

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.2084-1
(11/2019)

**Normes relatives aux interfaces
radioélectriques pour les communications
bidirectionnelles 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 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
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
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, 2020

© UIT 2020

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.2084-1

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

(Question UIT-R 205-5/5)

(2015-2019)

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 infrastructure¹ pour les applications des systèmes de transport intelligents. Les caractéristiques techniques décrites dans la présente Recommandation sont fondées sur les applications existantes des systèmes de transport intelligents (ITS) du service mobile.

Mots clés

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

Acronymes et abréviations

3GPP	projet de partenariat de troisième génération (<i>3rd generation partnership project</i>)
AMDP/AC	accès multiple avec détection de porteuse/anticollision
AMRF à porteuse unique	accès multiple par répartition en fréquence à porteuse unique
AMROF	accès multiple par répartition orthogonale de la fréquence
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
ATIS	Alliance for Telecommunications Industry Solutions
ATS	suite de tests abstraits (<i>abstract test suite</i>)
CCSA	China Communications Standards Association
CED	correction d'erreur directe
CEN	Comité européen de normalisation
DCC	limitation décentralisée des encombrements (<i>decentralized congestion control</i>)
DRF	duplex à répartition en fréquence
DRT	duplex à répartition dans le temps
DSRC	communications spécialisées à courte distance (<i>dedicated short range communications</i>)
EFC	télépéage (<i>electronic fee collection</i>)
eNB	nœud B du réseau E-UTRAN (<i>E-UTRAN NodeB</i>)
ETSI	Institut européen des normes de télécommunication (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>)

¹ Par communications de véhicule à infrastructure, on entend également les communications bidirectionnelles entre véhicule et infrastructure.

GNSS	système mondial de navigation par satellite (<i>global navigation satellite system</i>)
HARQ	demande de répétition automatique hybride (<i>hybrid automatic repeat request</i>)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMDA	Infocomm Media Development Authority of Singapore
ITS	systèmes de transport intelligents (<i>intelligent transport systems</i>)
LTE	évolution à long terme (<i>long term evolution</i>)
MAQ	modulation d'amplitude en quadrature
MDP-2	modulation par déplacement de phase bivalente
MDP-4	modulation par déplacement de phase quadrivalente
MRF à porteuse unique	multiplexage par répartition en fréquence à porteuse unique
MRF	multiplexage par répartition en fréquence
MROF	multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence
MRT	multiplexage par répartition dans le temps
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
UE	équipement d'utilisateur (<i>user equipment</i>)
V2I	de véhicule à infrastructure (<i>vehicle-to-infrastructure</i>)
V2N	de véhicule à réseau (<i>vehicle-to-network</i>)
V2P	de véhicule à piéton (<i>vehicle-to-pedestrian</i>)
V2V	de véhicule à véhicule (<i>vehicle-to-vehicle</i>)
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	Systèmes de transport intelligents – Communications spécialisées à courte distance à 5,8 GHz
Recommandation UIT-R M.1890	Systèmes de transport intelligents – Lignes directrices et objectifs
Recommandation UIT-R M.2121	Harmonisation des bandes de fréquences pour les systèmes de transport intelligents dans le service mobile

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,

recommande

que les normes et les spécifications techniques relatives aux interfaces radioélectriques décrites dans les Annexes 1 à 8 soient utilisées pour les communications de véhicule à véhicule et de véhicule à infrastructure.

On trouvera dans le Tableau 1 un récapitulatif des normes et des spécifications techniques décrites dans les Annexes correspondantes.

TABLEAU 1

Normes et spécifications techniques

	Annexe 1	Annexe 2	Annexe 3	Annexe 4	Annexe 5	Annexe 6	Annexe 7	Annexe 8
Organisme à l'origine des normes/spécifications techniques	ETSI	IEEE	ARIB	TTA	IMDA	CCSA	3GPP	ATIS

NOTE – Les caractéristiques techniques de ces normes et spécifications techniques sont récapitulées dans l'Annexe 9.

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:

- l'accès à la bande des 5,9 GHz et l'utilisation de cette bande;
- le fonctionnement multicanal;
- la limitation décentralisée des encombrements (DCC) et la sécurité;
- la coexistence des applications ITS et EFC (utilisant les communications spécialisées à courte distance (DSRC) du Comité européen de normalisation (CEN)) dans les bandes de fréquences des 5,8 GHz et 5,9 GHz; et
- les normes relatives aux tests pour les systèmes ITS.

Les caractéristiques techniques des communications de véhicule à véhicule (V2V) et de véhicule à infrastructure (V2I) pour les systèmes ETSI ITS-G5 figurent dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

Caractéristiques du système de transmission

Paramètre	Caractéristique technique
Plage de fréquences de fonctionnement (MHz)	5 855-5 925
Largeur de bande du canal RF (MHz)	10
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.	Limite type de p.i.r.e. maximale de 33 dBm
Type de modulation	MDP-2 MROF, MDP-4 MROF, MAQ-16 MROF, MAQ-64 MROF
Correction d'erreur directe	Codage convolutif, rendement = 1/2, 2/3, 3/4
Débit de transmission des données	3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24; 27
Commande d'accès au support physique	AMDP/AC
Méthode duplex	DRT

TABLEAU 3

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 harmonisée reprenant les exigences essentielles de l'Article 3.2 de la Directive 2014/53/EU	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
Systèmes de transport intelligents (ITS); Entité de gestion de la limitation décentralisée des encombrements (DCC) transcouche aux fins d'exploitation dans les systèmes ITS G5A et ITS G5B	ETSI TS 103 175

TABLEAU 4

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
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

Des technologies d'interface radioélectrique prenant en charge les communications entre un véhicule et tout autre élément (V2X) pour les applications des systèmes ITS ont été définies dans le cadre de spécifications techniques du Projet de partenariat de troisième génération (3GPP). En tant que partenaire fondateur du 3GPP, l'ETSI transpose automatiquement dans ses produits les spécifications techniques et les rapports techniques élaborés dans le cadre du 3GPP. Les spécifications techniques de l'ETSI qui résultent de la transposition des spécifications techniques du 3GPP pour la prise en charge des communications V2V et V2I sont décrites dans l'Annexe 7.

TABLEAU 5

Normes de base concernant la sécurité

Titre de la norme	Numéro de la norme
Systèmes de transport intelligent (ITS); Sécurité; Formats des en-têtes et des certificats de sécurité	ETSI TS 103 097
Systèmes de transport intelligent (ITS); Sécurité; Architecture de sécurité et gestion de la sécurité des communications ITS	ETSI TS 102 940
Systèmes de transport intelligent (ITS); Sécurité; Gestion de la confiance et de la confidentialité	ETSI TS 102 941

Le déploiement de toute technologie d'interface radioélectrique reposant sur les normes énumérées dans les Tableaux 3, 4 et 12 doit se faire conformément aux réglementations régionales et nationales.

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:

- l'utilisation de la bande des 5,9 GHz;
- le fonctionnement multicanal;
- la coexistence entre les systèmes ITS et les autres services existants dans la bande 5 850-5 925 MHz.

Les exigences applicables à l'utilisation des communications hertziennes multicanal reposent 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™-2016 – 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 802.11-2016 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™-2013 – Guide de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Architecture.

IEEE 1609.2™-2016 – 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™-2016 – Norme de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Services de réseau.

IEEE 1609.4™-2016 – Norme de l'IEEE pour l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (WAVE) – Fonctionnement multicanal.

IEEE 1609.11™-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™-2016 – 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 6.

TABLEAU 6

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 (Mbit/s)	3; 4,5; 6; 9; 12; 18
Commande d'accès au support physique	AMDP/AC

On trouve dans le Tableau 6 les spécifications de base de la norme de l'ARIB, ARIB STD-T109², 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 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 ITS évoluées, il faut tenir compte des exigences applicables aux communications V2V et V2I et aux services associés, ainsi que des normes relatives à l'accès hertzien dans l'environnement des véhicules (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 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 ITS évoluées présentent donc les caractéristiques figurant dans le Tableau 7.

² Norme ARIB; ARIB STD-T109, Les systèmes de transport intelligents dans la bande des 700 MHz (https://www.arib.or.jp/english/std_tr/telecommunications/std-t109.html).

TABLEAU 7
Caractéristiques techniques

Paramètre	Caractéristique technique
Fréquence RF (MHz)	5 855-5 925
Largeur de bande du canal RF (MHz)	10
Puissance d'émission RF (dBm)	20
Type de modulation	MROF (MDP-2, MDP-4, MAQ-16, MAQ-64)
Débit de données (Mbit/s)	3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24; 27
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 ITS évoluées

En République de Corée, la Telecommunications Technology Association (TTA) a élaboré six normes relatives aux applications de radiocommunications ITS évoluées, présentées de manière détaillée dans le Tableau 8.

TABLEAU 8
Normes de base relatives aux applications de radiocommunications ITS évoluées

Titre de la norme	Numéro de la norme
Système de communication pour véhicules – Étape 1: Exigences	TTAK.KO-06.0175/R2
Système de communication pour véhicules – Étape 2: Architecture	TTAK.KO-06.0193/R2
Système de communication pour véhicules – Étape 3: PHY/MAC	TTAK.KO-06.0216/R1
Système de communication pour véhicules – Étape 3: PHY/MAC(LTE-V2X)	TTAK.KO-06.0479
Système de communication pour véhicules – Étape 3: Réseau	TTAK.KO-06.0234/R1
Système de communication pour véhicules – Étape 3: Interface du protocole d'application	TTAK.KO-06.0242/R1

Des technologies d'interface radioélectrique prenant en charge les communications entre un véhicule et tout autre élément (V2X) pour les applications des systèmes ITS ont été définies dans le cadre de spécifications techniques du 3GPP. En tant que partenaire fondateur du 3GPP, la TTA transpose régulièrement dans ses spécifications techniques, les spécifications techniques et les rapports techniques élaborés par le 3GPP.

Les spécifications techniques de la TTA qui résultent de la transposition des spécifications techniques du 3GPP pour la prise en charge des communications V2X sont décrites dans l'Annexe 7.

Annexe 5

Normes IMDA

L'Info-communications Media Development Authority (IMDA) de Singapour a établi les normes relatives à la communication requises pour les systèmes ITS en tenant compte des avis formulés par le Comité consultatif pour les normes de télécommunication (TSAC). On trouvera des informations détaillées sur ces normes dans le Document IMDA TS DSRC – Spécification technique pour les communications spécialisées à courte distance dans les systèmes de transport intelligents.

Cette spécification vise à mettre au point des systèmes ITS afin d'améliorer la gestion du trafic, la sécurité des transports et la mobilité, ainsi qu'une architecture des systèmes ITS pour les communications V2V et V2I. Les caractéristiques techniques utilisées sont présentées dans le Tableau 9.

TABLEAU 9

Caractéristiques du système de transmission

Paramètre	Caractéristique de transmission
Plage de fréquences de fonctionnement (MHz)	5 855-5 925
Largeur de bande du canal RF (MHz)	10
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.	Limite type de p.i.r.e. maximale de 33 dBm
Type de modulation	MDP-2 MROF, MDP-4 MROF, MAQ-16 MROF, MAQ-64 MROF
Correction d'erreur directe	Codage convolutif, rendement = 1/2, 2/3, 3/4
Débit de transmission des données (Mbit/s)	3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24; 27
Commande d'accès au support physique	AMDP/AC
Méthode duplex	DRT

De manière générale, les cas d'utilisation de cette spécification concernant les communications DSRC peuvent être classés comme suit:

- a) localisation;
- b) gestion électronique des stationnements;
- c) gestion de la commande de la signalisation routière;
- d) informations sur la circulation;
- e) applications de sécurité;
- f) applications pour les situations d'urgence;
- g) services relatifs aux bornes;
- h) autres services et applications de systèmes ITS.

Annexe 6

Normes CCSA

La China Communications Standards Association (CCSA) a élaboré, dans leur version définitive, les normes relatives aux exigences techniques générales et aux exigences de l'interface radioélectrique pour les communications de véhicule fondées sur la technologie LTE (LTE-V2X), y compris les communications V2V, V2I, V2P (de véhicule à piéton) et V2N (de véhicule à réseau). Les numéros des normes sont présentés en détail dans le Tableau 10.

TABLEAU 10

Normes CCSA relatives aux communications LTE-V2X

Titre de la norme	Numéro de la norme
Exigences techniques générales relatives aux communications de véhicule fondées sur la technologie LTE (LTE-V2X)	YD/T 3400-2018 ³
Exigences techniques relatives à l'interface radioélectrique pour les communications de véhicule fondées sur la technologie LTE	YD/T 3340-2018 ⁴

Les normes CCSA relatives aux communications LTE-V2X résultant de la transposition des spécifications techniques du 3GPP énumérées dans le Tableau 12 de l'Annexe 7 prennent en charge deux modes de fonctionnement, à savoir:

- 1) Le mode de communication directe entre des équipements d'utilisateur (UE) en liaison latérale (*sidelink*), qui prend en charge les communications V2V, V2I et V2P et présente les principales caractéristiques suivantes:
 - fonctionnement dans la bande des 5,9 GHz;
 - communication directe entre les équipements UE;
 - structure de la couche physique améliorée;
 - mécanisme d'allocation des ressources amélioré, avec prise en charge du mode réparti (Mode 4) et du mode centralisé (Mode 3);
 - procédure de synchronisation avec le système mondial de navigation par satellite (GNSS) et/ou un nœud eNB;
 - limitation décentralisée des encombrements (DCC);
 - transmission de véhicule à piéton avec économie d'énergie.
- 2) Le mode de communication cellulaire entre un équipement UE et un nœud eNB en liaison montante/descendante, qui prend en charge les communications V2N ainsi que les communications V2V/V2I/V2P via un réseau cellulaire de relais. En comparaison avec les communications cellulaires classiques, cette solution présente les principales caractéristiques évoluées suivantes:
 - période de répétition/modification plus courte pour le service de radiodiffusion multimédia multidestinataire (MBMS) en liaison descendante;
 - configuration de programmation semi-permanente (SPS) multiple en liaison montante.

³ http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5502-1.htm.

⁴ http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5394-1.htm.

On trouvera dans le Tableau 11 un récapitulatif des caractéristiques techniques des normes CCSA relatives aux communications LTE-V2X.

TABLEAU 11

Caractéristiques techniques des normes CCSA relatives aux communications LTE-V2X

Paramètre	Caractéristique technique ⁵	
	Mode de communication directe	Mode de communication cellulaire
Plage de fréquences de fonctionnement	5 855-5 925 MHz Note: La Chine a officiellement approuvé l'utilisation de la bande 5 905-5 925 MHz pour les communications LTE-V2X.	Les bandes utilisées en combinaison avec le mode de communication directe. Pour le mode DRF Liaison montante: 1 710-1 785 MHz; Liaison descendante: 1 805-1 880 MHz Liaison montante: 880-915 MHz; Liaison descendante: 925-960 MHz. Pour le mode DRT 1 880-1 920 MHz 2 496-2 690 MHz.
Largeur de bande du canal RF	10/20 MHz	1,4/3/5/10/15/20 MHz
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.	Maximum 23 dBm	Maximum 23 dBm
Type de modulation	MDP-4 MRF à porteuse unique, MAQ-16 MRF à porteuse unique	Liaison montante: MDP-4 MRF à porteuse unique, MAQ-16 MRF à porteuse unique, MAQ-64 MRF à porteuse unique, MAQ-256 MRF à porteuse unique. Liaison descendante: MDP-4 MROF, MAQ-16 MROF, MAQ-64 MROF, MAQ-256 MROF.
Correction d'erreur directe	Pour le canal de commande: codage convolutif avec insertion des bits de terminaison, rendement = 1/8. Pour le canal de données: codage turbo avec un rendement jusqu'à 0,86. Le rendement peut être réglé avec une granularité fine.	UCI (Information de commande sur la liaison montante): codage convolutif avec insertion des bits de terminaison/code de bloc. UL-SCH (Canal de liaison montante partagé): codage turbo. DCI (Information de commande sur la liaison descendante): codage convolutif avec insertion des bits de terminaison DL-SCH (Canal de liaison descendante partagé): codage turbo. MCH (Canal de multidiffusion): codage turbo.

⁵ Le déploiement, en Chine, de toute technologie d'interface radioélectrique reposant sur des normes doit se faire conformément à la réglementation nationale du pays.

TABLEAU 11 (*fin*)

Paramètre	Caractéristique technique ⁵	
	Mode de communication directe	Mode de communication cellulaire
Débit de transmission des données	Jusqu'à 15,8 Mbit/s pour une largeur de bande du canal de 10 MHz. Jusqu'à 31,7 Mbit/s pour une largeur de bande du canal de 20 MHz. Le rendement peut être réglé avec une granularité fine.	Mode unidiffusion: Liaison montante: jusqu'à 105,5 Mbit/s pour 20 MHz; 78,7 Mbit/s pour 15 MHz; 52,7 Mbit/s pour 10 MHz; 26,4 Mbit/s pour 5 MHz. Liaison descendante avec une couche: Jusqu'à 97,9 Mbit/s pour 20 MHz; 75,4 Mbit/s pour 15 MHz; 48,9 Mbit/s pour 10 MHz; 24,5 Mbit/s pour 5 MHz. Liaison descendante avec deux couches: Jusqu'à 195,8 Mbit/s pour 20 MHz; 149,8 Mbit/s pour 15 MHz; 97,9 Mbit/s pour 10 MHz; 48,9 Mbit/s pour 5 MHz. Mode radiodiffusion: Maximum 60% du mode unidiffusion.
Commande d'accès au support	Pour le Mode 4: détection avec une transmission semi-permanente, sélection aléatoire. Pour le Mode 3: programmation du nœud eNB.	Programmation du nœud eNB
Méthode duplex	DRT	DRT/DRF
Multiplexage des ressources dans l'ensemble des équipements UE	Multiplexage par répartition en fréquence (MRF) et multiplexage par répartition dans le temps (MRT)	MRF et MRT
Retransmission	Demande de répétition automatique hybride (HARQ)	HARQ

Annexe 7

Spécifications techniques du 3GPP

En ce qui concerne les systèmes de transport intelligents, le 3GPP a élaboré ses propres spécifications techniques pour les communications de véhicule à tout autre élément (V2X), y compris les communications de véhicule à véhicule (V2V), de véhicule à infrastructure (V2I), de véhicule à piéton (V2P) et de véhicule à réseau (V2N), dans le cadre des spécifications de la Version 14 sur l'évolution à long terme (LTE). Les spécifications techniques du 3GPP pour les communications V2X s'appliquent aux signaux/canaux de couche physique, aux protocoles d'accès au support et de gestion des ressources radioélectriques, au réseau d'accès radioélectrique, aux protocoles de réseau central et d'équipement d'utilisateur (UE), à la sécurité, aux cas d'utilisation et aux exigences applicables au service, ainsi qu'aux exigences associées au bon fonctionnement des dispositifs.

Les spécifications techniques du 3GPP prennent en charge deux interfaces différentes pour les communications V2X. Premièrement, l'interface Uu, qui assure la communication entre le réseau cellulaire, l'infrastructure routière, les piétons et les véhicules, en utilisant une liaison montante et une liaison descendante via un nœud eNB. Deuxièmement, l'interface PC5, qui a été mise au point afin de permettre la communication directe entre les véhicules et l'infrastructure routière. L'interface Uu utilise toujours la programmation centralisée, ce qui signifie que la station de base (nœud eNB) commande l'accès au support et la gestion des ressources radioélectriques. L'interface PC5 prend en charge deux options pour la programmation: une option de programmation centralisée, semblable à celle utilisée pour l'interface Uu, et une option de programmation répartie, suivant laquelle chaque véhicule décide lui-même du moment opportun et des ressources radioélectriques à utiliser pour ses transmissions. Il convient de noter que l'interface PC5 de programmation répartie fonctionne à la fois à l'intérieur et à l'extérieur des zones de couverture cellulaire et qu'elle ne nécessite pas l'appui des opérateurs de réseau cellulaire. Si l'interface PC5 ne prend en charge que les transmissions de radiodiffusion, l'interface Uu prend en charge les transmissions d'unidiffusion, de multidiffusion et de radiodiffusion.

La liaison descendante LTE utilise l'accès multiple par répartition orthogonale de la fréquence (AMROF) et la liaison montante LTE ainsi que l'interface PC5 utilisent l'accès multiple par répartition en fréquence à porteuse unique (AMRF à porteuse unique). Les bandes de fréquences envisagées pour l'interface Uu et l'interface PC5⁶ pour les communications LTE-V2X sont données dans le Tableau 13.

Toutes les spécifications techniques du 3GPP énumérées dans le Tableau 12 ont été transposées par les organisations partenaires du 3GPP⁷ dans leurs produits pertinents (dans leurs normes, par exemple). On trouvera dans le Tableau 12 la liste détaillée des normes transposées par les organisations partenaires du 3GPP.

TABLEAU 12

**Liste des spécifications techniques du 3GPP et des normes transposées
concernant les communications V2X**

Titre de la spécification	Numéro de référence	Numéro de la norme			
		ATIS	CCSA ⁸	ETSI	TTA
<Protocole pour le réseau central et les équipements UE>					
Exigences applicables au service V2X	3GPP TS 22.185	ATIS.3GPP.TS 22.185V1430	CCSA TS 22.185 v14.3.0	ETSI TS 122 185	TTAT.3G-22.185(R14-14.3.0)
<Protocole pour le réseau central et les équipements UE>					
Numérotage, adressage et identification	3GPP TS 23.003	ATIS.3GPP.TS 23.003V1460	CCSA TS 23.003 v14.6.0	ETSI TS 123 003	TTAT.3G-23.003(R14-14.5.0)
Procédures de rétablissement	3GPP TS 23.007	ATIS.3GPP.TS 23.007V1440	CCSA TS 23.007 v14.4.0	ETSI TS 123 007	TTAT.3G-23.007(R14-14.3.0)

⁶ Les spécifications techniques du Partenariat 3GPP qui ont été publiées sont disponibles sur le portail du partenariat, à l'adresse <http://www.3gpp.org/ftp/Specs>.

⁷ Les organisations partenaires du 3GPP sont les suivantes: ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA et TTC (<http://www.3gpp.org/partners>).

⁸ <http://www.ccsa.org.cn/english/files.php?docpath=/ITU-R/M.1457/M.1457-14/DS/Rel-14>.

TABLEAU 12 (suite)

Titre de la spécification	Numéro de référence	Numéro de la norme			
		ATIS	CCSA ⁸	ETSI	TTA
Organisation des données d'abonné	3GPP TS 23.008	ATIS.3GPP.TS 23.008V1440	CCSA TS 23.008 v14.4.0	ETSI TS 123 008	TTAT.3G-23.008(R14-14.3.0)
Fonctions de la strate hors accès (NAS) liées aux stations mobiles en mode repos	3GPP TS 23.122	ATIS.3GPP.TS 23.122V1440	CCSA TS 23.122 v14.4.0	ETSI TS 123 122	TTAT.3G-23.122(R14-14.4.0)
Architecture de contrôle de la politique et de la tarification	3GPP TS 23.203	ATIS.3GPP.TS 23.203V1450	CCSA TS 23.203 v14.5.0	ETSI TS 123 203	TTAT.3G-23.203(R14-14.5.0)
Améliorations de l'architecture pour le service V2X	3GPP TS 23.285	ATIS.3GPP.TS 23.285V1450	CCSA TS 23.285 v14.5.0	ETSI TS 123 285	TTAT.3G-23.285(R14-14.4.0)
Services basés sur la proximité (ProSe); étape 2	3GPP TS 23.303	ATIS.3GPP.TS 23.303V1410	CCSA TS 23.303 v14.1.0	ETSI TS 123 303	TTAT.3G-23.303(R14-14.1.0)
Protocole de la strate hors accès (NAS) applicable au système évolué en mode paquet (EPS); étape 3	3GPP TS 24.301	ATIS.3GPP.TS 24.301V1460	CCSA TS 24.301 v14.6.0	ETSI TS 124 301	TTAT.3G-24.301(R14-14.5.0)
Équipement d'utilisateur (UE) des services de proximité (ProSe) et aspects relatifs au protocole de la fonction des services de proximité (ProSe); étape 3	3GPP TS 24.334	ATIS.3GPP.TS 24.334V1400	CCSA TS 24.334 v14.0.0	ETSI TS 124 334	TTAT.3G-24.334(R14-14.0.0)
Objet de gestion (MO) des services V2X	3GPP TS 24.385	ATIS.3GPP.TS 24.385V1430	CCSA TS 24.385 v14.3.0	ETSI TS 124 385	TTAT.3G-24.385(R14-14.2.0)
Équipement d'utilisateur (UE) et fonction de commande V2X; aspects relatifs au protocole; étape 3	3GPP TS 24.386	ATIS.3GPP.TS 24.386V1430	CCSA TS 24.386 v14.3.0	ETSI TS 124 386	TTAT.3G-24.386(R14-14.2.0)
Transfert d'état représentationnel au point de référence xMB entre le fournisseur de contenus et le centre BM-SC	3GPP TS 29.116	ATIS.3GPP.TS 29.116V1430	CCSA TS 29.116 v14.3.0	ETSI TS 129 116	TTAT.3G-29.116(R14-14.2.0)
Contrôle de la politique et de la tarification (PCC); points de référence	3GPP TS 29.212	ATIS.3GPP.TS 29.212V1460	CCSA TS 29.212 v14.6.0	ETSI TS 129 212	TTAT.3G-29.212(R14-14.5.0)
Système évolué en mode paquet (EPS); Interfaces fondées sur le protocole Diameter relatives à l'entité de gestion de la mobilité (MME) et au nœud support du service GPRS de desserte (SGSN)	3GPP TS 29.272	ATIS.3GPP.TS 29.272V1460	CCSA TS 29.272 v14.6.0	ETSI TS 129 272	TTAT.3G-29.272(R14-14.5.0)

TABLEAU 12 (suite)

Titre de la spécification	Numéro de référence	Numéro de la norme			
		ATIS	CCSA ⁸	ETSI	TTA
Fonction de commande V2X et aspects relatifs au serveur d'abonnés résidentiels (HSS) (V4); étape 3	3GPP TS 29.388	ATIS.3GPP.TS 29.388V1410	CCSA TS 29.388 v14.1.0	ETSI TS 129 388	TTAT.3G-29.388(R14-14.1.0)
Aspects relatifs à la signalisation de la fonction de commande inter-V2X (V6); étape 3	3GPP TS 29.389	ATIS.3GPP.TS 29.389V1410	CCSA TS 29.389 v14.1.0	ETSI TS 129 389	TTAT.3G-29.389(R14-14.1.0)
Activateurs du système de communication de groupe pour LTE (GCSE_LTE); point de référence MB2; étape 3	3GPP TS 29.468	ATIS.3GPP.TS 29.468V1430	CCSA TS 29.468 v14.3.0	ETSI TS 129 468	TTAT.3G-29.468(R14-14.2.0)
Caractéristiques de l'application du module universel d'identité d'abonné (USIM)	3GPP TS 31.102	ATIS.3GPP.TS 31.102V1440	CCSA TS 31.102 v14.4.0	ETSI TS 131 102	TTAT.3G-31.102(R14-14.3.0)
<Sécurité>					
Aspects liés à la sécurité de la technologie LTE à l'appui des services V2X	3GPP TS 33.185	ATIS.3GPP.TS 33.185V1410	CCSA TS 33.185 v14.1.0	ETSI TS 133 185	TTAT.3G-33.185(R14-14.1.0)
<Exigences relatives au bon fonctionnement des dispositifs>					
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Émission et réception radioélectriques au niveau de l'équipement d'utilisateur (UE)	3GPP TS 36.101	ATIS.3GPP.TS 36.101V1460	CCSA TS 36.101 v14.6.0	ETSI TS 136 101	TTAT.3G-36.101(R14-14.5.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Exigences pour la prise en charge de la gestion des ressources radioélectriques	3GPP TS 36.133	ATIS.3GPP.TS 36.133V1460	CCSA TS 36.133 v14.6.0	ETSI TS 136 133	TTAT.3G-36.133(R14-14.5.0)
<Aspects relatifs à la couche physique>					
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Canaux physiques et modulation	3GPP TS 36.211	ATIS.3GPP.TS 36.211V1450	CCSA TS 36.211 v14.5.0	ETSI TS 136 211	TTAT.3G-36.211(R14-14.4.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Multiplexage et codage de canal	3GPP TS 36.212	ATIS.3GPP.TS 36.212V1451	CCSA TS 36.212 v14.5.1	ETSI TS 136 212	TTAT.3G-36.212(R14-14.4.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Procédures de couche physique	3GPP TS 36.213	ATIS.3GPP.TS 36.213V1450	CCSA TS 36.213 v14.5.0	ETSI TS 136 213	TTAT.3G-36.213(R14-14.4.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Couche physique; Mesures	3GPP TS 36.214	ATIS.3GPP.TS 36.214V1440	CCSA TS 36.214 v14.4.0	ETSI TS 136 214	TTAT.3G-36.214(R14-14.3.0)

TABLEAU 12 (suite)

Titre de la spécification	Numéro de référence	Numéro de la norme			
		ATIS	CCSA ⁸	ETSI	TTA
<Protocoles d'accès au support et de gestion des ressources radioélectriques>					
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA) et Réseau d'accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRAN); Description générale; étape 2	3GPP TS 36.300	ATIS.3GPP.TS 36.300V1450	CCSA TS 36.300 v14.5.0	ETSI TS 136 300	TTAT.3G-36.300(R14-14.4.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Services fournis par la couche physique	3GPP TS 36.302	ATIS.3GPP.TS 36.302V1440	CCSA TS 36.302 v14.4.0	ETSI TS 136 302	TTAT.3G-36.302(R14-14.3.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Procédures applicables à l'équipement d'utilisateur (UE) en mode repos	3GPP TS 36.304	ATIS.3GPP.TS 36.304V1450	CCSA TS 36.304 v14.5.0	ETSI TS 136 304	TTAT.3G-36.304(R14-14.4.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Capacités d'accès radio de l'équipement d'utilisateur (UE)	3GPP TS 36.306	ATIS.3GPP.TS 36.306V1450	CCSA TS 36.306 v14.5.0	ETSI TS 136 306	TTAT.3G-36.306(R14-14.4.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Spécification du protocole de commande d'accès au support (MAC)	3GPP TS 36.321	ATIS.3GPP.TS 36.321V1400	CCSA TS 36.321 v14.5.0	ETSI TS 136 321	TTAT.3G-36.321(R14-14.4.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Spécification du protocole de commande de liaison radioélectrique (RLC)	3GPP TS 36.322	ATIS.3GPP.TS 36.322V1450	CCSA TS 36.322 v14.1.0	ETSI TS 136 322	TTAT.3G-36.322(R14-14.1.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Spécification du protocole de convergence de données en mode paquet (PDCP)	3GPP TS 36.323	ATIS.3GPP.TS 36.323V1410	CCSA TS 36.323 v14.5.0	ETSI TS 136 323	TTAT.3G-36.323(R14-14.4.0)
Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Spécification du protocole de contrôle des ressources radioélectriques (RRC)	3GPP TS 36.331	ATIS.3GPP.TS 36.331V1451	CCSA TS 36.331 v14.5.1	ETSI TS 136 331	TTAT.3G-36.331(R14-14.4.0)
<Aspects relatifs au réseau d'accès radioélectrique>					
Réseau d'accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRAN); Protocole d'application pour l'interface M2 (M2AP)	3GPP TS 36.443	ATIS.3GPP.TS 36.443V1401	CCSA TS 36.443 v14.0.1	ETSI TS 136 443	TTAT.3G-36.443(R14-14.0.1)

TABLEAU 12 (*fin*)

Titre de la spécification	Numéro de référence	Numéro de la norme			
		ATIS	CCSA ⁸	ETSI	TTA
Réseau d'accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRAN); Protocole d'application pour l'interface S1 (S1AP)	3GPP TS 36.413	ATIS.3GPP.TS 36.413V1441	CCSA TS 36.413 v14.4.1	ETSI TS 136 413	TTAT.3G-36.413(R14-14.4.0)
Réseau d'accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRAN); Protocole d'application pour l'interface X2 (X2AP)	3GPP TS 36.423	ATIS.3GPP.TS 36.423V1450	CCSA TS 36.423 v14.5.0	ETSI TS 136 423	TTAT.3G-36.423(R14-14.4.0)

TABLEAU 13

Caractéristiques du système de transmission

Paramètre	Caractéristique de transmission	
	Interface Uu	Interface PC5
Plage de fréquences de fonctionnement	<p>Toutes les bandes indiquées dans la spécification technique TS 36.101⁹ prennent en charge le fonctionnement avec l'interface Uu, à l'exception de la bande 47.</p> <p>Bandes pour l'interface Uu lors d'une utilisation en combinaison avec l'interface PC5.</p> <p>Bande 3: Liaison montante: 1 710-1 785 MHz Liaison descendante: 1 805-1 880 MHz</p> <p>Bande 5: Liaison montante: 824-849 MHz Liaison descendante: 869-894 MHz</p> <p>Bande 7: Liaison montante: 2 500-2 570 MHz Liaison descendante: 2 620-2 690 MHz</p> <p>Bande 8: Liaison montante: 880-915 MHz Liaison descendante: 925-960 MHz</p>	<p>Pour la Version 14</p> <p>Bande 47: 5 855-5 925 MHz</p>

⁹ Spécification technique TS 36.101 «Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Émission et réception radioélectriques au niveau de l'équipement d'utilisateur (UE)», <http://www.3gpp.org/DynaReport/36-series.htm>.

TABLEAU 13 (fin)

Paramètre	Caractéristique de transmission	
	Interface Uu	Interface PC5
	Bande 20: Liaison montante: 832-862 MHz Liaison descendante: 791-821 MHz Bande 28: Liaison montante: 703-748 MHz Liaison descendante: 758-803 MHz Bande 34: Liaison montante: 2 010-2 025 MHz Liaison descendante: 2 010-2 025 MHz Bande 39: 1 880-1 920 MHz Bande 41: 2 496-2 690 MHz Bande 71: Liaison montante: 663-698 MHz Liaison descendante: 617-652 MHz	
Largeur de bande du canal RF	1,4; 3; 5; 10; 15 ou 20 MHz par canal	10 ou 20 MHz par canal
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.	Max 43 dBm pour un nœud eNB Max 23 ou 33 dBm pour un équipement UE	Max 23 ou 33 dBm
Type de modulation	Liaison montante: MDP-4 AMRF à porteuse unique, MAQ-16 AMRF à porteuse unique, MAQ-64 AMRF à porteuse unique; Liaison descendante: MDP-4 AMROF, MAQ-16 AMROF, MAQ-64 AMROF	MDP-4 AMRF à porteuse unique, MAQ-16 AMRF à porteuse unique
Correction d'erreur directe	Codage convolutif et codage turbo	Codage convolutif et codage turbo
Débit de transmission des données	Liaison montante: entre 1,4 Mbit/s et 36,7 Mbit/s pour un canal de 10 MHz Liaison descendante: entre 1,4 Mbit/s et 75,4 Mbit/s pour un canal de 10 MHz	Entre 1,3 Mbit/s et 15,8 Mbit/s pour un canal de 10 MHz
Commande d'accès au support physique	Programmation centralisée par un nœud eNB	Programmation centralisée ou répartie
Méthode duplex	DRF ou DRT	DRT

Annexe 8

Normes ATIS

L'ATIS a transposé et normalisé les spécifications techniques du 3GPP relatives aux systèmes de transport intelligents (ITS) pour les communications de véhicule à tout autre élément (V2X), y compris les communications de véhicule à véhicule (V2V), de véhicule à infrastructure (V2I), de véhicule à piéton (V2P) et de véhicule à réseau (V2N), dans le cadre de la Version 14 sur l'évolution à long terme (LTE). Les normes ATIS qui résultent de la transposition des spécifications techniques du 3GPP pour la prise en charge des communications V2X sont décrites dans l'Annexe 7.

On trouvera dans le Tableau 14 les bandes de fréquences envisagées pour l'interface Uu et l'interface PC5 pour les communications LTE-V2X¹⁰.

TABLEAU 14

Caractéristiques du système de transmission

Paramètre	Caractéristique de transmission	
	Interface Uu	Interface PC5
Plage de fréquences de fonctionnement	Bandes pour l'interface Uu lors d'une utilisation en combinaison avec l'interface PC5, pour la Version 14 Bande 3: Liaison montante: 1 710-1 785 MHz Liaison descendante: 1 805-1 880 MHz Bande 7: Liaison montante: 2 500-2 570 MHz Liaison descendante: 2 620-2 690 MHz Bande 8: Liaison montante: 880-915 MHz Liaison descendante: 925-960 MHz Bande 39: 1 880-1 920 MHz Bande 41: 2 496-2 690 MHz	Pour la Version 14 Bande 47: 5 855-5 925 MHz
Largeur de bande du canal RF	1,4; 3; 5; 10; 15 ou 20 MHz par canal	10 ou 20 MHz par canal
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.	Max 43 dBm pour un nœud eNB Max 23 ou 33 dBm pour un équipement UE	Max 23 ou 33 dBm

¹⁰ Les normes ATIS qui ont été publiées sont disponibles à l'adresse <https://www.atis.org/docstore/default.aspx>.

TABLEAU 14 (*fin*)

Paramètre	Caractéristique de transmission	
	Interface Uu	Interface PC5
Type de modulation	Liaison montante: MDP-4 AMRF à porteuse unique, MAQ-16 AMRF à porteuse unique, MAQ-64 AMRF à porteuse unique; Liaison descendante: MDP-4 AMROF, MAQ-16 AMROF, MAQ-64 AMROF	MDP-4 AMRF à porteuse unique, MAQ-16 AMRF à porteuse unique
Correction d'erreur directe	Codage convolutif et codage turbo	Codage convolutif et codage turbo
Débit de transmission des données	Liaison montante: entre 1,4 Mbit/s et 36,7 Mbit/s pour un canal de 10 MHz Liaison descendante: entre 1,4 Mbit/s et 75,4 Mbit/s pour un canal de 10 MHz	Entre 1,3 Mbit/s et 15,8 Mbit/s pour un canal de 10 MHz
Commande d'accès au support physique	Programmation centralisée par un nœud eNB	Programmation centralisée ou répartie
Méthode duplex	DRF ou DRT	DRT

Annexe 9

Résumé des caractéristiques techniques des normes et des spécifications techniques

On trouvera dans le Tableau 15 les caractéristiques techniques des différents normes et spécifications techniques.

TABLEAU 15
Caractéristiques techniques

Paramètre	ETSI (Annexe 1, Tableaux 3 et 4)	ETSI (Annexe 7, Tableau 12) ¹¹	
		Interface Uu	Interface PC5
Plage de fréquences de fonctionnement	5 855-5 925 MHz	<p>Toutes les bandes indiquées dans la spécification technique ETSI TS 136 101¹² prennent en charge le fonctionnement avec l'interface Uu, à l'exception de la bande 47.</p> <p>Bandes pour l'interface Uu lors d'une utilisation en combinaison avec l'interface PC5¹³.</p> <p>Bande 3: Liaison montante: 1 710-1 785 MHz Liaison descendante: 1 805-1 880 MHz</p> <p>Bande 5: Liaison montante: 824-849 MHz Liaison descendante: 869-894 MHz</p> <p>Bande 7: Liaison montante: 2 500-2 570 MHz Liaison descendante: 2 620-2 690 MHz</p> <p>Bande 8: Liaison montante: 880-915 MHz Liaison descendante: 925-960 MHz</p> <p>Bande 20: Liaison montante: 832-862 MHz Liaison descendante: 791-821 MHz</p> <p>Bande 28: Liaison montante: 703-748 MHz Liaison descendante: 758-803 MHz</p>	<p>Pour la Version 14 et la Version 15</p> <p>Bande 47: 5 855-5 925 MHz</p>

¹¹ Le déploiement de toute technologie d'interface radioélectrique reposant sur des normes doit se faire conformément aux réglementations régionales et nationales.

¹² ETSI TS 136 101 V15.4.0 (2019-01) LTE; Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Émission et réception radioélectriques au niveau de l'équipement d'utilisateur (UE) (Spécification technique 3GPP TS 36.101, v15.4.0, Version 15), § 5.5.

https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136100_136199/136101/15.04.00_60/ts_136101v150400p.pdf.

¹³ ETSI TS 136 101 V15.4.0 (2019-01) LTE; Accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRA); Émission et réception radioélectriques au niveau de l'équipement d'utilisateur (UE) (Spécification technique 3GPP TS 36.101, v15.4.0, Version 15), § 5.5G.

https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136100_136199/136101/15.04.00_60/ts_136101v150400p.pdf.

TABLEAU 15 (suite)

Paramètre	ETSI (Annexe 1, Tableaux 3 et 4)	ETSI (Annexe 7, Tableau 12) ¹¹	
		Interface Uu	Interface PC5
		Bande 34: Liaison montante: 2010-2 025 MHz Liaison descendante: 2010-2 025 MHz Bande 39: Liaison montante: 1 880-1 920 MHz Liaison descendante: 1 880-1 920 MHz Bande 41: Liaison montante: 2 496-2 690 MHz Liaison descendante: 2 496-2 690 MHz Bande 71: Liaison montante: 663-698 MHz Liaison descendante: 617-652 MHz	
Largeur de bande du canal RF	10 MHz	1,4; 3; 5; 10; 15; ou 20 MHz par canal	10 ou 20 MHz par canal (des regroupements de porteuses de type 10+10 MHz et 10+20 MHz sont pris en charge)
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.	p.i.r.e. maximale 33 dBm	Max 43 dBm pour un nœud eNB Max 23 ou 33 dBm pour un équipement UE	Max 23 ou 33 dBm
Densité de puissance RF d'émission			
Type de modulation	MDP-2 MROF, MDP-4 MROF, MAQ-16 MROF, MAQ-64 MROF	Liaison montante: MDP-4 AMRF à porteuse unique, MAQ-16 AMRF à porteuse unique, MAQ-64 AMRF à porteuse unique; Liaison descendante: MDP-4 AMROF, MAQ-16 AMROF, MAQ-64 AMROF	MDP-4 AMRF à porteuse unique, MAQ-16 AMRF à porteuse unique MAQ-64 AMRF à porteuse unique
Correction d'erreur directe	Codage convolutif, rendement = 1/2, 3/4, 2/3	Codage convolutif et codage turbo	Codage convolutif et codage turbo

TABLEAU 15 (suite)

Paramètre	ETSI (Annexe 1, Tableaux 3 et 4)	ETSI (Annexe 7, Tableau 12) ¹¹	
		Interface Uu	Interface PC5
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	Liaison montante: Entre 1,4 Mbit/s et 36,7 Mbit/s pour un canal de 10 MHz Liaison descendante: Entre 1,4 Mbit/s et 75,4 Mbit/s pour un canal de 10 MHz	Entre 1,3 Mbit/s et 24,5 Mbit/s pour un canal de 10 MHz
Commande d'accès au support physique	AMDP/AC	Programmation centralisée par un nœud eNB	Programmation centralisée ou répartie
Méthode duplex	DRT	DRF ou DRT	DRT

Paramètre	IEEE (Annexe 2)	ARIB (Annexe 3)	TTA (Annexe 4)	IMDA (Annexe 5)
Plage de fréquences de fonctionnement	5 850-5 925 MHz	755,5-764,5 MHz (un seul canal)	5 855-5 925 MHz	5 855-5 925 MHz
Largeur de bande du canal RF	10 MHz ou 20 MHz	Moins de 9 MHz	Moins de 10 MHz	10 MHz
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.		–	20 dBm	Limite type de p.i.r.e. maximale de 33 dBm
Densité de puissance RF d'émission		10 dBm/MHz		
Type de modulation	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, MAQ-64	MDP-2 MROF, MDP-4 MROF, MAQ-16 MROF, MAQ-64 MROF
Correction d'erreur directe	Codage convolutif, rendement = 1/2, 3/4	Codage convolutif, rendement = 1/2, 3/4	Codage convolutif, rendement = 1/2, 3/4	Codage convolutif, rendement = 1/2, 2/3, 3/4
Débit de transmission des données	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; 24 et 27 Mbit/s	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

Paramètre	IEEE (Annexe 2)	ARIB (Annexe 3)	TTA (Annexe 4)	IMDA (Annexe 5)
Commande d'accès au support physique	AMDP/AC	AMDP/AC	AMDP/AC	AMDP/AC
Méthode duplex	DRT	DRT	DRT	DRT

Paramètre	CCSA (Annexe 6) ¹⁴	
	Mode de communication cellulaire	Mode de communication directe
Plage de fréquences de fonctionnement	Les bandes utilisées en combinaison avec le mode de communication directe. Pour le mode DRF Liaison montante: 1 710-1 785 MHz; Liaison descendante: 1 805-1 880 MHz Liaison montante: 880-915 MHz; Liaison descendante: 925-960 MHz Pour le mode DRT 1 880-1 920 MHz 2 496-2 690 MHz	5 855-5 925 MHz Note: La Chine a officiellement approuvé l'utilisation de la bande 5 905-5 925 MHz pour les communications LTE-V2X.
Largeur de bande du canal RF	1,4/3/5/10/15/20 MHz	10/20 MHz
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.	Max 23 dBm	Maximum 23 dBm
Densité de puissance RF d'émission		
Type de modulation	MDP-4 MRF à porteuse unique, MAQ-16 MRF à porteuse unique, MAQ-64 MRF à porteuse unique, MAQ-256 MRF à porteuse unique	MDP-4 MRF à porteuse unique, MAQ-16 MRF à porteuse unique
Correction d'erreur directe	PUCCH (Canal physique de commande sur la liaison montante): codage convolutif avec insertion des bits de terminaison/code de bloc PUSCH (Canal physique partagé sur liaison montante): codage turbo	Pour le canal de commande: codage convolutif avec insertion des bits de terminaison, rendement = 1/8. Pour le canal de données: codage turbo avec un rendement jusqu'à 0,86. Le rendement peut être réglé avec une granularité fine.
Débit de transmission des données	Maximum 105,5 Mbit/s	Jusqu'à 15,8 Mbit/s pour une largeur de bande du canal de 10 MHz. Jusqu'à 31,7 Mbit/s pour une largeur de bande du canal de 20 MHz. Le rendement peut être réglé avec une granularité fine.

¹⁴ Le déploiement, en Chine, de toute technologie d'interface radioélectrique reposant sur des normes doit se faire conformément à la réglementation nationale du pays.

Paramètre	CCSA (Annexe 6) ¹⁴	
	Mode de communication cellulaire	Mode de communication directe
Commande d'accès au support physique	Programmation centralisée par un nœud eNB	Pour le Mode 4: détection avec SPS, sélection aléatoire. Pour le Mode 3: programmation du nœud eNB.
Méthode duplex	DRT/DRF	DRT

Paramètre	3GPP (Annexe 7)	
	Interface Uu	Interface PC5
Plage de fréquences de fonctionnement	<p>Bandes pour l'interface Uu lors d'une utilisation en combinaison avec l'interface PC5.</p> <p>Bande 3: Liaison montante: 1 710-1 785 MHz Liaison descendante: 1 805-1 880 MHz</p> <p>Bande 5: Liaison montante: 824-849 MHz Liaison descendante: 869-894 MHz</p> <p>Bande 7: Liaison montante: 2 500-2 570 MHz Liaison descendante: 2 620-2 690 MHz</p> <p>Bande 8: Liaison montante: 880-915 MHz Liaison descendante: 925-960 MHz</p> <p>Bande 20: Liaison montante: 832-862 MHz Liaison descendante: 791-821 MHz</p> <p>Bande 28: Liaison montante: 703-748 MHz Liaison descendante: 758-803 MHz</p> <p>Bande 34: Liaison montante: 2 010-2 025 MHz Liaison descendante: 2 010-2 025 MHz</p> <p>Bande 39: 1 880-1 920 MHz</p> <p>Bande 41: 2 496-2 690 MHz</p> <p>Bande 71: Liaison montante: 663-698 MHz Liaison descendante: 617-652 MHz</p>	<p>Pour la Version 14</p> <p>Bande 47: 5 855-5 925 MHz</p>

Paramètre	3GPP (Annexe 7)	
	Interface Uu	Interface PC5
Largeur de bande du canal RF	1,4; 3; 5; 10; 15 ou 20 MHz par canal	10 ou 20 MHz par canal
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.	Max 43 dBm pour un nœud eNB Max 23 ou 33 dBm pour un équipement UE	Max 23 ou 33 dBm
Densité de puissance RF d'émission		
Type de modulation	Liaison montante: MDP-4 AMRF à porteuse unique, MAQ-16 AMRF à porteuse unique, MAQ-64 AMRF à porteuse unique; Liaison descendante: MDP-4 AMROF, MAQ-16 AMROF, MAQ-64 AMROF	MDP-4 AMRF à porteuse unique, MAQ-16 AMRF à porteuse unique
Correction d'erreur directe	Codage convolutif et codage turbo	Codage convolutif et codage turbo
Débit de transmission des données	Liaison montante: entre 1,4 Mbit/s et 36,7 Mbit/s pour un canal de 10 MHz Liaison descendante: entre 1,4 Mbit/s et 75,4 Mbit/s pour un canal de 10 MHz	Entre 1,3 Mbit/s et 15,8 Mbit/s pour un canal de 10 MHz
Commande d'accès au support physique	Programmation centralisée par un nœud eNB	Programmation centralisée ou répartie
Méthode duplex	DRF ou DRT	DRT

Paramètre	ATIS (Annexe 8)	
	Interface Uu	Interface PC5
Plage de fréquences de fonctionnement	Bandes pour l'interface Uu lors d'une utilisation en combinaison avec l'interface PC5, pour la Version 14 Bande 5: Liaison montante: 824-849 MHz Liaison descendante: 869-894 MHz Bande 7: Liaison montante: 2 500-2 570 MHz Liaison descendante: 2 620-2 690 MHz Bande 41: 2 496-2 690 MHz Bande 71: Liaison montante: 663-698 MHz Liaison descendante: 617-652 MHz	Pour la Version 14 Bande 47: 5 855-5 925 MHz
Largeur de bande du canal RF	1,4; 3; 5; 10; 15 ou 20 MHz par canal	10 ou 20 MHz par canal

Paramètre	ATIS (Annexe 8)	
	Interface Uu	Interface PC5
Puissance RF d'émission/p.i.r.e.	Max 43 dBm pour un nœud eNB Max 23 ou 33 dBm pour un équipement UE	Max 23 ou 33 dBm
Densité de puissance RF d'émission		
Type de modulation	Liaison montante: MDP-4 AMRF à porteuse unique, MAQ-16 AMRF à porteuse unique, MAQ-64 AMRF à porteuse unique; Liaison descendante: MDP-4 AMROF, MAQ-16 AMROF, MAQ-64 AMROF	MDP-4 AMRF à porteuse unique, MAQ-16 AMRF à porteuse unique
Correction d'erreur directe	Codage convolutif et codage turbo	Codage convolutif et codage turbo
Débit de transmission des données	Liaison montante: entre 1,4 Mbit/s et 36,7 Mbit/s pour un canal de 10 MHz Liaison descendante: entre 1,4 Mbit/s et 75,4 Mbit/s pour un canal de 10 MHz	Entre 1,3 Mbit/s et 15,8 Mbit/s pour un canal de 10 MHz
Commande d'accès au support physique	Programmation centralisée par un nœud eNB	Programmation centralisée ou répartie
Méthode duplex	DRF ou DRT	DRT