

NOMBRE DES VOIES NÉCESSAIRES A UN SYSTÈME D'APPEL SÉLECTIF NUMÉRIQUE

(Question 9/8)

(1982-1986)

1. Introduction

Un système d'appel sélectif numérique (SASN) pourrait en fin de compte remplacer l'écoute traditionnelle et permettre d'installer à bord des navires des dispositifs d'alerte automatique pour tous les types de communication intéressant ces navires: télégraphie Morse, radiotélex, radiotéléphonie, etc. Il faudra prévoir deux types de voies: les voies internationales et les voies nationales.

- *Voies internationales.* Elles sont utilisées dans le sens côtière-navire, mais uniquement quand une station côtière désire appeler un navire sans savoir sur quelles fréquences il assure l'écoute. Ces appels seraient sans doute relativement peu nombreux. Les voies internationales sont à la disposition de toutes les stations côtières.
- *Voies nationales.* Elles sont utilisées quand un navire désire entrer en contact avec une station côtière quelconque ou quand une station côtière désire établir un contact soit avec un navire de sa propre nationalité, soit avec un navire avec lequel elle est régulièrement en contact. Les voies nationales sont associées à des stations côtières déterminées. Bien que les appels puissent se faire dans les deux sens, on pense actuellement que le sens navire-côtière serait le plus utilisé, mais cela pourrait changer avec l'amélioration du service. L'expérience acquise avec le système INMARSAT peut aussi fournir quelques directives en la matière.

Aucune voie nationale ASN n'est encore assignée et le nombre actuel des voies internationales ASN peut ne pas suffire à un SASN pleinement développé; dans ces conditions, il faudra assigner de nouvelles voies. En conséquence, il importe de procéder à une évaluation provisoire en prévision du développement initial du SASN.

Le présent Rapport porte sur le nombre des voies d'appel qui pourraient finalement être requises à d'autres fins que la détresse et la sécurité. Ces renseignements sont utiles pour les travaux préparatoires de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications pour les services mobiles de 1987.

2. Utilisation de récepteurs à balayage

L'emploi d'un récepteur à balayage (analyseur) conduit à une probabilité non nulle de perte d'un appel destiné à la station de réception; cette probabilité de perte est due au fait que le décodeur peut travailler sur une autre voie; dans ce cas, on parle habituellement de perte d'appels due au balayage. La perte dépend du nombre de voies balayées par un seul récepteur, ainsi que de la charge des voies ASN mais, comme l'indique la définition, elle est indépendante du nombre des appels émis à destination de la station de réception. En règle générale, l'emploi des récepteurs à balayage est à déconseiller, la perte due au balayage conduisant à augmenter la charge de la voie (effet cumulatif). Il faut néanmoins reconnaître que, pour des raisons économiques, de nombreux navires seront contraints d'utiliser des récepteurs à balayage.

A titre provisoire, dans un système pleinement développé, le nombre des voies à balayer par un seul récepteur ne devrait pas dépasser six (voir l'Annexe I); ajoutons que le nombre des voies sur lesquelles une station de navire doit assurer la veille a des conséquences économiques significatives. On peut envisager deux cas:

- Minimum d'environ 6 fréquences, c'est-à-dire une voie nationale et une voie internationale dans trois bandes. Ce système nécessitera la coopération du personnel du navire afin de choisir à tout moment les bandes les plus appropriées et pourrait augmenter la charge de trafic sur les voies internationales en raison de la veille limitée assurée sur les voies nationales.
- Minimum d'environ 15 fréquences, c'est-à-dire deux voies nationales et une voie internationale dans chacune des bandes des 4, 6, 8, 12 et 16 MHz. Le personnel du navire bénéficiera ainsi d'un service plus automatique nécessitant cependant plusieurs récepteurs à balayage.

3. Hypothèses pour le calcul du nombre de voies nécessaires en ondes hectométriques

Les calculs ont été faits sur la base des hypothèses et des données suivantes:

3.1 Le trafic en ondes hectométriques qui est écoulé par les stations côtières du nord de l'Europe est le trafic le plus dense qui soit au monde dans ces bandes. Si on satisfait aux besoins en voies à ondes hectométriques dans cette région, il sera possible de satisfaire aux mêmes besoins dans d'autres régions du monde.

3.2 Le Tableau I (voir la Note) donne une prévision du nombre des communications en ondes hectométriques auxquelles on peut s'attendre en 1990, pour chaque heure d'une période type de 24 h, sur la base du trafic total des pays suivants: Allemagne (République fédérale d'), Belgique, Danemark, Norvège, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède et 50% du trafic de l'URSS. On admet que ces chiffres représentent le trafic dont il est question au § 3.1.

Note. — On notera que 20% seulement des communications prévues par radiotéléimprimeur, navire vers côtière, sont prises en compte dans ces chiffres. On considère en effet que la plupart des pays autorisent les stations de navire à utiliser le système d'appel sélectif numérique qui fait partie intégrante de l'équipement de radiotéléimprimeur (Recommandations 476 et 625).

3.3 Durée d'un appel ASN

3.3.1 La durée d'un appel ASN d'une station de navire vers une station côtière est de 5,8 s (en supposant une suite de points de 20 bits (voir la Recommandation 493, Annexe I, § 3.4.2)).

3.3.2 La durée d'un appel ASN d'une station côtière vers une station de navire est de 7,8 s (en admettant la présence d'une suite de points d'une durée de 2 s).

3.4 Une station appelée émet un accusé de réception qui dure 5,8 s (sans suite de points). Une station appelante répète un appel conformément aux dispositions de la Recommandation 541, Annexe II, jusqu'à l'arrivée d'un accusé de réception.

3.5 L'intensité maximale admissible du trafic écoulé sur une voie d'appel à accès aléatoire est de 0,1 erlang (d'après la théorie du trafic, il y a une probabilité de 18% pour que plusieurs appels soient émis simultanément sur une même voie et, par conséquent, n'aboutissent pas). Même pour cette charge relativement faible des voies, on ne peut négliger un autre risque, celui qu'une voie d'appel soit surchargée par suite de la répétition d'appels infructueux. On ne peut éviter la surcharge qu'en imposant un délai entre des séquences d'appel successives. Une surcharge de trafic aurait aussi des conséquences défavorables sur l'utilisation des récepteurs à balayage (voir l'Annexe I et les § 2.1.8.1, 2.1.11 et 2.2.5 de la Recommandation 541).

3.6 On admet que ce sont surtout des circonstances telles qu'une propagation imparfaite, un brouillage par d'autres signaux, la simultanéité avec d'autres appels, etc., qui font qu'en moyenne, l'établissement d'une communication nécessite deux appels ou deux accusés de réception.

3.7 Les appels navire-côtière et côtière-navire sont transmis sur des voies duplex communes appariées.

3.8 Les accusés de réception navire-côtière et côtière-navire sont transmis dans les voies appariées qui sont mentionnées au § 3.7.

3.9 Une voie internationale appariée est utilisée dans chacune des bandes des 500 kHz et 2 MHz.

3.10 La capacité d'écoulement du trafic en erlangs, pour les voies ASN nationales nécessaires chaque heure, se calcule comme suit:

3.10.1 Côtière vers navire

$$\text{Capacité d'écoulement du trafic (erlangs)} = \frac{\text{Nombre d'appels par heure} \times \text{durée d'appel}}{2 \text{ (voir le § 3.6)} \times 7,8 \text{ s (voir le § 3.3.2)}} \times 3600 \text{ (s/h)}$$

3.10.2 Navire vers côtière

$$\text{Capacité d'écoulement du trafic (erlangs)} = \frac{\text{Nombre d'appels par heure} \times \text{durée d'appel}}{2 \text{ (voir le § 3.6)} \times 5,8 \text{ s (voir le § 3.3.1)}} \times 3600 \text{ (s/h)}$$

TABLEAU I — Appels en ondes hectométriques et voies ASN nécessaires (Europe du Nord)
(d'après des statistiques établies par la République fédérale d'Allemagne, la Belgique,
le Danemark, la Norvège, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Suède et l'URSS (50%))

Heure (UTC)	Côtère vers navire						Navire vers côtère						Total côtère vers navire + navire vers côtère			
	500 kHz Appels Morse	2 MHz Appels télé- phoniques	2 MHz Appels télé- imprimeur	2 MHz Total des appels	Total des erlangs		500 kHz Appels Morse	2 MHz Appels télé- phoniques	2 MHz Appels télé- imprimeur × 20%	2 MHz Total des appels	Total des erlangs		Total des erlangs		Total des voies ASN	
					500 kHz	2 MHz					500 kHz	2 MHz	500 kHz	2 MHz	500 kHz	2 MHz
00-01	4	6	4	10	0,02	0,04	31	27	3	30	0,10	0,10	0,12	0,14	2	2
01-02	5	3	3	6	0,02	0,03	11	17	3	20	0,04	0,06	0,06	0,09	1	1
02-03	3	9	1	10	0,01	0,04	7	12	2	14	0,02	0,05	0,03	0,09	1	1
03-04	4	6	7	13	0,02	0,06	5	14	2	16	0,02	0,05	0,04	0,11	1	2
04-05	6	8	2	10	0,03	0,04	14	16	2	18	0,05	0,06	0,08	0,10	1	1
05-06	8	7	3	10	0,03	0,04	21	34	4	38	0,07	0,12	0,10	0,14	1	2
06-07	13	12	7	19	0,06	0,08	32	54	5	59	0,10	0,19	0,16	0,27	2	3
07-08	17	9	5	14	0,07	0,06	41	105	6	111	0,13	0,36	0,20	0,42	2	5
08-09	21	33	13	46	0,09	0,20	40	148	6	154	0,13	0,50	0,22	0,70	3	7
09-10	28	37	14	51	0,12	0,22	37	146	5	151	0,12	0,49	0,24	0,71	3	8
10-11	21	44	19	63	0,09	0,27	34	137	4	141	0,11	0,45	0,20	0,72	2	8
11-12	18	36	11	47	0,08	0,20	37	117	2	119	0,12	0,38	0,20	0,40	2	4
12-13	17	22	13	35	0,07	0,15	33	117	3	120	0,11	0,39	0,18	0,33	2	4
13-14	20	32	14	46	0,09	0,20	33	119	3	122	0,11	0,39	0,20	0,40	2	4

TABLEAU I (suite)

Heure (UTC)	Côtère vers navire						Navire vers côtière						Total côtière vers navire + navire vers côtière			
	500 kHz Appels Morse	2 MHz Appels télé- phoniques	2 MHz Appels télé- imprimeur	2 MHz Total des appels	Total des erlangs		500 kHz Appels Morse	2 MHz Appels télé- phoniques	2 MHz Appels télé- imprimeur × 20%	2 MHz Total des appels	Total des erlangs		Total des voies ASN			
					500 kHz	2 MHz					500 kHz	2 MHz	500 kHz	2 MHz	500 kHz	2 MHz
14-15	17	33	7	40	0,07	0,17	36	94	3	97	0,12	0,31	0,19	0,36	2	4
15-16	13	28	14	42	0,06	0,18	25	105	4	109	0,08	0,35	0,14	0,32	2	4
16-17	17	23	16	39	0,07	0,17	26	91	3	94	0,08	0,30	0,15	0,47	2	5
17-18	18	20	6	26	0,08	0,11	27	119	2	121	0,09	0,39	0,17	0,50	2	5
18-19	15	27	11	38	0,07	0,16	34	122	2	124	0,11	0,40	0,18	0,56	2	6
19-20	12	24	8	32	0,05	0,14	25	107	2	109	0,08	0,35	0,13	0,49	2	5
20-21	18	24	9	33	0,08	0,14	25	102	3	105	0,08	0,34	0,16	0,48	2	5
21-22	8	19	8	27	0,03	0,12	31	82	2	84	0,10	0,27	0,13	0,39	2	4
22-23	9	16	3	19	0,04	0,08	25	50	1	51	0,08	0,16	0,12	0,24	2	3
23-24	7	7	1	8	0,03	0,03	22	37	1	38	0,07	0,12	0,10	0,15	1	2
Total	319	485	199	684	—	—	652	1972	73	2045	—	—	—	—	—	—

R 908-1



4. Calcul du nombre nécessaire de voies d'appel en ondes hectométriques

4.1 Sur la base des hypothèses et des données indiquées au § 3, on a calculé le nombre de voies d'appel nationales ASN par heure. Les résultats sont consignés dans le Tableau I.

4.2 Le Tableau I montre que le nombre maximal de voies pour une heure quelconque est le suivant:

3 voies dans la bande des 500 kHz,
8 voies dans la bande des 2 MHz.

4.3 Pendant les heures du jour, les voies ASN en ondes hectométriques utilisées pour les stations côtières de l'Europe du Nord ont une portée de brouillage limitée. Elles peuvent donc être réutilisées dans d'autres régions du monde.

La portée de brouillage des voies à ondes hectométriques peut être plus grande pendant les heures de nuit. On conclut cependant que la charge réduite de ces voies pendant les heures en question compense l'augmentation de la portée de brouillage.

5. Hypothèses pour le calcul du nombre de voies nécessaires en ondes décimétriques

Les calculs ont été faits sur la base des hypothèses énoncées aux § 3.3 à 3.8 et 3.10:

5.1 En raison des différentes conditions de propagation qui influencent les bandes d'ondes décimétriques, les bandes de fréquences les plus basses offrent de grandes possibilités de réutilisation des fréquences; ces possibilités sont moindres sur les bandes de fréquences les plus élevées qui, en principe, peuvent être reçues dans le monde entier. Il y a lieu d'étudier plus avant les facteurs de partage indiqués dans le Tableau II, compte tenu notamment des renseignements qui pourraient être tirés du Rapport 911 et de ceux que pourraient fournir les Commissions d'études 1, 5 et 6; sur cette base, on pourrait être amené à modifier ultérieurement ces facteurs de partage.

TABLEAU II

Bande (MHz)	4	6	8	12	16	22
Facteurs de partage d'application mondiale	2	2	2	1	1	1

5.2 Il existe des statistiques de trafic en ondes décimétriques établies pour 31 pays (voir la Note 1) et valables pour 1983, et des prévisions d'augmentation ou de diminution du trafic pour 1990; on estime que ces statistiques et ces prévisions représentent 70% du trafic mondial de 1990. Le Tableau III indique le trafic de l'heure de pointe, tel qu'on peut le déduire de ces statistiques de trafic (voir la Note 2).

Note 1. — Allemagne (République fédérale d'), Argentine, Australie, Belgique, Canada, Cap-Vert, Chili, Cuba, Danemark, Egypte, Grèce, Iran, Iraq, Jamaïque, Japon, Kiribati, Malte, Maurice, Mexique, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Sénégal, Singapour, Suède, Suisse, Syrie, URSS et Uruguay.

Note 2. — On a pris en compte 20% seulement des appels de radiotéléimprimeur prévus dans le sens navire vers côtière. On admet, en effet que la plupart des pays autorisent les stations de navire à utiliser le système d'appel sélectif qui fait partie intégrante de l'équipement de radiotéléimprimeur (Recommandations 476 et 625).

TABLEAU III – Appels en ondes décamétriques pendant l'heure de pointe (0800-0900 UTC)
et nombre de voies ASN nécessaires

Côtière vers navire

Mode	Morse						Téléphonie						Téléimprimeur					
	4	6	8	12	16	22	4	6	8	12	16	22	4	6	8	12	16	22
Bande de fréquences (MHz)	4	6	8	12	16	22	4	6	8	12	16	22	4	6	8	12	16	22
Appel provenant de 31 pays ⁽¹⁾	7	43	36	27	18	8	16	13	13	17	17	7	11	5	17	17	20	16
Total des appels dans le monde ⁽²⁾	10	61	51	39	26	11	23	19	19	24	24	10	16	7	24	24	29	23
Total des erlangs	0,04	0,26	0,22	0,17	0,11	0,05	0,10	0,08	0,08	0,10	0,10	0,04	0,07	0,03	0,10	0,10	0,13	0,10

Navire vers côtière

Mode	Morse						Téléphonie						Téléimprimeur					
	4	6	8	12	16	22	4	6	8	12	16	22	4	6	8	12	16	22
Bande de fréquences (MHz)	4	6	8	12	16	22	4	6	8	12	16	22	4	6	8	12	16	22
Appel vers 31 pays ⁽¹⁾	8	27	91	65	64	21	49	12	73	66	74	31	4	2	7	7	13	6
Total des appels dans le monde ⁽²⁾	11	39	130	93	91	30	70	17	104	94	106	44	6	3	10	10	19	9
Total des erlangs	0,04	0,13	0,42	0,30	0,29	0,10	0,23	0,05	0,34	0,30	0,34	0,14	0,02	0,01	0,03	0,03	0,06	0,03

Total: côtière vers navire + navire vers côtière (tous modes)

	4	6	8	12	16	22	Toutes
Bande de fréquences (MHz)	4	6	8	12	16	22	Toutes
Total des erlangs	0,50	0,56	1,19	1,00	1,03	0,46	4,74
Répartition entre les bandes B.dam (%)	10	12	25	21	22	10	100
Répartition pour faire face à toutes les conditions d'activité solaire ⁽³⁾ (%)	10	19	33	26	22	10	120
Total des erlangs pour toutes les conditions d'activité solaire	0,50	0,90	1,56	1,23	1,03	0,46	5,68
Nombre total de voies ASN nécessaires (sans partage)	5	9	16	13	11	5	59
Nombre total de voies ASN nécessaires (en appliquant les facteurs de partage ⁽⁴⁾)	3	5	8	13	11	5	45

⁽¹⁾ Voir le § 5.2. 20% seulement des appels de téléimprimeur navire vers côtières sont pris en compte.

⁽²⁾ Nombre d'appels dans le monde, basé sur les appels en provenance de 31 pays qui représentent 70% du total mondial.

⁽³⁾ Voir le § 5.4.

⁽⁴⁾ Voir le § 5.2 et le Tableau II.

5.3 La répartition actuelle du trafic (maximum d'activité solaire) entre les diverses bandes d'ondes décamétriques est approximativement la suivante:

MHz	4	6	8	12	16	22
% du trafic	10	12	25	21	22	10

On admet que la répartition est la même pour le trafic mondial.

En période d'activité solaire minimale, la répartition pourrait être approximativement la suivante:

MHz	4	6	8	12	16	22
% du trafic	10	19	33	26	12	0

La répartition du nombre des voies d'appel devrait être suffisante pour les deux cas. On obtient ainsi la répartition suivante du trafic entre les différentes bandes de fréquences:

MHz	4	6	8	12	16	22
% du trafic	10	19	33	26	22	10

5.4 Sur la base des hypothèses et des données indiquées au § 6, on a calculé le nombre de voies d'appel nationales ASN par heure. Les résultats sont consignés dans le Tableau III.

5.5 Le Tableau III montre que le nombre maximal de voies pour une heure quelconque est le suivant:

3 voies dans la bande des 4 MHz
5 voies dans la bande des 6 MHz
8 voies dans la bande des 8 MHz
13 voies dans la bande des 12 MHz
11 voies dans la bande des 16 MHz
5 voies dans la bande des 22 MHz

5.6 Sur la base de statistiques du trafic avec des navires qui ne font normalement pas appel à une station côtière particulière, on a calculé qu'environ 13% des ASN se fait sur des voies internationales (voir le § 1). Si l'on applique ce pourcentage aux voies indiquées au § 5.5, on constate qu'une voie internationale est nécessaire dans chacune des bandes des 4, 6, 8 et 22 MHz, et que deux voies sont nécessaires dans chacune des bandes des 12 et 16 MHz.

6. Autres facteurs dont dépend le nombre requis des voies d'appel

En calculant le nombre des voies nationales, on admet que la station côtière sait quelles sont les voies sur lesquelles le navire à appeler assure l'écoute pendant une période de temps déterminée. On admet aussi que la station côtière connaît la position du navire, de sorte que l'opérateur peut choisir la bande de fréquences optimale, la voie optimale située dans cette bande et l'heure optimale d'émission de l'appel.

On se fonde sur les mêmes hypothèses, tout au moins dans un pourcentage de cas relativement élevé, pour calculer le nombre des voies internationales. Faute de renseignements nécessaires, le nombre des tentatives d'appel augmentera, ce qui conduira à une augmentation correspondante du nombre des voies d'appel.

Le problème que pose l'obtention de renseignements concernant les voies sur lesquelles un navire maintient la veille peut être résolu en groupant ces voies (par exemple, ordre alphabétique, identification des navires). Cet arrangement ne garantirait toutefois pas la répartition uniforme du trafic entre les voies d'appel.

L'assignation des voies nationales aux stations côtières peut poser un problème similaire. Puisque les stations côtières sont trop nombreuses pour permettre l'emploi de voies d'appel exclusives, il faut utiliser en partage un nombre limité de voies d'appel communes.

L'assignation des voies nationales doit être telle que le trafic soit uniformément réparti entre ces voies. Une répartition imparfaite du trafic écoulé sur les voies d'appel par les stations côtières et les stations de navire aurait pour conséquence des voies d'appel relativement chargées et des voies d'appel relativement vides. Les inconvénients d'une telle imperfection peuvent être évités si l'on abaisse la charge moyenne des voies d'appel, autrement dit si l'on augmente le nombre total de ces voies.

7. Moyens possibles de réduire le nombre des voies d'appel

7.1 Introduction de «créneaux»

«L'accès aléatoire par créneaux» est similaire à l'accès aléatoire ordinaire jusqu'ici considéré, mais les appels ne peuvent être émis que pendant des intervalles de temps donnés. Cette méthode ramènerait de 18% à 9% les pertes dues à un chevauchement des appels, en même temps qu'elle aurait un effet bénéfique sur la stabilité des voies. Toutefois, l'augmentation éventuelle de la charge de la voie serait inférieure au facteur 2 indiqué par le chevauchement des appels. Il faut un complément d'études concernant la mise en œuvre, la réduction du nombre des voies requises et les répercussions sur l'emploi des récepteurs à balayage.



7.2 *Ecoute sur une voie avant l'émission*

Cela réduirait la probabilité de chevauchement des appels, mais il est nécessaire de poursuivre les études pour évaluer le facteur de réduction possible dans le cas des émissions en ondes hectométriques et décamétriques. Toutefois, sur ondes métriques, l'équipement pourrait facilement assurer une écoute automatique pour déterminer la présence d'appels ASN en cours et le facteur de réduction de perte pourrait être déterminé dans des limites raisonnables. Le cas décrit au § 8 est celui où l'écoute a lieu avant l'établissement d'autres appels que ceux de détresse et de sécurité. Il ressort de l'utilisation de cette technique que l'effet des autres appels sur la probabilité de perte d'appels de détresse est minime lorsque tous les appels sont effectués sur une voie.

7.3 *Coordination des émissions de stations côtières*

Cela permettrait une plus grande charge des voies d'appel, sans risque d'encombrement.

Par exemple, pour couvrir une région desservie par plusieurs pays, telle que la mer du Nord, les appels en provenance d'administrations ayant des intérêts dans cette région pourraient être émis par une seule station qui serait commune pour tous ces pays. Il serait également possible que ces appels empruntent les stations côtières propres à chacun de ces pays et que l'on prenne des dispositions pour assurer la corrélation des heures d'émissions avec celles des autres pays qui desservent la région considérée.

S'il faut couvrir une région plus vaste que la zone de service d'une seule station côtière, il faut prévoir des zones de service supplémentaires, en travaillant soit sur la même fréquence en coordination soit sur une fréquence distincte.

Cette solution serait celle qui exercerait le plus d'effet sur le nombre des voies d'appel internationales, mais la charge accrue qui en découlerait pourrait limiter l'emploi des récepteurs à balayage à bord des navires (voir l'Annexe I).

Les stations côtières pourraient aussi assurer une régulation des appels dans le sens côtière-navire telle que la valeur du rapport entre le trafic de pointe et le trafic moyen avoisine l'unité. Cette procédure s'applique mieux à la radiotélégraphie qu'à la radiotéléphonie, mais elle peut s'appliquer à des degrés divers à chaque type de service.

7.4 *Coordination des émissions de stations de navire*

De nombreuses stations établissent aujourd'hui couramment des programmes pour les liaisons entre certains navires et les stations côtières lorsque leurs besoins de service permettent d'appliquer cette méthode. Cette programmation se prêterait particulièrement au type de liaison fiable que permet l'appel sélectif numérique. Il apparaît que, lorsque les navires auront constaté l'extrême fiabilité de l'établissement des contacts avec la station côtière désirée, le volume des pointes de trafic diminuera et qu'un grand nombre d'appels pourront être faits en dehors des heures chargées.

De plus, des incitations monétaires pourraient être offertes aux stations de navire pour les inviter à entrer en contact avec la station côtière en dehors des heures chargées. Si la taxe frappant les appels demandés au cours des heures chargées est élevée, on peut admettre que certains navires appelleront au cours des périodes où la taxe est plus faible. Ainsi se trouverait réduit le rapport entre le volume du trafic au cours des heures chargées et des heures moyennes.

8. **Calcul du nombre nécessaire de voies d'appel sur ondes métriques**

8.1 *Intensité maximale possible de signalisation en ondes métriques*

L'intensité maximale de signalisation se produira dans les eaux fortement encombrées comme celles qui entourent le Danemark, où plus de 30 000 bateaux de plaisance de République fédérale d'Allemagne, de Suède et du Danemark ont un équipement à ondes métriques. Dans certains endroits, un appel ASN en provenance d'un navire peut être reçu par un certain nombre de stations côtières, mais les systèmes d'assignation des voies empêcheront que des brouillages soient causés aux voies réservées à la correspondance publique, sauf dans des conditions sévères de propagation guidée. Par conséquent, le nombre maximal de voies de travail à ondes métriques, dans la gamme possible des voies que le navire peut utiliser pour l'appel est de 28, conformément à l'Appendice 18 du Règlement des radiocommunications.

Deux séquences ASN (appel plus accusé de réception) seront utilisées pour établir une communication commerciale sur une voie de travail, mais il se peut qu'un appel ASN ne donne pas toujours lieu à l'établissement d'une communication commerciale pour des raisons de propagation anormale ou d'encombrement.

Des statistiques établies en République fédérale d'Allemagne et au Danemark montrent qu'une voie de travail a une capacité maximale de 0,8 erlang et que la durée moyenne d'une communication commerciale est de 5 min. L'introduction de l'établissement automatique de l'appel dans le sens navire-côtière pourrait raccourcir le temps d'établissement de l'appel, mais l'expérience acquise dans le cadre de l'utilisation des systèmes automatiques mobiles terrestres a montré que la durée moyenne de l'appel a tendance à augmenter lorsqu'un système est automatisé.

Le nombre maximal de communications commerciales par heure en provenance des stations côtières pouvant recevoir simultanément le même appel ASN est donc:

$$\frac{28 \times 0,8 \times 60}{5} = 269 \text{ appels/h}$$

ce qui nécessitera:

$$2 \times 269 = 538 \text{ séquences ASN/h}$$

Comme indiqué ci-dessus, cela correspond à la situation assez hypothétique dans laquelle une station côtière recevrait tous les appels ASN dont elle a besoin pour établir des communications sur le nombre total de voies de correspondance publique attribuées conformément à l'Appendice 18 du Règlement des radiocommunications.

En plus des appels destinés à la correspondance commerciale, la voie d'appel peut, dans une certaine mesure, servir aux communications destinées à la navigation, c'est-à-dire qu'elle utilisera les voies attribuées dans l'Appendice 18 pour les besoins suivants: navire-navire, opérations portuaires et mouvement des navires.

Si l'on part de l'hypothèse du cas le plus défavorable, la voie d'appel doit, en outre, prendre en compte les communications effectuées sur le nombre total de voies réservées à la navigation dans l'Appendice 18, soit 27 (à l'exception des voies 70 et 16), c'est-à-dire:

$$27 \times 0,8 \times 2 \times 60/5 = 518 \text{ appels/h}$$

La longueur de la séquence ASN pour les appels commerciaux et les appels destinés à la navigation est de 640 bits, dont une suite de points à 20 bits, c'est-à-dire 0,533 s et la charge totale de la voie serait alors:

$$538 + 518 = 1056 \text{ appels/h}$$

ou:

$$1056 \times 0,533/3600 = 0,156 \text{ erlang}$$

Si les stations accèdent au système d'une façon aléatoire, la probabilité qu'un nouvel appel soit établi alors qu'un autre est en cours est:

$$p_1 = 1 - \exp(-0,156) = 0,144$$

La probabilité qu'un appel soit mutilé par un autre appel est donc:

$$p_2 = 1 - \exp(-2 \times 0,156) = 0,268$$

Toutefois, puisque le système exige un établissement discipliné de l'appel en stipulant les conditions d'écoute sur la voie avant l'émission ainsi que les retards à répartition aléatoire après cessation de la porteuse occupante, la probabilité de mutilation sera plus faible, tous les appels en cours n'étant pas nécessairement entendus par toutes les sources possibles de brouillage. La portée des communications navire-navire est généralement nettement inférieure à la portée des communications entre navires et stations côtières.

Il se peut que deux navires situés dans la même zone de couverture d'une station côtière soient hors de portée l'un de l'autre et il se peut donc que leur accès à la station côtière ait un caractère aléatoire. On peut admettre qu'un navire donné ne pourra entendre qu'environ 30% des appels des autres navires de la zone et, par conséquent, la station côtière pourrait subir un brouillage correspondant à 70% de la signalisation totale des stations de navire.

Chaque station de navire sera en mesure d'écouter tous les appels des stations côtières (50% du nombre total d'appels commerciaux), 30% des appels commerciaux des stations de navire (15% du nombre total d'appels commerciaux) et 30% des appels pour la navigation (30% du nombre total d'appels pour la navigation).

Le nombre total d'appels pouvant être entendus par le navire serait alors de:

$$269 + 81 + 155 = 505 \text{ appels/h}$$

et le nombre total d'appels «non entendus» serait de:

$$1056 - 505 = 551 \text{ appels/h}$$

La probabilité qu'un appel commercial soit perdu pour la raison qu'un appel est entendu par la station côtière, mais non par la station de navire est donc:

$$p_3 = 1 - \exp(-2 \times 551 \times 0,533/3600) = 0,15$$

Cette valeur peut être considérée comme acceptable.

Les calculs précités tiennent compte du fait que toutes les voies des stations côtières pour la correspondance publique et toutes les voies de navigation prévues dans le Règlement des radiocommunications sont utilisées au maximum dans la zone de couverture d'une station côtière et que tous les appels sont établis au moyen de l'ASN.

Dans la pratique, le nombre maximal de voies qui, conformément à l'Appendice 18, sont indiquées comme étant utilisées par des stations situées à portée les unes des autres sera inférieur au nombre total de 28 voies pour la correspondance publique, plus 27 voies pour la navigation. Par conséquent, il existe une marge pour tenir compte des conditions extraordinaires de propagation guidée ou d'encombrement des appels.

8.2 Voie commune pour les ASN de détresse et les appels ordinaires

Un appel de détresse peut être mutilé par un autre appel. Si aucun autre appel de détresse n'est en cours, alors la probabilité qu'un appel commercial ou de navigation soit en cours à n'importe quel moment et qu'il puisse donc mutiler l'appel de détresse est:

$$p_4 = 1 - \exp(-1056 \times 0,533/3600) = 0,14$$

Si un appel de détresse est en cours, il ne sera pas entendu par les navires concernés par les 551 appels/h «non entendus» et la probabilité qu'un tel navire établisse un appel commercial ou de navigation au cours du premier appel de détresse, et donc éventuellement qu'il le mutilé, est:

$$p_5 = 1 - \exp(-551 \times 0,45/3600) = 0,067$$

(La durée d'un appel de détresse étant de 0,45 s avec une suite de points à 20 bits.)

La probabilité totale, p_6 , pour qu'un appel de détresse soit mutilé s'exprime donc comme suit: probabilité que le navire soit en train d'émettre un appel commercial ou de navigation (p_4) OU probabilité qu'il n'émette pas d'appel commercial ou de navigation ET qu'un autre navire, situé hors de portée de l'appel de détresse, soit en train d'émettre un appel commercial ou de navigation ($(1 - p_4) \times p_5$), on a donc:

$$p_6 = p_4 + (1 - p_4) \times p_5 = 0,20$$

Dans une tentative d'appel de détresse, le deuxième appel de détresse peut être lancé avant que tous les appels en cours lors du premier appel de détresse ne soient terminés. La probabilité d'une mutilation de ce deuxième appel est légèrement inférieure à p_6 , selon le temps séparant les appels. Mais lorsque le troisième, le quatrième et le cinquième appel de détresse sont lancés, ceux-ci ne peuvent être mutilés que par les navires hors de portée de ces appels (p_5). En conséquence, la probabilité pour que l'ensemble de la tentative d'appel soit mutilée par d'autres appels que les appels de détresse, est inférieure à:

$$p_7 = (p_6)^2 \times (p_5)^3 = 0,000012 = 1/83300$$

S'il n'existe que des appels de détresse sur la voie ASN, la probabilité qu'une tentative d'appel de détresse soit mutilée par suite d'une collision avec une autre tentative d'appel de détresse sur la base de deux tentatives d'appel par heure est:

$$p_8 = 1 - \exp(-2 \times 0,45/3600) = 0,00025$$

Pour dix tentatives de détresse pendant une heure, on obtient $p_8 = 0,00125$.

La probabilité de mutilation de deux tentatives d'appel de détresse en raison du nombre maximal possible d'appels commerciaux et de navigation présents sur la même voie est donc:

$$p_9 = p_8 + p_7 (1 - p_8) = 0,00026$$

On peut donc conclure qu'avec l'utilisation d'une seule voie pour les appels de détresse et les appels ordinaires, l'effet de la densité maximale possible de trafic ordinaire est une augmentation insignifiante du risque qu'une tentative d'appel de détresse puisse en mutiler une autre.

8.3 Utilisation d'une voie d'appel spécialisée pour les appels de détresse

Si on utilise une voie spécialisée pour les appels de détresse, il faut ajouter une suite de points à 200 bits à tous les appels ASN (appels de détresse et appels ordinaires) pour permettre l'utilisation d'un récepteur à balayage à bord du navire, ce récepteur devant recevoir les deux types d'appels. Cette suite de points à 200 bits augmentera la longueur de tous les appels et, par conséquent, la probabilité de perte pour les deux types d'appels.

8.3.1 Appels de détresse

La longueur d'un seul appel de détresse sera portée à 0,60 s. En conséquence, la probabilité de mutilation d'une tentative d'appel de détresse imputable à une collision avec une autre tentative d'appel de détresse est:

$$p_{10} = 1 - \exp(-2 \times 0,60/3600) = 0,00033$$

Un autre facteur à prendre en considération est la perte due au balayage qui augmentera encore p_{10} .

En comparant p_{10} avec p_9 , on peut voir que l'utilisation d'une voie spécialisée pour les appels de détresse accroît d'au moins 27% la probabilité de perte d'un appel de détresse.

8.3.2 Appels commerciaux et de navigation

La longueur d'un appel ASN commercial ou de navigation sera portée à 0,683 s, de sorte que la possibilité de perte d'un appel commercial due à une collision avec un autre appel commercial sera:

$$p_{11} = 1 - \exp(-2 \times 551 \times 0,683/3600) = 0,19$$

En établissant une comparaison avec p_3 , on obtient une augmentation d'environ 27% de la probabilité de perte d'un appel commercial.

8.4 Conclusion

La probabilité de perte d'une seule tentative d'appel de détresse ou d'un appel commercial est plus élevée lorsqu'on utilise des voies d'appels séparées et il faudrait, pour ce faire, que l'équipement à bord du navire ainsi que l'équipement de la station côtière soient nettement plus complexes. Par ailleurs, en utilisant une voie commune pour les appels commerciaux et les appels de détresse, on est assuré que tous les usagers d'équipements à ondes métriques, dont les flottes de navire de pêche et de plaisance, veilleront sur la voie de détresse. En outre, le système serait beaucoup plus fiable étant donné que les défaillances du système seront détectées plus tôt puisque la voie est utilisée régulièrement, ce qui améliorerait donc la sécurité en mer.

Il est donc recommandé que tous les appels ASN soient établis sur une voie à ondes métriques à fréquence unique.

Note. — La CAMR MOB-83 a attribué la voie 70 exclusivement pour les besoins de détresse et de sécurité (voir le Règlement des radiocommunications N° 2993B Mob-83). Il est recommandé que les administrations reconsidèrent cette décision lors de la CAMR MOB-87.

9. Résumé

L'estimation du nombre des voies ASN finalement requises donne:

- 45 voies pour l'appel national dans les bandes d'ondes décimétriques;
- 8 voies pour l'appel international dans les bandes d'ondes décimétriques;
- 8 voies pour l'appel national dans la bande des 2 MHz;
- 1 voie pour l'appel international dans la bande des 2 MHz;
- 3 voies pour l'appel national dans la bande des 500 kHz;
- 1 voie pour l'appel international dans la bande des 500 kHz;
- 1 voie pour tous les appels dans la bande des ondes métriques.

Ces estimations sont fondées sur des appels répartis de façon totalement aléatoire et sur le fait qu'un navire assure la veille sur un certain nombre de voies — de 6 à 15 au minimum. On a envisagé des appels à caractère non aléatoire afin de limiter le nombre de voies, mais il est nécessaire de poursuivre les travaux à ce sujet avant de pouvoir formuler des conclusions.

Etant donné que le système ASN devrait réduire le rapport entre le trafic en heure chargée et le trafic en heure moyenne dans les stations côtières et qu'il n'a pas été tenu compte de cet élément, l'attention des administrations est particulièrement appelée sur le § 7 du présent Rapport. Elles sont invitées à soumettre des contributions étudiant dans quelle mesure l'application de ce système pourrait permettre de réduire le nombre de voies d'appel nécessaires.

ANNEXE I

PERTE D'APPELS DUE AU BALAYAGE EN MF/HF

1. Hypothèses

Le calcul repose sur les hypothèses suivantes:

- le récepteur à balayage ne s'arrête sur une voie d'appel que s'il reconnaît la suite de points (voir le § 2);
- dans tous les autres cas, le récepteur à balayage poursuit immédiatement le balayage (sans passer de temps à reconnaître une autre situation);
- il faut en moyenne au récepteur un temps t (voir le § 2) pour reconnaître qu'un appel est destiné à une autre station; après quoi le récepteur reprend immédiatement le balayage.

2. Format de l'appel

La Fig. 1 ci-dessous contient les renseignements nécessaires au calcul:

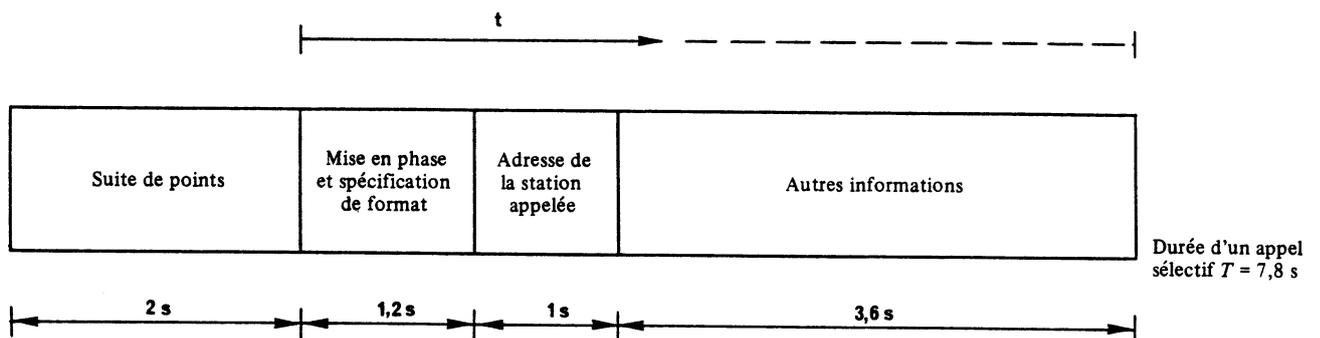


FIGURE 1

Trois valeurs possibles de t sont envisagées:

- $t = 1,5$ s
quand le système de traitement du signal du récepteur ne tient pas compte des positions du caractère RX, si aucune erreur binaire n'est constatée à la position DX;
- $t = 2,0$ s
si le système de traitement du signal du récepteur exige que les positions RX et DX de chaque caractère soient décodées;
- $t = 5,8$ s
si le système de traitement du signal du récepteur exige que le message complet soit décodé.

3. Résultat du calcul

La probabilité de perte, due au balayage, d'un appel destiné à la station A est égale à la somme des deux probabilités élémentaires suivantes:

- p_1 probabilité que, pendant l'émission de la suite de points, le récepteur à balayage soit occupé à décoder un appel destiné à une autre station (sur une autre voie);
- p_2 probabilité que, pendant l'émission de la suite de points, le récepteur à balayage soit occupé à décoder un appel destiné à la station A (sur une autre voie).

$$p_1 = 1 - e^{-(n-1)\lambda t} \approx (n-1)\lambda t \quad (\text{en négligeant les effets de second ordre})$$

$$p_2 = 1 - e^{-(n-1)5,8\lambda a} \approx (n-1)5,8\lambda a \quad (\text{en négligeant les effets de second ordre});$$

où

 n : nombre de voies explorées par l'analyseur λ : cadence moyenne d'appel; si l'intensité moyenne du trafic sur une voie d'appel est de 0,1 erlang, on a $\lambda T = 0,1$, de sorte que $\lambda = 1/78$ a : pourcentage des appels destinés à la station A t : voir le § 2.

Pour les navires, on admet que le paramètre a est égal à 0; pour les stations côtières qui surveillent les voies internationales en ondes décimétriques, on admet que $a = 3,5\%$.

Les Tableaux IVa, IVb et IVc ci-après indiquent les résultats des calculs.

TABLEAU IVa – Pourcentage des appels perdus en raison du balayage pour $t = 1,5$ s

$\lambda \backslash n$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
$\lambda = 1/78$ (0,1 erlang)	4,3	6,4	8,4	10,5	12,4	14,4	16,3	18,2	Pourcentages élevés inadmissibles				Station côtière $a = 3,5\%$
	3,8	5,6	7,4	9,2	10,9	12,6	14,3	15,9					Navires
$\lambda = 1/117$ (0,067 erlang)	2,9	4,3	5,7	7,1	8,4	9,8	11,1	12,5	13,8	15,0	16,3	17,6	Station côtière $a = 3,5\%$
	2,5	3,8	5,0	6,2	7,4	8,6	9,8	10,9	12,0	13,2	14,3	15,4	Navires
$\lambda = 1/156$ (0,05 erlang)	2,2	3,2	4,3	5,3	6,4	7,4	8,4	9,4	10,4	11,4	12,4	13,4	Station côtière $a = 3,5\%$
	1,9	2,8	3,8	4,7	5,6	6,5	7,4	8,3	9,2	10,0	10,9	11,7	Navires

TABLEAU IVb – Pourcentage des appels perdus en raison du balayage pour $t = 2,0$ s

$\lambda \backslash n$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
$\lambda = 1/78$ (0,1 erlang)	5,5	8,2	10,8	13,3	15,8	18,2	Pourcentages élevés inadmissibles						Station côtière $a = 3,5\%$	
	5,0	7,4	9,7	12,0	14,3	16,4							18,5	Navires
$\lambda = 1/117$ (0,067 erlang)	3,7	5,5	7,3	9,1	10,8	12,5	14,2	15,8	17,4	Pourcentages élevés inadmissibles				Station côtière $a = 3,5\%$
	3,4	5,0	6,6	8,2	9,8	11,3	12,8	14,3	15,7					17,1
$\lambda = 1/156$ (0,05 erlang)	2,8	4,2	5,5	6,8	8,2	9,5	10,8	12,0	13,3	14,6	15,8	17,0	Station côtière $a = 3,5\%$	
	2,5	3,8	5,0	6,2	7,4	8,6	9,7	10,9	12,0	13,1	14,2	15,3	Navires	

TABLEAU IVc – *Pourcentage des appels perdus en raison du balayage pour $t = 5,8$ s*

λ \ n	3	4	5	6	7
$\lambda = 1/78$ (0,1 erlang)	13,8	20,0	Pourcentages élevés inadmissibles		
$\lambda = 1/117$ (0,067 erlang)	9,4	13,8	18,0		
$\lambda = 1/156$ (0,05 erlang)	7,2	10,5	13,8	16,9	

Stations côtières et navires

4. Conclusions

Les tableaux ci-dessus montrent que, dans le cas des récepteurs de navire et d'un pourcentage de perte acceptable ($< 15\%$):

- 9 voies peuvent être balayées pour une charge de voie de 0,1 erlang et une durée d'occupation des messages de 1,5 s;
- 7 voies peuvent être balayées pour une charge de voie de 0,1 erlang et une durée d'occupation des messages de 2 s.

Le nombre de voies qui peuvent être balayées varie approximativement en proportion inverse de la charge de la voie.

Il résulte en outre du Tableau IVc que l'utilisation du balayage est limitée lorsque le message complet doit être décodé avant que le balayage puisse reprendre.

RAPPORT 1028

SÉPARATION DE 3 kHz POUR LES CANAUX DUPLEX RÉSERVÉS A L'APPEL SÉLECTIF NUMÉRIQUE (ASN) DANS LA BANDE 435-526,5 kHz

(Question 53/8)

(1986)

1. Introduction

1.1 La Conférence administrative régionale pour la planification des services mobile maritime et de radionavigation aéronautique en ondes hectométriques (Région 1), Genève, 1985, a adopté la Recommandation N° 6. Dans cette Recommandation, le CCIR est invité:

- «1. à étudier les problèmes techniques que pourrait poser la séparation de 3 kHz dans les canaux duplex réservés à l'appel sélectif numérique dans la bande 435-526,5 kHz;
2. à revoir les Recommandations appropriées du CCIR.»

1.2 Le présent Rapport traite des caractéristiques probables des récepteurs d'appel sélectif numérique (ASN) en ce qui concerne la réjection des brouillages ainsi que des valeurs du rapport des puissances d'émission qui devraient être rencontrées en pratique et des effets susceptibles d'en résulter si une séparation de 3 kHz entre les canaux est utilisée.