

**UIT-R**

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

**Recommandation UIT-R M.2084-0**  
(09/2015)

**Normes relatives aux interfaces  
radioélectriques pour les communications  
de véhicule à véhicule et de véhicule à  
infrastructure pour les applications  
des systèmes de transport intelligents**

**Série M**

**Services mobile, de radiorepérage et d'amateur  
y compris les services par satellite associés**



## 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 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: <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>	Service de radiodiffusion télévisuelle
<b>F</b>	Service fixe
<b>M</b>	<b>Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés</b>
<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, 2016

© UIT 2016

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 M.2084-0

**Normes relatives aux interfaces radioélectriques pour les communications de véhicule à véhicule et de véhicule à infrastructure pour les applications des systèmes de transport intelligents**

(Question UIT-R 205-5/5)

(2015)

**Domaine d'application**

La présente Recommandation recense les normes portant spécifiquement sur les interfaces radioélectriques pour les communications de véhicule à véhicule et de véhicule à infrastructure pour les applications des systèmes de transport intelligents. Les caractéristiques techniques et opérationnelles décrites dans la présente Recommandation sont basées sur les bandes de fréquences qui sont déjà utilisées pour les systèmes de transport intelligents (ITS) et les applications du service mobile.

**Mots clés**

ITS, communications de véhicule à véhicule, communications de véhicule à infrastructure

**Acronymes et abréviations**

AMDP/AC	Accès multiple avec détection de porteuse/anticollision
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
ATS	Suite de tests abstraits ( <i>abstract test suite</i> )
CED	Correction d'erreur directe
CEN	Comité européen de normalisation
DCC	Limitation décentralisée des encombrements ( <i>decentralized congestion control</i> )
DSRC	Communications spécialisées à courte distance ( <i>dedicated short range communications</i> )
EFC	Télépéage ( <i>electronic fee collection</i> )
ETSI	Institut européen des normes de télécommunication ( <i>European Telecommunications Standards Institute</i> )
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ITS	Systèmes de transport intelligents ( <i>intelligent transport systems</i> )
MAQ	Modulation d'amplitude en quadrature
MDP-2	Modulation par déplacement de phase bivalente
MDP-4	Modulation par déplacement de phase quadrivalente
MROF	Multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence
PICS	Déclaration de conformité d'une instance de protocole ( <i>protocol implementation conformance statement</i> )
PIXIT	Informations complémentaires sur l'instance de protocole destinées au test ( <i>protocol implementation extra information for testing</i> )
TSS & TP	Structure des suites de tests et objectifs des tests ( <i>test suite structure and test purposes</i> )
TTA	Telecommunications Technology Association

V2I	de véhicule à infrastructure
V2V	de véhicule à véhicule
WAVE	Accès hertzien dans l'environnement des véhicules ( <i>wireless access in vehicular environments</i> )

### Recommandations de l'UIT connexes

Recommandation UIT-R M.1453	Systemes de transport intelligents – Communications spécialisées à courte distance à 5,8 GHz
Recommandation UIT-R M.1890	Systemes de transport intelligents – Lignes directrices et objectifs

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que des organisations de normalisation élaborent actuellement des normes spécifiques pour les communications de véhicule à véhicule et de véhicule à infrastructure dans les systèmes de transport intelligents (ITS);
- b) qu'en utilisant la Recommandation de l'UIT-R qui répertorie ces normes, les fabricants et les opérateurs devraient pouvoir déterminer celles qui sont les plus adaptées à leurs besoins,

*notant*

la Recommandation UIT-R M.1453, relative aux communications spécialisées à courte distance (DSRC) à 5,8 GHz,

*recommande*

que les normes relatives aux interfaces radioélectriques décrites dans les Annexes 1 à 4 soient utilisées pour les communications de véhicule à véhicule et de véhicule à infrastructure.

NOTE – Les caractéristiques techniques de ces normes sont résumées dans l'Annexe 5.

## Annexe 1

### Normes de l'ETSI

Les normes de l'ETSI concernant la couche d'accès et la couche média s'appuient sur des caractéristiques telles que:

- le fonctionnement à 5,9 GHz;
- le fonctionnement multicanal;
- la limitation décentralisée des encombrements (DCC);
- la coexistence des applications ITS et EFC (utilisant les communications DSRC du CEN) dans les bandes de fréquences des 5,8 GHz et 5,9 GHz.

TABLEAU 1

**Normes de base concernant la couche d'accès et la couche média**

Titre de la norme	Numéro de la norme
Systèmes de transport intelligents (ITS); Équipements de radiocommunication fonctionnant dans la bande de fréquences 5 855-5 925 MHz; Norme EN harmonisée couvrant les conditions essentielles de l'Article 3.2 de la Directive R&TTE	ETSI EN 302 571
Systèmes de transport intelligents (ITS); Spécifications de la couche d'accès pour les systèmes de transport intelligents fonctionnant dans la bande de fréquences des 5 GHz	ETSI EN 302 663
Systèmes de transport intelligents (ITS); Mécanismes de limitation décentralisée des encombrements pour les systèmes de transport intelligents fonctionnant dans la gamme des 5 GHz; Partie concernant la couche d'accès	ETSI TS 102 687
Systèmes de transport intelligents (ITS); Techniques d'atténuation pour éviter les brouillages entre les équipements de communication spécialisée à courte distance (DSRC) du CEN et les systèmes de transport intelligents (ITS) fonctionnant dans la gamme de fréquences des 5 GHz	ETSI TS 102 792
Systèmes de transport intelligents (ITS); Spécifications de canal harmonisées pour les systèmes de transport intelligents (ITS) fonctionnant dans la bande de fréquences des 5 GHz	ETSI TS 102 724

TABLEAU 2

**Normes relatives aux tests concernant la couche d'accès et la couche média**

Titre de la norme relative aux tests	Numéro de la norme
Systèmes de transport intelligents (ITS); Spécifications de test pour les algorithmes de limitation de l'encombrement des canaux fonctionnant dans la gamme des 5,9 GHz; Partie 1: Déclaration de conformité d'une instance de protocole (PICS)	ETSI TS 102 917-1
Systèmes de transport intelligents (ITS); Spécifications de test pour les algorithmes de limitation de l'encombrement des canaux fonctionnant dans la gamme des 5,9 GHz; Partie 2: Structure des suites de tests et objectifs des tests (TSS & TP)	ETSI TS 102 917-2
Systèmes de transport intelligents (ITS); Spécifications de test pour les algorithmes de limitation de l'encombrement des canaux fonctionnant dans la gamme des 5,9 GHz; Partie 3: Suite de tests abstraits (ATS) et formulaire partiel d'informations complémentaires sur l'instance de protocole destinées aux tests (PIXIT)	ETSI TS 102 917-3
Systèmes de transport intelligents (ITS); Spécifications de test pour les méthodes permettant de garantir la coexistence des systèmes ITS G5 coopératifs avec les équipements RTTT DSRC; Partie 1: Déclaration de conformité d'une instance de protocole (PICS)	ETSI TS 102 916-1

TABLEAU 2 (*fin*)

Titre de la norme relative aux tests	Numéro de la norme
Systèmes de transport intelligents (ITS); Spécifications de test pour les méthodes permettant de garantir la coexistence des systèmes ITS G5 coopératifs avec les équipements RTTT DSRC; Partie 2: Structure des suites de tests et objectifs des tests (TSS & TP)	ETSI TS 102 916-2
Systèmes de transport intelligents (ITS); Spécifications de test pour les méthodes permettant de garantir la coexistence des systèmes ITS G5 coopératifs avec les équipements RTTT DSRC; Partie 3: Suite de tests abstraits (ATS) et formulaire partiel d'informations complémentaires sur l'instance de protocole destinées aux tests (PIXIT)	ETSI TS 102 916-3

## Annexe 2

### Normes de l'IEEE

Les normes de l'IEEE concernant la couche d'accès et la couche média s'appuient sur des caractéristiques telles que:

- le fonctionnement à 5,9 GHz;
- le fonctionnement multicanal;
- la coexistence entre les systèmes ITS et d'autres services dans la bande 5 850-5 925 MHz.

Le programme ITS est dirigé par le Bureau du programme conjoint pour les systèmes ITS de l'Administration fédérale des Etats-Unis responsable des autoroutes. Les exigences applicables à l'utilisation des communications hertziennes multicanal sont basées sur la Norme IEEE 802.11p™-2010 – Norme IEEE pour les technologies de l'information – Réseaux locaux et métropolitains – Exigences spécifiques – Partie 11: Spécifications de la couche de commande d'accès au support (MAC) et de la couche physique (PHY) des réseaux locaux hertziens – Amendement 6: Accès hertzien dans l'environnement des véhicules, élaboré initialement en tant qu'amendement à la norme IEEE 802.11™-2007, inclus dans la révision de la norme IEEE 802.11™-2012 – Norme IEEE pour les technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre les systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Exigences spécifiques – Partie 11: Spécifications de la couche de commande d'accès au support (MAC) et de la couche physique (PHY) des réseaux locaux hertziens. Les exigences applicables aux protocoles de couche supérieure et aux services sont décrites dans la famille de normes IEEE 1609, qui fait appel à la Norme IEEE 802.11. La normalisation des protocoles de couche supérieure et des services va dans le sens des exigences applicables aux communications de véhicule à véhicule et de véhicule à infrastructure définies dans l'Architecture ITS nationale et dans les initiatives du Bureau du programme conjoint. L'avantage d'établir des communications hertziennes dans le cadre du programme ITS est que les opérateurs de véhicule, les centres de régulation, les centres de gestion du trafic, les centres d'intervention en cas d'urgence, ainsi que le guidage routier, les alertes de sécurité, les alertes enlèvement et les interventions en cas d'urgence concernant les usagers de la route peuvent s'appuyer sur l'Architecture ITS nationale.

La version publiée de la Norme IEEE 802.11-2012 peut être téléchargée gratuitement sur la page du programme Get de l'IEEE, à l'adresse suivante: <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>.

La famille de normes IEEE 1609 contient les normes suivantes:

IEEE 1609.0<sup>TM</sup>-2013 – Guide de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Architecture

IEEE 1609.2<sup>TM</sup>-2013 – Norme de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules – Services de sécurité pour les messages d'applications et de gestion

IEEE 1609.3<sup>TM</sup>-2010 – Norme de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Services de réseau

IEEE 1609.3<sup>TM</sup>-2010/Cor 1-2012 – Norme de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Services de réseau – Corrigendum 1: Corrections diverses

IEEE 1609.3<sup>TM</sup>-2010/Cor 2-2014 – Norme de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Services de réseau – Corrigendum 2: Correction des erreurs relevées

IEEE 1609.4<sup>TM</sup>-2010 – Norme de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Fonctionnement multicanal

IEEE 1609.4<sup>TM</sup>-2010/Cor 1-2014 – Norme de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Fonctionnement multicanal – Corrigendum 1: Correction des erreurs relevées

IEEE 1609.11<sup>TM</sup>-2010 – Norme de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Protocole d'échange de données de paiement électronique par voie hertzienne pour les systèmes de transport intelligents (ITS)

IEEE 1609.12<sup>TM</sup>-2012 – Norme de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Attributions des identifiants

## Annexe 3

### Norme de l'ARIB

Au Japon, une partie de la bande des 700 MHz (755,5-764,5 MHz) a été assignée pour l'utilisation de systèmes d'aide à la sécurité routière, dans le cadre d'une nouvelle attribution à titre primaire d'une bande issue du dividende numérique. Les caractéristiques techniques des communications de véhicule à véhicule et de véhicule à infrastructure pour les systèmes d'aide à la sécurité routière figurent dans le Tableau 3.

TABLEAU 3

#### Caractéristiques du système de transmission

Paramètre	Caractéristique technique
Plage de fréquences de fonctionnement	755,5-764,5 MHz (un seul canal)
Largeur de bande occupée	Moins de 9 MHz
Type de modulation	MDP-2 MROF, MDP-4 MROF, MAQ-16 MROF
Correction d'erreur directe	Codage convolutif, rendement = 1/2, 3/4
Débit de transmission des données	3 Mbit/s; 4,5 Mbit/s; 6 Mbit/s; 9 Mbit/s; 12 Mbit/s; 18 Mbit/s
Commande d'accès au support physique	AMDP/AC

On trouve dans le Tableau 3 les spécifications de base de la norme de l'ARIB, ARIB STD-T109<sup>1</sup>, les systèmes de transport intelligents dans la bande des 700 MHz, élaborée en février 2012.

On utilisera une largeur de canal de 9 MHz dans la bande de fréquences des 700 MHz pour les systèmes d'aide à la sécurité routière.

Le débit de transmission des données varie en fonction du type de modulation et du rendement de codage (R) choisis de la façon suivante:

- 3 Mbit/s (MDP-2 MROF, R = 1/2); 4,5 Mbit/s (MDP-2 MROF, R = 3/4);
- 6 Mbit/s (MDP-4 MROF, R = 1/2); 9 Mbit/s (MDP-4 MROF, R = 3/4);
- 12 Mbit/s (MAQ-16 MROF, R = 1/2); 18 Mbit/s (MAQ-16 MROF, R = 3/4).

Le même canal sera utilisé à la fois pour les communications entre de véhicule à véhicule et pour les communications de véhicule à infrastructure, sur la base d'une commande d'accès au support physique du type AMDP/AC.

## Annexe 4

### Normes de la TTA

#### 1 Caractéristiques techniques

Pour les applications de radiocommunications évoluées des systèmes de transport intelligents, il faut tenir compte des exigences applicables aux communications V2V et V2I et aux services associés, ainsi que des normes WAVE, afin d'assurer une harmonisation internationale. Pour les applications V2V, il est nécessaire que le temps de latence des paquets soit faible, car l'intervalle de temps pendant lequel un message de sécurité permet de sauver des vies est de l'ordre de 100 ms. De plus, ces applications requièrent un canal radioélectrique très actif pour répondre aux cas où un grand nombre de véhicules tentent de d'activer le canal radioélectrique simultanément. En ce qui concerne les applications V2I, il est nécessaire de recourir à la transmission de longs paquets, contenant un message court, des informations cartographiques ainsi que des informations graphiques, et ayant une taille d'environ 2 koctets dans des conditions de grande mobilité.

Les applications de radiocommunications évoluées de transport intelligents présentent donc les caractéristiques figurant dans le Tableau 4.

---

<sup>1</sup> Norme ARIB; ARIB STD-T109, Les systèmes de transport intelligents dans la bande des 700 MHz ([http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/5-STD-T109v1\\_2-E1.pdf](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/5-STD-T109v1_2-E1.pdf)).

TABLEAU 4  
Caractéristiques techniques

Paramètre	Caractéristique technique
Fréquence RF	5 855-5 925 MHz (système pilote)
Largeur de bande du canal RF	10 MHz
Puissance d'émission RF	23 dBm
Type de modulation	MROF (MDP-2, MDP-4, MAQ-16, option: MAQ-64)
Débit de données	3; 4,5; 6; 9; 12; 18 Mbit/s; option: 24; 27 Mbit/s
MAC	AMDP/AC, option: AMDP/AC fondé sur des créneaux temporels
Réseau	IPv4/IPv6, VMP (compatible WSMP)
Bonds multiples	Routage fondé sur des informations de localisation

## 2 Normes de la TTA relatives aux applications de radiocommunications évoluées des systèmes de transport intelligents

En République de Corée, la Telecommunications Technology Association a élaboré quatre normes relatives aux applications de radiocommunications évoluées des systèmes de transport intelligents, présentées de manière détaillée dans le Tableau 5.

TABLEAU 5  
Normes de base relatives aux applications de radiocommunications évoluées des systèmes de transport intelligents

Titre de la norme	Numéro de la norme
Système de communication pour véhicules – Etape 1: Exigences	TTAK.KO-06.0175/R1
Système de communication pour véhicules – Etape 2: Architecture	TTAK.KO-06.0193/R1
Système de communication pour véhicules – Etape 3: PHY/MAC	TTAK.KO-06.0216/R1
Système de communication pour véhicules – Etape 3: Réseau	TTAK.KO-06.0234/R1

## Annexe 5

## Résumé des caractéristiques techniques des normes

On trouvera dans le Tableau 6 les caractéristiques techniques de chaque norme.

TABLEAU 6  
Caractéristiques techniques

Paramètre	ETSI (Annexe 1)	IEEE (Annexe 2)	ARIB (Annexe 3)	TTA (Annexe 4)
Plage de fréquences de fonctionnement	5 855-5 925 MHz	5 850-5 925 MHz	755,5-764,5 MHz (un seul canal)	5 855-5 925 MHz (système pilote)
Largeur de bande du canal RF	10 MHz	10 MHz ou 20 MHz	Moins de 9 MHz	Moins de 10 MHz
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.	p.i.r.e. maximale 33 dBm		–	23 dBm
Densité de puissance RF d'émission			10 dBm/MHz	
Type de modulation	MDP-2 MROF, MDP-4 MROF, MAQ-16 MROF, MAQ-64 MROF	MAQ-64-MROF MAQ-16-MROF MDP-4-MROF MDP-2-MROF 52 sous-porteuses	MDP-2 MROF, MDP-4 MROF, MAQ-16 MROF	MDP-2 MROF, MDP-4 MROF, MAQ-16 MROF, Option: MAQ-64
Correction d'erreur directe	Codage convolutif, rendement = 1/2, 3/4, 2/3	Codage convolutif, rendement = 1/2, 3/4	Codage convolutif, rendement = 1/2, 3/4	Codage convolutif, rendement = 1/2, 3/4
Débit de transmission des données	3 Mbit/s; 4,5 Mbit/s; 6 Mbit/s; 9 Mbit/s; 12 Mbit/s; 18 Mbit/s; 24 Mbit/s; 27 Mbit/s	3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24 et 27 Mbit/s pour un espacement des canaux de 10 MHz 6; 9; 12; 18; 24; 36; 48 et 54 Mbit/s pour un espacement des canaux de 20 MHz	3 Mbit/s; 4,5 Mbit/s; 6 Mbit/s; 9 Mbit/s; 12 Mbit/s; 18 Mbit/s	3; 4,5; 6; 9; 12; 18 Mbit/s; Option: 24; 27 Mbit/s
Commande d'accès au support physique	AMDP/AC	AMDP/AC	AMDP/AC	AMDP/AC, Option: AMDP/AC fondé sur des créneaux temporels
Méthode duplex	DRT	DRT	DRT	DRT