

**UTILISATION ACTUELLE ET UTILISATION FUTURE DE LA BANDE 9320-9500 MHz
PAR LES RADARS MOBILES DU SERVICE DE RADIONAVIGATION**

(Question 63/8)

(1986)

1. Introduction

1.1 Le considérant g) de la Question 63/8 attire l'attention sur l'augmentation des brouillages préjudiciables qui se produisent dans la bande de fréquences 9300-9500 MHz en raison du nombre croissant de radars maritimes, du besoin croissant d'aides à la navigation et de répondeurs fonctionnant avec des radars primaires et du nombre croissant de stations du service de radionavigation aéronautique.

1.2 Le présent Rapport est le résultat d'études et de mesures (Royaume-Uni et Etats-Unis d'Amérique) sur l'utilisation actuelle et l'utilisation future de la bande 9320-9500 MHz par les radars mobiles du service de radionavigation.

2. Utilisation actuelle de la bande 9320-9500 MHz

2.1 La bande 9320-9500 MHz est attribuée dans le monde entier à titre primaire au service de radionavigation; elle est très largement utilisée par les radars maritimes primaires. Elle est aussi utilisée couramment par les radars terrestres et aéroportés du service aéronautique. L'utilisation du radar primaire par les navires est une aide précieuse à la navigation en haute mer et dans les eaux portuaires; elle est reconnue comme telle par l'Organisation maritime internationale, qui modifie actuellement la Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer pour y inclure des spécifications supplémentaires concernant les radars embarqués.

* Le Directeur du CCIR est prié de porter le présent Rapport à l'attention de la Commission d'études 1, de l'Organisation maritime internationale (OMI), de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et de l'Association internationale de signalisation maritime (AISM).

2.2 Des considérations économiques et techniques ont, en ce qui concerne les radars, conduit à utiliser beaucoup plus la bande 9320-9500 MHz que les autres bandes attribuées au service de radionavigation et adaptées à cette fin.

2.3 Dans de nombreux pays, les magnétrons destinés aux radars dans la bande 9320-9500 MHz sont construits de manière à fonctionner sur les quatre fréquences «ponctuelles» («spot frequencies») suivantes:

<i>Fréquence (MHz)</i>	<i>Service</i>
9345	Aéronautique
9375	Aéronautique et maritime
9410	Maritime
9445	Maritime

Une fréquence «ponctuelle» est la fréquence nominale à la fabrication. Il s'agit d'une valeur médiane pour tous les magnétrons conçus pour fonctionner à cette valeur. En pratique, les fréquences centrales des divers magnétrons suivent approximativement une distribution gaussienne centrée sur la fréquence «ponctuelle» et elles ont une probabilité de 95% d'être situées à ± 30 MHz de celle-ci.

3. Effet, sur le plan de l'exploitation, des brouillages entre radars

3.1 Les brouillages provenant d'une source unique se présentent, en général, sur une image radar, d'abord comme une strie puis, à mesure que le brouillage s'intensifie, comme une série croissante de stries interrompues, disposées sous la forme d'un arc rayonnant à partir du centre de l'image.

3.2 Si le brouillage continue à augmenter, par suite de la diminution de la distance, le nombre de stries augmente lui aussi et l'arc en question s'élargit jusqu'à ce que finalement l'écran soit entièrement couvert de puissants échos.

3.3 L'effet de ces brouillages sur l'opérateur radar dépend aussi bien du nombre de stries que de la surface correspondante de l'écran rendue inutilisable pour les tâches normales. Cette surface varie avec la largeur des impulsions des radars brouilleurs.

3.4 Une évaluation subjective indique que l'apparition d'une quinzaine de stries simultanées ou l'oblitération de 5% de la surface de l'écran serait inacceptable.

4. Mesures des brouillages potentiels

4.1 Les premières études consacrées à ce problème ont montré que, lorsque deux radars se trouvent à portée de détection l'un de l'autre, il est possible d'établir une relation entre le degré de brouillage potentiel et la forme du diagramme polaire en azimut de l'antenne radar (voir la Fig. 1). Ce degré de brouillage potentiel dépend dans une large mesure de la distance et les trois cas les plus sérieux sont les suivants:

4.1.1 à grande distance, lorsqu'un lobe principal d'une antenne radar est orienté vers l'arrière d'une autre antenne radar, et vice versa;

4.1.2 à moyenne distance, lorsque le premier lobe latéral principal d'une antenne radar est orienté vers le lobe arrière d'une autre antenne radar, et vice versa;

4.1.3 à courte distance, lorsque la puissance rayonnée par le lobe arrière d'une antenne radar est captée par le lobe arrière d'une autre antenne radar.

4.2 Une étude plus détaillée de ces trois cas a montré que les deux premiers correspondent à des situations dans lesquelles la possibilité d'un brouillage inacceptable est minimale, pour les raisons suivantes:

4.2.1 le lobe principal n'excédera probablement pas 2° environ et il faudrait, par conséquent, que de nombreux autres navires occupent des positions équidistantes autour du «navire source», conformément aux critères de portée et de fréquence, pour qu'un brouillage devienne inacceptable;

4.2.2 des considérations analogues s'appliquent au premier lobe latéral principal, qui n'excédera probablement pas 20° environ.

4.3 Le cas le plus sérieux est donc celui décrit au § 4.1.3. Cette situation a été examinée en détail, grâce à des essais effectués dans la zone à forte densité de trafic du Pas-de-Calais. L'analyse des résultats obtenus est donnée ci-après.

5. Analyse des données expérimentales

5.1 Il existe de nombreux facteurs interdépendants qui permettent, en pratique, de déterminer si une image radar a été rendue inexploitable par des brouillages provenant d'autres radars. Ces facteurs sont les suivants:

5.1.1 niveau de formation des opérateurs radar;

5.1.2 méthodes de traitement électronique du signal utilisées dans le récepteur radar;

5.1.3 portées, fréquences et fréquences de répétition d'impulsions (FRI) des radars brouilleurs;

5.1.4 densité des radars brouilleurs éventuels.

Pour les besoins de cette analyse, seuls les § 5.1.3 et 5.1.4 ont été pris en considération.

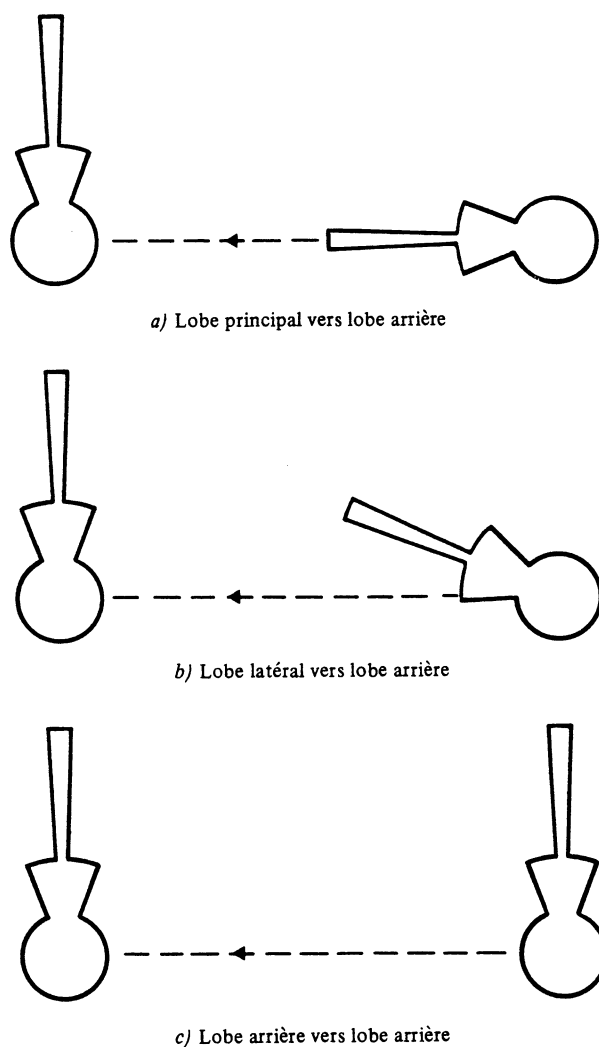


FIGURE 1 – Orientations relatives des antennes pour différents cas de brouillage

5.2 Une fraction de l'aire, A , d'une image radar subissant un brouillage est donnée en première approximation par:

$$A = \frac{P_f \cdot k \cdot m \cdot W}{N}$$

où:

P_f : probabilité pour qu'un radar de navire utilise la fréquence f

m : nombre de navires à portée de brouillage

W : largeur de l'impulsion, supposée égale à 0,25 μ s

N : FRI moyenne (fréquence de répétition d'impulsion); en général 1000 impulsions/seconde

k : constante empirique ≤ 1 , pour tenir compte des méthodes de traitement spéciales du signal dans les récepteurs et de la non-concordance des largeurs de bande (on ne disposait d'aucune information sur les essais concernant la mesure dans laquelle les navires transitant par le Pas-de-Calais étaient équipés de circuits de réduction du brouillage).

5.3 On voit, d'après le § 5.2, que l'objectif principal des essais a été de recueillir des données qui permettraient d'estimer les valeurs de P_f et de m .

6. Résultats des essais

6.1 On peut estimer la probabilité d'utilisation de la fréquence f par un radar de navire à partir de l'histogramme (voir la Fig. 2) qui indique le nombre de radars détectés au cours des essais en fonction des fréquences radar utilisées. La forme générale de l'histogramme présente des pointes parfaitement définies, aux trois fréquences nominales utilisées par les magnétrons qui équipent les radars maritimes. Il n'y a eu pratiquement aucune détection à la fréquence magnétron utilisée exclusivement par le service aéronautique. Cependant, le fait que le radar utilisé pour les essais avait une ouverture relativement limitée dans le plan vertical, quelques degrés seulement, a peut-être influencé ce résultat, bien que cela semble peu probable.

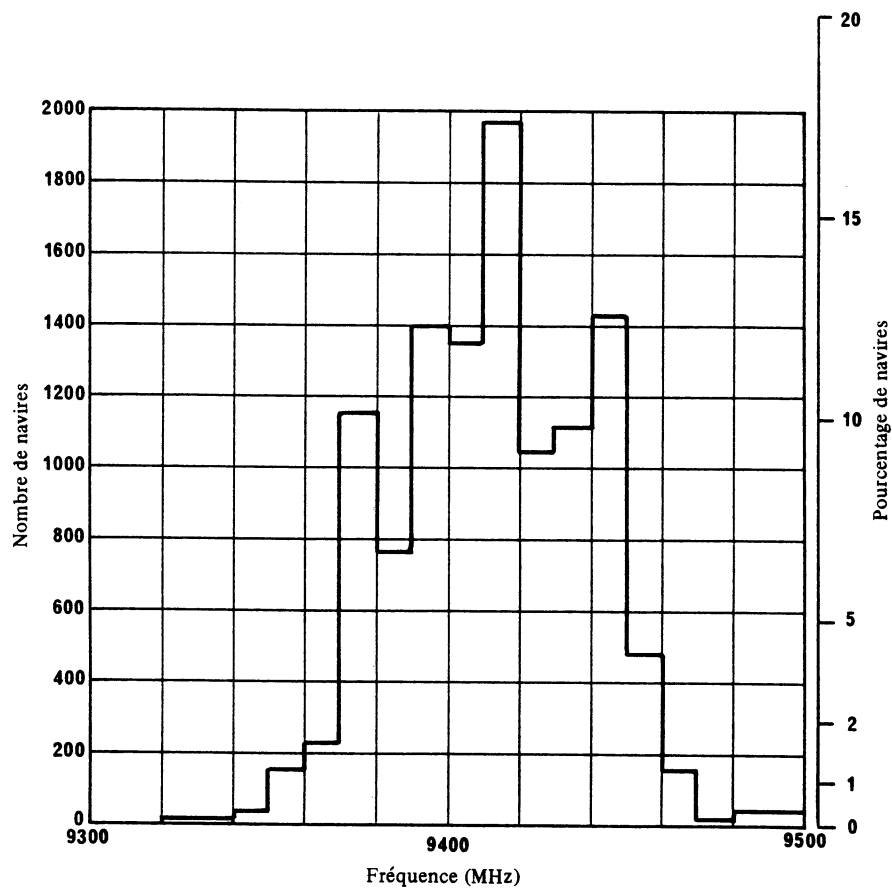


FIGURE 2 – Distribution de fréquences de magnétrons de radars de navire

6.2 Pour pouvoir estimer le nombre m des navires se trouvant à portée de brouillage, on a divisé la population de navires en trois catégories, les grands navires d'un tonnage brut de 10 000 tonnes et plus, les navires moyens d'un tonnage brut compris entre 1600 et 10 000 tonnes et les petits navires d'un tonnage brut de moins de 1600 tonnes. Les caractéristiques correspondant aux navires de ces catégories sont indiquées dans le Tableau I, et les distances approximatives de détection radar entre catégories dans le Tableau II.

TABLEAU I – *Caractéristiques des navires*

Taille des navires	Grande	Moyenne	Petite
Hauteur du radar (m) ⁽¹⁾	30	15	7,5
Distance de détection (milles marins)	25	17	4
Densité de trafic (%) ⁽²⁾	20	35	45

⁽¹⁾ Les distances de détection sus-indiquées ont été calculées à l'aide des équations classiques du radar.

⁽²⁾ Données extraites des études de trafic maritime effectuées par le Royaume-Uni dans le Pas-de-Calais.

TABLEAU II – *Distances de détection radar (milles marins)*

Taille des navires	Grande	Moyenne	Petite
Grande	25	21	18
Moyenne	21	17	15
Petite	18	15	12

Le Tableau III ci-après a été établi à partir des Tableaux I et II et de données sur les nombres et les tailles des navires, tirées d'études récentes sur le trafic maritime.

TABLEAU III – *Nombre de navires (m) à portée (milles marins) d'un brouillage éventuel*

Taille des navires	Distance (milles marins)	4	12	15	17	18	21	25
	Grande		8	50	60	70	75	83
Moyenne		8	50	60	65	67	69	69
Petite		8	31	36	38	39	39	39

6.3 Le Tableau IV a été établi d'après les valeurs du Tableau III qui correspondent au cas le plus défavorable, les valeurs de P_f déduites de la Fig. 2 et la formule qui exprime l'aire, A , de l'écran subissant un brouillage. Il représente la condition de brouillage probable la plus défavorable qu'un opérateur radar soit susceptible de rencontrer lorsqu'il traverse le Pas-de-Calais.

TABLEAU IV – *Brouillage maximal probable*

Taille des navires	Nombre de stries	% de l'image oblitéré
Grande	14	0,35
Petite	12	0,30
Faible	7	0,17

6.4 En comparant les résultats donnés dans le Tableau IV avec l'évaluation subjective du brouillage inacceptable indiquée au § 3.4, on voit que, actuellement, la probabilité d'un brouillage inacceptable est minimale dans une zone à densité de trafic élevée.

7. Utilisation future de la bande 9320-9500 MHz par les radars mobiles du service de radionavigation

Si, comme cela semble très probable, le nombre de radars utilisés dans la bande augmente, le brouillage entre stations radar augmentera lui aussi si l'on n'essaie pas d'y remédier par des mesures particulières. Cependant, la plupart des radars modernes utilisent des techniques de traitement du signal dont certaines mettent en œuvre des moyens de suppression des brouillages entre radars et peuvent contribuer à réduire l'acuité du problème.

8. Mesures du spectre

Aux Etats-Unis d'Amérique, les radars mobiles de radionavigation fonctionnant dans la bande 9320-9500 MHz sont conçus pour utiliser la totalité de la bande plutôt que certaines fréquences de celle-ci. De ce fait, l'analyse des assignations de fréquence ne permet pas de savoir comment la bande est utilisée. Des mesures sur les émissions de navires et d'aéronefs dans cette bande, aux Etats-Unis d'Amérique, ainsi qu'une étude des produits livrés par des fabricants de radars et des magnétrons devraient fournir des renseignements sur l'utilisation actuelle et future de la bande par les radars mobiles de radionavigation.

8.1 *Systèmes et techniques de mesure*

Le Gouvernement des Etats-Unis d'Amérique exploite un système RSMS (Radio spectrum measurement system, système de mesure du spectre radioélectrique) comme auxiliaire de la gestion des fréquences. Le RSMS est installé à bord d'un fourgon et son système de réception commandé par ordinateur permet d'effectuer de nombreuses mesures de types différents entre 100 kHz et 12 GHz. Le RSMS a été utilisé aux Etats-Unis d'Amérique dans des programmes de mesures sur les bandes de communication et les bandes radar dans de nombreuses parties du spectre fortement utilisées. Le système RSMS a été décrit par Matheson [1977] et par Buss et Cutts [1980].

Une des techniques appliquées dans le RSMS pour obtenir des données statistiques sur une bande de fréquences consiste en une observation de 24 heures ou plus de la bande par le système de réception commandé par ordinateur. Pendant ces périodes, le système est accordé par paliers successifs sur les fréquences de la bande, en s'arrêtant plusieurs secondes après chaque palier de fréquence. Pendant que le récepteur échantillonne une fréquence, un détecteur de crête maintient l'amplitude du signal maximal rencontré et des compteurs à grande vitesse d'action dénombrent les impulsions radar qui dépassent plusieurs amplitudes prédéterminées. La bande est ainsi explorée de manière répétée et les données des mesures sont enregistrées sur bande magnétique pour analyse ultérieure. Pour ce qui concerne les données présentées ici, les bandes de fréquences ont été explorées de 5 à 124 fois. Les données enregistrées ont été analysées pour présenter:

- le maximum, la moyenne et le minimum des amplitudes de crête détectées pour chaque fréquence, et
- le maximum, la moyenne et le minimum du nombre d'impulsions comptées sur chaque fréquence et pour chacun des seuils.

8.2 Mesures sur des radars maritimes

Les mesures dans la bande 9300-9500 MHz ont été effectuées dans les zones portuaires de Boston, San Francisco, New York et Seattle (deux emplacements). Ces mesures avaient pour but de déterminer la distribution de l'utilisation des fréquences dans la bande 9320-9500 MHz.

Les mesures faites à Boston et New York ont permis de déterminer l'utilisation sur 9345, 9375 et 9445 MHz ou autour de ces fréquences (voir le Tableau V). A une ou deux exceptions près, les émetteurs identifiés étaient des radars à bord de navires. Les navires en question étaient immatriculés aux Etats-Unis d'Amérique et dans de nombreux autres pays.

TABLEAU V

Fréquence (MHz)	Nombre d'observations	
	Boston	New York
9345 ± 30	16	21
9375 ± 30	29	24
9445 ± 30	34	13

Le Tableau V indique que la majorité des radars à bord des navires fonctionnent sur 9375 ± 30 MHz, suivi de 9445 ± 30 MHz. Il existe un certain chevauchement parce que 9345 ± 30 MHz correspond à 9315-9375 MHz et 9375 ± 30 MHz à 9345-9405 MHz, ce qui fait que la gamme 9345-9375 MHz est commune aux deux gammes. On a observé 38 radars à 9345-9375 MHz, dont 20 dans la gamme 9357-9360 MHz. Certains radars fonctionnaient même à 9322 MHz.

Les Fig. 3 et 4 représentent le résultat cumulé d'un programme de mesures automatisées effectuées sur la bande 9200-9600 MHz au Mont Blyn dans la zone portuaire de Seattle (Puget Sound) sur une période de 24 heures. Les trois courbes de la Fig. 3 représentent le maximum, la moyenne et le minimum des niveaux de puissance reçue. Les courbes indiquent que les gammes sur 9310, 9340-9460 et 9480 MHz sont les plus utilisées. La gamme 9340-9460 MHz est une gamme continue présentant un niveau moyen relativement élevé, ce qui indique une forte activité. Les pointes des données à 9310, 9480 et 9510 MHz sont attribuées à des radars côtiers fonctionnant pour le service de radionavigation maritime dans le cadre du système de régulation du mouvement des navires (Vessel Traffic System (VTS)). Les autres signaux sont attribués à des radars de bord.

La Fig. 4 donne les statistiques du comptage des impulsions au Mont Blyn, Washington, pour 53 explorations effectuées sur la même période de 24 heures qui a servi pour obtenir les données représentées sur la Fig. 3. Le temps d'arrêt sur chaque fréquence était de 4 s. La Fig. 4 représente le maximum, la moyenne et le minimum du nombre d'impulsions reçues pendant un intervalle de 4 s, sur chaque fréquence. En se basant sur le critère d'une valeur moyenne de 100 impulsions, la Fig. 4 indique que, dans une bande s'étendant de façon continue de 9350 MHz à 9435 MHz, le nombre d'impulsions est toujours supérieur à 100. La valeur la plus élevée du compte moyen d'impulsions correspond à environ 9375 MHz et la valeur la plus élevée en crête correspond à environ 9450 MHz.

Les Fig. 5 et 6 ont été obtenues avec 124 explorations effectuées à Alki Point, Washington, deuxième emplacement considéré dans la zone de Seattle. En se basant sur le critère d'un niveau moyen de -75 dBm, la Fig. 5 indique que la valeur -75 dBm est dépassée sur l'ensemble de la bande 9350-9500 MHz. La Fig. 6 montre que le nombre des impulsions est égal ou supérieur à la moyenne de 100 impulsions sur la bande 9350-9500 MHz, avec des valeurs maxima à environ 9380 MHz. La gamme 9350-9500 MHz est donc la plus utilisée, avec une pointe à 9380 MHz.

Les Fig. 7 et 8 ont été obtenues avec 5 explorations faites au Mont Diablo, Californie, point situé à environ 60 km à l'est de San Francisco et offrant un panorama dégagé de la zone portuaire de cette ville. En se basant sur le critère de -75 dBm (Fig. 7) et une valeur moyenne de 100 impulsions (Fig. 8), la Fig. 7 montre que la gamme 9320-9460 MHz est la plus utilisée et la Fig. 8, que la gamme 9350-9430 MHz est la plus utilisée. Ces deux figures indiquent que le niveau et le nombre des impulsions ont leur crête à environ 9370 MHz. Les crêtes à 9450 et 9490 MHz sont dues aux radars du VTS sur la côte.

On peut conclure de ces mesures que l'ensemble de la bande 9320-9500 MHz est utilisé par les radars maritimes, la gamme 9370-9380 MHz étant la plus utilisée.

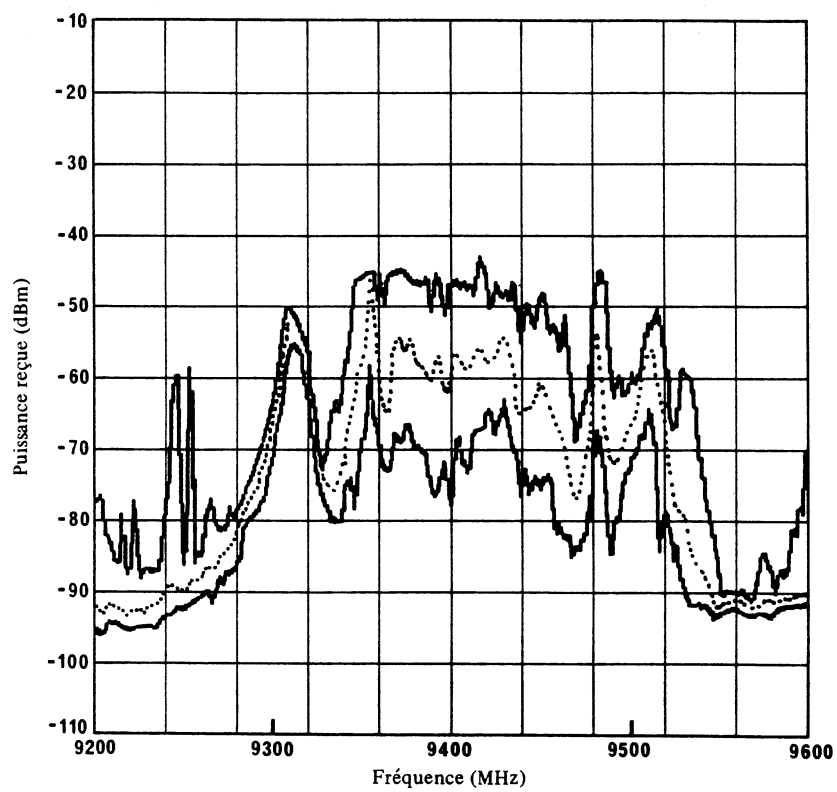


FIGURE 3 – Puissance reçue en fonction de la fréquence

— Maximum, minimum
- - - Moyenne

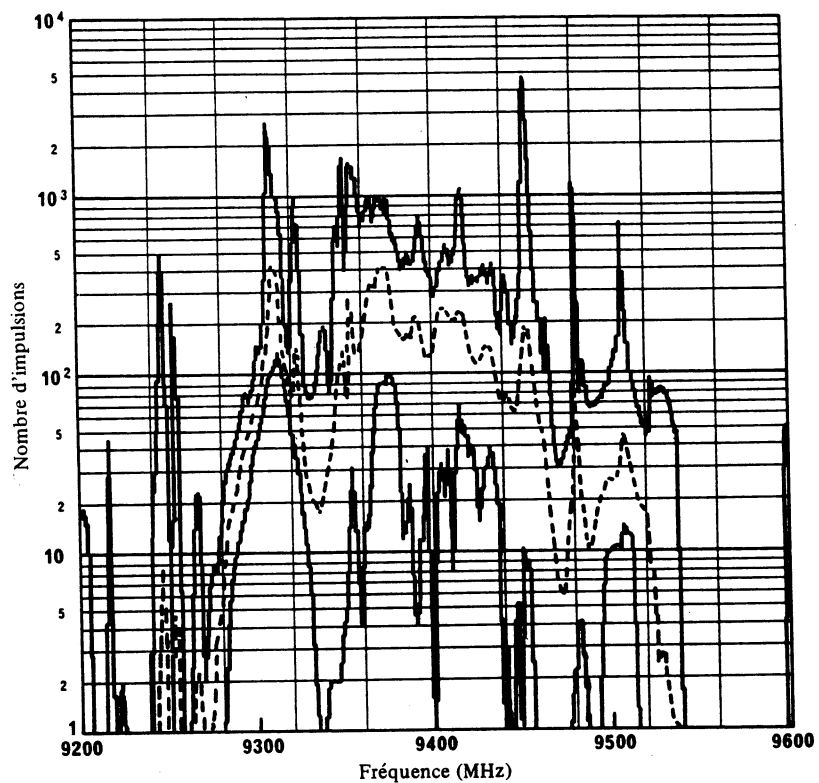


FIGURE 4 – Impulsions reçues en 4 s en fonction de la fréquence

Seuil du compteur: -80 dB

— Maximum, minimum
- - - Moyenne

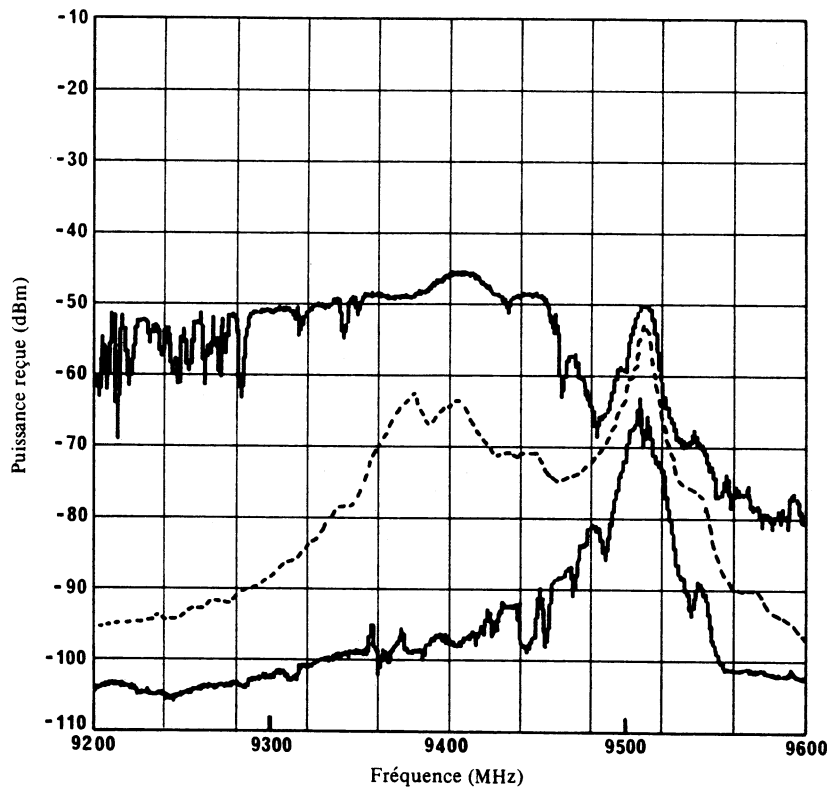


FIGURE 5 – Puissance reçue en fonction de la fréquence

— Maximum, minimum
- - - Moyenne

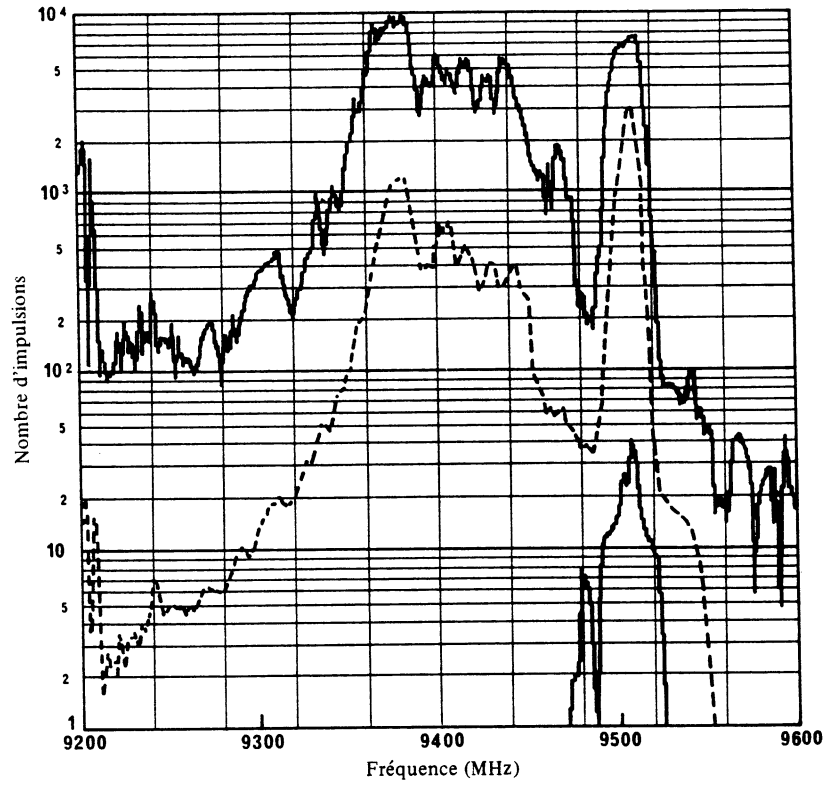


FIGURE 6 – Impulsions reçues en 4 s en fonction de la fréquence

Seuil du compteur: -82 dB

— Maximum, minimum

- - - Moyenne

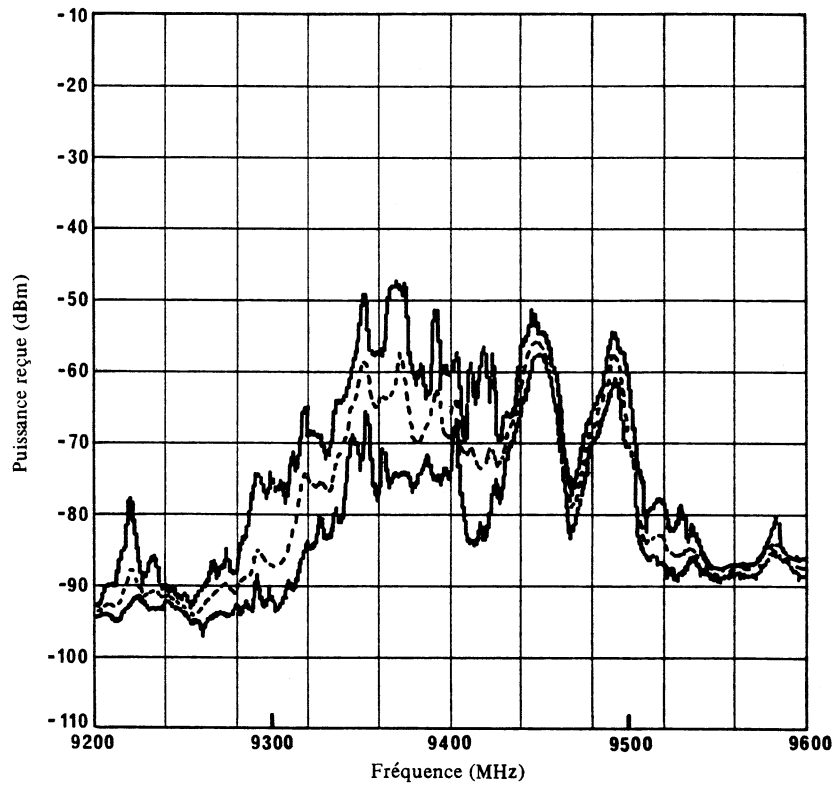


FIGURE 7 – Puissance reçue en fonction de la fréquence

— Maximum, minimum
- - - Moyenne

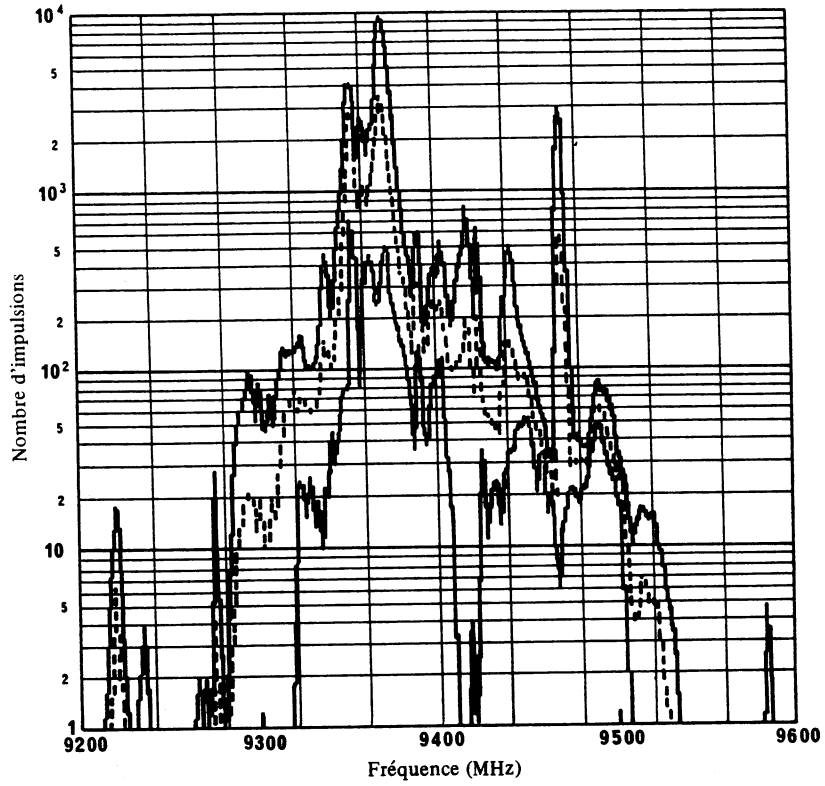


FIGURE 8 - Impulsions reçues en 5 s en fonction de la fréquence

Seuil du compteur: -83 dB

— Maximum, minimum
- - - Moyenne



8.3 Mesures sur des radars aéroportés

Les Fig. 9 et 10 ont été obtenues avec 119 explorations de radars aéroportés, mesures prises près de Denver, Colorado. La puissance moyenne reçue est très uniforme sur l'ensemble de la bande, parce que les mesures ont été faites sur un petit nombre de ces radars. Les crêtes apparaissant dans les Fig. 9 et 10 à 9300, 9475 et 9490 MHz sont attribuées à des radars de radiolocalisation aéroportés. Les figures montrent que les radars de radionavigation aéroportés sont concentrés dans la gamme 9330-9400 MHz, avec une amplitude moyenne et un nombre moyen d'impulsions présentant une crête autour de 9370-9380 MHz.

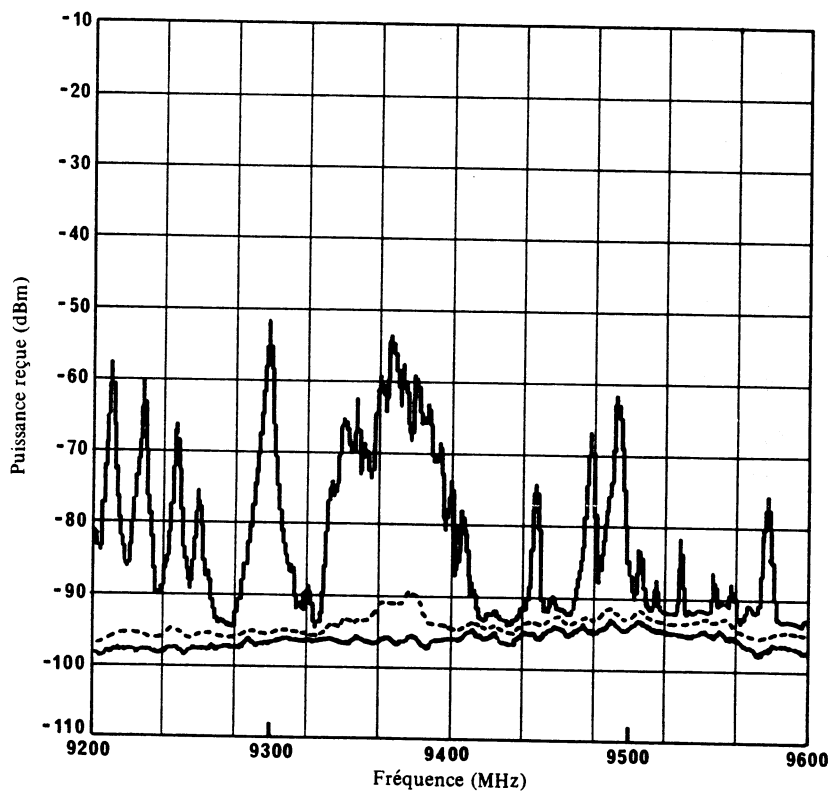


FIGURE 9 – *Puissance reçue en fonction de la fréquence*

— Maximum, minimum
- - - Moyenne

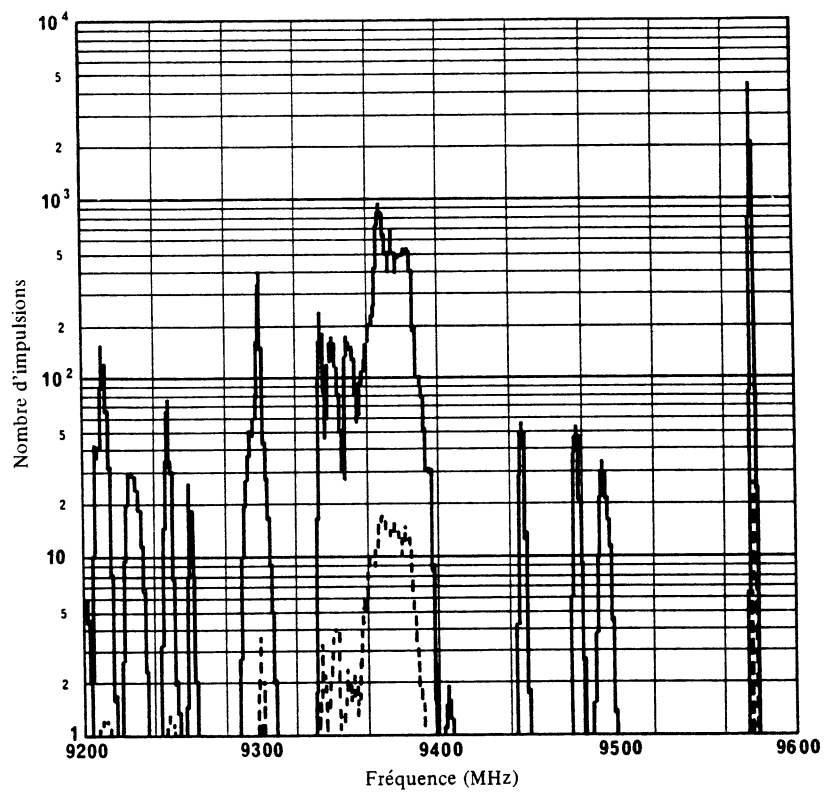


FIGURE 10 – Impulsions reçues en 4 s en fonction de la fréquence

Seuil du compteur: -80 dB

— Maximum, minimum
- - - Moyenne

9. Etude des produits des fabricants

9.1 Radars mobiles de radionavigation maritime

L'étude a porté sur les produits des principaux fabricants de radars mobiles de radionavigation maritime. Il s'agit des dix fabricants dont les radars sont utilisés dans le monde entier. Les fréquences de fonctionnement des radars étudiés étaient de 9375 ± 30 , 9410 ± 30 , 9410 ± 45 , 9445 ± 30 et 9445 ± 35 MHz; les plus fréquemment rencontrées étaient à 9375 ± 30 MHz.

9.2 Radars de radionavigation aéroportés

Les radars de radionavigation aérienne de trois fabricants importants ont été analysés. Deux de ceux-ci utilisent 9375 ± 30 MHz (30 MHz étant la tolérance de fabrication) pour tous les modèles actuels et le troisième utilise 9345 ± 30 MHz pour tous les modèles actuels à magnétron.

Deux fabricants ont mis au point des radars d'aéronef entièrement transistorisés. Bien que leur puissance de sortie soit inférieure à celle des radars classiques à magnétron, leurs performances sont pratiquement les mêmes grâce à l'amélioration du récepteur par un traitement cohérent du signal. Comme ce type de radar est entièrement équipé de semi-conducteurs, la fréquence de fonctionnement peut être définie avec plus de précision que celle des radars à magnétron. Un des fabricants étudie actuellement des radars fonctionnant à 9333 MHz, et l'autre à 9345 MHz. Ces deux fabricants déclarent que la tolérance de fréquence sera de l'ordre de 0,01% ou mieux, ce qui équivaut à environ 0,9 MHz.

Les radars à semi-conducteurs utilisent une puissance de sortie de crête nettement inférieure à celle des magnétrons, par exemple, 200 W contre 50 kW. Cela diminue le risque de voir ces radars brouiller d'autres systèmes. La largeur de bande de traitement du signal du récepteur étant plus petite, par exemple, 50 kHz, on réduit également le risque de brouillages par d'autres radars.

Les radars à semi-conducteurs ont été bien accueillis par les transporteurs aériens. La tendance future pourrait être à l'utilisation de ces radars, en raison de leur fiabilité et de leur faible poids. Ils contribueraient, en outre, à une utilisation plus efficace de la bande grâce à leur puissance réduite.

9.3 Fabricants de magnétrons

On a étudié les produits d'un fabricant important de magnétrons. Le modèle 2J42 est l'un des tubes les plus couramment utilisés. Il fonctionne à 9375 ± 30 MHz et a rencontré de nombreuses applications dans les radars de radionavigation embarqués sur aéronefs et sur navires. La valeur 9375 ± 30 MHz est une tolérance de fabrication. Le tube 2J42 est à fréquence fixe dans cette bande.

10. Brouillages

Lorsque des brouillages mutuels se produisaient avec des radars embarqués sur navire ou aéronef, dans la bande 9320-9500 MHz, ces brouillages étaient généralement de courte durée et empêchaient rarement l'opérateur d'accomplir son travail. Les fabricants sont conscients des possibilités de brouillages du fait que les systèmes fonctionnent à la même fréquence ou à des fréquences voisines et dans la même région géographique. Les circuits de réjection de brouillages sont largement utilisés pour les radars embarqués sur aéronef et sur navire, pour résoudre ces problèmes. Cependant, ces circuits peuvent empêcher la réponse de certaines balises radar maritimes.

Le caractère aléatoire des fréquences de fonctionnement résultant des tolérances de fabrication pour les magnétrons contribue également à réduire le brouillage.

La bande 9320-9500 MHz est très utilisée. Les circuits de réjection de brouillages et le caractère aléatoire des fréquences de fonctionnement contribuent à une utilisation efficace de la bande. Cependant, l'utilisation de tolérances de fréquence plus strictes dans les radars à semi-conducteurs pourrait, à l'avenir, réduire l'effet du caractère aléatoire sur l'utilisation efficace de la bande. Il devrait être possible de faire fonctionner un plus grand nombre de systèmes dans cette bande sans risquer des brouillages préjudiciables.

11. Conclusions

D'après les enquêtes menées auprès des fabricants et des mesures effectuées dans la bande 9320-9500 MHz, on peut conclure que:

- les radars embarqués sur navire peuvent fonctionner en n'importe quel point de la bande 9322 à 9480 MHz;
- les radars aéroportés sont principalement utilisés à 9375 ± 30 MHz, mais aussi à 9345 ± 30 MHz. L'activité la plus intense se situe dans la gamme 9335-9390 MHz;
- les fréquences 9375 ± 30 MHz sont largement utilisées par les radars aéroportés et maritimes. La gamme 9345-9375 MHz est la plus employée dans toute la bande 9320-9500 MHz;
- on a très peu de raison de penser que des bandes séparées sont utilisées par les usagers aéronautiques et par les usagers maritimes dans la bande considérée. On peut admettre que les radars sur navires couvrent toute la bande 9320-9500 MHz et les radars sur aéronefs et sur navires utilisent très intensivement, les uns et les autres, les fréquences 9375 ± 30 MHz. Les usagers maritimes semblent être les plus nombreux sur les fréquences supérieures de la bande, mais l'inverse n'est pas vrai; c'est-à-dire que les fréquences inférieures de la bande, par exemple, 9345 MHz, ne présentent pas d'utilisation intensive uniquement par les aéronefs, elles sont utilisées par les deux services;

- la bande 9320-9500 MHz est également utilisée par les balises radar maritimes à balayage de fréquence et par quelques systèmes de radiolocalisation;
- l'incidence actuelle des brouillages préjudiciables est faible et ces événements de brouillage sont généralement de courte durée. Il est probable que, malgré l'accroissement prévu du nombre des radars, les effets des brouillages préjudiciables restent relativement peu importants;
- l'introduction possible de répondeurs radar pour les recherches et le sauvetage et, éventuellement, l'utilisation accrue de balises radar tendront également à aggraver l'encombrement actuel du spectre et donc aussi les brouillages dans la bande 9320-9500 MHz;
- si, comme cela semble très probable, le nombre de radars utilisés dans la bande augmente, le brouillage entre stations radar peut augmenter lui aussi si l'on n'essaie pas d'y remédier par des mesures particulières. Cependant, la plupart des radars modernes utilisent des techniques de traitement du signal, dont certaines mettent en œuvre des moyens de suppression des brouillages entre radars et peuvent contribuer à réduire l'acuité du problème;
- étant donné qu'il est probable qu'on établisse des tolérances de fréquence plus étroites dans les radars à semi-conducteurs, l'utilisation de fréquences radar aléatoires pourrait favoriser une utilisation efficace de la bande;
- il devrait être possible de faire fonctionner un plus grand nombre de systèmes dans la bande 9320-9500 MHz sans risquer des brouillages préjudiciables.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BUSS, L. A. et CUTTS, R. L. [juin 1980] Gestion nationale du spectre radioélectrique aux Etats-Unis d'Amérique. *J. des Télécomm.*, Vol. 47, VI, 320-334.
- MATHESON, R. J. [août 1977] A radio spectrum measurement system for frequency management data. *IEEE Trans. Electromag. Compt.*, Vol. EMC-19, 3, 225-230.
-