|  |
| --- |
| **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 infrastructure[[1]](#footnote-1) 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 *(3rd generation partnership project)*

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 *(abstract test suite)*

CCSA China Communications Standards Association

CED correction d'erreur directe

CEN Comité européen de normalisation

DCC limitation décentralisée des encombrements *(decentralized congestion control)*

DRF duplex à répartition en fréquence

DRT duplex à répartition dans le temps

DSRC communications spécialisées à courte distance *(dedicated short range communications)*

EFC télépéage *(electronic fee collection)*

eNB nœud B du réseau E-UTRAN *(E-UTRAN NodeB)*

ETSI Institut européen des normes de télécommunication *(European Telecommunications Standards Institute)*

GNSS système mondial de navigation par satellite *(global navigation satellite system)*

HARQ demande de répétition automatique hybride *(hybrid automatic repeat request)*

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers

IMDA Infocomm Media Development Authority of Singapore

ITS systèmes de transport intelligents *(intelligent transport systems)*

LTE évolution à long terme *(long term evolution)*

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 *(protocol implementation conformance statement)*

PIXIT informations complémentaires sur l'instance de protocole destinées au test *(protocol implementation extra information for testing)*

TSS & TP structure des suites de tests et objectifs des tests *(test suite structure and test purposes)*

TTA Telecommunications Technology Association

UE équipement d'utilisateur *(user equipment)*

V2I de véhicule à infrastructure *(vehicle-to-infrastructure)*

V2N de véhicule à réseau *(vehicle-to-network)*

V2P de véhicule à piéton *(vehicle-to-pedestrian)*

V2V de véhicule à véhicule *(vehicle-to-vehicle)*

WAVE accès hertzien dans l'environnement des véhicules *(wireless access in vehicular environments)*

Recommandations de l'UIT connexes

Recommandation [UIT-R M.1453](https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1453/en) Systèmes de transport intelligents – Communications spécialisées à courte distance à 5,8 GHz

Recommandation [UIT-R M.1890](https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1890/en) Systèmes de transport intelligents – Lignes directrices et objectifs

Recommandation [UIT-R M.2121](https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2121/en) 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-T109[[2]](#footnote-2), 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.

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]](#footnote-3) |
| Exigences techniques relatives à l'interface radioélectrique pour les communications de véhicule fondées sur la technologie LTE | YD/T 3340-2018[[4]](#footnote-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.

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]](#footnote-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. |

TABLEAU 11 (*fin*)

| Paramètre | Caractéristique technique5 | |
| --- | --- | --- |
| 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 PC5[[6]](#footnote-6) 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 3GPP[[7]](#footnote-7) 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]](#footnote-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) |

TABLEAU 12 (*suite*)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Titre de la spécification | Numéro de référence | Numéro de la norme | | | |
| ATIS | CCSA8 | 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 | CCSA8 | 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 | | CCSA8 | | 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 | CCSA8 | 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 | Toutes les bandes indiquées dans la spécification technique TS 36.101[[9]](#footnote-9) prennent en charge le fonctionnement avec l'interface Uu, à l'exception de la bande 47.  Bandes pour l'interface Uu lors d'une utilisation en combinaison avec l'interface PC5.  Bande 3: Liaison montante: 1 710‑1 785 MHz  Liaison descendante: 1 805-1 880 MHz  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 8: Liaison montante: 880‑915 MHz  Liaison descendante: 925-960 MHz | Pour la Version 14  Bande 47: 5 855-5 925 MHz |

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-V2X[[10]](#footnote-10).

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 |

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]](#footnote-11) | |
| --- | --- | --- | --- |
| Interface Uu | Interface PC5 |
| Plage de fréquences de fonctionnement | 5 855-5 925 MHz | Toutes les bandes indiquées dans la spécification technique ETSI TS 136 101[[12]](#footnote-12) prennent en charge le fonctionnement avec l'interface Uu, à l'exception de la bande 47.  Bandes pour l'interface Uu lors d'une utilisation en combinaison avec l'interface PC5[[13]](#footnote-13).  Bande 3: Liaison montante:  1 710-1 785 MHz  Liaison descendante:  1 805-1 880 MHz  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 8: Liaison montante:  880-915 MHz  Liaison descendante:  925-960 MHz  Bande 20: Liaison montante:  832-862 MHz  Liaison descendante:  791-821 MHz  Bande 28: Liaison montante:  703-748 MHz  Liaison descendante:  758-803 MHz | Pour la Version 14 et la Version 15  Bande 47: 5 855‑5 925 MHz |

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, 24Mbit/s, 27 Mbit/s |
| 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]](#footnote-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. |
| 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 | Bandes pour l'interface Uu lors d'une utilisation en combinaison avec l'interface PC5.  Bande 3: Liaison montante:  1 710-1 785 MHz  Liaison descendante:  1 805-1 880 MHz  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 8: Liaison montante:  880-915 MHz  Liaison descendante:  925-960 MHz  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 | 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 |
| 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 |
| 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 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Par communications de véhicule à infrastructure, on entend également les communications bidirectionnelles entre véhicule et infrastructure. [↑](#footnote-ref-1)
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>). [↑](#footnote-ref-2)
3. <http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5502-1.htm>. [↑](#footnote-ref-3)
4. <http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5394-1.htm>. [↑](#footnote-ref-4)
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. [↑](#footnote-ref-5)
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>. [↑](#footnote-ref-6)
7. Les organisations partenaires du 3GPP sont les suivantes: ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA et TTC (<http://www.3gpp.org/partners>). [↑](#footnote-ref-7)
8. <http://www.ccsa.org.cn/english/files.php?docpath=/ITU-R/M.1457/M.1457-14/DS/Rel-14>. [↑](#footnote-ref-8)
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>. [↑](#footnote-ref-9)
10. Les normes ATIS qui ont été publiées sont disponibles à l'adresse <https://www.atis.org/docstore/default.aspx>. [↑](#footnote-ref-10)
11. Le déploiement de toute technologie d'interface radioélectrique reposant sur des normes doit se faire conformément aux réglementations régionales et nationales. [↑](#footnote-ref-11)
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>. [↑](#footnote-ref-12)
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>. [↑](#footnote-ref-13)
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. [↑](#footnote-ref-14)