03

Une fois que le récepteur a stocké les fichiers, le contenu peut être utilisé à n'importe quel moment. En cas de besoin, le récepteur doit obtenir une licence valable conformément aux informations LLI relatives au contenu.

## 5 Métadonnées

### 5.1 Métadonnées pour la programmation d'un téléchargement

Les métadonnées décrivant toutes les informations nécessaires à la programmation d'un téléchargement devraient être transférées au récepteur avant l'acheminement du contenu. Ces métadonnées devraient inclure les informations suivantes:

1. Informations sur les programmations d'acheminement, à savoir les heures de début et de fin.
2. Informations sur la session d'acheminement afin d'identifier le signal de radiodiffusion.
3. Informations requises pour reconstituer les fichiers à partir des données transmises.
4. Informations sur le fichier, à savoir le nom, la taille et le type du fichier.
5. Identification du contenu.
6. Informations sur le serveur de gestion DRM, si nécessaire.

Avant d'obtenir un contenu, le récepteur doit identifier le contenu qui sera acheminé et les informations relatives au signal de radiodiffusion qui l'acheminera. Tous les fichiers constituant le contenu devraient aussi être identifiés.

Compte tenu des métadonnées, le récepteur stocke les fichiers nécessaires pour le contenu choisi au moment déterminé. Les métadonnées peuvent décrire des informations auxiliaires pour permettre au récepteur de choisir le contenu.

## 5.2 Métadonnées de guide ECG

Les métadonnées de guide ECG comprenant les informations suivantes devraient être transférées aux récepteurs:

1. Description du titre, d'un résumé et du genre du contenu. Elle peut inclure des images du contenu en format vignette.
2. Propriétés des signaux vidéo/audio ou autres données multimédias.
3. Description du prix et autres informations pour la facturation.
4. Description des droits d'utilisation du contenu et autres informations relatives à l'obtention de la licence.

Les métadonnées de guide ECG sont utilisées en navigation pour choisir le contenu à stocker ainsi que pour choisir le contenu à utiliser à partir de la liste du contenu stocké.

## 6 Méthode de transport de fichier sur un canal de radiodiffusion

La totalité du contenu et des métadonnées liées au contenu devrait être transférée par une méthode de transport de fichier fiable et efficace. Plusieurs fichiers peuvent être regroupés dans un même fichier pour assurer un transfert unique.

Tout comme dans les systèmes de radiodiffusion en temps réel, il est important de réduire le plus possible le temps de transfert dans les systèmes de radiodiffusion par fichiers. La variation du temps de transfert a toutefois moins d'incidence dans les systèmes de radiodiffusion par fichiers que dans les systèmes de radiodiffusion en temps réel. Il est important de transférer et de stocker un fichier sans perte et sans corruption. Un mécanisme de détection de la perte ou de la corruption de fragments de fichier devrait être incorporé dans les systèmes de radiodiffusion par fichiers, qui devraient par ailleurs être dotés de mécanismes de réparation des fragments de fichier perdus ou corrompus.

## Appendice 1 (donné à titre d'information)

### Système de radiodiffusion par fichiers au Japon<sup>1</sup>

#### 1 Aperçu

La radiodiffusion numérique permet de transmettre un contenu à un grand nombre de téléspectateurs à la fois via des canaux de radiodiffusion de Terre ou par satellite de manière stable. Tous les téléspectateurs peuvent visionner en même temps les programmes radiodiffusés. Il est toutefois difficile de répondre aux demandes individuelles de tous les téléspectateurs.

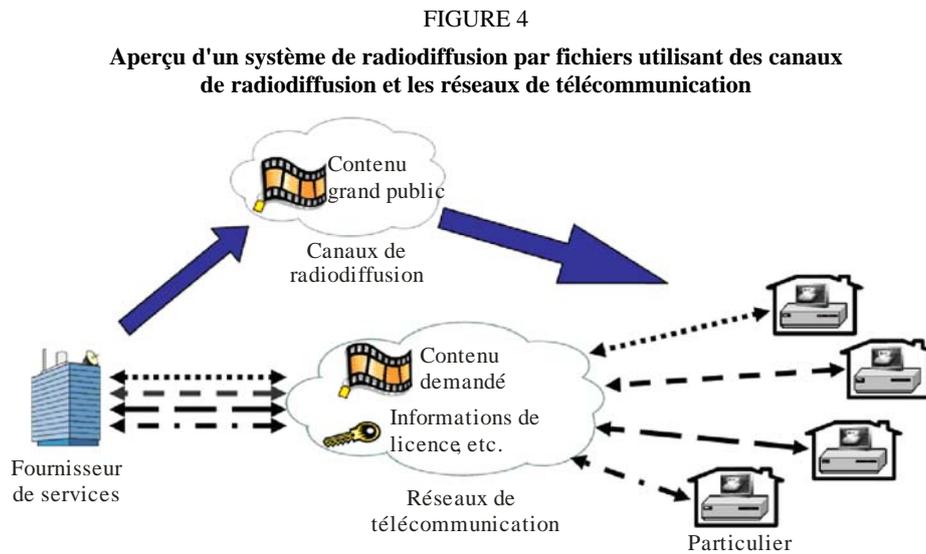
Contrairement à la radiodiffusion, les télécommunications assurent la transmission du contenu demandé via des canaux bidirectionnels. Toutefois, certains problèmes peuvent se poser: par exemple, les limitations en termes de largeur de bande des réseaux et de débit des équipements

---

<sup>1</sup> Ce système est spécifié dans la Partie 1 de la norme ARIB STD-B45 v2.0 (2011): *Content download system for advanced wide band digital satellite broadcasting.*

peuvent se traduire par une dégradation de la qualité de service lorsqu'un grand nombre de téléspectateurs adressent des demandes.

Lorsque ces différents canaux sont combinés pour acheminer un contenu, ils se complètent et permettent d'offrir des services multimédias enrichis. Le système de radiodiffusion par fichiers mis au point au Japon transmet le contenu grand public sur des canaux de radiodiffusion dans des délais courts et transmet aussi le contenu demandé sur les réseaux de télécommunication. La Fig. 4 donne un aperçu du système.



BT.1888-04

Dans ce système, le contenu qui est demandé fréquemment est transmis à de nombreux utilisateurs via des canaux de radiodiffusion et celui qui est demandé moins fréquemment est transmis via les réseaux de télécommunication.

Les fichiers contenant les signaux audio/vidéo codés et les métadonnées associées sont transmis sur des canaux de radiodiffusion à chaque récepteur. Outre ces fichiers, les informations de licence, lorsqu'elles sont nécessaires, sont transmises par le serveur à chaque récepteur via les réseaux de télécommunication. Les informations de licence étant peu volumineuses comparées au contenu proprement dit, elles ne surchargent guère le réseau et le serveur. Ce système utilise les caractéristiques des canaux de radiodiffusion et des réseaux de télécommunication.

La Fig. 5 représente la pile de protocoles sur les canaux de radiodiffusion. Les signaux audio/vidéo et les métadonnées sont transmis sous forme de fichier sur les canaux de radiodiffusion par la méthode de transport de fichier décrite au § 6.

FIGURE 5

Pile de protocoles sur les canaux de radiodiffusion

Audio	Vidéo	Sous-titre	Informations LLI	Métadonnées de guide ECG	Commande DLC
Fichier de médias			Fichier		
Gestion DRM					
Méthode de transport de fichier (paquets IP)					
Multiplexage					
Codage de canal et modulation					
Couche physique					

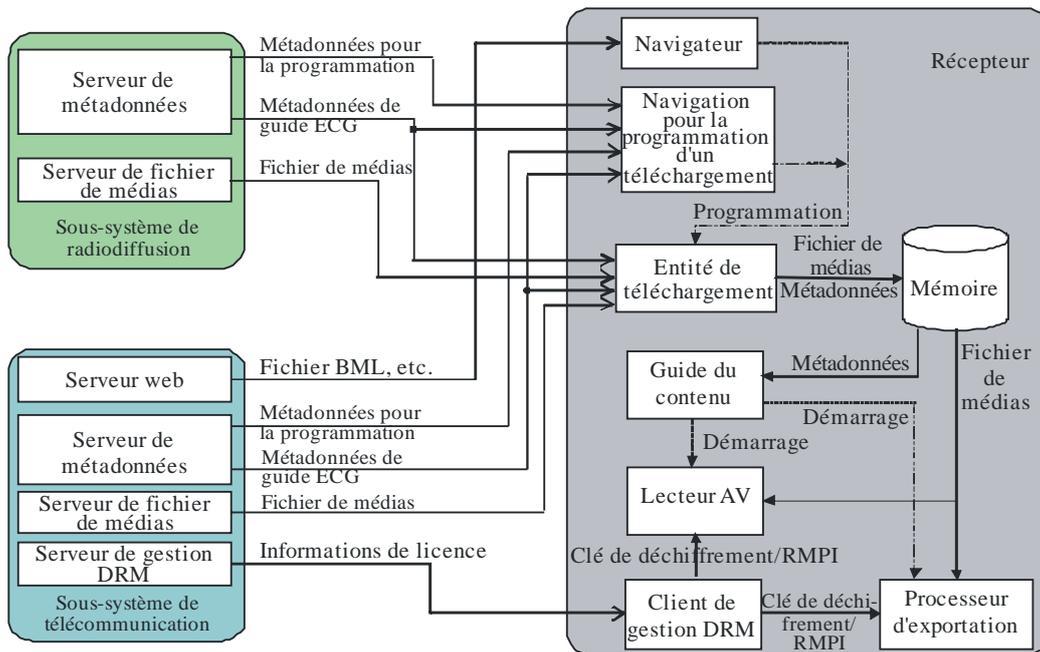
BT.1888-05

## 2 Modèle des entités du système

Dans le système, le fournisseur de services a deux sous-systèmes: un sous-système de radiodiffusion et un sous-système de télécommunication. La Fig. 6 représente le modèle des entités du système.

FIGURE 6

Modèle des entités du système



BT.1888-06

Les fonctions de chaque entité des deux sous-systèmes sont énumérées ci-dessous:

Entité		Fonction
Sous-système de radiodiffusion	Serveur de métadonnées	Fournit les métadonnées pour la programmation d'un téléchargement et les métadonnées de guide ECG
	Serveur de fichier de médias	Fournit le fichier de médias du contenu
Sous-système de télécommunication	Serveur web	Se connecte au navigateur dans le récepteur pour présenter à l'utilisateur le contenu fourni
	Serveur de métadonnées	Fournit les métadonnées pour la programmation d'un téléchargement et les métadonnées de guide ECG
	Serveur de fichier de médias	Fournit le fichier de médias du contenu
	Serveur de gestion DRM	Gère les droits afférents au contenu et fournit les informations de licence nécessaires à la lecture du contenu au client de gestion DRM dans le récepteur

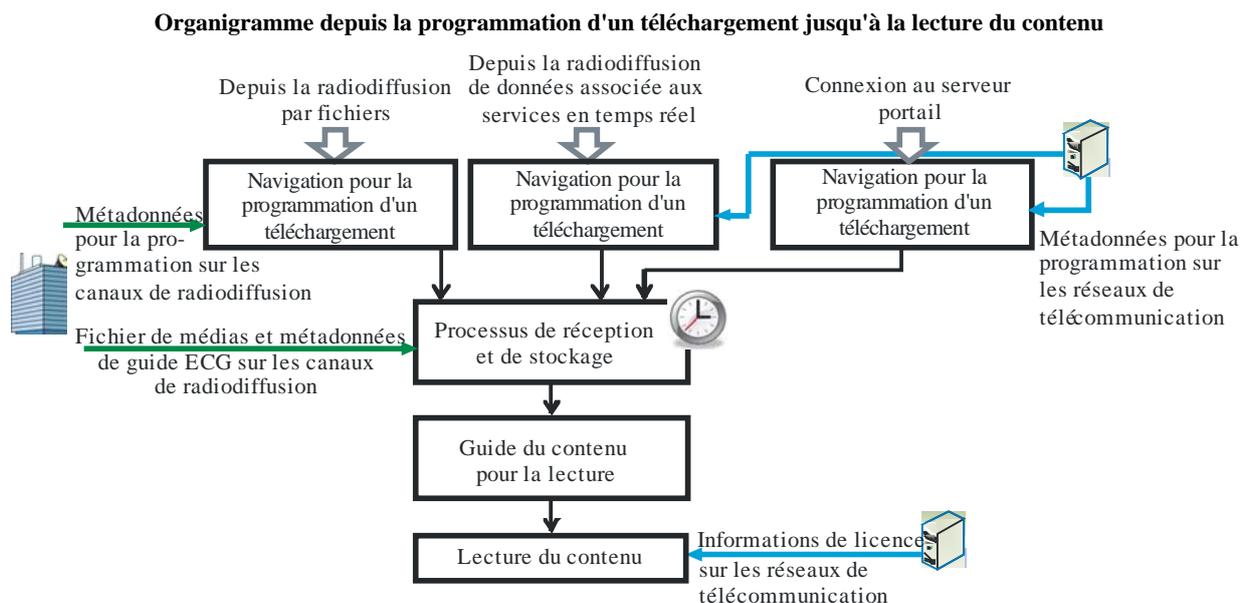
Les fonctions de chaque entité du récepteur sont énumérées ci-dessous:

Entité	Fonction
Navigateur	Présente le contenu web à l'utilisateur
Navigation pour la programmation d'un téléchargement	Permet aux utilisateurs de programmer un téléchargement sur la base des métadonnées pour la programmation d'un téléchargement et des métadonnées de guide ECG
Entité de téléchargement	Gère les programmations de téléchargement de contenu. Au moment programmé, reçoit les paquets IP et reconstitue un fichier
Mémoire	Stocke les fichiers reconstitués par l'entité de téléchargement
Guide du contenu	Présente une liste du contenu stocké et fournit une interface permettant aux utilisateurs de choisir, de supprimer, d'extraire et d'exporter un contenu sur la base des métadonnées de guide ECG
Lecteur AV	Lit le contenu stocké et fournit en sortie les signaux audio/vidéo
Client de gestion DRM	Module intégré de gestion des droits afférents au contenu
Processeur d'exportation	Module permettant de copier en dehors du récepteur le contenu stocké

### 3 Procédures d'obtention d'un contenu

Un récepteur peut programmer un téléchargement sur la base des métadonnées acheminées sur le sous-système de radiodiffusion ou sur le sous-système de télécommunication. La Fig. 7 représente un organigramme depuis la programmation d'un téléchargement jusqu'à la lecture du contenu stocké au niveau d'un récepteur.

FIGURE 7



BT.1888-07

Comme indiqué sur la Fig. 7, il existe trois moyens pour programmer un téléchargement.

1. Depuis la radiodiffusion par fichiers.

Un téléchargement est programmé sur la base des métadonnées acheminées sur les canaux de radiodiffusion. Les canaux de radiodiffusion ont une grande capacité de transmission et les ressources consommées, par exemple en termes d'émetteurs et de largeur de bande, sont constantes quel que soit le nombre de récepteurs. Un contenu volumineux, qui correspond aux préférences de nombreux utilisateurs, est stocké dans un récepteur sans consommation de ressources de télécommunication. Il est commode pour les utilisateurs de stocker leur contenu favori à l'avance.

2. Navigation depuis la radiodiffusion de données associée aux services en temps réel.

Une liste de contenu associée aux programmes radiodiffusés en temps réel est présentée aux utilisateurs dans le cadre de la radiodiffusion de données associée aux services en temps réel. L'utilisateur choisit un contenu à télécharger à partir de la liste. Le récepteur obtient ensuite les métadonnées pour la programmation du téléchargement auprès du serveur en utilisant les réseaux de télécommunication. Compte tenu des métadonnées, le récepteur programme le téléchargement.

3. Connexion au serveur portail.

Le fonctionnement est le même que dans le cas des services de téléchargement via les réseaux de télécommunication. Une liste du contenu fourni est présentée aux utilisateurs sur le site portail des réseaux de télécommunication. Une fois que l'utilisateur a choisi un contenu à l'aide d'un navigateur, le récepteur obtient les métadonnées pour la programmation du téléchargement et programme le téléchargement de la même façon que dans le cas 2).

Sur le même site portail, une liste du contenu fourni dans le cadre des services de téléchargement via les réseaux de télécommunication est également présentée. Lorsque l'utilisateur choisit un contenu fourni dans le cadre de ces services, le contenu lui est acheminé immédiatement.

Pour le fournisseur de services, il est facile de passer d'un acheminement via les canaux de radiodiffusion à un acheminement via les réseaux de télécommunications et inversement. Il est également facile de présenter aux utilisateurs un contenu recommandé.

Dans chaque cas, une liste du contenu stocké dans un récepteur est présentée à l'utilisateur et, à partir de cette liste, l'utilisateur choisit et lit un contenu de la même façon que pour le contenu acheminé sur les réseaux de télécommunication.

#### **4 Informations de commande de téléchargement en tant que métadonnées pour la programmation d'un téléchargement**

Un récepteur programme un téléchargement sur la base de la commande de téléchargement (DLC) spécifiée dans le présent paragraphe. La commande DLC est acheminée soit sur les canaux de radiodiffusion, soit sur les réseaux de télécommunication comme indiqué sur la Fig. 7. La commande DLC est un document XML qui décrit toutes les informations dont les récepteurs ont besoin pour se régler sur les signaux de radiodiffusion et stocker les fichiers transmis.

La commande DLC décrit les informations suivantes:

- Nom du fournisseur de contenu.
- Description du contenu.
- Adresse URL du serveur de métadonnées pour obtenir les métadonnées de guide ECG lorsqu'elles sont fournies sur les réseaux de télécommunication.
- Adresse URL du serveur de gestion DRM avec sa signature.
- Informations relatives aux certificats.
- Informations sur l'acheminement des signaux de radiodiffusion, par exemple adresse IP et numéro de port, ou identification de service.
- Heures de début et de fin de la session d'acheminement.
- Identification du contenu.
- Informations sur le mécanisme de réparation des fichiers, par exemple adresses URL des serveurs de réparation.

#### **5 Méthode de transport de fichier pour le système**

Dans le système, les fichiers sont encapsulés dans des paquets IP pour leur transport afin de tirer le meilleur parti de l'acheminement hybride via les canaux de radiodiffusion et les réseaux de télécommunication. Les paquets IP ainsi constitués sont multiplexés dans les canaux de radiodiffusion à l'aide du schéma de multiplexage des paquets de longueur variable<sup>2</sup>.

##### **5.1 Constitution de paquets IP à partir d'un fichier**

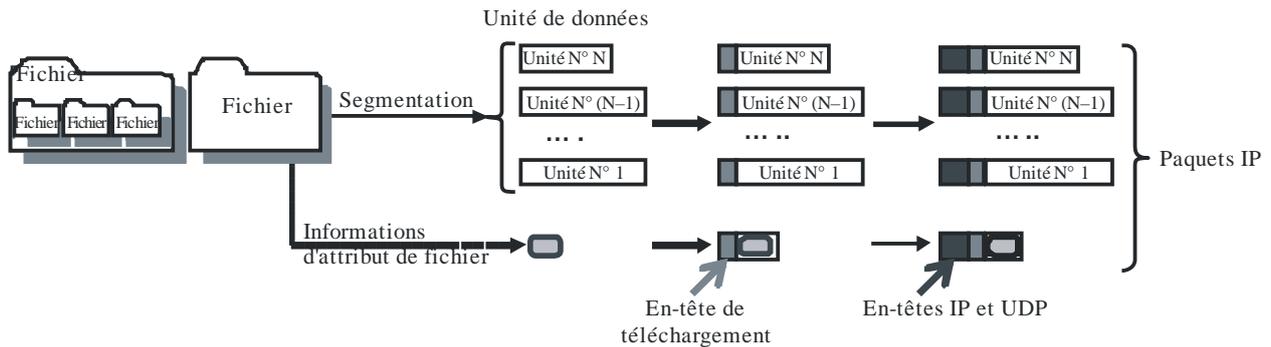
Un fichier est segmenté en unités de données d'une certaine taille. Parallèlement à ces unités de données, des informations d'attribut de fichier, qui décrivent l'identification et la taille du fichier, sont produites. Des paquets IP sont constitués à partir de chaque unité de données et des informations d'attribut de fichier en ajoutant des en-têtes de téléchargement, IP et UDP. La Fig. 8 donne un aperçu du processus de constitution de paquets IP à partir d'un fichier à transférer.

---

<sup>2</sup> Voir la Recommandation UIT-R BT.1869 – Schéma de multiplexage pour paquets de longueur variable dans des systèmes de diffusion multimédias numériques.

FIGURE 8

## Processus de constitution de paquets IP à partir d'un fichier



BT.1888-08

## 5.2 Informations d'attribut de fichier

Les informations d'attribut de fichier sont contenues dans un document XML qui décrit les informations dont les récepteurs ont besoin pour reconstituer le fichier à partir des unités de données reçues. Est également décrite la configuration de l'en-tête de téléchargement. Un schéma XML des informations d'attribut de fichier est représenté ci-dessous.

```
<? xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:element name="FileInfo" type="FileInfoType"/>
  <xs:complexType name="FileInfoType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="File" type="FileType" maxOccurs="1"/>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="Width-Of-BlockNumber" type="xs:positiveInteger"
use="required"/>
    <xs:attribute name="Last-SN-Of-FileInfo" type="xs:positiveInteger"
use="optional"/>
    <xs:attribute name="Max-Unit-In-Block" type="xs:unsignedLong" use="optional"/>
    <xs:attribute name="Size-Of-DataUnit" type="xs:positiveInteger"
use="optional"/>
    <xs:attribute name="FEC-Encoding-ID" type="xs:unsignedLong" use="optional"/>
    <xs:attribute name="Expires" type="xs:string" use="required"/>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="FileType">
    <xs:attribute name="Content-Location" type="xs:anyURI" use="required"/>
    <xs:attribute name="Content-Type" type="xs:string" use="required"/>
    <xs:attribute name="Content-Length" type="xs:unsignedLong" use="required"/>
    <xs:attribute name="Last-BlockNumber" type="xs:unsignedLong" use="required"/>
    <xs:attribute name="Last-SN" type="xs:unsignedLong" use="required"/>
    <xs:attribute name="Transfer-Encoding" type="xs:string" use="optional"/>
    <xs:attribute name="Transfer-Length" type="xs:unsignedLong" use="optionl"/>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

La signification de chaque élément et attribut est la suivante:

Nom de l'élément/attribut	Description
FileInfo	Cet élément inclut des informations sur les informations d'attribut de fichier. Il contient un élément «File»
Width-Of-Block-Number	Cet attribut donne le nombre de bits du champ <code>block_number</code> de l'en-tête de téléchargement
Last-SN-Of-FileInfo	Cet attribut donne le numéro de séquence du dernier paquet acheminant les informations d'attribut de fichier
Max-Unit-In-Block	Cet attribut donne le nombre maximal d'unités de données dans un bloc
Size-Of-DataUnit	Cet attribut donne la taille de l'unité de données en octets
FEC-Encoding-ID	Cet attribut donne le type de FEC sous la forme du numéro d'identification enregistré auprès de l'IANA dans le cadre des identifications de codage FEC et des identifications d'instance FEC pour le transport multidestinataire fiable (RMT)
Expires	Cet attribut donne la date d'expiration des informations d'attribut de fichier
File	Cet élément inclut des informations sur l'identification du fichier et les unités de données
Content-Location	Cet attribut donne l'identification du fichier sous forme d'identificateur URI
Content-Type	Cet attribut donne le type de contenu du fichier
Content-Length	Cet attribut donne la taille du fichier en octets
Last-BlockNumber	Cet attribut donne le numéro du dernier bloc auquel le dernier paquet acheminant des unités de données appartient.
Last-SN	Cet attribut donne le numéro de séquence du dernier paquet acheminant des unités de données dans le dernier bloc
Transfer-Encoding	Cet attribut donne le type de codage pour le transfert si le fichier est codé
Transfer-Length	Cet attribut donne la taille transférée si le fichier est codé

### 5.3 En-tête de téléchargement

L'en-tête de téléchargement indiqué dans le Tableau 1 est ajouté à chaque unité de données et aux informations d'attribut de fichier.

TABLEAU 1

#### En-tête de téléchargement

Syntaxe	Nombre de bits	Mnémonique
<code>download_header {</code>		
<code>transport_file_id</code>	32	uimsbf
<code>block_number</code>	n	uimsbf
<code>sequence_number</code>	32-n	uimsbf
<code>}</code>		

**transport\_file\_id** – Identifie le fichier en cours de transfert.

**block\_number** – Donne le numéro de séquence du bloc et est incrémenté pour chaque bloc ayant la même valeur du champ `transport_file_id`. Un bloc est défini comme étant un ensemble d'unités de données.

**sequence\_number** – Donne le numéro de séquence du paquet et est incrémenté pour chaque paquet ayant la même valeur du champ `transport_file_id`. Le nombre total de bits des champs `block_number` et `sequence_number` est de 32 bits. Le nombre de bits du champ `block_number` est configuré à partir des informations d'attribut de fichier.

Les paquets acheminant les informations d'attribut de fichier sont transférés avant tous les autres paquets acheminant les unités de données de ce fichier. Le premier paquet qui achemine des informations d'attribut de fichier a un en-tête de téléchargement dont les champs `block_number` et `sequence_number` ont la valeur 0.

#### 5.4 Compression d'en-tête IP

Les en-têtes IP et UDP des paquets IP constitués sont compressés à l'aide de la compression HCfB du schéma de multiplexage TLV car ces en-têtes ne sont pas nécessaires sur les canaux de radiodiffusion.

La compression HCfB remplace les en-têtes IP et UDP soit par un en-tête complet, qui inclut toutes les informations des en-têtes IP et UDP, soit par un en-tête compressé, qui n'inclut pas toutes les informations des en-têtes IP et UDP. Pour pouvoir décompresser l'en-tête compressé, il faut transférer au moins un paquet incluant un en-tête complet avant les paquets incluant un en-tête compressé. Le champ `CID_header_type` sert à indiquer le type d'en-tête qui est inclus dans le paquet.

Pour l'acheminement des fichiers, il est également nécessaire de transférer les paquets acheminant les informations d'attribut de fichier avant les paquets acheminant les unités de données. Pour réduire le plus possible le trafic de service lié aux informations des en-têtes IP et UDP, il faut que les informations d'en-tête du premier paquet acheminant des informations d'attribut de fichier soient remplacées par un en-tête complet et que les informations d'en-tête de tous les autres paquets soient remplacées par un en-tête compressé. La compression de l'en-tête des paquets est donc réalisée comme indiqué dans le Tableau 2 et sur la Fig. 9.

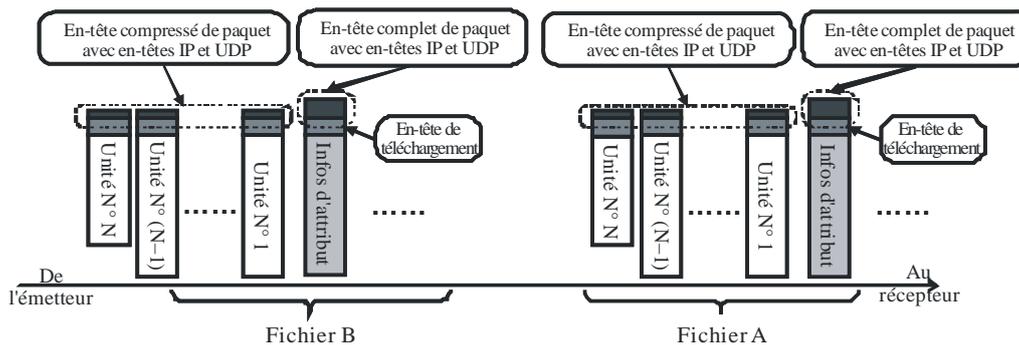
TABLEAU 2

#### Assignation du champ `CID_header_type` de chaque paquet

Paquet	Valeur du champ <code>CID_header_type</code>	Description
Premier paquet acheminant des informations d'attribut de fichier	0x20 (pour un paquet IPv4) 0x60 (pour un paquet IPv6)	En-tête complet de paquet avec en-têtes IP et UDP
Tous les paquets autres que celui indiqué ci-dessus	0x21 (pour un paquet IPv4) 0x61 (pour un paquet IPv6)	En-tête compressé de paquet avec en-têtes IP et UDP

FIGURE 9

## Aperçu de l'en-tête des paquets



BT.1888-09

Ces paquets à l'en-tête compressé sont transférés sur les canaux de radiodiffusion.

### 5.5 Détection de la perte ou de la corruption de fragments de fichier

La perte ou la corruption de fragments de fichier peut être détectée comme suit:

- La détection de la corruption d'unités de données se fait par la vérification de la somme de contrôle des en-têtes IP et UDP.
- La détection de la perte d'unités de données se fait par la vérification du numéro séquentiel de l'en-tête de téléchargement.

Le récepteur détermine si le fichier transféré est identique ou non à celui de l'émetteur. Lorsque l'intégrité d'un fichier n'est pas conservée, le récepteur peut réparer le fichier en utilisant le serveur de réparation identifié dans la commande DLC.

## Appendice 2 (donné à titre d'information)

### Système de radiodiffusion par fichiers pour la réception mobile de la radio diffusion multimédia ISDB-T au Japon<sup>3</sup>

#### 1 Aperçu

Ce système de radiodiffusion par fichiers vise à diffuser des fichiers de contenus médias vers des terminaux mobiles. Etant donné que les canaux radioélectriques entre les émetteurs et les terminaux mobiles sont instables, il est indispensable de recourir à des techniques de compensation des erreurs de transmission, telles que la correction d'erreurs directe (FEC). Toutefois, si les conditions de réception médiocres font que la transmission ne peut être assurée que par l'intermédiaire du canal de radiodiffusion, il est judicieux d'utiliser des canaux de communication pour extraire les parties manquantes du contenu. Le système utilise également des canaux de communication pour fournir

<sup>3</sup> Ce système est spécifié dans la Partie 2 de la norme ARIB STD-B45 v.2.0 (2011) – *Content download system for broadcasting*.

des informations sur le contrôle d'accès et la gestion des droits numériques. On trouvera à la Fig. 10 un aperçu du système.

En ce qui concerne ce système de radiodiffusion par fichiers, le contenu est essentiellement transmis via des canaux de radiodiffusion. Dans le cas où il manque une partie du contenu au niveau des récepteurs, les «données de complément du contenu» sont transmises via des canaux de communication.

Les fichiers avec des contenus audio, vidéo et d'autres contenus multimédias sont transmis sur des canaux de radiodiffusion au moyen du protocole représenté à la Fig. 11. Le contenu du fichier de média est identifié par le type de support indiqué par les métadonnées ou les paramètres de transport. Les métadonnées ECG fournissent des informations sur le contenu, par exemple le titre et le genre. Elles contiennent également des liens vers les informations sur les licences (LLI). Les métadonnées de commande de téléchargement donnent les informations dont les récepteurs ont besoin pour obtenir des renseignements sur la programmation du téléchargement du contenu. Les méthodes de transport de fichier utilisées par le système sont FLUTE, AL-FEC, UDP/IP, ROHC, ULE, et MPEG-2 TS, décrites de manière détaillée au § 5. En ce qui concerne la couche physique, on utilise le Système multimédia «F» défini dans la Recommandation UIT-R BT.1833.

FIGURE 10

**Aperçu d'un système de radiodiffusion par fichiers utilisant des canaux de radiodiffusion et des réseaux de télécommunication**

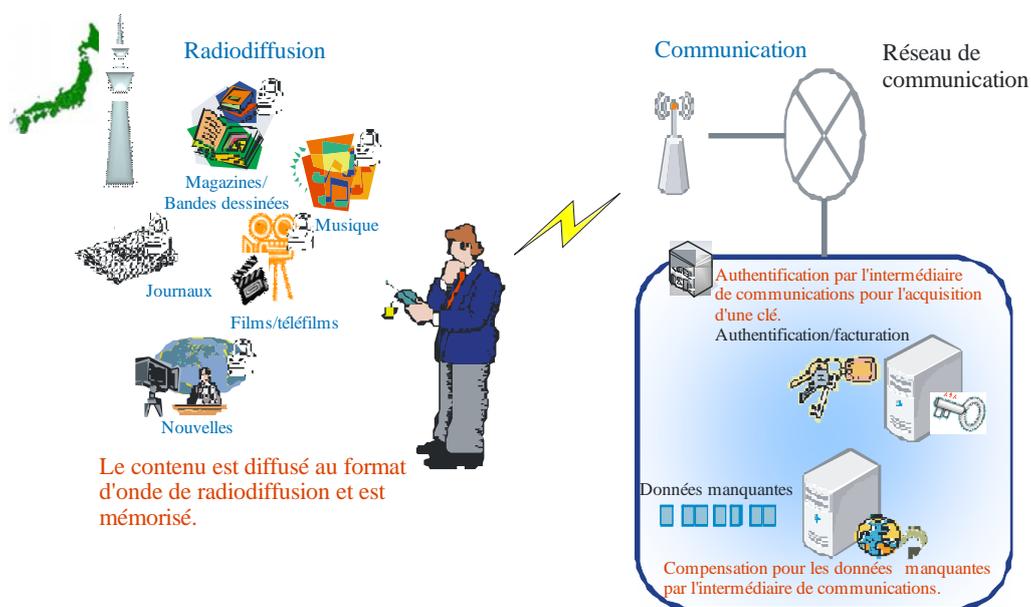


FIGURE 11

## Pile de protocoles sur des canaux de radiodiffusion

Fichier de média	Métadonnées de commande de téléchargement de métadonnées ECG
FLUTE/AL-FEC	
UDP/IP/ROHC	
ULE	
MPEG-2 TS	
Couche physique «F» de systèmes multimédias (y compris le codage et la modulation des canaux).	

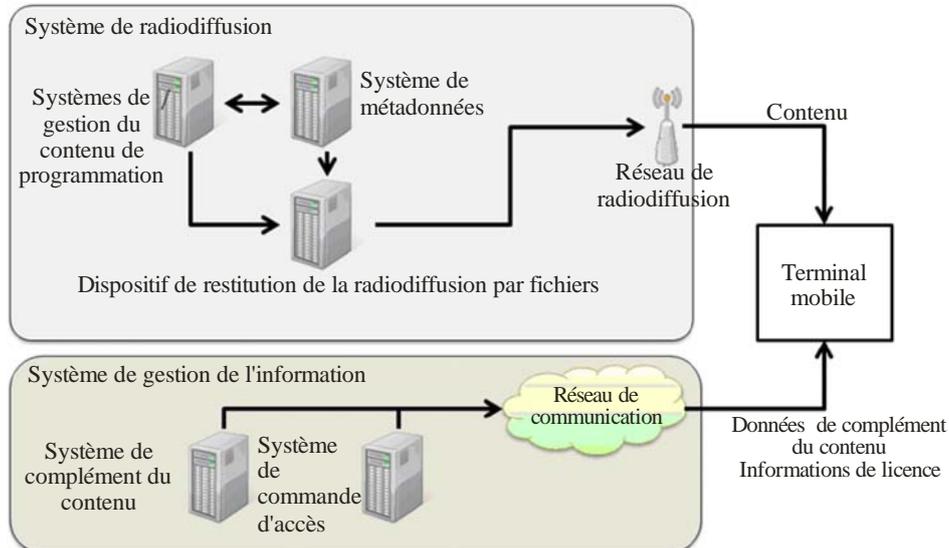
BT.1888-11

## 2 Modèle des entités du système

Dans le système de radiodiffusion par fichiers, les informations sont acheminées vers les terminaux mobiles depuis deux sous-systèmes: un système de radiodiffusion et un système de gestion des informations. Comme indiqué sur la Fig. 12, le système de radiodiffusion utilise des réseaux de radiodiffusion pour transmettre des contenus et le système de gestion de l'information utilise des canaux de communication pour transmettre des données de complément du contenu et des informations de licence.

FIGURE 12

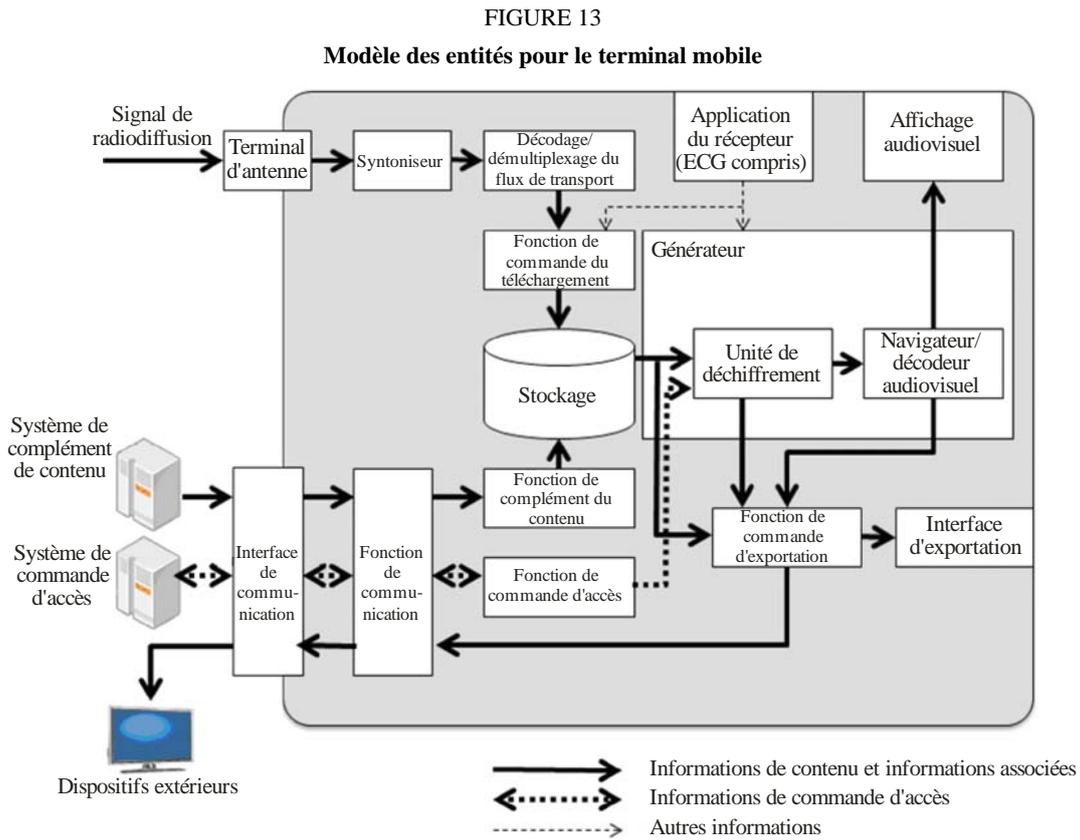
## Modèle des entités du système



BT.1888-12

Entité		Fonction
Système de radiodiffusion	Système de programmation/gestion du contenu	Contrôle la chronologie de la radiodiffusion/gère le contenu média
	Système de métadonnées	Gère les métadonnées
	Dispositif de restitution de la radiodiffusion par fichiers	Assure le téléchargement des flux binaires vers le réseau de radiodiffusion
	Réseau de radiodiffusion	Achemine les contenus médias vers les terminaux mobiles
Système de gestion de l'information	Système de complément du contenu	Fournit la partie manquante du contenu aux terminaux mobiles
	Système de commande d'accès	Fournit les informations de commande d'accès
	Réseau de communication	Achemine les données de complément du contenu et les informations de commande d'accès vers les terminaux mobiles

Le modèle des entités des terminaux mobiles est représenté sur la Fig. 13.



Les fonctions de chaque entité du récepteur sont énumérées ci-dessous:

Entité	Fonction
Terminal d'antenne	Reçoit le signal transmis par l'antenne
Syntoniseur	Démodule le signal de radiodiffusion numérique
Décodage/démultiplexage du flux de transport	Décode le flux de transport et choisit le flux recherché (démultiplexage)
Fonction de commande de téléchargement	Reconstitue le contenu de téléchargement programmé à partir du flux de transport (y compris FLUTE/AL-FEC)
Stockage	Stocke le contenu de téléchargement reconstitué
Interface de communication	Assure une interface avec les réseaux de communication
Fonction de communication	Gère les protocoles de communication
Fonction de complément du contenu	Détecte la partie manquante pour la reconstitution du contenu et demande les données de complément
Fonction de commande d'accès	Donne accès à la fonction de commande au niveau du terminal mobile
Générateur	Restitue les contenus audio, visuels et hypertexte
Unité de déchiffrement	Déchiffre les contenus chiffrés
Décodeur/navigateur audiovisuel	Restitue les contenus audio, visuels et hypertexte chiffrés
Affichage audiovisuel	Présente les contenus audio, visuels et hypertexte
Fonction de commande d'exportation	Exporte les contenus vers les dispositifs extérieurs (avec une commande d'accès appropriée)
Interface d'exportation	Interface logique et physique avec les dispositifs extérieurs
Application du récepteur	Assure l'interface utilisateur pour le guide ECG, la programmation du téléchargement, la taxation, etc.

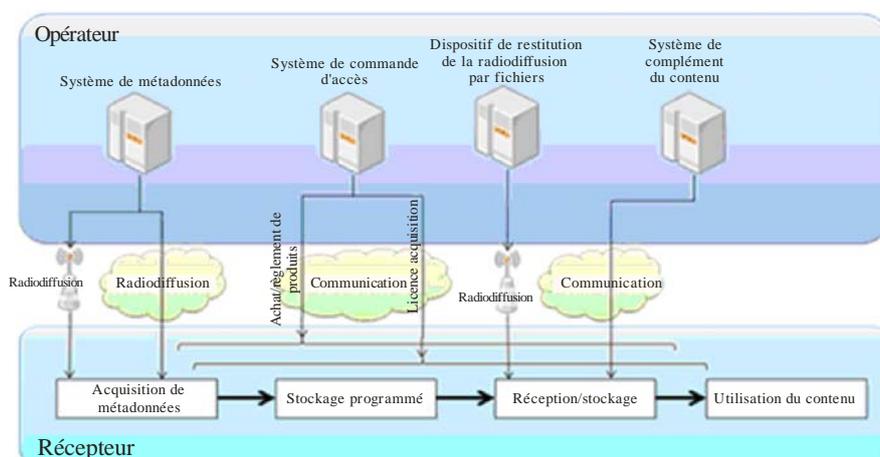
### 3 Procédure à suivre pour obtenir le contenu

Le récepteur obtient en premier lieu les métadonnées ECG qui contiennent le titre du contenu, un lien vers les informations d'acquisition, etc., puis obtient les métadonnées de commande de téléchargement (qui contiennent la date de diffusion et les autres informations détaillées nécessaires au téléchargement du contenu). Les métadonnées sont transmises via des réseaux de radiodiffusion. Toutefois, au cas où le récepteur ne peut obtenir les métadonnées via un réseau de radiodiffusion, il peut également les obtenir via des réseaux de communication.

Le récepteur programme ensuite la chronologie du téléchargement en fonction des renseignements figurant dans les métadonnées et commence à procéder au téléchargement lorsque le contenu recherché est diffusé. Pour économiser l'énergie de sa batterie, le récepteur se met en veille et ne reçoit pas toujours les ondes radioélectriques de radiodiffusion. Si le contenu n'est pas complètement téléchargé, il est possible d'extraire les parties restantes via des réseaux de communication. Avant d'utiliser le contenu, les informations de licence et les procédures de paiement connexes sont exécutées par l'intermédiaire de réseaux de communication. On trouvera à la Fig. 14 un flux de service type.

FIGURE 14

**Flux de service type**



BT.1888-14

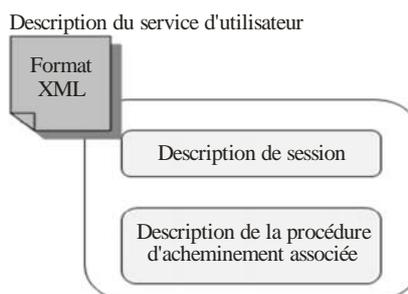
**4 Métadonnées ECG et métadonnées de commande de téléchargement**

Les métadonnées ECG sont un document XML décrivant des contenus tels que le titre et le genre. Elles contiennent également un lien vers les informations de licence (LLI) et un lien vers les métadonnées de commande du téléchargement.

Les métadonnées de commande du téléchargement contiennent une «description du service d'utilisateur» qui sert à décrire les informations nécessaires à la syntonisation dans les signaux de radiodiffusion (description de session) et à mettre en œuvre les procédures de complément du contenu (description de la procédure d'acheminement associée), comme indiqué sur la Fig. 15.

FIGURE 15

**Métadonnées de commande du téléchargement**



BT.1888-15

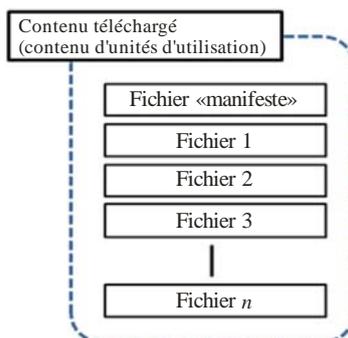
Le contenu de la description du service d'utilisateur est indiqué dans le Tableau ci-après:

Entités		Définition
Description du service d'utilisateur		Contient la description du service d'utilisateur
Version		Version de la description du service d'utilisateur
Programme		Identificateur de référence du contenu (CRID)
Description de la session		Description de la session
Description de la procédure associée		Description de la procédure d'acheminement associée

## 5 Fichier «manifeste»

Un contenu téléchargé peut contenir plusieurs fichiers sous la forme de ressources médias, comme indiqué sur la Fig. 16. Pour gérer les fichiers de ressources par contenu et gérer les scénarios de restitution du contenu, un document XML (fichier «manifeste») se trouve dans le contenu. La structure du fichier «manifeste» est indiquée sur la Fig. 17.

FIGURE 16  
Structure du contenu téléchargé



BT.1888-16

FIGURE 17  
Structure du fichier «manifeste»

Entité		Description
<u>manifests</u>		Entité racine du fichier manifeste
	<u>manifest</u>	Nœud parent de chaque version
	<u>@version</u>	Version «manifeste»
	<u>assets</u>	Conteneur pour chaque fichier de ressources
	<u>@count-asset-id</u>	Identificateur du fichier de ressources représentatif pour le comptage de restitution
	<u>asset</u>	Description des attributs du fichier de ressources, y compris l'identificateur, le nom du fichier, le statut du chiffrement et l'identificateur de scène pour la commande de restitution
	<u>scenario</u>	Conteneur des informations de commande du scénario de restitution
	<u>sequence</u>	Informations sur le délai de restitution

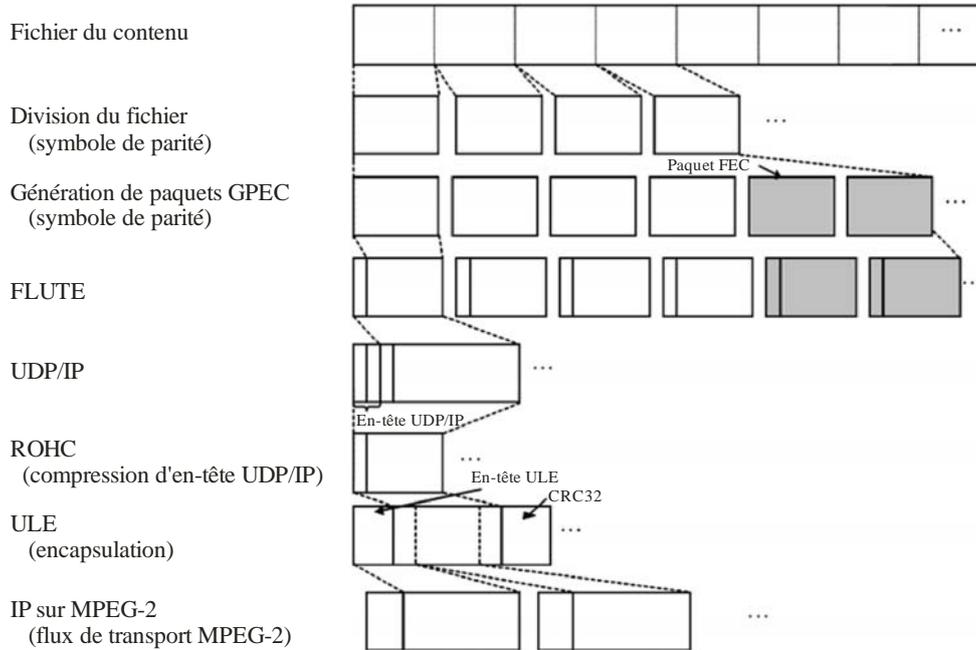
BT.1888-17

## 6 Méthode de transport de fichier du système

Les fichiers de medias transmis sur un canal de radiodiffusion sont fragmentés en flux de transport MPEG-2 définis dans la Recommandation UIT-T H.222.0, comme indiqué sur la Fig. 18.

FIGURE 18

Processus de constitution de paquets de flux de transport à partir d'un fichier



BT.1888-18

### 6.1 Constitution de paquets IP à partir d'un fichier

Le fichier de media est subdivisé en fragments de symboles source et est combiné avec les symboles de parité AL-FEC (correction d'erreurs directe sur la couche application), afin d'assurer une protection contre les erreurs de transmission sur les canaux de radiodiffusion mobiles. Les symboles sont ensuite encapsulés dans des paquets de remise de fichiers sur transport unidirectionnel (FLUTE) et transmis sur l'en-tête UDP/IP. La structure des paquets FLUTE est présentée sur la Fig. 19.

FIGURE 19

## Structure des paquets FLUTE

Fanions (V, C, R, etc., 16 bits)	HDR_LEN (8 bits)	CP (8 bits)
CCI (32*bits N)		
TSI (16* bits M)		
TOI (16*bits L)		
SCT(32 bits)		
ERT (32 bits)		
Extensions d'en-tête (s'il y a lieu)		
Identificateur de charge utile FEC (32 bits)		
Symboles de codage		

BT.1888-19

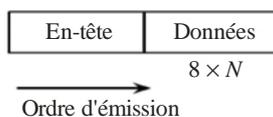
Champ	Définition
Fanions	Divers fanions, y compris le numéro de version, la commande d'encombrement, la longueur de champ des informations CCI, et des identificateurs TSI et TOI, et existence de SCT et ERT
HDR_LEN	Contient la longueur d'en-tête par unité de 32 bits
CP	Point de code (qui peut être utilisé pour préciser l'identificateur de codage FEC)
CCI	Informations de commande d'encombrement
TSI	Identificateur de session de transport
TOI	Identificateur d'objet de transport
SCT	Durée actuelle (expéditeur) en millisecondes
ERT	Durée résiduelle prévue en millisecondes
Extensions d'en-tête	Informations additionnelles
Identificateur de charge utile FEC	Contient le numéro de bloc source et l'identificateur du symbole de codage des symboles de codage
Symboles de codage	Charge utile

## 6.2 Compression d'en-tête IP

Les en-têtes IP et UDP sont compressés à l'aide d'un système de compression d'en-tête robuste (ROHC), comme indiqué sur les Figs 20 et 21.

FIGURE 20

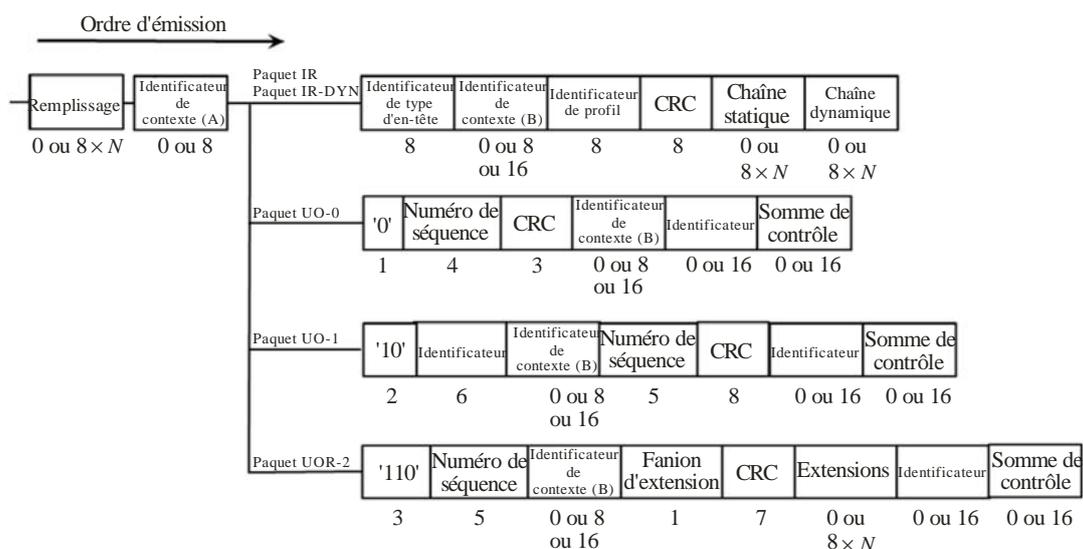
## Structure des paquets ROHC



BT.1888-20

FIGURE 21

Structure de l'en-tête ROHC



BT.1888-21

Champ	Description
Remplissage	Informations de remplissage
Identificateur de contexte	Identificateur de contexte ROHC
Identificateur de type d'en-tête	'1111 1101': paquet IR '1111 1000': paquet IR-DYN
Identificateur de profil	0x0002 (profil UDP)
Chaîne statique	Partie statique des informations d'en-tête UDP
Chaîne dynamique	Partie dynamique des informations d'en-tête UDP

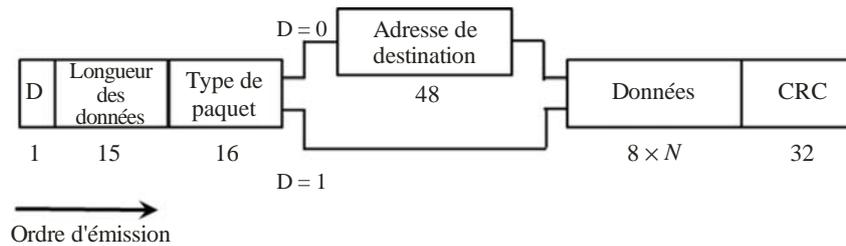
### 6.3 Encapsulation dans des paquets de flux de transport<sup>4</sup>

Les paquets IP à en-tête compressé sont encapsulés dans des paquets de flux de transport MPEG-2 au moyen de l'encapsulation légère unidirectionnelle. La structure de l'encapsulation ULE est présentée sur la Fig. 22.

<sup>4</sup> Voir la Recommandation UIT-R BT.1887 – Acheminement de paquets IP dans des flux de transport MPEG-2 pour la radiodiffusion multimédia.

FIGURE 22

## Structure des paquets ULE



BT.1888-22

Champ	Description
D	0: le champ adresse de destination existe 1: le champ adresse de destination n'existe pas
Longueur des données	Longueur du champ données en octets
Type de paquet	0x8000: paquet IPv4 0x22F1: paquet IP compressé selon la technique ROHC 0x22F2: paquet IP compressé selon la technique HCfB 0x86DD: paquet IPv6
Adresse de destination	Adresse de destination de 48 bits de longueur
Données	Octets de données encapsulées selon la technique ULE
CRC	Contrôle de redondance cyclique

#### 6.4 Détection de la perte ou de la corruption de fragments de fichier

La perte ou la corruption de fragments de fichier peut être détectée comme suit:

- La détection de la perte de symboles se fait par la vérification de l'identificateur de charge utile FEC dans l'en-tête FLUTE.
- La détection de la corruption de paquets IP se fait par la vérification de la somme de contrôle des en-têtes UDP.
- La détection de la corruption de paquets ULE se fait par la vérification de la somme de contrôle des paquets ULE.
- La détection de la perte de paquets de flux de transport MPEG-2 se fait par la vérification de l'en-tête TS.

Les paquets de symboles corrompus ou perdus sont rejetés et le fichier original est reconstitué au moyen du décodage AL-FEC. Si le fichier n'est pas parfaitement reconstitué, le récepteur peut le réparer en utilisant le système de complément du contenu identifié par les métadonnées de commande du téléchargement.

## 7 Gestion des droits numériques

Aux fins de la gestion des droits numériques, la totalité du fichier de contenu peut être chiffrée avant la transmission. La clé de chiffrement est fournie par l'intermédiaire des canaux de communication une fois que les procédures d'authentification appropriées ont été mises en œuvre.