

SECTION 8J - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET D'EXPLOITATION DES  
RADIOCOMMUNICATIONS UTILISANT LES SERVICES DE DETRESSE ET DE  
SECURITE PAR SATELLITE ET DE RADIOREPERAGE PAR SATELLITE

RAPPORT 1045-1\*

**PROGRAMME D'ESSAIS COORDONNÉS ET DEMONSTRATIONS PREOPERATIONNELLES  
DE RLS PAR SATELLITE UTILISANT LE SECTEUR SPATIAL  
GÉOSTATIONNAIRE D'INMARSAT DANS LA BANDE  
DES 1,6 GHz**

(Question 90/8)

(1986-1990)

1. Programme d'essais coordonnés

1.1. **Introduction**

1.1.1 Lors de la vingt-et-unième session de son Sous-Comité des radiocommunications, qui s'est tenue du 28 janvier au 1<sup>er</sup> février 1980, l'Organisation maritime internationale (OMI) a prié le CCIR de coordonner les essais de différents systèmes RLS par satellite géostationnaire mis au point par plusieurs administrations. Cette demande a été portée à l'attention de la Commission d'études 8 du CCIR.

1.1.2 En même temps, l'OMI recommandait que l'Organisation internationale de télécommunications maritimes par satellites (INMARSAT) complète le système à satellites géostationnaires INMARSAT par un service RLS par satellite.

1.1.3 En réponse à cette demande, INMARSAT s'est déclaré disposé à consulter le CCIR au sujet des caractéristiques du secteur spatial qui conviendrait à l'exploitation de RLS par satellite. De plus, INMARSAT a noté que les RLS par satellite constitueront un élément essentiel du futur système mondial de détresse et de sécurité en mer (FSMDSM) et exprimé l'opinion que le CCIR devrait mettre au point, en priorité, les caractéristiques techniques d'un tel service RLS, compte tenu des besoins de l'exploitation.

1.1.4 Par la suite, l'Organisation INMARSAT a fait savoir qu'elle aiderait le CCIR à coordonner et à effectuer les essais prévus de différents types de RLS par satellite utilisant des liaisons géostationnaires à 1,6 GHz et a exprimé sa volonté de mettre à la disposition du CCIR, le secteur spatial nécessaire à ces essais coordonnés.

1.1.5 Ces considérations ont été portées à l'attention du Rapporteur principal de la Commission d'études 8 au cours de la réunion intérimaire tenue à Genève du 26 novembre au 19 décembre 1980. Pour répondre aux demandes de l'OMI et d'INMARSAT, la Commission d'études 8 a modifié le mandat du Groupe de travail intérimaire (GTI) 8/7 du CCIR pour lui permettre d'exécuter les tâches requises.

1.1.6 Lors de sa réunion finale (Genève, 1981), la Commission d'études 8 a examiné les résultats des travaux du GTI 8/7 et notamment le plan d'essais coordonnés. Le Document [CCIR, 1978-82a] précise les objectifs des essais, tels qu'ils ont été fixés par la Commission d'études 8. Ce document a été soumis pour examen au Conseil d'INMARSAT.

1.1.7 De plus, la Commission d'études 8 a approuvé la constitution d'un sous-Groupe du GTI 8/7 chargé, sous la présidence de M. M. A. Johnson (Royaume-Uni), de fixer le détail des essais. Le Président de ce sous-Groupe assurera aussi la liaison entre le sous-Groupe et INMARSAT. Par la suite, le mandat du sous-Groupe a été complété; il comprend maintenant l'évaluation des résultats qui doivent servir de base à une Recommandation.

\* Le Directeur du CCIR est prié de porter le présent Rapport à l'attention de l'Organisation maritime internationale (OMI) et de l'Organisation INMARSAT.

1.1.8 Le programme d'essais coordonnés (PEC) de RLS par satellite a été mis en application en cinq phases, de janvier 1982 à avril 1983.

*Phase 1:* Essais en laboratoire au moyen d'un convertisseur abaisseur de fréquence pour remplacer la liaison par satellite et permettre l'utilisation d'un simulateur de conception simple.

Ces essais ont été effectués en vue d'évaluer et d'optimiser la conception ainsi que d'analyser la résistance au brouillage.

*Phase 2:* Essais à terre via le satellite.

*Phase 3:* Essais en mer au moyen d'un satellite, effectués indépendamment en plusieurs points et pour plusieurs stations terriennes côtières, afin de vérifier les résultats des Phases 1 et 2.

*Phase 4:* Essais simultanés par simulateur à l'aide du satellite. Ces essais ont permis d'obtenir les données de base qui ont permis la comparaison entre les différents systèmes. Tous ceux-ci ont été soumis à des conditions contrôlées analogues permettant d'assurer l'uniformité de l'évaluation.

*Phase 5:* Essais en mer simultanés au moyen du satellite, qui ont permis de s'assurer que les résultats obtenus au moyen du simulateur représentaient avec précision ceux que l'on peut obtenir en mer.

1.1.9 Le principal objectif des essais était de permettre, en procédant à des essais dans des conditions similaires, une comparaison directe de la qualité de fonctionnement des différents systèmes à satellites géostationnaires proposés fonctionnant à 1,6 GHz. Ces essais ont permis d'éviter que les efforts dans les pays intéressés ne fassent double emploi et d'assurer une meilleure utilisation des ressources disponibles.

Plus précisément, les buts de ces essais étaient les suivants:

- préparer un plan détaillé d'essais de fonctionnement pour un programme d'essais coordonnés (PEC) de différents types de RLS par satellite utilisant le secteur spatial INMARSAT;
- évaluer les données d'essais résultant du PEC;
- établir un Rapport sur les résultats des essais finals du PEC;
- établir un projet de Recommandation relative aux caractéristiques de RLS destinées à fonctionner avec un satellite géostationnaire à 1,6 GHz.

1.1.10 Six pays ont pris part à ces essais: République fédérale d'Allemagne, Etats-Unis d'Amérique, Japon, Norvège, Royaume-Uni et URSS.

1.1.11 INMARSAT a pris des dispositions en ce qui concerne le secteur spatial et le secteur de terre, l'Agence spatiale européenne a offert l'utilisation de la station terrienne nécessaire aux Phases 4 et 5, le Centre allemand de recherche aérospatiale (DFVLR) a fourni le simulateur de voie pour la Phase 4 et l'Institut allemand d'hydrographie, le navire nécessaire aux essais de la Phase 5.

1.1.12 Le Japon n'a pu participer aux Phases 4 et 5, mais a présenté les résultats de certains essais par simulateur effectués indépendamment ainsi que des essais en mer exécutés au cours d'une prolongation de la campagne de la Phase 3.

1.1.13 Le sous-Groupe du GTI 8/7 s'est réuni sept fois. Le Rapport final a été accepté à la réunion finale, tenue au Siège de l'OMI à Londres, du 25 octobre au 3 novembre 1983.

1.1.14 Ce Rapport est une version succincte du Rapport final du sous-Groupe et comprend un résumé de la procédure d'évaluation, la comparaison des paramètres de fonctionnement des systèmes et des conclusions formulées, ainsi que la base d'un projet de Recommandation et des spécifications recommandées relatives à un type commun de future RLS par satellite. Le Rapport final complet du sous-Groupe du GTI 8/7 sur le programme d'essais coordonnés peut être consulté auprès du Secrétariat du CCIR.

## 1.2. Résumé de l'évaluation

### 1.2.1 Corrélation des résultats des essais des Phases 4 et 5

Il est possible de comparer les résultats des essais des Phases 4 et 5 pour le système de la République fédérale d'Allemagne, car la même balise a été utilisée dans ce pays pour les enregistrements de la Phase 4 et ceux de la Phase 5; de plus, le processeur du récepteur n'a pas été modifié entre les deux phases. Les résultats présentent une bonne concordance, dans la gamme de précision des mesures du rapport  $C/N_0$ .

Les essais de simulation japonais et les essais en mer montrent aussi une corrélation satisfaisante pour les systèmes MDF et MDP.

Pour les autres systèmes, on ne peut établir de corrélation sans tenir compte des modifications effectuées entre les essais des Phases 4 et 5. Ces modifications sont notamment les suivantes:

- balise de conception différente,
- diagramme d'antenne différent,
- modification de la technique de traitement.

### 1.2.2 Temps de transfert des messages et sensibilité des récepteurs des systèmes

Le temps de transfert des messages (TTM) se définit comme la durée qui s'écoule entre le début de la transmission par la RLS par satellite et la lecture d'un message exempt d'erreur à la station terrienne côtière. Le TTM utilisé pour l'évaluation est l'intervalle de temps pendant lequel 90% des messages ont été reçus avec une probabilité d'erreur égale ou inférieure à 1% (TTM<sub>90</sub>).

On a mesuré la sensibilité à la réception de chacun des systèmes en fonction de la valeur minimale moyenne du rapport  $C/N_0$  pour laquelle la qualité de fonctionnement des systèmes restait dans les limites spécifiées pour la fiabilité de transmission des messages de 99% pour une seule émission de RLS, compte tenu de la valeur correspondante de TTM<sub>90</sub>. Le sous-Groupe du GTI 8/7 a considéré que cette valeur et la moyenne du rapport  $C/N_0$  étaient les paramètres les plus importants pour l'évaluation de la qualité de fonctionnement des systèmes.

Les valeurs de  $C/N_0$  et de TTM<sub>90</sub> ont été déterminées au cours des essais de la Phase 4 au moyen du simulateur de voie DFVLR, avec les enregistrements sur bande magnétique T4 et ST2. Le Japon a effectué de son côté des essais avec simulateur en utilisant les enregistrements ST2, T16 et T26. Les principales caractéristiques de ces bandes magnétiques sont indiquées dans le Tableau I (T26 est une bande magnétique pour 406 MHz et n'est pas comprise dans le Tableau I).

TABLEAU I – Bandes magnétiques utilisées pour l'essai principal

	Angle de site (degrés)	Hauteur des vagues (m)	Plage d'évanouis- sissement <sup>(1)</sup> (dB)	$C/M$ <sup>(2)</sup> (dB)	Largeur de bande de l'étalement Doppler (Hz)	Décalage Doppler maximal à long terme (Hz)
T4	2,5	1,5-2,5	18	4,3	0,6	± 15
ST2	5	16	24	2	1	± 17,2
T16 <sup>(3)</sup>	5	1	16,5	5,4	1	± 25

<sup>(1)</sup> 98% de tous les évanouissements se trouvent dans cette plage.

<sup>(2)</sup> Rapport porteuse/affaiblissement par trajets multiples.

<sup>(3)</sup> Valable pour le Japon seulement.

Pour obtenir le maximum de données, les émissions étaient continues et une discontinuité du signal était créée dans le récepteur. Pour s'assurer que cette procédure donnait des résultats représentatifs, on a comparé ceux-ci à la valeur de TTM obtenue au moyen d'une commande par tout ou rien des émissions.

Il a été constaté que les données obtenues au cours des essais des Phases 4 et 5 pour  $\langle C/N_0 \rangle$  divergeaient de moins de 1,5 dB.

On a obtenu les valeurs moyennes pour le rapport  $\langle C/N_0 \rangle$  utilisées dans les évaluations suivantes en pondérant les résultats par le nombre de transmissions et la valeur de  $\langle C/N_0 \rangle$  pour chaque ensemble de données. La formule appliquée était la suivante:

$$\langle C/N_0 \rangle = \frac{\sum_{i=1}^m (C/N_0)_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}$$

Pour le calcul de  $TTM_{90}$ , on a pris en compte toutes les données relatives aux valeurs de  $C/N_0$  comprises dans la fourchette de 1,5 dB précitée.

Il a été décidé de n'utiliser la bande magnétique ST2 que dans l'évaluation finale de la Phase 4, car cette bande représente les conditions les plus défavorables en ce qui concerne la hauteur des vagues et l'angle de site; toutefois, cette bande ne tenait pas compte des effets de blocage dus aux vagues.

### 1.2.3 Capacité du système

La capacité du système a été définie comme le nombre d'émissions simultanées de RLS par satellite qui peuvent être traitées dans une période de 10 min. Ce paramètre, que le sous-Groupe du GTI 8/7 a utilisé pour l'évaluation comparative des différents systèmes proposés, a été calculé sur la base de données empiriques recueillies au cours des essais de la Phase 4 et de l'analyse statistique, en admettant une largeur de bande de 200 kHz, un temps de transmission de  $2 \times TTM_{90}$  et le cycle d'utilisation recommandé (proposé dans l'Appendice III de la Recommandation 632).

La méthode appliquée au calcul de la capacité du système tient compte des mesures de séparation en fréquence entre les RLS par satellite brouilleuses (obtenues au cours des essais de la Phase 4), de la conception des RLS (c'est-à-dire la répartition des fréquences centrales d'émission et des tolérances de stabilité de l'oscillateur), des caractéristiques spectrales de transmission (par exemple, des systèmes à étalement du spectre, de la puissance dans les lobes latéraux, de la configuration des lobes latéraux, etc.), de la dispersion géographique des RLS par satellite (limitée uniquement aux effets des transmissions sous des angles de site élevés et faibles), du coefficient d'utilisation et de la probabilité voulue d'absence de brouillage (donnés par l'OMI comme devant être de  $0,95/0,99 = 0,9596$ ). La description détaillée de la méthode appliquée, y compris la liste des programmes de logiciel, a été publiée dans une autre communication [Kaminsky et autres, 1983].

### 1.2.4 Immunité au brouillage

On a déterminé l'immunité au brouillage des systèmes en fonction de la séparation minimale en fréquence nécessaire entre le signal utile et le signal brouilleur, à laquelle on ne constatait pas de dégradation sensible de la qualité de fonctionnement. Cela a été fait au cours de la Phase 4 pour une émission à onde entretenue et pour une émission MF de voix simulée, dont la p.i.r.e. était respectivement de 10 et 15 dB au-dessus de la p.i.r.e. nominale de la RLS par satellite. La valeur de  $\Delta f$  a été déterminée à la fin de l'essai. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau II.

### 1.2.5 Mise en œuvre de systèmes multivoies

Il convient de noter que, par rapport aux systèmes à une seule voie, les systèmes multivoies peuvent voir leur qualité de fonctionnement dégradée du fait du système de traitement du signal et cela en raison des facteurs suivants:

- détection du signal dans une large bande de fréquences,
- discrimination du bruit et des signaux brouilleurs,
- détection d'une balise, dans un environnement qui en comporte plusieurs et qui est sujet à des évanouissements profonds, avec le même processeur pendant tout le TTM,
- poursuite/démodulation de nombreux signaux de radiobalise.

### 1.3. Comparaison des paramètres de qualité de fonctionnement

1.3.1 Le Tableau II présente la comparaison de la qualité de fonctionnement au cours des Phases 4 et 5 pour différents systèmes en fonction de la sensibilité du système ( $C/N_0$ ), du temps de transfert des messages (90%) ( $TTM_{90}$ ), de l'insensibilité au brouillage, représentée par une onde entretenue et des transmissions de téléphonie, en fonction du décalage minimal de fréquence auquel il n'y a pas de dégradation de la qualité de fonctionnement ( $\Delta f_{OE}$  et  $\Delta f_{MF}$  respectivement), et de la capacité du système en fonction:

- du nombre d'émissions qui peuvent être traitées pendant une période de 10 min;
- d'une analyse utilisant le décalage de fréquence des sources de brouillage mutuel ( $\Delta f_{sc}$ );
- du cycle d'utilisation recommandé;
- de la valeur mesurée de  $TTM_{90}$ .

1.3.2 Il convient de noter que les résultats de la Phase 4 donnés dans le Tableau II sont ceux qui ont été obtenus au moyen d'un simulateur de voie et de la bande magnétique ST2; cette dernière représente les conditions ambiantes les plus défavorables: vagues de 16 m de hauteur et angle de site de  $5^\circ$ , mais sans tenir compte de l'effet de blocage des vagues.

1.3.3 Les résultats de la Phase 5 cités pour chaque administration ont été obtenus au cours des essais en mer un jour où l'on a pu obtenir le nombre maximal de points d'évaluation selon les critères précédemment convenus. Le sous-Groupe du GTI 8/7 a donné davantage d'importance à la qualité de fonctionnement nominale par mer forte et/ou sous de faibles angles de site; les résultats présentés dans le Tableau II correspondent tous au fonctionnement des RLS sous la latitude la plus septentrionale, au voisinage de  $71^\circ$  N, sauf en ce qui concerne le Japon qui opérait avec le satellite de l'océan Indien à environ  $15^\circ$  S, avec des angles de site inférieurs à  $5^\circ$  et des hauteurs de vagues comprises entre 1,5 et 2,5 m.

TABLEAU II – Comparaison des paramètres de qualité de fonctionnement

	$C/N_0$ (dBHz)		$TTM_{90}$ (min)		Rejet du brouillage ( $\Delta f$ ) (Hz)		Capacité du système	
	Phase 4	Phase 5	Phase 4	Phase 5	Onde entretenue	MF	$f_{sc}$ (Hz)	Nombre de transmissions
Valeurs nominales	30	30	15	15	1000	1000	Non disponible	20
Allemagne (République fédérale d')	15,6	15,1	7,1	5,9	180	0	280	33
Japon <sup>(1)</sup> MDF	19,3	18,0	1,1	2,5	570 (Valeur calculée)	570 (Valeur calculée)	422 <sup>(2)</sup>	133
MDP	23,4	26,6	2,9	3,4	0 <sup>(3)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	40 <sup>(3)</sup>	407
Norvège	20,6	19,2	3,3	4,97	1000 <sup>(4)</sup>	0	340	57
Royaume-Uni	37	35,5	12	5,6	0	Pas d'essai	10	218
Etats-Unis d'Amérique	27,5	22,4	3,8	4,2	32	32	90	170
URSS	16,5	18,6	6,4	6	500	0	400	26

<sup>(1)</sup> Valeurs fondées sur des essais réalisés indépendamment à l'aide de simulateurs et d'essais en mer par prolongation de la campagne de la Phase 3.

<sup>(2)</sup> Bande magnétique 16 utilisée, et non ST2 comme pour les autres systèmes.

<sup>(3)</sup> Bande magnétique 26 utilisée, et non ST2 comme pour les autres systèmes.

<sup>(4)</sup> 5 transmissions ont montré que le système peut fonctionner avec  $\Delta f = 500$  Hz.

- 1.3.4 Au cours de l'essai de tous les systèmes, tant pour la Phase 4 que pour la Phase 5, il n'y a pas eu de fausses alarmes.
- 1.3.5 Les valeurs de capacité données dans le Tableau II seraient plus grandes pour un système opérationnel dans lequel les niveaux de  $C/N_0$  seraient relevés, ce qui réduirait le temps de transfert et la durée nécessaire à la salve d'émission. Etant donné la dispersion géographique des RLS par satellite et les différences relatives de l'état de la mer, il se peut que le temps de transfert des messages nécessaire pour certaines RLS par satellite soit plus court que le temps de transmission de la RLS par satellite; dans ces conditions, il en résulterait une augmentation de la capacité due à un chevauchement éventuel dans le début des émissions. En revanche, en raison des possibilités de distribution non uniforme des fréquences de RLS par satellite, la capacité pourrait aussi diminuer.
- 1.3.6 Les valeurs nominales des paramètres ont été choisies comme indiqué dans le Tableau II. Les systèmes permettant d'obtenir des valeurs plus intéressantes que la valeur nominale ont été considérés comme appropriés. La marge entre la valeur nominale et les valeurs mesurées a servi d'indication de la qualité relative des systèmes. Ceux-ci ont fait l'objet de comparaisons pour une combinaison optimale d'angles de site minimaux et d'états défavorables de la mer.

#### 1.4. Conclusion

- 1.4.1 Les résultats du PEC ont confirmé les avantages et les inconvénients prévus pour les systèmes à bande étroite et à large bande, les premiers se révélant capables de fonctionner pour de faibles valeurs de  $C/N_0$  et les seconds ayant une meilleure insensibilité au brouillage et une capacité d'accès multiple plus grande.
- 1.4.2 Les trois systèmes à large bande (Etats-Unis d'Amérique, Royaume-Uni, Japon) appliquent la modulation MDP à pseudo-bruit qui assure une bonne qualité de fonctionnement dans une voie du type gaussien. Les systèmes du Royaume-Uni et du Japon souffrent de perte de poursuite de signaux pendant des évanouissements profonds avec décalage de fréquence rapide dû à l'effet Doppler. Le système des Etats-Unis d'Amérique pallie cette difficulté en utilisant la détection non cohérente.
- 1.4.3 Le système de l'URSS emploie la MDP à bande étroite avec détection non cohérente. Ce système offre une sensibilité satisfaisante, grâce aux techniques de traitement numérique, et offre des possibilités intéressantes, bien qu'il ne soit pas encore entièrement optimisé.
- 1.4.4 Le système de la République fédérale d'Allemagne, qui applique la modulation MDF, offre la meilleure sensibilité de réception. Ce système, qui a fait l'objet d'études et d'essais pendant une période de dix ans, a presque atteint sa qualité de fonctionnement optimale.
- 1.4.5 Le système japonais à bande étroite utilise la modulation MDF; il a une bonne sensibilité et un temps de transfert des messages court. On s'est rendu compte au Japon qu'un développement plus poussé des systèmes (MDP à pseudo-bruit et MDF), au-delà du système de la République fédérale d'Allemagne, ne pourrait se faire en temps voulu pour les démonstrations préopérationnelles de RLS par satellite qu'il est prévu d'exécuter au cours de la période de transition du SMDSM. Le système japonais à modulation MDF a un débit binaire de 63 bit/s, alors que le système de la République fédérale d'Allemagne a un débit de 32 bit/s. C'est ce qui a permis au système japonais d'obtenir un temps de transfert des messages plus court, mais au prix d'une perte de sensibilité.
- 1.4.6 Bien que le système norvégien à bande étroite utilisant la modulation MDP de la sous-porteuse soit encore loin d'avoir atteint toutes ses possibilités de développement, il a une sensibilité satisfaisante et un court temps de transfert des messages. Etant donné qu'il s'écoulera fort peu de temps avant la démonstration préopérationnelle, la Norvège n'a pas l'intention de poursuivre le développement de son système si elle ne dispose pas d'un ferme appui international.
- 1.4.7 Il est possible de tirer les conclusions suivantes à la suite du programme d'essais coordonnés:
- la plupart des systèmes essayés dans le cadre du PEC répondent aux critères fixés pour le temps de transfert des messages et la réception exempte d'erreur, tout en exigeant une puissance d'émission très faible pour les RLS par satellite;
  - d'une manière générale, les systèmes à bande étroite ont un rapport  $C/N_0$  plus faible que les systèmes à large bande mais, une fois opérationnels, pourraient se révéler plus sensibles au brouillage;
  - en particulier, le système MDF à bande étroite avec correction binaire d'erreur sans voie de retour, mis au point par la République fédérale d'Allemagne, a fait preuve d'une qualité de fonctionnement satisfaisante pour des valeurs de  $C/N_0$  inférieures à celles des autres systèmes.
- 1.4.8 On a constaté, en général, que tous les systèmes offraient des possibilités de développement et d'amélioration de la qualité de fonctionnement. Mais on a constaté aussi qu'il faudrait pouvoir mettre en œuvre de toute urgence, et aussi rapidement que possible, un système opérationnel de RLS par satellite. Ainsi, on a conclu qu'une version modifiée du système MDP à bande étroite de la République fédérale d'Allemagne offrirait une base appropriée pour la Recommandation du CCIR relative à un système de RLS par satellite géostationnaire fonctionnant à 1,6 GHz.

- 1.4.9 Sur cette base, il convient de noter les points suivants en ce qui concerne le système recommandé:
- dans le cas le plus défavorable (c'est-à-dire pour un état de la mer très défavorable, des angles de site inférieurs à 5° et une faible valeur de  $C/N_0$ , soit environ 15 à 16 dBHz), il est possible d'atteindre un temps moyen de transfert des messages inférieur à 10 min;
  - une p.i.r.e. de RLS par satellite de 0 dBW semble offrir une marge suffisante au système et permettrait d'obtenir un temps de transfert des messages de l'ordre de 1 min;
  - la capacité prévue, sur la base des caractéristiques modifiées du système de la République fédérale d'Allemagne, est d'au moins 46 transmissions simultanées;
  - dans un système opérationnel, il faut porter attention aux deux points suivants:
    - la nécessité de répartir uniformément les fréquences d'émission des RLS par satellite fonctionnant à 1,6 GHz sur toute la bande disponible afin de réduire au minimum le brouillage éventuel dans le même canal provenant d'autres RLS par satellite;
    - la nécessité de réduire au minimum les effets brouilleurs éventuels d'autres émissions.
- 1.4.10 Il a été reconnu qu'une trame de données plus courte que celle utilisée dans le PEC (voir l'Appendice I de la Recommandation 632) pourrait permettre de réduire le TTM.
- 1.4.11 Les bilans de liaison correspondant au système RLS par satellite recommandé sont donnés dans le Tableau III et ce, pour les secteurs spatiaux INMARSAT de première et de seconde génération. On constate qu'un gain supplémentaire minimal de 13 dB pour les répéteurs, nécessaire à une exploitation limitée de la liaison montante, permettrait de réaliser une économie de 5 à 6 dB sur les besoins en énergie des RLS par satellite.
- 1.4.12 Il reste à déterminer quel serait le besoin en largeur de bande totale pour les répondeurs dans le cadre d'un système RLS par satellite opérationnel.
- 1.4.13 Le programme d'essais a offert l'occasion d'évaluer les systèmes proposés et de faire certaines comparaisons entre leurs caractéristiques de fonctionnement. Une comparaison directe des systèmes de modulation employés est difficile, notamment en raison du niveau différent de développement de chaque système. Plusieurs des systèmes proposés n'ont pas encore atteint toutes leurs possibilités théoriques et, avec le temps, les efforts et l'argent nécessaires, leur qualité de fonctionnement pourrait être améliorée. Compte tenu du programme du système mondial de détresse et de sécurité en mer (SMDSM) de l'OMI, il a été reconnu que les démonstrations préopérationnelles d'un système qui devrait être entièrement opérationnel dans le cadre du SMDSM d'ici à 1990, devraient commencer aussi rapidement que possible. Ces démonstrations devraient permettre la mise au point de RLS par satellite de prix modique, y compris le mécanisme de déclenchement, l'interface pour données et le dispositif de radioralliement, si cela était nécessaire. Ces démonstrations permettraient aussi d'éprouver les capacités du système et de se faire une opinion sur sa fiabilité.
- 1.4.14 Pour une démonstration préopérationnelle au moyen des satellites INMARSAT, sans l'amplificateur de haut gain, une p.i.r.e. de satellite de 0 dBW pourrait encore assurer un fonctionnement adéquat pour les besoins de la démonstration préopérationnelle, mais avec une marge plus faible pour le système (voir le Tableau III). On estime que l'amplificateur de haut gain serait indispensable à un service entièrement opérationnel, mais l'absence de ce dispositif ne devrait pas retarder la mise en œuvre du système.
- 1.4.15 Il a été décidé que les démonstrations préopérationnelles devraient être effectuées avec un seul système RLS par satellite. Toutefois, il a été convenu que certaines administrations auraient toute latitude de poursuivre les essais sur le plan national et présenter les résultats de ces essais directement à la Commission d'études 8 du CCIR. L'URSS, notamment, a l'intention d'étudier les avantages éventuels, pour la capacité du système, d'une technique de codage M-aire (positions multiples).
- 1.4.16 Plusieurs administrations ont fait savoir qu'elles désiraient participer aux démonstrations préopérationnelles.

TABLEAU III – Bilans des liaisons de radiobalises de localisation des sinistres par satellite

	Secteur spatial INMARSAT		
	Première génération		Seconde génération
	MARECS <sup>(1)</sup>	MCS INTELSAT	Spécifié <sup>(1)</sup>
<i>RLS vers satellite 1,645 GHz</i>			
Angle de site de la RLS (degrés)	5		
p.i.r.e. de la RLS (nominale) (dBW)	0		0
Affaiblissement en espace libre sur le trajet (dB)	189,2		
Affaiblissement dû à l'absorption atmosphérique (dB)	0,4		
Affaiblissement dû au couplage de polarisation (dB)	0,5		
Rapport $G/T$ du satellite (dB(K <sup>-1</sup> ))	-10,7	-13,0	-12,5
Constante de Boltzmann (dB(J/K))	-228,6		
Rapport $C/N_0$ Terre-vers-espace (dBHz)	27,8	25,5	26
Rapport $C/IM_0$ du satellite (dBHz)	50,5	34,0	65
Rapport $C/(IM_0 + N_0)$ émis (dBHz)	27,8	24,9	26
<i>Satellite vers côte 4,2 GHz</i>			
Angle de site de la station terrienne côtière (degrés)	5		
p.i.r.e. du satellite (dBW)	-27,7	-40,9	-28,6
Affaiblissement en espace libre sur le trajet (dB)	197,3		
Affaiblissement dû à l'absorption atmosphérique (dB)	0,1		
Affaiblissement dû au couplage de polarisation (dB)	0,1		
Rapport $G/T$ de la station terrienne côtière (dB(K <sup>-1</sup> ))	32		
Constante de Boltzmann (dB(J/K))	-228,6		
Rapport $C/N_0$ espace-vers-Terre (dBHz)	35,4	22,2	34,5
Rapport $C/(IM_0 + N_0)$ émis (dBHz)	27,8	24,9	26
Liaison résultante (sans évanouissement) (dBHz)	27,1	20,3	25,3
Rapport $C/(IM_0 + N_0)$			
Rapport $C/N_0$ minimum requis (dBHz)	16	16	16
Marge du système (dB)	11,1	4,3	9,3

<sup>(1)</sup> Dans l'hypothèse d'un gain supplémentaire de 13 dB pour les répéteurs.

1.4.17 Le programme que le sous-Groupe du GTI 8/7 a établi en vue de la pleine mise en œuvre d'un système RLS par satellite en 1990 est le suivant:

- Juin 1984 Réunion interimaire de la Commission d'études 8 du CCIR chargée d'établir des projets de Recommandations;
- 1984 Mise au point d'unités de production de RLS par satellite;
- 1985 Début prévu des démonstrations préopérationnelles;
- 1986 Approbation par l'OMI des normes de qualité de fonctionnement des CCM;
- 1986 Spécifications techniques relatives aux RLS par satellite et au processeur du récepteur;
- 1987 Approbation de normes pour les unités de production et d'accessoires;
- 1987 CAMR pour les services mobiles;
- 1988 Début prévu de la mise en place du secteur spatial INMARSAT de la deuxième génération;
- 1985-1990 Période transitoire pour le FSMDSM;
- 1990 Mise en œuvre du FSMDSM.

## 1.5. Avis du GTI 8/7

1.5.1 Les caractéristiques de transmission d'un système RLS par satellite fonctionnant avec des satellites géostationnaires à 1,6 GHz, telles qu'indiquées dans la Recommandation 632, sont fondées sur l'évaluation des données présentées dans les rapports d'essais de chacun des participants conformément aux procédures indiquées dans le § 2, sur une comparaison des paramètres de qualité de fonctionnement de chaque système, tels qu'ils sont résumés dans le § 3 et sur les conclusions formulées dans le § 4. Cet avis ne tient pas compte du coût de mise en œuvre du système.

5.2 Etant donné les caractéristiques des RLS par satellite indiquées dans la Recommandation 632, il est nécessaire de répartir les fréquences d'émission de toutes les RLS par satellite aussi uniformément que possible sur toute la bande disponible.

1.5.3 Il est recommandé de commencer aussi rapidement que possible les démonstrations préopérationnelles afin de confirmer l'efficacité d'un système de RLS par satellite fonctionnant à 1,6 GHz, ainsi que celle des unités de production des RLS par satellite y compris le mécanisme de déclenchement, et pour pouvoir mettre au point des interfaces pour données et, éventuellement, des dispositifs de radioralliment.

1.5.4 Plusieurs questions d'exploitation, techniques et administratives nécessitent un complément d'étude pour permettre la mise en œuvre d'un système RLS par satellite opérationnel.

## 2. Démonstrations préopérationnelles

2.1 En 1985, l'OMI a demandé que l'on procède à des démonstrations préopérationnelles de RLS par satellite dans la bande des 1,6 GHz.

2.2 Ces démonstrations ont été effectuées entre novembre 1986 et septembre 1987, avec 11 RLS par satellite fournies par la République fédérale d'Allemagne et installées à bord de 15 navires appartenant à 10 pays.

2.3 INMARSAT a coordonné ces démonstrations, dans lesquelles on a utilisé un processeur de récepteur installé dans la station terrienne côtière de Goonhilly (British Telecom, Royaume-Uni), ainsi que le satellite INMARSAT de la Région de l'océan Atlantique.

2.4 Les démonstrations préopérationnelles avaient principalement pour but de donner confiance dans le fonctionnement de l'ensemble du système RLS par satellite à 1,6 GHz; les autres objectifs étaient les suivants:

- acquérir une expérience préopérationnelle avec des RLS par satellite à 1,6 GHz, avant la mise en oeuvre du SMDSM, pour permettre à l'OMI et aux administrations nationales de définir les spécifications du SMDSM en ce qui concerne les RLS par satellite;
- permettre aux constructeurs de matériel d'acquérir une expérience de la production des RLS par satellite à 1,6 GHz avant la mise en service du SMDSM; et
- fournir à INMARSAT des données de performance pour établir les spécifications techniques des RLS par satellite à 1,6 GHz.

2.5 Les modes opératoires suivants avaient été fixés pour les démonstrations:

- analyse des effets de masque produits par les superstructures sur les émissions des RLS par satellite;
- émissions des RLS par satellite sous de petits angles de site (c'est-à-dire en bordure de la zone de couverture du satellite); et
- émissions simultanées des RLS par satellite.

2.6 Les résultats des démonstrations sont résumés dans le Tableau IV, pour lequel on a adopté les définitions suivantes:

Catégorie 1 - émissions de RLS par satellite réussies, et confirmées par la mise en corrélation des rapports de navire et des documents de station terrienne côtière;

Catégorie 2 - émissions de RLS par satellite réussies, et confirmées uniquement par des documents de station terrienne côtière;

Catégorie 3a - émissions de RLS par satellite non réussies, et confirmées uniquement par des rapports de navire (voir les notes du Tableau IV); et

Catégorie 3b - émissions de RLS par satellite non réussies, confirmées uniquement par des rapports de navire et pour lesquelles le manque de documents de station terrienne côtière ne peut être expliqué.

2.7 Sur un total de 1 196 émissions de RLS par satellite, 1 104 ont réussi et 92 n'ont pas réussi; parmi ces dernières, 8 seulement n'ont pu être expliquées.

TABLEAU IV

Résumé des émissions de démonstration préopérationnelle de RLS par satellite à 1,6 GHz  
de novembre 1986 à septembre 1987

NOM DU NAVIRE	PAYS	<u>EMISSIONS REUSSIES</u>		<u>EMISSIONS NON REUSSIES</u>		TEMPS DE TRANSFERT DES MESSAGES (TIM) (minutes)		GAMME DE L'ANGLE DE SITE (degrés)	
		CATEGORIE 1	CATEGORIE 2	CATEGORIE 3	CATEGORIE 3				
		à distance	insub- mersible	3a expliqué	3b non expliqué	moyen	gamme		
NORGE	NORVEGE	19	3	0	9 <sup>1)</sup>	0	1,72	0,9-3,6	-2 à +3
STRATHCONON	ROYAUME-UNI	47	0	5	6 <sup>2)</sup>	0	1,34	0,7-2,5	11 à 42
MAIPO	CHILI	37	0	3 <sup>3)</sup>	2	0	1,40	0,8-2,9	21 à 52
MBANDAKA	ZAIRE	4	0	8	14 <sup>4)</sup>	0	1,18	0,9-1,6	25 à 60
EUGENIOS EUGENIDES									
/PPLS 80	GRECE	29	1	0	2 <sup>5)</sup>	0	1,21	0,8-1,8	23
CLARENCE	PAYS-BAS	89	0	5	5 <sup>6)</sup>	2	1,35	0,7-3,6	5 à 40
METEOR	RfA	98	3	5	18 <sup>7)</sup>	0	1,29	0,8-10,3	-1 à 43
AMERICANA	ITALIE	14	0	3	1 <sup>8)</sup>	2	1,31	0,8-1,7	
UBENA	RfA	121	0	6	11 <sup>9)</sup>	1 <sup>9)</sup>	1,24	0,8-4,1	4 à 43
NUNGU ITTUK	DANEMARK	83	3	6	3 <sup>10)</sup>	0	1,40	0,7-2,6	
HUMBOLDT E	RfA	264	1	2	12 <sup>11)</sup>	0	1,22	0,8-2,1	17 à 48
GAUSS	RfA	52	4	2	0	1 <sup>12)</sup>	1,26	0,7-2,3	18 à 26
GEROITE OD /KALIAKRA	BULGARIE	180	2	5 <sup>13)</sup>	14 <sup>14)</sup>	2	1,23	0,8-2,1	13 à 18
		1 037	17	50	84	8			

R 1045-1

531

Notes relatives au Tableau IV :

- 1) 3 échecs étaient dus à une défaillance de processeur de récepteur; 6 échecs étaient dus à un petit angle de site à la limite de la couverture du satellite;
- 2) 2 échecs étaient dus à des défaillances de processeur de récepteur; 4 échecs étaient dus à des périodes anormalement longues de non-réception (c'est-à-dire qu'aucun signal ne parvenait au processeur du récepteur), 1 de ces échecs correspondait à des problèmes d'équipement à Goonhilly.
- 3) Pas de rapports de navire en juillet.
- 4) Défaillance de processeur de récepteur.
- 5) 1 défaillance de processeur de récepteur et 1 défaillance provenant de la non-utilisation de la CAF dans une chaîne de réception en raison du fonctionnement, à titre de secours, de la STC ou de la maintenance du processeur du récepteur.
- 6) 1 défaillance de processeur de récepteur; 1 défaillance de STC signalée et trois échecs se sont produits pendant la non-utilisation de la CAF dans une chaîne de réception en raison du fonctionnement, à titre de secours, d'une STC ou de la maintenance du processeur du récepteur.
- 7) 7 défaillances de processeur de récepteur; 11 échecs étaient dus à des périodes anormalement longues de non-réception.
- 8) 1 défaillance de processeur de récepteur.
- 9) 7 défaillances de processeur de récepteur; 4 échecs étaient dus à des périodes anormalement longues de non-réception. L'émission de la catégorie 3b a été effectuée à un très petit angle de site dans le Golfe d'Aden; il pourrait s'agir d'un effet de masquage.
- 10) 1 défaillance de processeur de récepteur et 2 défaillances résultant de la non-utilisation de la CAF dans une chaîne de réception en raison du fonctionnement, à titre de secours, d'une STC ou de la maintenance du processeur du récepteur.
- 11) 8 défaillances de processeur de récepteur; 4 échecs correspondant à la non-utilisation de la CAF dans une chaîne de réception en raison du fonctionnement, à titre de secours, d'une STC ou de la maintenance du processeur de récepteur.
- 12) Brouillage mutuel dans la catégorie 3b probablement causé par 2 émissions simultanées sur la même voie (GAUSS & UBENA).
- 13) Pas de rapports de navire en juin.
- 14) 7 défaillances de processeur de récepteur; 6 échecs étaient dus à des périodes anormalement longues de non-réception; 1 défaillance d'opérateur signalée par le coordonnateur.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

KAMINSKY, Y., SCALES, W. et DIEUDONNE, J. E. [octobre 1983] Test and evaluation of the Satellite-Aided Maritime Search and Rescue System (SAMSARS). Vol. 1. System Description and Test Results. Rapport N° MA-RD-770-83067, Appendice B. US Dept. of Transportation, Maritime Administration and Coast Guard, Washington, DC.

*Documents du CCIR*

[1978-82]: a. 8/501 (INMARSAT).