

# Recommandation UIT-R BT.1833-5

(05/2023)

Série BT: Service de radiodiffusion télévisuelle

**Diffusion d'applications multimédias et  
d'applications de données destinées à la  
réception mobile au moyen de  
récepteurs portatifs**



## 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 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 oeuvre 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: <https://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
<b>BT</b>	<b>Service de radiodiffusion télévisuelle</b>
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	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, 2024

© UIT 2024

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.1833-5<sup>1</sup>**Diffusion d'applications multimédias et d'applications de données destinées à la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs<sup>2</sup>**

(Question UIT-R 45/6)

(2007-2011-2012-2014-2022-2023)

**Domaine d'application**

La présente Recommandation vise à répondre aux objectifs spécifiques de la Question UIT-R 45/6 et à aider les administrations, ainsi que les entreprises de radiodiffusion et de radiocommunication, à concevoir des solutions multimédias et de données en radiodiffusion mobile. Elle traite des aspects particuliers relatifs aux besoins des utilisateurs finals concernant les récepteurs portatifs.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que des systèmes numériques de radiodiffusion télévisuelle et sonore ont été mis en œuvre dans de nombreux pays et que d'autres vont l'être dans beaucoup d'autres pays dans les années à venir;
- b) que des services de radiodiffusion multimédia et de données utilisant les fonctionnalités intrinsèques des systèmes de radiodiffusion numérique ont été mis en œuvre ou devraient l'être;
- c) que certains pays prévoient de mettre en œuvre des systèmes de télécommunication mobiles utilisant des technologies de l'information évoluées et que d'autres pays vont mettre en œuvre de tels systèmes dans un avenir proche;
- d) que les caractéristiques de réception sur des terminaux mobiles sont très différentes des caractéristiques de réception sur des terminaux fixes;
- e) que des services de radiodiffusion numérique devraient pouvoir être reçus dans divers environnements de réception, notamment ceux destinés à des récepteurs en intérieur, portables, portatifs et à bord de véhicules;
- f) que les formats d'affichage et les fonctionnalités des récepteurs portatifs, portables et à bord de véhicules sont différents de ceux des récepteurs fixes;
- g) que le cas particulier de la réception mobile par des récepteurs portatifs exige des caractéristiques techniques particulières;
- h) qu'il est nécessaire d'assurer l'interopérabilité entre les services de télécommunication mobiles et les services de radiodiffusion numérique interactive;
- i) qu'il est nécessaire de disposer de méthodes techniques pour garantir des solutions en matière de cybersécurité et d'accès conditionnel,

---

<sup>1</sup> Il convient de porter la présente Recommandation à l'attention de la Commission d'études 4 des radiocommunications.

<sup>2</sup> La présente Recommandation fait partie de la famille de Recommandations et de Rapports sur la radiodiffusion multimédia.

*notant*

- a) que certains systèmes de télécommunication qui ne sont pas expressément réservés aux services de radiodiffusion, par exemple les services de diffusion multimédia/multidiffusion (MBMS, multimedia broadcast/multicast services), satisfont aux exigences en matière d'interopérabilité entre les services de télécommunication mobiles et les services de radiodiffusion numérique interactive;
- b) que certains systèmes multimédias combinant une composante satellite (réservée ou pas expressément réservée à la radiodiffusion) et des composantes de Terre réservées à la radiodiffusion intégrées dans les plans de fréquences nationaux satisfont aux exigences visant à assurer une large couverture avec une bonne qualité de service,

*recommande*

- 1 que les administrations souhaitant mettre en œuvre la diffusion d'applications multimédias et de données destinées à la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs tiennent compte des besoins des utilisateurs finals indiqués dans l'Annexe 1 pour l'évaluation et l'analyse des caractéristiques des systèmes multimédias;
- 2 que les administrations souhaitant mettre en œuvre la diffusion d'applications multimédias et de données destinées à la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs utilisent les technologies décrites dans les Recommandations citées en référence dans l'Annexe 1 pour concevoir des systèmes de radiodiffusion multimédia;
- 3 que les systèmes multimédias dont la liste figure dans l'Annexe 1 puissent être utilisés pour la diffusion d'applications multimédias et d'applications de données pour la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs.

## **Annexe 1**

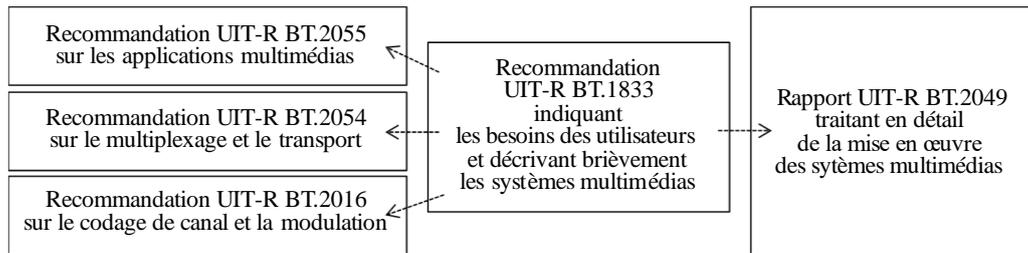
### **1 Références**

La présente Recommandation donne des informations très générales sur les systèmes de radiodiffusion multimédia pour la réception mobile. Elle décrit les besoins des utilisateurs des systèmes de radiodiffusion multimédia pour la réception mobile et donne un aperçu général de chaque système.

La présente Recommandation fait partie d'un ensemble comprenant trois autres Recommandations et un Rapport. La Figure 1 montre la structure de cet ensemble composé de plusieurs Recommandations et d'un Rapport.

FIGURE 1

**Structure des Recommandations et du Rapport UIT-R traitant des systèmes de radiodiffusion multimédia pour la réception mobile**



BT.1833-01

NOTE – Les flèches renvoient à des références.

La Recommandation UIT-R BT.2055 – «Éléments de contenu des systèmes de radiodiffusion multimédia pour la réception mobile» porte sur les technologies pour les couches application et présentation des systèmes de radiodiffusion multimédia pour la réception mobile. Elle décrit les formats et le codage de source des signaux audio et vidéo ainsi que des autres signaux qui composent le contenu. Elle décrit en outre les technologies utilisées pour naviguer dans le contenu et assurer l'interactivité.

La Recommandation UIT-R BT.2054 – «Mécanismes de multiplexage et de transport des systèmes de radiodiffusion multimédia pour la réception mobile» traite des technologies pour les couches multiplexage et transport des systèmes de radiodiffusion multimédia pour la réception mobile.

La Recommandation UIT-R BT.2016 – «Méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la radiodiffusion multimédia de Terre, pour la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs dans les bandes d'ondes métriques/décimétriques» donne des informations sur les couches codage de canal et modulation des systèmes de radiodiffusion multimédia pour la réception mobile.

Le Rapport UIT-R BT.2049 – «Diffusion d'applications multimédias et d'applications de données destinées à la réception mobile» donne des informations détaillées sur la mise en œuvre des systèmes de radiodiffusion multimédia pour la réception mobile.

## 2 Introduction

L'expérience acquise par les utilisateurs finals et les applications connexes en matière de réception sur des récepteurs portatifs diffèrent de celles que l'on connaît déjà pour la réception des récepteurs portables et à bord de véhicules. Par ailleurs, les limitations physiques des récepteurs portatifs supposent des caractéristiques systèmes particulières pour répondre aux exigences des utilisateurs finals.

En conséquence, le domaine d'application de la présente Recommandation relative à la diffusion d'applications multimédias et d'applications de données destinées à la réception mobile traite plus particulièrement des aspects propres au fonctionnement des dispositifs portatifs.

### 2.1 Récepteurs portatifs

Les terminaux fonctionnant sur batterie présentent d'importantes limitations physiques, par exemple leur dimension (antennes de petite taille, dimension de l'écran, etc.), la résolution de l'écran, la puissance de calcul, l'autonomie limitée, etc.

## 2.2 Récepteurs portables

Ces dispositifs sont soumis à moins de contraintes liées à la consommation électrique et pourraient en conséquence offrir une plus grande puissance de calcul, ce qui permettrait par exemple de fournir des applications présentant une meilleure résolution d'image que celle des récepteurs portatifs.

## 2.3 Récepteurs pour véhicules

Ces récepteurs n'ont pas les mêmes limitations physiques et ne sont pas assujetties aux mêmes contraintes en matière de consommation électrique que les récepteurs portatifs, mais leur vitesse de déplacement est en moyenne beaucoup plus grande. Les récepteurs pour véhicules peuvent être connectés à des antennes extérieures placées sur le véhicule.

## 3 Abréviations

AT-DMB	radiodiffusion multimédia numérique de Terre évoluée ( <i>advanced terrestrial digital multimedia broadcasting</i> )
ATSC	advanced television systems committee
BCAST	services de radiodiffusion mobile de l'OMA ( <i>OMA mobile broadcast services</i> )
DAB	radiodiffusion audionumérique ( <i>digital audio broadcasting</i> )
DVB-H	radiodiffusion vidéonumérique sur dispositif portatif ( <i>digital video broadcasting – handheld</i> )
DVB-SH	radiodiffusion vidéonumérique par satellite sur dispositif portatif ( <i>digital video broadcasting – satellite services to handheld devices</i> )
DVB-T	radiodiffusion vidéonumérique de Terre ( <i>digital video broadcasting – terrestrial</i> )
DVB-T2	radiodiffusion vidéonumérique de Terre de deuxième génération ( <i>digital video broadcasting – second generation terrestrial</i> )
ETSI	Institut européen des normes de télécommunication
ETSI EN	Norme européenne de l'ETSI ( <i>ETSI european norm</i> )
ETSI TS	spécification technique de l'ETSI ( <i>ETSI technical specification</i> )
IP	Protocole Internet ( <i>Internet protocol</i> )
IPDC	diffusion de données utilisant le protocole Internet ( <i>Internet protocol data cast</i> )
ISDB-T	radiodiffusion numérique à intégration de services de Terre ( <i>terrestrial integrated services digital broadcasting</i> )
MBMS	services de diffusion multimédia/multidiffusion ( <i>multimedia broadcast/multicast services</i> )
OMA	Open mobile alliance
QVGA	format d'affichage QVGA ( <i>quarter video graphics array</i> )
T-DAB	radiodiffusion audionumérique de Terre ( <i>terrestrial digital audio broadcasting</i> )
T-DMB	radiodiffusion multimédia numérique de Terre ( <i>terrestrial-digital multimedia broadcasting</i> )

#### 4 Besoins des utilisateurs

Certains besoins des utilisateurs concernant la réception mobile sont différents de ceux concernant la réception fixe. En ce qui concerne la diffusion d'applications multimédias et d'applications de données destinées à la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs, il existe des besoins spécifiques en raison des utilisations différentes des dispositifs de réception. Il convient de tenir compte des besoins suivants lors de la diffusion d'applications multimédias et d'applications de données destinées à la réception mobile au moyen de dispositifs portatifs:

- diffusion de contenus<sup>3</sup> multimédias de haute qualité, notamment de services vidéo, audio ou de données;
- configuration souple d'une grande diversité de services (audio/vidéo, données auxiliaires);
- l'accès à des contenus et services peut être géré par l'intermédiaire de protocoles d'accès conditionnel ou d'accès au service et d'autres mécanismes de protection du contenu;
- accès sans discontinuité à des contenus et services sur l'ensemble des réseaux;
- prise en charge de la découverte rapide et de la sélection du contenu ainsi que de services qui se caractérisent, par exemple, par le temps d'acquisition du canal, le temps de commutation du service<sup>4</sup>, les mécanismes de transmission de contenu programmé, etc.;
- prise en charge de mécanismes efficaces permettant de réduire le plus possible la consommation d'énergie et les dimensions physiques des récepteurs portatifs;
- prise en charge d'une couverture de service stable et fiable pour les récepteurs portatifs dans différents environnements de réception;
- prise en charge de l'interactivité, par exemple des contenus et des applications interactifs, ou de fonctionnalités de canal d'interaction sur les récepteurs portatifs;
- prise en charge de mécanismes de fourniture (transport) efficaces et fiables de services;
- aspects techniques permettant l'interopérabilité des services entre réseaux de diffusion et de télécommunication (format du contenu, codecs audio/vidéo et méthodes d'encapsulation, par exemple).

Le Tableau 1 présente les caractéristiques des systèmes de radiodiffusion multimédia destinés à la réception mobile pour répondre aux besoins des utilisateurs indiqués ci-dessus.

Dans le Tableau 1, les systèmes suivants sont décrits:

- le Système multimédia «A» est fondé sur la radiodiffusion multimédia numérique de Terre (T-DMB, Recommandation UIT-R BS.1114, Système A, normes ETSI TS 102 427 et 102 428) et la radiodiffusion multimédia numérique de Terre évoluée (AT-DMB, TTA.KO-07.0070/R1, TTA.KO-07.0071);
- le Système multimédia «B» est fondé sur la norme DTV mobile ATSC (A/153), qui est une version améliorée du système ATSC (Recommandation UIT-R BT.1306, Système A);
- le Système multimédia «C» est fondé sur la radiodiffusion numérique de Terre à intégration de services (segment unique ISDB-T);
- le Système multimédia «E» est fondé sur le Système numérique E décrit dans la Recommandation UIT-R BO.1130 pour la composante satellite et sur la Recommandation UIT-R BS.1547 pour la composante de Terre;

---

<sup>3</sup> Dans la présente Recommandation, le terme «contenu» désigne tout programme et les informations associées de toute sorte.

<sup>4</sup> Le temps de commutation du service est le temps écoulé entre la sélection par l'utilisateur d'un nouveau service de diffusion de flux en temps réel et l'affichage initial de ce service fourni à l'utilisateur final.

- le Système multimédia «F» est fondé sur la radiodiffusion multimédia ISDB-T pour la réception mobile;
- le Système multimédia «H» est fondé sur la radiodiffusion vidéo numérique sur dispositif portable (DVB-H, norme ETSI EN 302 304 et rapport ETSI TR 102 377);
- le Système multimédia «I» est fondé sur la radiodiffusion vidéo numérique par satellite sur dispositif portable (DVB-SH, norme ETSI EN 302 583 et spécification ETSI TS 102 584);
- le Système multimédia «T2» est fondé sur le profil de radiodiffusion vidéo numérique de Terre (DVB T2-Lite) (DVB-T2, norme ETSI EN 302 755 v.1.3.1);
- le Système multimédia «L»<sup>5</sup> est fondé sur la norme ETSI TS 103 720, intitulée «*5G Broadcast System for linear TV and radio services; LTE-based 5G terrestrial broadcast system*» (Système de radiodiffusion 5G pour les services télévisuels et radiophoniques linéaires – Système de radiodiffusion 5G de Terre fondé sur la LTE);
- le Système multimédia «S» est fondé sur la suite de normes ATSC 3.0, qui comprend un ensemble de documents normatifs distincts, dont le document A/300:2021 («Système ATSC 3.0») décrit la gamme complète de technologies ATSC 3.0;
- le Système multimédia «N» est fondé sur le système de service de multidiffusion/radiodiffusion fonctionnant sur un réseau 5G New Radio (5G NR) (QB-1018-2022).

La mise en œuvre détaillée et/ou le déploiement de service pour chaque système sont décrits dans le Rapport UIT-R BT.2049.

---

<sup>5</sup> Ce système a été mis au point par le Partenariat 3GPP, ainsi que la proposition intitulée «*5G, Release 15 and beyond – LTE+NR SRIT*» (5G, Version 15 et ultérieure – Technologies LTE+NR SRIT) faisant l'objet de l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R M.2150-1, intitulée «*Spécifications détaillées des interfaces radioélectriques de Terre des télécommunications mobiles internationales 2020 (IMT-2020)*», et a été normalisé par l'ETSI sous la référence TS 103 720 (Système de radiodiffusion 5G pour les services télévisuels et radiophoniques linéaires – Système de radiodiffusion 5G de Terre fondé sur la LTE).

TABLEAU 1

**Caractéristiques des systèmes de radiodiffusion multimédia destinés  
à la réception mobile par des récepteurs portatifs**

Système	Description des caractéristiques des systèmes
Système multimédia «A»	<p>Ce système, également appelé système de radiodiffusion multimédia numérique de Terre (T-DMB), est une version améliorée du système T-DAB qui permet de fournir des services multimédias, notamment des services de transmission de signaux vidéo, de signaux audio et de données interactives sur récepteurs portatifs dans un environnement mobile. Le Système multimédia «A» utilise des réseaux T-DAB et est parfaitement rétrocompatible avec le système T-DAB destiné à fournir des services audio.</p> <p>Le système AT-DMB est une version améliorée du système T-DMB qui permet d'accroître la capacité des canaux du système T-DMB et qui est parfaitement rétrocompatible avec le système T-DMB.</p>
Système multimédia «B»	<p>Ce système, également appelé système DTV mobile ATSC, est une version améliorée de la première génération du système ATSC destiné à fournir des services multimédias, notamment des services de transmission de signaux vidéo, de signaux audio et de données interactives sur de petits récepteurs (à faible consommation d'énergie) fixes, portatifs ou à bord de véhicules. Le Système multimédia «B» utilise des mécanismes IP avec contrôle de synchronisation temporelle de la fourniture via la modélisation de tampons pour un système de radiodiffusion de bout en bout, un trajet de retour étant prévu pour faciliter la fourniture de n'importe quel type de contenu ou de service numérique.</p>
Système multimédia «C»	<p>Le signal de flux de ce système peut être multiplexé avec le signal destiné à être reçu sur des terminaux fixes qui coexiste dans un même flux.</p> <p>Un format de contenu riche, notamment la prise en charge d'un programme de script, offre une interactivité satisfaisante sur un petit dispositif.</p>
Système multimédia «E»	<p>Les récepteurs cibles sont généralement des récepteurs portatifs équipés d'un écran de 3,5 pouces pour la diffusion vidéo et de données QVGA en plus de la diffusion de signaux audio de haute qualité. Le segment satellitaire assure une couverture nationale et des réémetteurs couvrent les zones d'ombre par rapport au trajet du satellite. Un système de radiodiffusion approprié est le Système numérique «E» décrit dans la Recommandation UIT-R BO.1130.</p>
Système multimédia «F»	<p>Ce système est conçu pour la radiodiffusion en temps réel ou non de contenus vidéo, sonores et multimédias sur des récepteurs mobiles ou portatifs sur la base de la technologie utilisée par le Système multimédia C (ISDB-T).</p> <p>Des services vidéo, audio et de données multimédias de haute qualité peuvent être configurés avec la souplesse voulue. Par ailleurs, la prise en charge de l'interpréteur de script pour le format de contenu riche offre une certaine souplesse au niveau du contenu et des services.</p>
Système multimédia «H»	<p>Système de radiodiffusion de bout en bout destiné à la fourniture de tout type de contenus et de services numériques utilisant des mécanismes IP, par exemple ceux inclus dans les spécifications IPDC (diffusion de données IP) ou BCAST de l'OMA. Il est fondé sur la norme DVB-H, qui est une version améliorée, optimisée pour les terminaux portatifs, de la norme de radiodiffusion numérique DVB-T, avec laquelle il partage l'environnement radioélectrique physique.</p>

TABLEAU 1 (*fin*)

Système	Description des caractéristiques des systèmes
Système multimédia «I»	Système de radiodiffusion de bout en bout destiné à la fourniture de tout type de contenus et de services numériques utilisant des mécanismes IP, par exemple ceux inclus dans les spécifications IPDC (diffusion de données IP) ou BCAST de l'OMA. Fondé sur la norme DVB-SH, il permet de distribuer ces contenus et services via des réseaux par satellite et de Terre combinés ou intégrés sur divers terminaux mobiles ou fixes dotés d'une antenne compacte et de directivité très limitée.
Système multimédia «T2»	Système de radiodiffusion de bout en bout destiné à la fourniture de signaux multimédias sur des dispositifs portatifs, utilisant des conduits de couche physique (PLP) et la technologie de découpage temporel T2. Visant à optimiser et à améliorer sensiblement l'efficacité du système de radiodiffusion multimédia en termes de compromis entre des paramètres de système tels que le rapport C/N, le débit binaire, la complexité du récepteur, etc., il permet de diffuser simultanément deux versions différentes du même service, avec des débits binaires et des niveaux de protection différents, afin d'offrir une meilleure réception dans les zones en bordure de couverture.
Système multimédia «L»	Système de radiodiffusion de bout en bout destiné à la fourniture de signaux multimédias sur des dispositifs portatifs. Prend en charge le déploiement de services en mode libre accès (FTA) et de services en mode réception uniquement (ROM) sur le réseau d'accès 3GPP, le réseau dédié à la radiodiffusion sonore et visuelle linéaire, le réseau à fréquence unique (SFN) avec une distance intersites largement supérieure à la distance intersites type associée à des déploiements cellulaires classiques, des scénarios de mobilité incluant des vitesses pouvant aller jusqu'à 250 km/h pour permettre la réception des récepteurs à bord de véhicules au moyen d'antennes équidirectives extérieures, des formats communs de diffusion en continu, tels que la diffusion en flux adaptatif dynamique sur HTTP (DASH), le format commun d'application média (CMAF) et la diffusion HTTP en direct (HLS), des services IP tels que la TVIP ou la multidiffusion ABR, et différents services de fourniture de fichiers, tels que la fourniture programmée ou les carrousels de fichiers.
Système multimédia «S»	Système de radiodiffusion de bout en bout (ATSC 3.0) destiné à la fourniture de tout type de contenus, de données et de services numériques, utilisant des conduits de couche physique (PLP) et prenant en charge les mécanismes IP, MPEG-2 TS et d'autres mécanismes de transport. La suite de normes ATSC 3.0 est une évolution non rétrocompatible du système ATSC, qui offre des capacités largement supérieures aux capacités des générations précédentes de radiodiffusion de Terre, moyennant des améliorations considérables en matière de performance, de fonctionnalité et d'efficacité. Le système ATSC 3.0 est conçu pour améliorer l'efficacité de la radiodiffusion multimédia et offre un équilibre optimal entre les paramètres du système, tels que le rapport C/N, le débit binaire, la complexité du récepteur, etc. Chaque norme ATSC 3.0 est conçue pour offrir une efficacité et une souplesse de fonctionnement maximales et peut faire l'objet d'extensions pour prendre en charge une adaptation future.
Système multimédia «N»	Système de radiodiffusion de bout en bout destiné à la fourniture de signaux multimédias sur des dispositifs portatifs, sur la base du système de service de multidiffusion/radiodiffusion fonctionnant sur un réseau 5G New Radio. Il prend en charge des services en mode libre accès (FTA) et de services en mode réception uniquement (ROM), des réseaux dédiés à la radiodiffusion sonore et visuelle linéaire, une commutation dynamique et fluide entre les services de monodiffusion et les services de radiodiffusion/multidiffusion, des capacités de service souples, une interaction bidirectionnelle, une diffusion précise des services de radiodiffusion et de multidiffusion en fonction de l'emplacement, une adaptation aux terminaux 5G classiques à usage général et une structure de réseau mixte coordonné reposant sur des stations de base cellulaires 5G et des pylônes de télévision existants.