

## RECOMMANDATION UIT-R M.1644

**Caractéristiques techniques et opérationnelles, et critères pour protéger la mission des radars du service de radiolocalisation et de radionavigation fonctionnant dans la bande de fréquences 13,75-14 GHz**

(Question UIT-R 226/8)

(2003)

**Résumé**

La présente Recommandation détermine les caractéristiques techniques et opérationnelles, ainsi que les critères pour protéger les radars de radiolocalisation et de radionavigation fonctionnant dans la bande 13,75-14 GHz. Elle comporte une description détaillée du radar de navire de radiolocalisation prédominant dans la bande, plus un tableau des caractéristiques de tous les radars connus, qu'ils soient de navire, aéroportés ou au sol, fonctionnant dans la bande.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que les caractéristiques d'antenne, de propagation du signal, de détection des cibles et de grande largeur de bande nécessaires propres aux radars pour remplir leurs fonctions sont optimales dans certaines bandes de fréquences;
- b) que les caractéristiques techniques et les critères de protection des radars de radiolocalisation et de radionavigation sont déterminées par la mission du système et varient grandement, même à l'intérieur d'une bande;
- c) qu'une partie considérable du spectre attribué aux services de radiolocalisation et de radionavigation (s'élevant à environ 1 GHz) a été retirée à ces services ou reléguée à un statut inférieur depuis la CAMR-79;
- d) que certains groupes techniques de l'UIT-R envisagent la possibilité d'introduire de nouveaux types de services (par exemple, fixe par satellite, d'accès hertzien et fixe ou mobile à haute densité) dans des bandes entre 420 MHz et 34 GHz utilisées par les radars de radionavigation et de radiolocalisation;
- e) qu'il est nécessaire d'établir des caractéristiques, techniques et opérationnelles, représentatives des radars de radiolocalisation et de radionavigation pour déterminer la possibilité d'introduire de nouveaux types de systèmes dans les bandes de fréquences dans lesquelles sont exploités les radars;
- f) qu'il est également nécessaire à cette fin de définir des critères pour protéger les missions des radars;
- g) que des radars de radiolocalisation et de radionavigation sont exploités et dans la bande 13,75-14 GHz, et dans la bande 13,4-13,75 GHz;
- h) que des radars de radiolocalisation et de radionavigation sont exploités sur des plateformes tant aéroportées que de navire, par de nombreuses administrations dans toutes les régions du monde, et au sol par au moins une administration,

*recommande*

- 1 de considérer les caractéristiques techniques et opérationnelles des radars décrits à l'Annexe 1 comme représentatives des radars fonctionnant dans la bande de fréquences 13,75-14 GHz;
- 2 de présenter à l'Annexe 1 les critères appropriés pour protéger la qualité de fonctionnement opérationnelle de ces radars;
- 3 d'utiliser ces critères pour analyser la compatibilité entre ces radars et les systèmes d'autres services;
- 4 d'utiliser, conformément aux dispositions de la Recommandation UIT-R M.1461, en présence d'éventuels signaux brouilleurs à ondes entretenues modulées dont la totalité ou la plus grande partie de la largeur de bande à l'émission de 3 dB est balayée par la bande passante du récepteur radar dans la direction du faisceau principal, le rapport puissance du signal brouilleur/puissance de bruit du récepteur radar,  $I/N$ , de -6 dB comme le critère de protection contre les brouillages pour les radars visés à l'Annexe 1.

Ce critère de protection constitue le niveau de protection net en cas de plusieurs brouilleurs. La valeur seuil en question doit être utilisée conjointement aux critères d'ensemble de protection des missions des radars visés à l'Annexe 1.

## Annexe 1

### Caractéristiques des radars de radiolocalisation et de radionavigation et critères pour protéger leur mission

#### 1 Introduction

La bande 13,75-14 GHz est attribuée à titre primaire au service de radiolocalisation, au SFS (Terre vers espace) et à certaines fonctions du service de recherche spatiale. Elle est également attribuée par certaines administrations au service de radionavigation. Le service des fréquences étalon et des signaux horaires par satellite (Terre vers espace) est exploité dans cette bande à titre secondaire.

#### 2 Mission

Les radars décrits dans les § 2 à 5 de la présente Annexe sont utilisés dans le monde entier, principalement à bord de navires qu'exploitent de nombreuses administrations. Ils fonctionnent en zones maritimes et en zones côtières, et il existe quelques sites à terre. Ils sont utilisés pour détecter et suivre des objets volants ou de surface approchant discrètement (appelés communément «cibles» dans la langue des spécialistes). De nombreux navires sont équipés de plusieurs de ces radars, et les radars de ce type qui sont installés à bord d'un navire ne peuvent pas répondre aux besoins d'autres navires même si ces derniers naviguent à proximité. Etant donné que certaines des cibles en question volent à très basse altitude, la bande 13,75-14 GHz constitue un compromis idéal entre les phénomènes à trajets multiples et l'affaiblissement atmosphérique pour l'exécution de cette mission. Par ailleurs, de nombreux radars aéroportés et au sol remplissent la même fonction que les systèmes radar de navires.

### 3 Caractéristiques techniques

Les caractéristiques des systèmes de radiolocalisation exposées ci-après correspondent au type de radar de navire prédominant fonctionnant dans la bande 13,75-14 GHz. Le Tableau 4 figurant dans l'Appendice 1 à la présente Annexe donne les caractéristiques d'autres systèmes radar aéroportés, de navire ou au sol fonctionnant dans la bande 13,75-14 GHz. Les caractéristiques données dans les § 2 à 5 de la présente Annexe devraient être utilisées dans les études de partage réalisées avec ces radars de navire, alors que celles qui sont présentées dans l'Appendice 1 devraient être utilisées avec les autres types de radars.

#### 3.1.1 Puissance de l'émetteur/puissance rayonnée

L'émetteur est un klystron doté d'une puissance de crête en sortie de 30 kW (45 dBW). La perte en mode recherche entre l'émetteur et l'antenne est de -5 dB; la perte en mode poursuite entre l'émetteur et l'antenne est de -4 dB.

#### 3.1.2 Recherche

p.i.r.e. maximale en mode recherche (dBW) = puissance de crête de l'émetteur (dBW) – perte sur la ligne de transmission (dB) + gain d'antenne (dBi):

p.i.r.e. de crête du faisceau 1 =  $45 - 5 + 31,5 = 71,5$  dBW;

p.i.r.e. moyenne = 57,2 à 54,9 dBW<sup>1</sup>;

p.i.r.e. de crête des faisceaux 2, 3 et 4 =  $45 - 5 + 28,5 = 68,5$  dBW;

p.i.r.e. moyenne = 54,2 à 51,9 dBW<sup>1</sup>.

##### 3.1.2.1 Formes d'onde du signal de recherche

Le système de recherche utilise un signal d'émission/réception cohérent pour le traitement de l'indicateur numérique de cible en mouvement.

##### 3.1.2.1.1 Mode basse fréquence de répétition des impulsions

Largeur des impulsions: 2,2 µs codée en phase avec des segments de 0,2 µs

Intervalle de répétition des impulsions: minimum = 60 µs; maximum = 100 µs

Facteur de forme: maximum = 3,7% (-14,3 dB); minimum = 2,2% (-16,6 dB).

##### 3.1.2.1.2 Mode de fréquence élevée de répétition des impulsions (groupe)

Largeur des impulsions: 0,2 µs

Intervalle de répétition des impulsions: entre 10 et 14 µs.

#### 3.1.3 Poursuite

p.i.r.e. maximale en mode poursuite (dBW) = puissance de crête de l'émetteur (dBW) – perte sur la ligne de transmission (dB) + gain d'antenne (dBi):

p.i.r.e. de crête de poursuite =  $45 - 4 + 38,5 = 79,5$  dBW

p.i.r.e. moyenne d'acquisition = 62,5 à 61,0 dBW<sup>1</sup>

p.i.r.e. moyenne de poursuite = 59,5 à 58,0 dBW<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Les puissances moyennes indiquées ici correspondent à des durées d'une fraction de seconde, et ne devraient pas être comparées à la limite de p.i.r.e. visée au numéro 5.502 du Règlement des radio-communications, qui s'applique à des durées d'une seconde.

### 3.1.3.1 Formes d'onde du signal de poursuite

Le système de poursuite utilise un signal d'émission/réception cohérent pour le traitement Doppler des impulsions.

Largeur des impulsions:	0,2 $\mu$ s en acquisition; 0,1 $\mu$ s en poursuite
Intervalle de répétition des impulsions:	entre 10 et 14 $\mu$ s
Facteur de forme:	acquisition de 2% (-17 dB) à 1,4% (-18,5 dB); poursuite de 1% (-20 dB) à 0,7% (-21,5 dB).

## 3.2 Niveau de bruit du récepteur radar et pertes

$N$  = bruit thermique du récepteur radar = -134 dBW dans une largeur de bande de 10 MHz.

Cette valeur correspond au niveau de bruit de l'environnement terrestre dans une largeur de bande de référence de 10 MHz, sans l'adjonction d'un quelconque bruit du récepteur.

$NF$  = valeur de bruit du radar = 5 dB.

Niveau de bruit du récepteur = -129 dBW (largeur de bande de 10 MHz).

Cette valeur correspond au niveau obtenu après adjonction du bruit du récepteur.

$L_{RF}$  = perte sur la ligne de transmission des radiofréquences entre l'antenne et le préamplificateur = 2 dB.

Le niveau de bruit total du système de réception par rapport aux bornes de l'antenne et exprimé dans une largeur de bande de référence de 10 MHz est donc égal à:

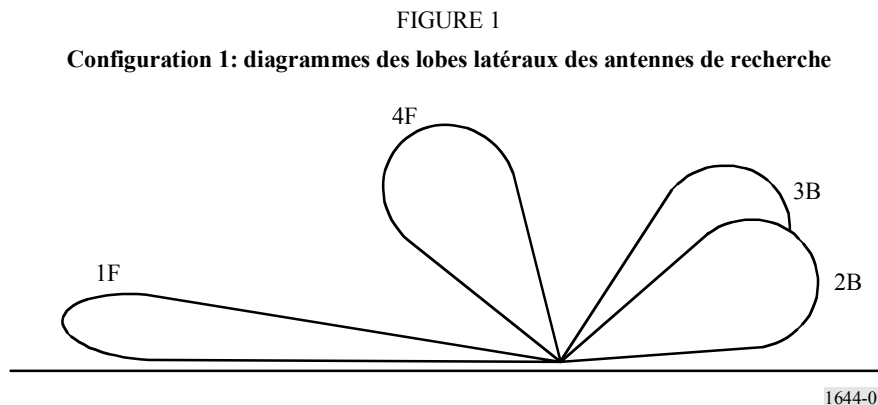
$$-129 + 2 = -127 \text{ dBW}$$

## 3.3 Caractéristiques de l'antenne

Chacun des radars en question comprend deux ensembles d'antennes distincts. L'un sert à la fonction de recherche, et l'autre aux fonctions d'acquisition et de poursuite.

### 3.3.1 Antennes de recherche

La couverture en élévation dans la Configuration 1 est obtenue au moyen d'une antenne ouverte à  $10^\circ$  centrée à  $4,5^\circ$  (1F) et d'une antenne ouverte à  $20^\circ$  (4F) centrée à  $60^\circ$ , l'une et l'autre dirigées vers l'avant, et de deux antennes ouvertes à  $20^\circ$  centrées à  $20^\circ$  (2B) et à  $40^\circ$  (3B), l'une et l'autre pointées vers l'arrière. La Fig. 1 représente le diagramme de couverture composite en élévation, toutes les antennes étant superposées. Le Tableau 1 énumère les paramètres des antennes de recherche.



La fréquence de rotation en azimut est de 540°/s. Sur les navires équipés de deux systèmes, chaque radar couvre 310° d'azimut.

TABLEAU 1

**Paramètres des antennes de recherche – Configuration 1**

Position de l'antenne	Ouverture en élévation (degrés)	Centre du faisceau en élévation (degrés)	Gain (dBi)	Ouverture en azimut (degrés)
1F	10	4,5	31,5	2,2
2B	20	20	28,5	2,2
3B	20	40	28,5	2,2
4F	20	60	28,5	2,2

La couverture en élévation dans la Configuration 2 est obtenue à l'aide de deux antennes ouvertes à 2,5° centrées à 0° (1F et 2B) et de deux antennes ouvertes à 10° (3B et 4F) centrées respectivement à 6,25 et à 16,25°. La Fig. 2 représente le diagramme de couverture composite en élévation, toutes les antennes étant superposées. Le Tableau 2 énumère les paramètres des antennes de recherche.

La fréquence de rotation en azimut est de 540°/s. Sur les navires équipés de deux systèmes, chaque radar couvre 310° d'azimut.

FIGURE 2

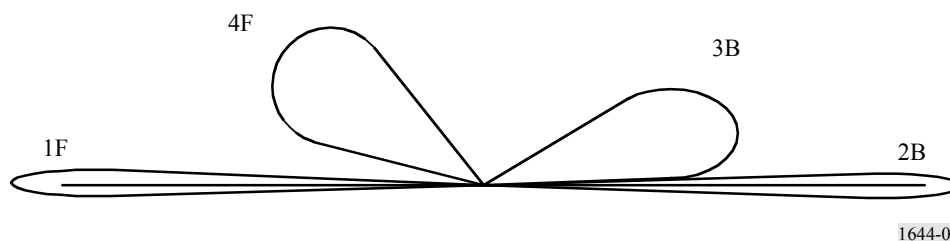
**Configuration 2: diagrammes des faisceaux principaux des antennes de recherche**

TABLEAU 2

**Paramètres des antennes de recherche – Configuration 2**

Position de l'antenne	Ouverture en élévation (degrés)	Centre du faisceau en élévation (degrés)	Gain (dBi)	Ouverture en azimut (degrés)
1F	2,5	0	37,5	2,2
2B	2,5	0	37,5	2,2
3B	10	6,25	31,5	2,2
4F	10	16,25	31,5	2,2

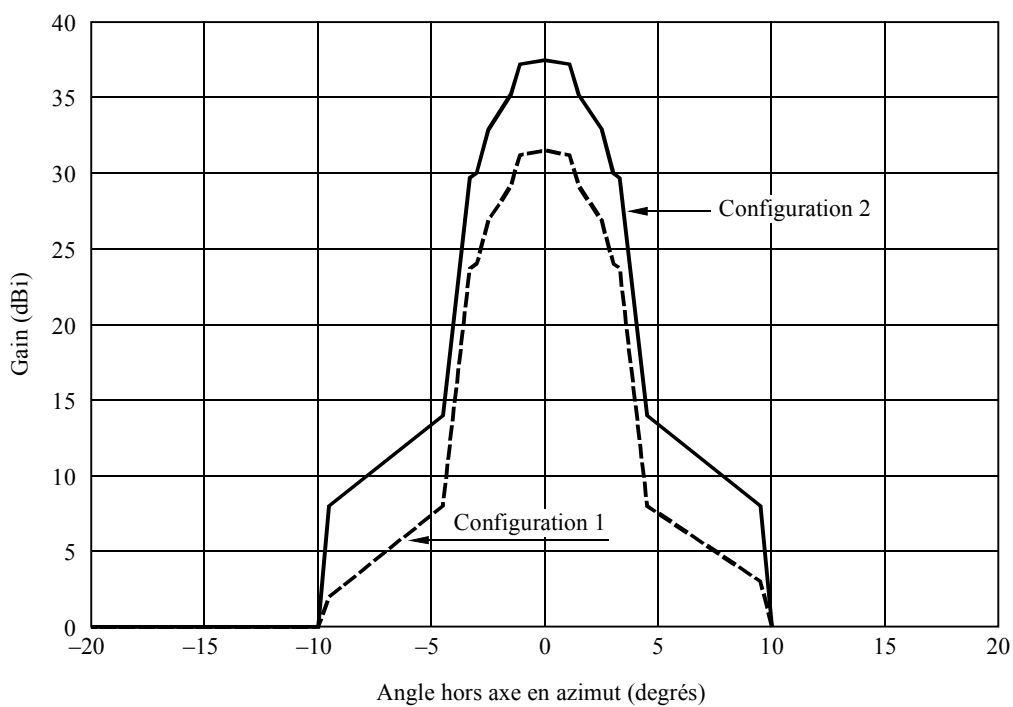
TABLEAU 3

## Gain hors axe en azimuth de l'antenne radar

Angle hors axe (degrés)	Gain pour la Configuration 1 (dBi)	Gain pour la Configuration 2 (dBi)
-180	0	0
-10	0	0
-9,5	2	8
-4,5	8	14
-3,3	23,7	29,7
-3	24	30
-2,5	26,9	32,9
-1,5	29,2	35,2
-1,1	31,2	37,2
0	31,5	37,5
1,1	31,2	37,2
1,5	29,2	35,2
2,5	26,9	32,9
3	24	30
3,3	23,7	29,7
4,5	8	14
9,5	3	8
10	0	0
180	0	0

FIGURE 3

## Antenne radar de recherche, diagrammes de gain du faisceau 1F



### 3.3.2 Antenne de poursuite

L'antenne de poursuite est une partie du réflecteur parabolique alimenté par quatre cornets à impulsion unique dont l'ouverture en élévation est de  $1,2^\circ$  et en azimut de  $2,4^\circ$ ; le gain est égal à 38,5 dBi et les niveaux des lobes latéraux sont à plus de 20 dB au-dessous du lobe principal. Lorsqu'elle sert à acquérir une cible, l'antenne procède à un balayage de portée limitée, puis passe en mode poursuite une fois la cible détectée.

### 3.4 Modifications prévues du système de radiolocalisation

On améliore actuellement la détection radar d'objets à de faibles angles d'élévation en augmentant le gain d'antenne sur l'horizon au moyen de formes d'ondes du signal de recherche existantes. Les niveaux de p.i.r.e. augmentée seront transmis avec le faisceau de balayage centré sur l'horizon de la manière suivante:

p.i.r.e. de crête  $< 2^\circ$  d'élévation = 79 dBW: p.i.r.e. moyenne = 64 dBW (mode recherche)

p.i.r.e. de crête  $> 2^\circ$  d'élévation = 79 dBW: p.i.r.e. moyenne = 59 dBW (mode poursuite).

L'ouverture modifiée de l'antenne de recherche est identique à l'ouverture existante de l'antenne de poursuite. L'antenne de recherche modifiée est utilisée uniquement pour des angles inférieurs à  $2^\circ$  d'élévation. Dans un système actuel, l'antenne de poursuite est la source de la p.i.r.e. de crête maximale et de la p.i.r.e. moyenne (respectivement égales à 79 dBW et à 59 dBW). Dans le radar modifié, la p.i.r.e. de crête demeurera égale à 79 dBW puisque les ouvertures de l'antenne de poursuite et de l'antenne de recherche à de faibles angles d'élévation seront identiques, mais la p.i.r.e. moyenne au-dessous de  $2^\circ$  (recherche) sera en augmentation étant donné que la largeur des impulsions utilisées en mode recherche sera supérieure à celle des impulsions employées pour la poursuite.

## 4 Caractéristiques opérationnelles

### 4.1 Durée de rayonnement du système

Pour les navires/systèmes en service, lorsque les navires se trouvent dans des zones potentiellement dangereuses, les systèmes doivent émettre un rayonnement continu.

### 4.2 Répartition géographique du système de radiolocalisation

Quelque 800 de ces radars sont en service. En ce qui concerne leurs interactions avec les satellites géostationnaires, on peut supposer que les radars sont répartis uniformément à la surface des mers et des océans et qu'un tiers d'entre eux sont visibles depuis un satellite géostationnaire. Toutefois, dans une zone donnée jusqu'à 70 de ces radars pourraient être exploités à l'intérieur d'une zone de  $200 \text{ km}^2$  et pourraient se situer à une distance d'un kilomètre au large de l'horizon radar.

Le nombre de radars fonctionnant dans la bande 13,75-14 GHz est approximativement de 333.

La probabilité,  $P_c$ , qu'un seul et même émetteur du SFS soit exploité dans une même fréquence avec un radar donné fonctionnant dans la bande 13,75-14 GHz est approximativement comme suit:

$$P_c = BW/250$$

où  $BW$  est la largeur de bande du brouilleur (MHz).

La probabilité que le spectre d'émission d'un brouilleur chevauche la bande passante d'un seul ou de plusieurs radars à bord d'un groupe de navires peut être beaucoup plus élevée.

### 4.3 Gamme des hauteurs des antennes de radiolocalisation

La hauteur du système radar de navire varie de 3 à 36 m au-dessus de la ligne de flottaison. L'antenne de recherche se situe approximativement à 5 m au-dessus du pont et l'antenne de poursuite est à environ 4 m au-dessus du pont.

## 5 Critères destinés à la protection de la mission des radars

### 5.1 Spécifications en matière de surveillance

Ce dispositif de radiolocalisation n'est pas un dispositif de radiolocalisation assurant un type de surveillance classique, mais fait plutôt partie intégrante d'un système de défense plus large mis en place pour protéger un navire contre des menaces venant de l'extérieur. Son utilisation est dictée par les conditions de la menace. L'exigence d'utilisation est de 100% en cas de navigation à proximité de la côte.

### 5.2 Seuil de brouillage

La Recommandation UIT-R M.1461 – Procédures d'évaluation des risques de brouillage entre des radars fonctionnant dans le service de radiorepérage et les systèmes d'autres services, contient des informations sur le niveau de puissance seuil de brouillage à utiliser pour calculer les risques de brouillages pour les radars.

Les signaux brouilleurs du type porteuse continue à caractère de bruit qui est caractéristique de tous les services de radiocommunication classiques exercent sur les radars de radiolocalisation un effet de désensibilisation pour ainsi dire incontrôlable, quelle que soit la forme d'onde des radars ou le traitement des signaux qui est utilisé. En conséquence, cette désensibilisation est, comme on peut s'y attendre, liée à l'intensité du brouillage. Dans n'importe quel secteur de l'azimut dans lequel arrive ce brouillage, sa densité spectrale de puissance s'ajoute tout simplement à la densité spectrale de puissance du bruit thermique du système radar de réception, à une approximation raisonnable près. Si la densité spectrale de puissance du bruit du récepteur radar, en l'absence de brouillage, est désignée par  $N_0$  et que la densité spectrale de puissance du brouillage à caractère de bruit est désignée par  $I_0$ , la densité spectrale de puissance de bruit effective qui en résulte devient simplement  $I_0 + N_0$ .

Une augmentation de  $I_0 + N_0$ , par rapport à  $N_0$ , d'environ 1 dB constituerait une importante dégradation pour le service de radiolocalisation, même si elle se produit uniquement lorsque les brouillages se couplent via le faisceau principal du radar. Pareille augmentation correspond à un rapport  $(I + N)/N$  de 1,26, soit un rapport  $I/N$  d'environ -6 dB.

Cela s'applique à l'effet cumulatif, le cas échéant, de plusieurs brouilleurs; le rapport  $I/N$  tolérable pour un seul brouilleur dépend du nombre de brouilleurs simultanés de leur géométrie, et doit être évalué dans le cadre d'un scénario donné.

Etant donné que le seuil de désensibilisation (rapport  $I/N$ , -6 dB) s'applique lorsque les conditions de couplage sont les plus fortes, notamment via le faisceau principal du radar, mais aussi lorsqu'elles sont faibles (par exemple via les lobes latéraux de l'antenne radar), il peut être exprimé pour tel ou tel radar particulier comme une limite de la puissance surfacique. Si la surface de capture du lobe principal de l'antenne est de  $0,5 \text{ m}^2$ , le seuil de désensibilisation due aux brouillages émis par les émetteurs de radiocommunication sera alors de  $-164 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$  pour un



couplage via le faisceau principal. Pour un couplage via les lobes latéraux ou via une combinaison du faisceau principal et des lobes latéraux de plusieurs sources, il convient de pondérer les puissances surfaciques concernées en fonction des facteurs pertinents de suppression des lobes latéraux et de les additionner avant de les comparer avec cette limite. Si cette dernière est dépassée quelle que soit la direction de pointage du faisceau du radar, on aura une dégradation inacceptable de la couverture radar.

Il est plus difficile de quantifier l'effet du brouillage par impulsions, qui dépend fortement de la conception du récepteur/processeur et du mode de fonctionnement. En particulier, les gains différentiels de traitement en ce qui concerne les signaux de retour cible utilisables, qui sont à impulsions synchrones, et les impulsions du brouillage, qui sont normalement asynchrones, ont souvent des effets importants sur l'incidence de niveaux donnés d'impulsions de brouillage. Ces signaux à impulsions non désirés peuvent produire différentes formes de dégradation de la qualité de fonctionnement, en créant notamment de fausses cibles. En général, les radars de radiorepérage sont pourvus de nombreuses fonctions et caractéristiques qui permettent d'espérer parvenir à supprimer le brouillage à impulsions à faible rapport cyclique, émis en particulier par un petit nombre de sources isolées. Les techniques correspondantes sont décrites dans la Recommandation UIT-R M.1372 – Utilisation efficace du spectre radioélectrique par les stations radar du service de radiorepérage.

### 5.3 Critères de protection globaux

Pour que le radar puisse localiser effectivement et discriminer les cibles en présence d'un brouillage continu à caractère de bruit, il ne faut pas que soit dépassé, pour les radars visés dans les § 2 à 5, le seuil de brouillage cumulatif de  $-164 \text{ dB}(\text{W}/(\text{m}^2 \cdot 4 \text{ kHz}))$  évoqué ci-dessus. Le rapport  $I/N$  correspondant de  $-6 \text{ dB}$  équivaudrait à une perte de  $1 \text{ dB}$  en portée ou en sensibilité sur la section transversale du radar. Cela équivaut à une perte de  $6\%$  de la couverture en portée pour une cible donnée située dans la section transversale du radar, ou à une augmentation de  $26\%$ , pour une portée donnée, de la section transversale minimale de détection du radar; c'est également le niveau de brouillage maximum qui puisse être toléré provenant d'une direction quelconque dans le volume de surveillance.

## 6 Résumé tabulaire des caractéristiques

Les caractéristiques des radars de navire décrits dans les § 2 à 5 sont résumées dans l'Appendice 1, les fonctions de recherche et de poursuite étant séparées sous «Radar A» et «Radar B». Les radars en question sont exploités dans toutes les régions de l'UIT-R.

Les caractéristiques d'autres radars de types divers sont énumérées à l'Appendice 1 sous les colonnes intitulées radars C, D, E, F et G et correspondent à des radars de navire, aéroportés ou au sol. Les données pour les radars C, D, E, F et G sont très limitées, mais mentionner ces types de radars peut être important. Comme pour les radars décrits aux § 2 à 5 de la présente Annexe, les critères de protection applicables à ces autres radars en présence de signaux de radiocommunication à caractère de bruit comportent un rapport  $I/N$  de  $-6 \text{ dB}$ , qui peut être exprimé sous forme de niveaux de puissance surfacique (voir le Tableau 4 de l'Appendice 1 ci-après). En ce qui concerne les radars A et B, les brouillages reçus via les lobes latéraux et/ou provenant de sources multiples doivent être pondérés en fonction des facteurs de suppression des lobes latéraux et additionnés comme il convient avant toute comparaison avec ces niveaux de puissance surfacique.

## Appendice 1 à l'Annexe 1

TABLEAU 4

Caractéristiques	Radar A de poursuite	Radar B de recherche	Radar C	Radar D	Radar E	Radar F	Radar G de poursuite
Type de plate-forme (aéroportée, de navire, au sol)	De navire	De navire	De navire	Aéroportée	Aéroportée	Aéroportée	Au sol
Type de service Radiolocalisation: RL Radionavigation: RN	RL	RL	RL	RL <sup>(1)</sup>	RL <sup>(1)</sup>	RL	RL
Gamme d'accord (GHz)	13,75-14	13,75-14	A l'intérieur de 13,75-14	A l'intérieur de 13,75-14	A l'intérieur de 13,75-14	A l'intérieur de 13,75-14	A l'intérieur de 13,75-14
Modulation (impulsions non modulées, modulation de fréquence linéaire, code en phase)	Non modulées	Non modulées et code en phase	A impulsions	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Impulsions non modulées
Puissance crête de l'émetteur à l'antenne (dBW)	41	40	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	40	46 (nominal)
p.i.r.e. moyenne (dBW)	59,5 (62,5 en acquisition)	63 (actuellement ≤ 58,2)	Approx. 59	Pas indiqué	Pas indiqué	41,4 (nominal)	44,6-48,4
p.i.r.e. de crête (dBW)	79,5	79	>60	>40	>50	71 (nominal)	81
Largeur d'impulsion minimale (μs)	0,1	0,2	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	0,6	0,085
Largeur d'impulsion maximale (μs)	0,2	2,2	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	0,11
Fréquence minimale de répétition des impulsions (pps)	71 400	10 000 (largeur d'impulsion de 2,2 μs) 60 000 (largeur d'impulsion de 2 μs)	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	1 800	2 700

TABLEAU 4 (suite)

Caractéristiques	Radar A de poursuite	Radar B de recherche	Radar C	Radar D	Radar E	Radar F	Radar G de poursuite
Fréquence maximale de répétition des impulsions (pps)	100 000	14 000 (largeur d'impulsion de 2,2 µs) 100 000 (largeur d'impulsion de 2 µs)	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	3 300
Facteur d'utilisation à l'émission, minimum (%)	0,7	2,2	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	0,11 <sup>(2)</sup>	$2,295 \times 10^{-2}$
Facteur d'utilisation à l'émission, maximum (%)	2,0	3,7	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	$3,795 \times 10^{-2}$
Largeur de bande de modulation de fréquence linéaire (MHz)	Pas applicable	Pas applicable	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable
Largeur des sous-impulsions codées en phase (µs)	Pas applicable	0,2	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable
Taux de compression	Pas applicable	11:1	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable ou pas indiqué	Pas applicable
Largeur de bande des émissions RF (MHz): -3 dB -20 dB	10 Pas indiqué	5 Pas indiqué	Pas indiqué Pas indiqué	Pas indiqué Pas indiqué	Pas indiqué Pas indiqué	Pas indiqué Pas indiqué	Pas indiqué
Dispositif de sortie (klystron, ...)	Klystron	Klystron	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Magnétron
Type de diagramme d'antenne (ponctuel, éventail, cosécante carrée, etc.)	Faisceau ponctuel	Faisceau en éventail	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Faisceau ponctuel
Type d'antenne (réflecteur, réseau déphaseur, système crénelé, ...)	Réflecteur parabolique	Système crénelé	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Système crénelé

TABLEAU 4 (suite)

Caractéristiques	Radar A de poursuite	Radar B de recherche	Radar C	Radar D	Radar E	Radar F	Radar G de poursuite
Gain(s) du faisceau principal de l'antenne (dBi): Recherche Poursuite	– 38,5	37,5 (actuellement ≤ 31,5) –	>20 >20	>20 >20	>20 >20	<31 recherche ou poursuite	36
Ouverture en élévation de l'antenne (degrés)	1,2	2,5 et 10 (actuellement 10 et 20. Voir pages 5, 6)	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	15
Ouverture transversale ou azimutale de l'antenne (degrés)	2,4	2,2	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	0,25
Mouvement(s) des faisceaux	Poursuite	Balayage de recherche programmé	Balayage de recherche programmé Poursuite	Balayage de recherche programmé Poursuite	Balayage de recherche programmé Poursuite	Pas indiqué	Poursuite
Fréquence de balayage horizontal de l'antenne (degrés/s)	Suit la cible	540	Recherche: pas indiqué Poursuite: suit la cible	Recherche: pas indiqué Poursuite: suit la cible	Recherche: pas indiqué Poursuite: suit la cible	Pas indiqué	60
Type de balayage horizontal de l'antenne (continu, aléatoire, 360°, sectoriel, etc.) (degrés)	Suit la cible	Continu sur 180	Poursuite: suit la cible	Recherche: pas indiqué Poursuite: suit la cible	Recherche: pas indiqué Poursuite: suit la cible	Pas indiqué	360
Fréquence de balayage vertical de l'antenne (degrés/s)	Pas applicable	Pas applicable	Recherche: pas indiqué Poursuite: pas applicable	Recherche: pas indiqué Poursuite: pas applicable	Recherche: pas indiqué Poursuite: pas applicable	Pas indiqué	Pas applicable

TABLEAU 4 (*fin*)

Caractéristiques	Radar A de poursuite	Radar B de recherche	Radar C	Radar D	Radar E	Radar F	Radar G de poursuite
Type de balayage vertical de l'antenne (continu, aléatoire, 360°, sectoriel, etc.) (degrés)	Pas applicable	Balayage par pas	Recherche: pas indiqué Poursuite: pas applicable	Recherche: pas indiqué Poursuite: pas applicable	Recherche: pas indiqué Poursuite: pas applicable	Pas indiqué	Pas applicable
Niveaux des lobes latéraux (LL) d'antenne (premiers LL et LL lointains)	-18,5 dB	-15,5 dB	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	-23 dB ou moins
Hauteur de l'antenne (m)	41	41	5-20	≤ 12 000	≤ 12 000	Pas indiqué	34,5 à 280
Largeur de bande 3 dB récepteur IF (MHz)	10	10	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	14 (nominal)
Seuil de désensibilisation puissance surfacique, (dB(W/(m <sup>2</sup> · 4 kHz))	-164	-164	-165	-145	-155	-156 <sup>(3)</sup>	-164,7
Nombre de systèmes Zone géographique	800 Monde	800 Monde	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	18 (Région 3)
Niveau de bruit du récepteur (largeur de bande 10 MHz)	-129 dBW	-129 dBW	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Pas indiqué	Estimé à -124,7 dBW

<sup>(1)</sup> Radars limités à un environnement maritime.

<sup>(2)</sup> Le facteur d'utilisation a été calculé en fonction de la largeur de l'impulsion et de la fréquence de répétition des impulsions qui ont été fournies.

<sup>(3)</sup> Estimation calculée en supposant une «sensibilité au brouillage du radar» = -143 dBW, et une largeur de bande du récepteur = 1/(0,6 μs) = 1,666 MHz. La valeur exacte pourrait être très différente de cette estimation en cas de modulation intra-impulsions mais ce type de modulation est rarement utilisé pour des impulsions d'une durée de 0,6 μs seulement.