

## RECOMMANDATION UIT-R M.628-4\*

**Caractéristiques techniques des répondeurs radar  
de recherche et de sauvetage**

(Questions UIT-R 28/8 et UIT-R 45/8)

(1986-1990-1992-1994-2006)

**Domaine de compétence**

La présente Recommandation contient les caractéristiques techniques des répondeurs radar de recherche et de sauvetage (balises SART). Une balise SART est employée pour localiser un navire ou un engin de sauvetage lorsqu'il est en détresse en mer.

Un navire ou un engin de sauvetage en mer peut utiliser une balise SART pour indiquer qu'il est en détresse. La balise SART peut être détectée par des radars fonctionnant dans la bande des 9 GHz.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que les Règles III/6.2.2 et IV/7.1.3 des amendements de 1988 à la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS, 1974), stipulent l'emport à bord de navires de répondeurs radar fonctionnant dans la bande de fréquences des 9 GHz et assurant leur localisation ou celle des engins de sauvetage lorsqu'ils sont en détresse en mer;
- b) que ce type de répondeur radar peut aussi être utilisé par des navires non soumis à la Convention SOLAS de 1974; certains de ces répondeurs peuvent être dotés d'un dispositif de dégagement et de déclenchement libre ou d'une radiobalise de localisation des sinistres à dégagement libre ou encore d'une radiobalise de localisation des sinistres flottant librement de terre ou par satellite;
- c) qu'en vertu des Règles V/19 des amendements de 2000 à la Convention SOLAS de 1974, les navires à passagers, quelle que soit leur taille, et les navires de charge de 300 tonnes de jauge brute et au-dessus doivent être équipés d'un dispositif radar; les navires de charge de 5 000 tonnes de jauge brute et au-dessus doivent être équipés de deux dispositifs radar; à compter du 1<sup>er</sup> février 1995, le dispositif radar ou au moins l'un des deux dispositifs radar devront pouvoir fonctionner dans la bande des 9 GHz;
- d) que l'Organisation maritime internationale (OMI) a adopté une Recommandation sur les normes de fonctionnement des répondeurs radar des engins de survie utilisés dans les opérations de recherche et de sauvetage (Résolution A.802(19));
- e) que la localisation est une des fonctions essentielles du SMDSM;
- f) qu'un système de localisation serait plus efficace si les répondeurs radar étaient conformes à des caractéristiques techniques et d'exploitation acceptées sur le plan international,

---

\* Le Directeur du Bureau des radiocommunications est prié de porter cette Recommandation à l'attention de l'Organisation maritime internationale (OMI), de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et de l'Association internationale de signalisation maritime (AISM).

*recommande*

1 que les caractéristiques techniques des répondeurs radar de recherche et de sauvetage (SART) fonctionnant dans la gamme des fréquences 9 200-9 500 MHz soient conformes aux spécifications de l'Annexe 1;

2 que la distance maximale de détection d'une balise SART de caractéristiques techniques conformes à l'Annexe 1 par un radar conforme à la Résolution MSC.192(79) de l'OMI soit évaluée à partir des mesures de ses caractéristiques techniques conformément à la méthode théorique décrite en Annexe 2;

3 que les Notes ci-après soient considérées comme faisant partie de la présente Recommandation.

NOTE 1 – L'évaluation des affaiblissements de propagation du signal de balise SART provoqués par l'engin de survie et ses occupants figure en Annexe 3.

NOTE 2 – Les caractéristiques techniques des balises SART à polarisation circulaire sont décrites à l'Annexe 4.

**Annexe 1****Caractéristiques techniques des répondeurs radar de recherche et de sauvetage fonctionnant dans la bande 9 200-9 500 MHz**

- 1 Fréquence: 9 200-9 500 MHz.
- 2 Polarisation: horizontale ou circulaire.
- 3 Rythme de balayage: 5  $\mu$ s pour 200 MHz, nominal.
- 4 Le signal de réponse devrait comporter 12 balayages.
- 5 Forme de balayage: en dents de scie,  
temps de balayage-aller: 7,5  $\mu$ s  $\pm$  1  $\mu$ s,  
temps de balayage-retour: 0,4  $\mu$ s  $\pm$  0,1  $\mu$ s.  
La réponse devrait commencer par un balayage-retour.
- 6 Emission d'impulsions: 100  $\mu$ s nominal.
- 7 p.i.r.e.: pas inférieure à 400 mW (équivalent à +26 dBm).
- 8 Sensibilité efficace du récepteur: meilleure que -50 dBm (équivalent à 0,1 mW/m<sup>2</sup>) (voir la Note 1).
- 9 Durée de fonctionnement: 96 h en position d'attente suivies de 8 h de transmission du répondeur interrogé continuellement avec une fréquence de répétition d'impulsion de 1 kHz.
- 10 Gamme de températures: ambiantes: de -20 °C à +55 °C,  
en stockage à bord: de -30 °C à +65 °C.
- 11 Temps de récupération après excitation: 10  $\mu$ s ou moins.
- 12 Hauteur effective de l'antenne:  $\geq$ 1 m (voir la Note 2).
- 13 Intervalle entre la réception du signal radar et le début de l'émission: 0,5  $\mu$ s ou moins.

**14** Largeur verticale du faisceau de l'antenne: au moins  $\pm 12,5^\circ$  par rapport au plan horizontal du répondeur radar.

**15** Largeur en azimut du faisceau de l'antenne: équidirectif à  $\pm 2$  dB.

NOTE 1 – La sensibilité effective du récepteur inclut le gain de l'antenne.

- La sensibilité effective du récepteur meilleure que  $-50$  dBm s'applique aux impulsions du radar interrogateur (moyennes et longues) supérieures à 400 ns.
- La sensibilité effective du récepteur meilleure que  $-37$  dBm s'applique aux impulsions du radar interrogateur (courtes) inférieures ou égales à 100 ns.
- Le récepteur devrait pouvoir fonctionner correctement lorsqu'il est soumis au champ rayonné ( $28$  dB(W/m<sup>2</sup>)) émis par un radar de navire conformément à la Résolution MSC.192(79) de l'OMI, à toute distance supérieure à 20 m.

NOTE 2 – Cette hauteur effective d'antenne s'applique aux équipements couverts par les Règles III/6.2.2 et IV/7.1.3 des amendements de 1988 à la Convention SOLAS de 1974.

## Annexe 2

La distance maximale de détection d'une balise SART rayonnant une p.i.r.e. donnée ou mesurée et associée à un récepteur de sensibilité efficace donnée ou mesurée déployé avec un radar conforme à la Résolution MSC.192(79) de l'OMI peut être évaluée au moyen de la Fig. 1.

Les paramètres principaux du radar sont:

- puissance émise: 25 kW,
- gain de l'antenne: 30 dBi,
- hauteur de l'antenne: 15 m,
- sensibilité du récepteur:  $-94$  dB.

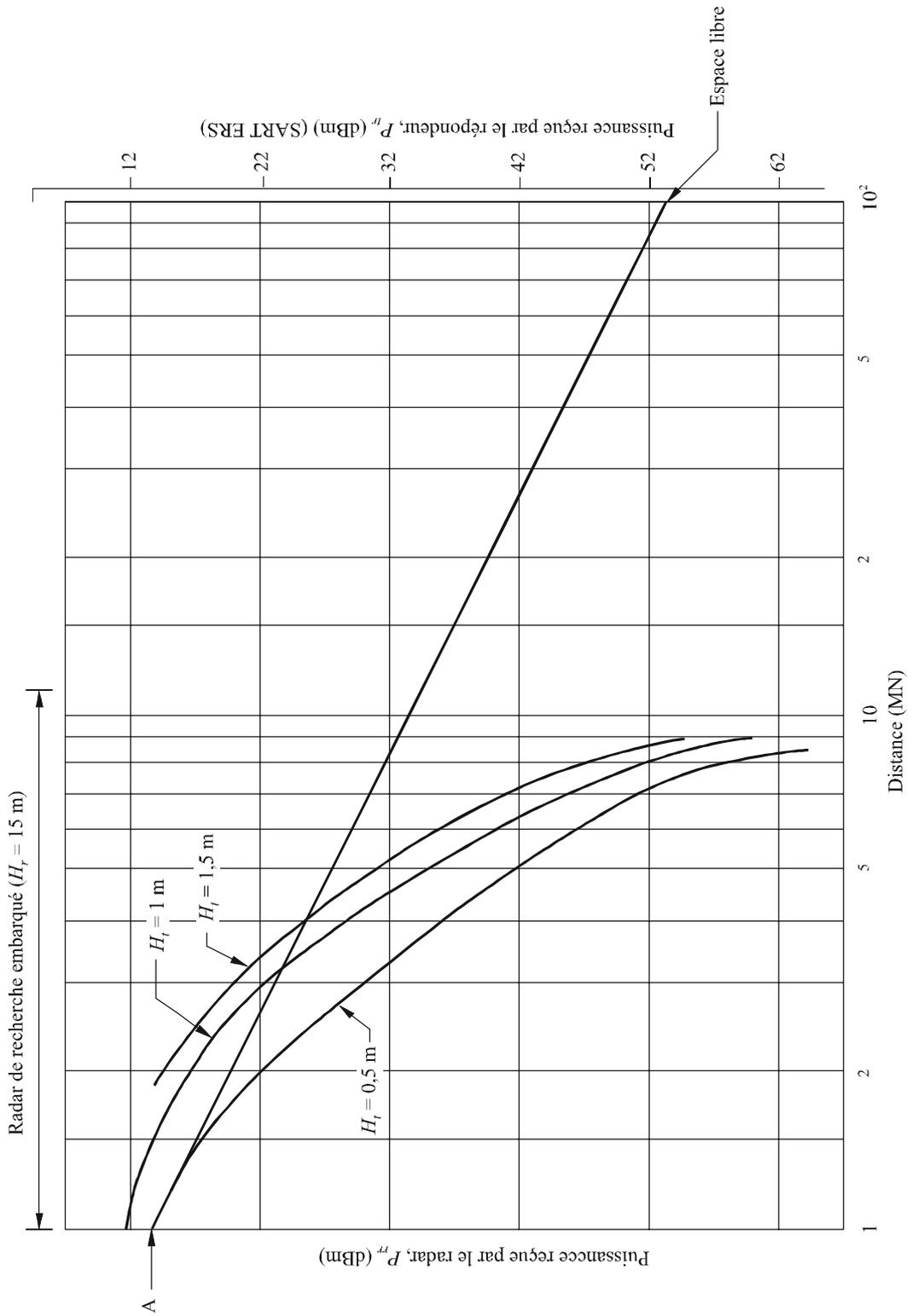
La Fig. 1 représente les courbes de propagation des signaux des balises SART dans des conditions de mer assez calme (0,3 m de hauteur des vagues) pour des hauteurs d'antenne de 0,5; 1 et 1,5 m. Par mer plus agitée, le coefficient de réflexion de la mer diminue et les courbes tendent vers celles de propagation en espace libre, qui est fonction de l'indice de réfraction de l'atmosphère. Pour une balise SART à 1 m de hauteur, la distance de détection maximale est au moins de 5 MN.

Le mode d'emploi de la Fig. 1 est:

- calculer la puissance reçue par le radar ( $P_r$ ) à 1 MN par la formule:
 
$$P_r = \text{p.i.r.e. SART} \times \text{gain de l'antenne} \times (\lambda/4 \pi R)^2$$
 ou  $P_r(\text{dBm}) = \text{p.i.r.e. SART}(\text{dBm}) - 87$  dB;
- marquer la valeur  $P_r$  calculée au point A sur l'échelle de la puissance reçue par le radar et compléter l'échelle (10 dB par division);
- marquer le point correspondant à la sensibilité effective du récepteur (ERS) de la balise SART sur l'échelle de la puissance reçue par le répondeur, tracer la parallèle à la droite des abscisses en ce point et lire au point d'intersection avec la courbe de propagation appropriée la distance maximale de détection du radar vers la balise SART;
- tracer la droite passant par le point correspondant au niveau de  $-94$  dBm sur l'échelle de la puissance reçue par le radar et lire au point d'intersection avec la courbe de propagation appropriée la distance maximale de détection de la balise SART vers le radar.

La plus petite de ces valeurs est la valeur de la distance maximale de détection de la balise SART, qui doit être au moins de 5 MN conformément à la Résolution A.802(19) de l'OMI.

FIGURE 1  
 Courbes de propagation pour déterminer la distance maximale de détection



0628-01

## Annexe 3

### Effets de la hauteur de l'antenne et du masquage du trajet du signal causé par un engin de survie et ses occupants sur la distance de détection d'une balise SART

#### 1 Introduction

La présente Annexe traite des effets sur les signaux SART, de la hauteur de l'antenne de la balise SART au-dessus de la mer, et de l'affaiblissement causé par les matériaux de l'engin de survie et par ses occupants.

#### 2 Effets de la hauteur de la balise SART sur la distance de détection

La présente Recommandation spécifie que l'antenne doit être placée à au moins 1 m au-dessus de la mer, pour que la distance de détection soit de 5 milles nautiques, valeur requise par la Résolution A.802(19) de l'OMI. Des essais réels ont confirmé cette valeur. Les essais effectués sur un échantillon de six répondeurs, de différents fabricants, ont montré que les distances de détection étaient comprises entre 8,2 MN et 9,2 MN pour une antenne placée à 1 m de hauteur.

**2.1** Les essais ont aussi montré l'importance d'installer l'antenne au moins à cette hauteur. Les résultats suivants ont été obtenus dans un engin de survie:

- SART sur le plancher: distance 1,8 MN
- SART vertical sur le plancher: distance 2,5 MN
- SART flottant sur l'eau: distance 2,0 MN.

#### 3 Effets de l'engin de survie sur le signal SART

Des essais ont été effectués sur un engin de survie avec une antenne placée à 1 m de hauteur, pour déterminer l'existence d'un effet de masquage dû aux occupants ou aux matériaux de l'engin.

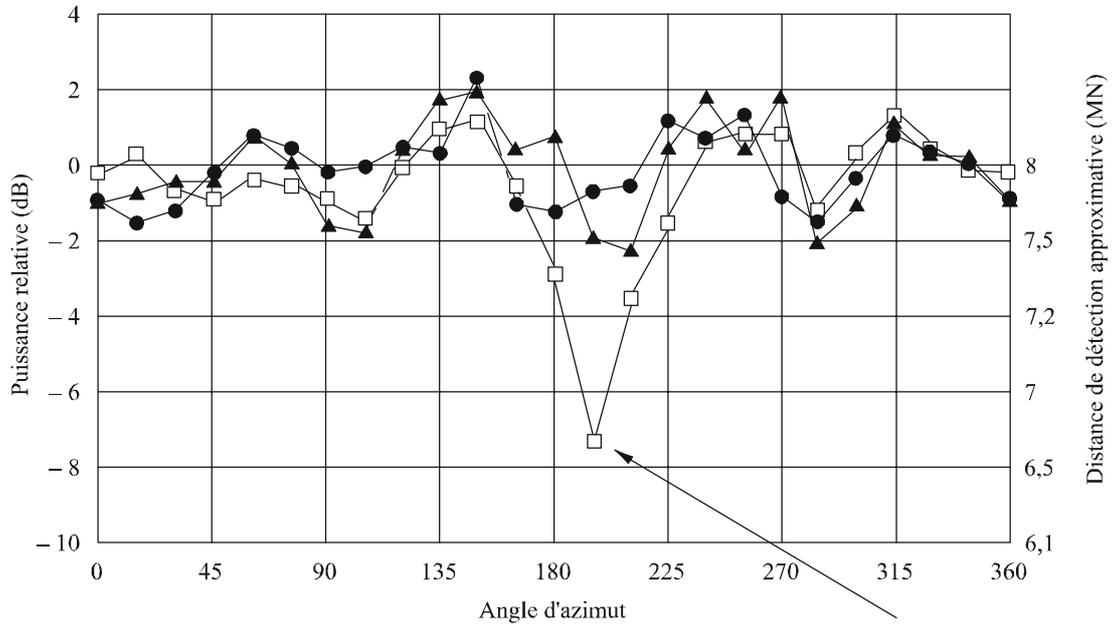
**3.1** Les Fig. 2-4 donnent les résultats obtenus avec deux modèles différents d'engin de survie de 8 personnes aux normes SOLAS. Dans les deux cas, la balise était placée au centre d'un plateau tournant en champ libre et était déclenchée par les impulsions d'un radar. Chaque série de mesures était réalisée avec et sans le radeau et ses survivants, la balise étant placée au centre du plateau tournant.

**3.2** La Fig. 2 montre les résultats obtenus à partir d'une balise SART montée sur un mât télescopique à l'emplacement de l'antenne du radeau. Dans ce cas, l'antenne du SART était au niveau du tube support de l'auvent du radeau. L'un de ces radeaux a eu peu d'effet sur le signal, l'autre (qui a un tube au carbone) provoqua une diminution de signal dans un angle d'environ 30°.

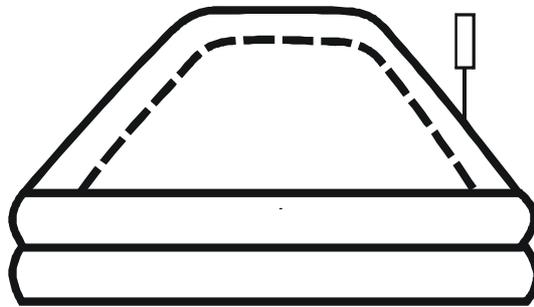
**3.3** La Fig. 3 montre les résultats obtenus avec les mêmes radeaux, la balise étant accrochée au tube, à l'intérieur de l'auvent. Une plus faible diminution de signal a été constatée, due aux tubes au carbone, lorsque le signal passait à travers leurs sections verticales. Des diminutions étaient aussi provoquées par la présence de rubans réfléchissants, à l'extérieur des auvents. Sur un radeau, il a été constaté une importante réduction du signal dans un angle réduit, due à la présence de batteries au lithium placées sous l'auvent et servant à l'alimentation des feux de position du radeau.

**3.4** La Fig. 4 montre l'effet de masquage dû à un survivant tenant la balise SART à bout de bras. Dans ce cas, la hauteur de la balise SART n'est que de 0,5 m.

FIGURE 2  
SART fixé sur un mât

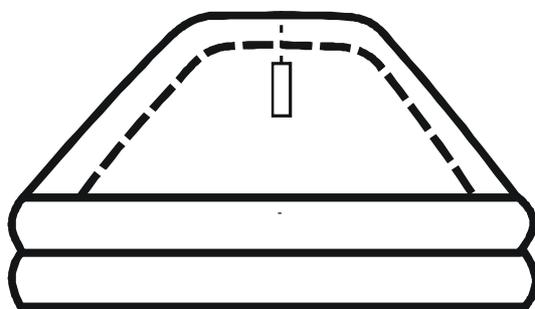
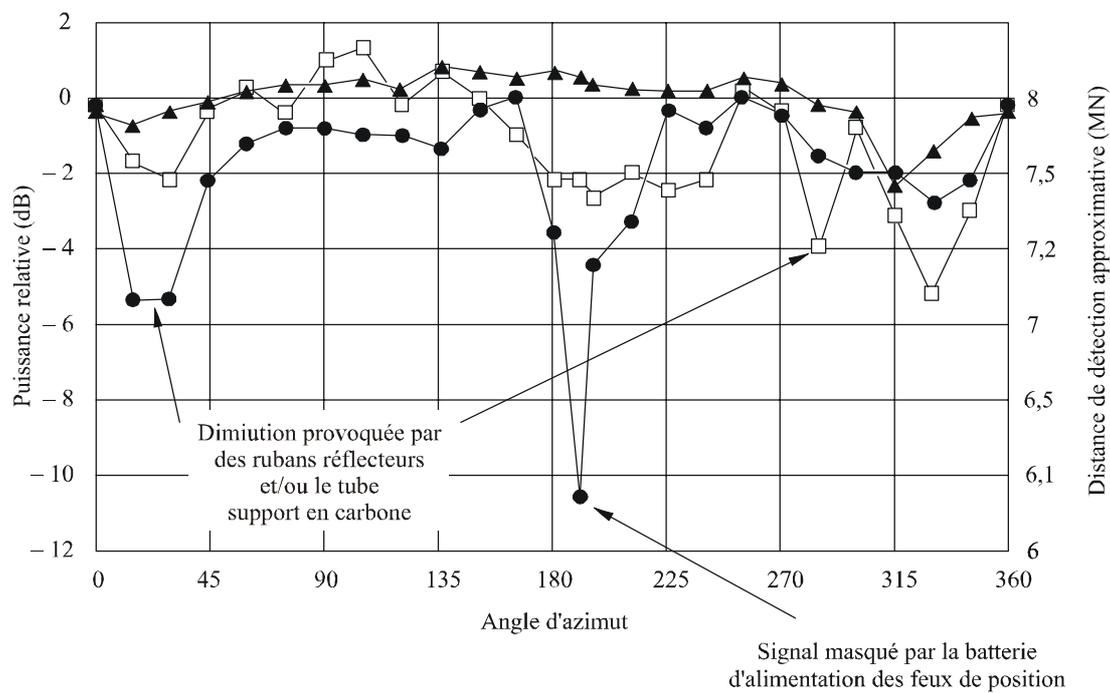


Signal masqué par le tube support de l'auvent chargé au carbone



- ▲— SART seul
- SART sur le radeau 1
- SART sur le radeau 2

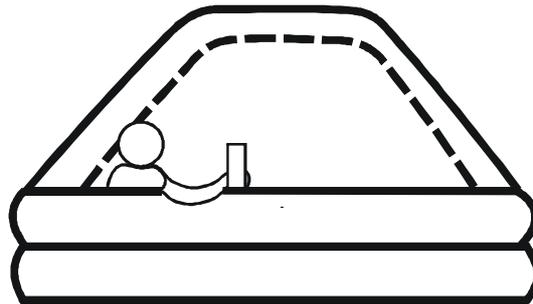
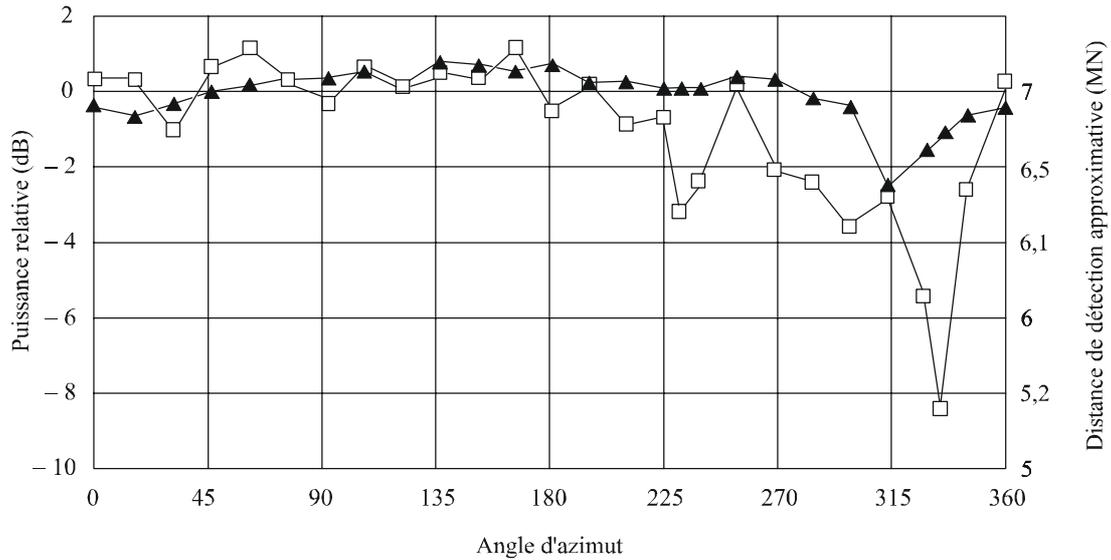
FIGURE 3  
SART accroché à l'intérieur du radeau



- ▲— SART seul
- SART sur le radeau 1
- SART sur le radeau 2

FIGURE 4

## SART tenu à la main



—▲— SART seul  
 —□— SART tenu à la main dans le radeau

0628-04

**3.5** Les distances de détection approximatives sont indiquées sur chaque Figure. Elles sont théoriques, sachant que la distance de détection est de 8 MN pour une hauteur de l'antenne de 1 m et de 7 MN pour une hauteur de l'antenne de 0,5 m.

**3.6** Les Figures montrent que de meilleurs résultats ont été obtenus avec la balise SART sur le mât, et dans ce cas, la réduction de la distance de détection, due à l'engin de survie, ne dépassait pas, en général, 0,5 MN. Dans tous les cas, il y avait une diminution de performance de 1,5-2,0 MN dans des secteurs étroits, mais en pratique, l'engin de survie se déplaçant, ce n'est pas un problème opérationnel important. La diminution de la Fig. 4 provoquée par une personne n'est pas significative, car une personne assise dans un engin de survie ne dépasse pas la hauteur de l'antenne.

**3.7** Ces résultats ont été obtenus avec un engin sec pendant les essais. Le Tableau 1 donne les pertes de propagation, dues aux matériaux des auvents et des tubes, pour plusieurs engins de survie

de différents fabricants. Les deux dernières lignes correspondent au cas où les matériaux sont arrosés d'eau de mer. Elles montrent que, dans le cas le plus défavorable, les pertes supplémentaires dues à l'arrosage sont de 3,35 dB, ce qui correspond à une réduction de la distance de détection d'environ 0,5 MN.

TABLEAU 1

Pertes de transmission à travers l'auvent du radeau de survie (résultats de mesures)

Essai	Echantillon	Epaisseur (mm)	Poids (kg/m <sup>2</sup> )	Pertes de transmission (dB) en fonction de l'inclinaison de l'auvent			
				Inclinaison			
				$\theta = 0^\circ$	$\theta = 30^\circ$	$\theta = 45^\circ$	$\theta = 60^\circ$
1	Auvent société A	0,18	0,22	0	-0,1	-0,2	0
2	Tube société A	0,53	0,7	-0,05	-0,05	-0,3	-0,2
3	Auvent société B	0,25	0,27	0	-0,1	-0,15	-0,05
4	Tube société B	0,57	0,67	0	-0,4	-0,4	-0,45
5	Auvent société C	0,26	0,3	-0,2	-0,5	-0,3	-0,4
6	Tube société C	0,54	0,67	-0,6	-1,4	-1,9	-2,4
7	Auvent essai «1» arrosé (4,8% NaCl)	-	-	-0,35	-0,55	-0,95	-1,1
8	Auvent essai «3» arrosé (4,8% NaCl)	-	-	-1,3	-1,9	-2,6	-3,4

Fréquence de mesure: 9,4 GHz

Dimensions de l'échantillon: 600 × 800 mm

## 4 Conclusions

Les essais montrent que, si la balise SART est correctement positionnée, la distance de détection requise par l'OMI est atteinte, même avec les effets de masquage de l'engin de survie. Il n'est pas indispensable de placer la balise SART, à plus de 1 m au-dessus de la mer, notamment si ce n'est pas facilement réalisable par les survivants, mais dans l'avenir, l'amélioration du positionnement de l'antenne pourrait augmenter la distance de détection.

**4.1** Les essais ne tiennent pas compte de l'effet d'un réflecteur radar sur les performances de la balise SART, mais il devrait sérieusement dégrader ses performances. Les survivants ne sont pas censés déployer la balise SART et un réflecteur radar sur le même engin de survie, car ce dernier peut masquer la balise SART.

## Annexe 4

### Caractéristiques des balises SART à polarisation circulaire

#### Avant-propos

La polarisation horizontale a été employée jusqu'ici comme méthode de polarisation pour les balises SART. De récentes études menées au Japon ont montré que la polarisation circulaire pourrait aussi leur convenir. Une balise SART employant une polarisation circulaire avec une antenne hélicoïdale a donc été fabriquée aux fins d'être éprouvée et des essais ont été exécutés en citerne à eau et en mer. Les résultats ont montré la supériorité de la polarisation circulaire pour les balises SART et il a été conclu que cela permettrait de réduire leur dimension.

#### 1 Caractéristiques du signal SART lors des essais en citerne

Des mesures de la puissance reçue du signal SART et des observations de visibilité du signal sur l'écran du radar ont été effectuées, dans un laboratoire de recherche au Japon, dans une citerne à eau où étaient produites des vagues artificielles. Les résultats ont montré que la polarisation circulaire était supérieure à la polarisation horizontale pour les balises SART.

#### 2 Caractéristiques du signal SART lors des essais en mer

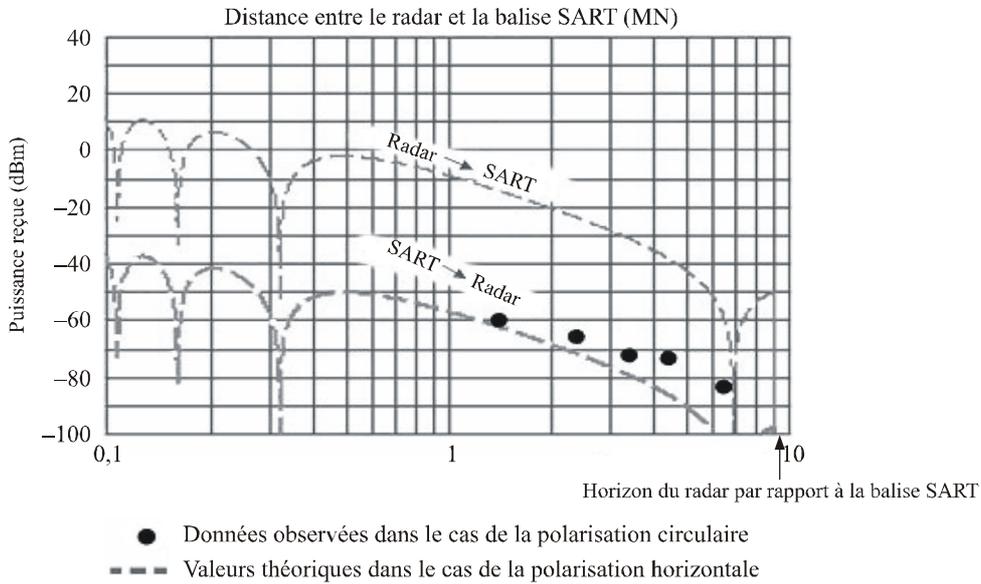
Cette expérience a été faite en 2000 dans la baie de Sagami, avec l'aide de navires et d'un avion des autorités maritimes japonaises, en observant la visibilité du signal SART sur les radars à bord des navires et de l'avion. Parallèlement, la puissance reçue du signal SART a été mesurée par un radar placé à terre. Les résultats suivants ont été obtenus:

- a) Pour le radar à bord de l'avion, la distance maximale de visibilité du signal SART à polarisation circulaire était de 37 MN, tandis que celle du signal à polarisation horizontale était de 30 MN. Cela confirme la supériorité de la polarisation circulaire.
- b) Pour le radar de la marine, la distance maximale de visibilité du signal SART à polarisation circulaire était de 14 MN, tandis que celle du signal à polarisation horizontale était de 11,5 MN. Ces résultats confirment aussi la supériorité de la polarisation circulaire.
- c) Pour le radar de la marine placé à terre, on a obtenu les résultats présentés dans la Fig. 5. La balise SART à polarisation circulaire se déplaçait en mer à bord d'un petit vaisseau escorteur. La distance entre le radar et la balise SART variait. La puissance reçue du signal SART était mesurée par le radar à terre. Dans la Fig. 5, les points noirs correspondent à la valeur mesurée pour le signal SART à polarisation circulaire tandis que les lignes en pointillés correspondent aux valeurs théoriques pour le signal SART à polarisation horizontale. On observe que les données mesurées sont toujours situées au-dessus de la courbe des valeurs théoriques pour les émissions «de la balise SART vers le radar». En outre, l'intensité et la netteté du signal SART à polarisation circulaire sur l'écran du radar étaient supérieures à celles du signal à polarisation horizontale. Ces résultats, eux aussi, confirment la supériorité de la polarisation circulaire. La raison en est la suivante: parce que le champ électrique tourne, la polarisation circulaire se décompose en composante horizontale et composante verticale. Ces deux composantes n'ont pas les mêmes caractéristiques de réflexion à la surface de la mer. La courbe de la puissance de réception varie donc avec la distance lorsque l'onde directe et l'onde réfléchi à la surface de la mer interfèrent. Ce phénomène conduit à la mesure d'une distance pour la balise SART à

polarisation circulaire qui dépasse de 30% ou plus celle mesurée pour une balise SART à polarisation horizontale.

FIGURE 5

**Données observées pour le signal SART à polarisation circulaire et valeurs théoriques pour celui à polarisation horizontale**



Radar: puissance de crête: 25 kW      hauteur de l'antenne: 9,5 m  
 Balise SART: puissance de crête: 400 mW      hauteur de l'antenne: 1 m

Comme les données observées pour la balise SART à polarisation horizontale correspondaient bien aux valeurs théoriques, on a omis de les indiquer dans cette Figure.

0628-05

En outre, en 2004, on a effectué par mauvais temps des mesures de la puissance reçue d'un signal SART, en employant un radar de la marine provenant d'un laboratoire de recherche au Japon. Le résultat obtenu a permis de confirmer qu'un signal SART à polarisation circulaire n'était pas moins bon qu'un signal à polarisation horizontale.