

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.1452-2
(05/2012)

**Radars anticollision pour véhicules et
systèmes de radiocommunication en ondes
millimétriques pour les applications des
systèmes de transport intelligents**

Série M

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



Avant-propos

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

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

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

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

Séries des Recommandations UIT-R

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

Séries	Titre
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, 2013

© UIT 2013

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.1452-2

**Radars anticollision pour véhicules et systèmes de radiocommunication
en ondes millimétriques pour les applications
des systèmes de transport intelligents**

(Question UIT-R 205/5)

(2000-2009-2012)

Domaine d'application

La présente Recommandation indique les spécifications de système ainsi que les caractéristiques techniques et opérationnelles des systèmes de radiocommunication en ondes millimétriques destinés aux applications des systèmes de transport intelligents à utiliser pour les objectifs nominaux de systèmes. Elle s'applique aux radars anticollision pour véhicules fonctionnant dans les bandes 76-77 GHz et 77-81 GHz, ainsi qu'aux systèmes de radiocommunication intégrés en ondes millimétriques destinés aux applications des systèmes de transport intelligents (ITS) dans la gamme de fréquences 57-66 GHz pour les radiocommunications entre véhicules et les radiocommunications entre véhicules et infrastructures pararoutières.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les systèmes de transport intelligents (ITS) contribueront grandement à améliorer la sécurité des transports et la sécurité publique;
- b) que l'établissement de normes internationales faciliterait la mise en œuvre des applications des systèmes ITS au niveau mondial et permettrait de réaliser des économies d'échelle dans la mise en place des équipements et services ITS proposés au public;
- c) que l'harmonisation des applications des systèmes ITS dépend de l'attribution de bandes de fréquences communes;
- d) que des systèmes de transmission à grande capacité seront nécessaires pour les systèmes de radiocommunication ITS, afin de prendre en charge des applications multimédias et à haute résolution;
- e) que des systèmes de transmission à faible capacité seront également nécessaires pour que les systèmes de radiocommunication ITS, par exemple les radars anticollision, puissent assurer le fonctionnement sans danger des véhicules;
- f) qu'un système intégré de radar avec fonction de radiocommunication est utile pour la conduite sans risque et le confort du conducteur;
- g) que des systèmes de communication ITS à haut débit en ondes millimétriques utilisant des techniques de transmission radioélectrique par fibres optiques ont été étudiés de manière approfondie par des instances de recherche et des entreprises;
- h) que les fréquences des ondes millimétriques présentent des avantages considérables et fournissent une grande largeur de bande pour ces systèmes de communication et radar ITS intégrés;
- j) que les fréquences des ondes millimétriques sont également utilisées par d'autres systèmes et services radioélectriques fonctionnant conformément au Règlement des radiocommunications;
- k) que la forte absorption, dans une partie des bandes d'ondes millimétriques, due à l'oxygène et à la vapeur d'eau atmosphériques, peut réduire les brouillages entre différents services radioélectriques fonctionnant dans ces bandes;

l) qu'il est nécessaire de définir les caractéristiques techniques et opérationnelles des systèmes de radiocommunication intégrés en ondes millimétriques destinés aux applications ITS, afin de faciliter le déploiement d'un tel système à l'échelle mondiale,

notant

a) que l'Organisation internationale de normalisation (ISO) a publié des normes concernant les aspects non radioélectriques des systèmes ITS, dans le cadre du Comité technique ISO/TC204, en tenant compte des travaux réalisés par des organisations extérieures reconnues;

b) que l'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI) a publié dans le cadre du Comité technique ETSI/ERM (Compatibilité électromagnétique et questions de spectre radioélectrique), des normes concernant les aspects radioélectriques des systèmes ITS qui pourraient contribuer encore aux travaux de l'UIT-R;

c) que l'Institut des ingénieurs en électricité et en électronique (IEEE) étudie actuellement des normes relatives aux communications en ondes millimétriques pour des réseaux personnels sans fil dans la gamme de fréquences 57-66 GHz;

d) que le Manuel sur les communications mobiles terrestres (Volume 4 – Systèmes de transport intelligents) donne des renseignements sur les communications en ondes millimétriques, notamment sur les caractéristiques de propagation des communications entre véhicules et sur les communications entre véhicules et radars,

reconnaissant

a) que la bande 77,5-78 GHz est attribuée, à titre primaire, à l'échelle mondiale, au service d'amateur et au service d'amateur par satellite;

b) que les bandes 76-77,5 GHz et 78-81 GHz sont attribuées, à titre primaire, à l'échelle mondiale, au service de radiolocalisation et au service de radioastronomie,

recommande

1 que les caractéristiques opérationnelles et techniques des radars automobiles fonctionnant dans la bande 76-77 GHz, telles qu'indiquées dans l'Annexe 1, soient utilisées comme lignes directrices pour les objectifs nominaux des systèmes;

2 que les caractéristiques opérationnelles et techniques des équipements radars automobiles fonctionnant dans la bande 77-81 GHz, telles qu'indiquées dans l'Annexe 2, soient utilisées comme lignes directrices pour les objectifs nominaux des systèmes;

3 que les caractéristiques opérationnelles et techniques des systèmes de radiocommunication en ondes millimétriques pour les applications ITS destinées aux communications de données entre véhicules et entre véhicules et infrastructures pararoutières, telles qu'indiquées dans l'Annexe 3, soient utilisées comme lignes directrices pour les objectifs nominaux des systèmes.

Annexe 1

Radars anticollision pour véhicules dans la bande 76-77 GHz

1 Généralités

1.1 Introduction

Plusieurs bandes d'ondes millimétriques sont envisagées pour les radars automobiles. La bande 76-77 GHz a déjà été désignée à cette fin par la Commission fédérale des télécommunications (FCC) aux Etats-Unis d'Amérique et par le Ministère des affaires intérieures et des communications (MIC) au Japon. Aux Etats-Unis, les radars pour véhicules fonctionnant dans la bande 76-77 GHz sont réglementés conformément aux dispositions de la Section 15.253 du Titre 47 des Règles de la FCC, en tant que dispositif relevant de la Partie 15; ils ne peuvent pas causer de brouillages préjudiciables et doivent accepter les brouillages susceptibles d'être causés par l'exploitation d'un système radioélectrique autorisé, par un autre élément rayonnant parasite intentionnel ou involontaire, par des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM), ou par un élément rayonnant accidentel. De plus, compte tenu des besoins de spectre de la télématique pour le transport et le trafic routiers (RTTT) en Europe, l'ETSI a adopté des normes européennes sur les radars automobiles fonctionnant dans la bande 76-77 GHz. L'ETSI (norme ETSI EN 301 091) et la CEE ont adopté une décision (ECC/DEC/(02)01) sur les bandes de fréquences devant être choisies pour l'introduction coordonnée de la RTTT, y compris la bande 76-77 GHz. Au Japon, la bande 76-77 GHz est désignée pour ce type d'application (norme ARIB STD-T48).

En octobre 2010, la Fédération de Russie a identifié la bande 76-77 GHz pour les radars automobiles.

Tout cela a conduit l'Asia-Pacific Telecommunity Standardization Program (ASTAP) à étudier une proposition relative à un projet de norme sur les radars anticollision pour véhicules fonctionnant dans la bande 76-77 GHz.

1.2 Domaine d'application

Actuellement, il existe deux catégories de radars automobiles fonctionnant en ondes millimétriques selon la plage de mesure et la largeur de bande, à savoir:

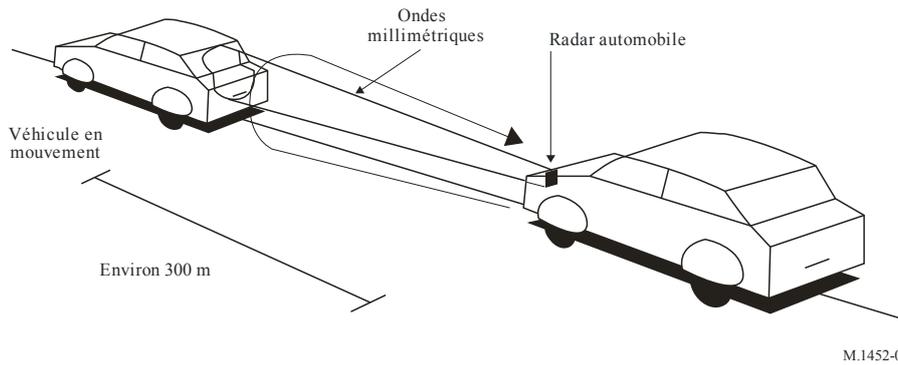
- Catégorie 1: le système de régulateur de vitesse adaptatif (ACC) et le radar anticollision (CA), qui fonctionnent dans la bande 76-77 GHz, pour une plage de mesure allant jusqu'à 300 m;
- Catégorie 2: le radar «courte portée» pour des applications telles que le système de détection d'un obstacle dans l'angle mort (BSD), le système d'assistance au changement de voie (LCA) et le système d'alerte en cas de passage de véhicule à l'arrière (RTCA) fonctionnant dans la bande 77-81 GHz, pour une plage de mesure allant jusqu'à 100 m (pour la Catégorie 2, voir l'Annexe 2).

Le Rapport 56 de la CEE explique pourquoi ces applications utilisent deux bandes de fréquences différentes: en effet les études de partage ont permis de conclure à l'impossibilité d'un partage entre la Catégorie 1 et la Catégorie 2 en cas de fonctionnement dans une même bande de fréquences.

Les véhicules concernés étant vendus dans le monde entier, l'industrie automobile souhaiterait vivement que ces bandes de fréquences et les paramètres correspondants soient harmonisés à l'échelle mondiale.

La Fig. 1 présente un exemple d'application d'un radar automobile.

FIGURE 1
Systèmes radar pour véhicules



Selon le nombre de capteurs radar et leur position, il est possible de détecter des objets dans des secteurs voire dans tout l'espace environnant d'une voiture. Les signaux des capteurs sont à la base non seulement des systèmes d'aide à la conduite, tels que le régulateur de vitesse adaptatif, mais aussi d'une grande diversité d'applications automobiles de sécurité active et passive.

Les systèmes permettant de contrôler la proximité des véhicules seront appelés à jouer un rôle important dans la sécurité routière. Le radar automobile, qui n'est gêné ni par les intempéries ni par la saleté, convient aux véhicules qui circulent dans des conditions difficiles.

La Fig. 2 illustre la configuration d'un radar automobile.

FIGURE 2
Configuration d'un radar automobile



M.1452-02

Les sous-systèmes sont les suivants:

– *Antenne/Unité RF*

Ce sous-système se compose d'une antenne d'émission, d'une antenne de réception, d'un équipement de réception et d'un équipement d'émission. La modulation et la conversion des signaux aux fréquences radioélectriques supérieures ainsi que l'émission et la réception en ondes radioélectriques sont traitées dans ce sous-système. Il pourrait être équipé de plusieurs antennes et d'un faisceau battant.

– *Unité de traitement des signaux*

Cette unité indique la distance et la vitesse en calculant les signaux émis par l'unité RF. Elle permet parfois d'indiquer la vitesse et la distance moyennes et d'atténuer les brouillages. En cas de balayage du faisceau, elle calcule la direction des objets détectés.

– *Unité d'identification*

Cette unité peut choisir et organiser les données nécessaires ou les plus utiles en fonction des besoins de chaque système. Par exemple, elle identifiera les objets présentant le plus d'intérêt et pourra juger si le véhicule en face est sur la bonne file. Elle calcule parfois la moyenne des chiffres obtenus, filtre les brouillages et améliore la précision des mesures et la fiabilité des données grâce à la localisation d'objets et à la fusion de données avec celles qui proviennent d'autres capteurs.

2 Caractéristiques des systèmes

2.1 Méthode radar et méthode de modulation

Il est recommandé d'utiliser les méthodes radars (et les méthodes de modulation) suivantes:

- compression d'impulsions (modulation de fréquence rapide-onde entretenue);
- impulsions (modulation par impulsion);
- sauts de fréquence par impulsions;
- onde entretenue bifréquence (pas de modulation ni de modulation de fréquence);
- étalement du spectre (étalement du spectre en séquence directe).

2.2 Caractéristiques opérationnelles et techniques des radars automobiles fonctionnant dans la bande 76-77 GHz

Les caractéristiques des radars automobiles fonctionnant dans la bande 76-77 GHz figurent dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Caractéristiques des radars automobiles fonctionnant dans la bande 76-77 GHz

Caractéristique (paramètre)	Valeur
Caractéristiques opérationnelles	
Application	Système de régulateur de vitesse adaptatif (ACC) ACC arrêt et redémarrage Système anticollision (CA)
Installation type	Capteur unique (derrière la calandre)
Caractéristiques techniques	
Portée type	0-300 m
Gamme de fréquences	76,00-77,00 GHz
Largeur de bande spécifiée (type)	Jusqu'à 1 GHz
Puissance de crête (p.i.r.e.)	Jusqu'à +55 dBm
Puissance moyenne (p.i.r.e.)	23,5 – 50 dBm

Annexe 2

Radar anticollision pour véhicules dans la bande 77-81 GHz

1 Généralités

1.1 Introduction

La technologie existante des radars automobiles fonctionnant au-dessous de 30 GHz est limitée en termes de portée (équipement UWB à 24 GHz), ou de résolution (radar ISM à 24 GHz). La Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT) a par conséquent conclu que la bande 77-81 GHz devrait être considérée comme la seule bande de fréquences harmonisée à l'échelle mondiale pour les radars automobiles. En juillet 2004, la CEPT a désigné la bande 77-81 GHz pour les radars automobiles (ECC/DEC/(04)03). La Commission européenne a adopté la décision 2004/545/EC relative à l'harmonisation du spectre radioélectrique dans la gamme des 79 GHz, en vue de son utilisation pour les radars automobiles. L'ETSI a adopté la norme harmonisée EN 302 264 pour les radars à courte portée (SRR) fonctionnant dans la bande 77-81 GHz.

En mars 2010, le Ministère des affaires intérieures et des communications (MIC) du Japon a créé un groupe d'études au sein du Conseil de l'information et des communications chargé de réfléchir à l'introduction de radars à haute résolution dans la bande de fréquences 77-81 GHz, en vue d'une utilisation au niveau national.

En octobre 2010, la Fédération de Russie a identifié la bande 77-81 GHz pour les radars automobiles.

Pour que des applications des radars automobiles puissent être développées à l'avenir afin d'observer des objets situés à proximité des véhicules, tels que les piétons et les vélos, il est nécessaire de disposer à la fois d'une portée étendue et d'une haute résolution. Par conséquent, les fonctions de sécurité prédictive des applications pour véhicules seront améliorées. A cette fin, il est envisagé d'utiliser la gamme de fréquences 77-81 GHz, gamme déjà attribuée en Europe.

2 Caractéristiques des systèmes

2.1 Méthode radar et méthode de modulation

Il est recommandé d'utiliser les méthodes radars (et les méthodes de modulation) suivantes:

- modulation de fréquence-onde entretenue (modulation de fréquence);
- compression d'impulsions (modulation de fréquence rapide-onde entretenue);
- étalement du spectre (étalement du spectre en séquence directe);
- impulsions (modulation par impulsion);
- onde entretenue bifréquence (pas de modulation ni de modulation de fréquence);
- code de fréquence.

2.2 Caractéristiques opérationnelles et techniques des radars automobiles fonctionnant dans la bande 77-81 GHz

Les caractéristiques types des radars automobiles figurent dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

Caractéristiques des radars automobiles fonctionnant dans la bande 77-81 GHz

Paramètre	Valeur	
	Système A	Système B ¹
Densité spectrale de puissance moyenne (p.i.r.e.)	9 dBm/MHz	-3 dBm/MHz (NOTE 1)
Puissance de crête (p.i.r.e.)	+45 dBm	+55 dBm (NOTE 2)
Puissance d'émission	10 dBm	
Gain d'antenne	35 dBi	
Largeur de bande spécifiée	Jusqu'à 4 GHz	

NOTE 1 – La valeur maximale de densité spectrale de puissance moyenne à l'extérieur d'un véhicule résultant de l'utilisation d'un radar à courte portée ne doit pas dépasser une p.i.r.e. de -9 dBm/MHz.

NOTE 2 – La puissance de crête est définie dans une largeur de bande de 50 MHz.

Annexe 3

Caractéristiques techniques de systèmes de radiocommunication en ondes millimétriques pour les communications de données entre véhicules et entre véhicules et infrastructures pararoutières

1 Caractéristiques techniques générales

- Méthodes de communication: communications unidirectionnelles, en simplex, semi-duplex, entièrement en duplex, multidiffusion;
- Méthode de modulation: selon les besoins de l'application;
- Bande de fréquences: 57,0-66,0 GHz (les dispositions des canaux à utiliser pour les applications ITS seront fournies séparément pour chaque région ou pays);
- Puissance d'émission (puissance transférée à l'antenne): 10 mW ou moins/p.i.r.e.: 40 dBm ou moins;
- Largeur de bande occupée admissible: 2,5 GHz ou moins.

¹ Les paramètres du Système B proviennent de la norme EN 302 264 de l'ETSI.

2 Exemples de caractéristiques techniques de systèmes de radiocommunication en ondes millimétriques pour les applications ITS

Les caractéristiques indiquées pour les systèmes de radiocommunication en ondes millimétriques pour les applications ITS figurent dans le Tableau 3.

TABLEAU 3

Caractéristiques techniques des systèmes de radiocommunication en ondes millimétriques pour les applications ITS

Élément	Caractéristique technique		
	Système A	Système B	Système C
Méthode de communication	Communications unidirectionnelles, en simplex, semi-duplex, entièrement en duplex, multidiffusion		
Méthode de modulation	La méthode de modulation n'est pas fournie afin de correspondre à la version améliorée de l'utilisation future		
Bande de fréquences	63,0-64,0 GHz	59,0-66,0 GHz	57,0-64,0 GHz
Puissance d'émission (puissance transférée à l'antenne)		10 mW ou moins	10 mW ou moins
Niveau maximal de p.i.r.e.	40 dBm		
Largeur de bande occupée admissible		2,5 GHz ou moins	
Gain d'antenne	23 dBi ou moins (affaiblissement dans les lobes latéraux: 20dB)	47 dBi ou moins	17 dBi (47 dBi pour les applications point à point)