

RAPPORT UIT-R M.2080

**Examen des conditions de partage et de l'utilisation
des fréquences entre 4 et 10 MHz**

(2006)

Domaine de compétence

Plusieurs contributions donnant des informations sur les conditions de partage des fréquences comprises entre 4 et 10 MHz ont été utilisées pour élaborer le texte du projet de Rapport de la RPC-07. Bien qu'elles aient été prises en compte lors de la révision du projet de texte du Rapport de la RPC concernant le point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-07, ces contributions contiennent des informations utiles pour les études de l'UIT-R en ce qui concerne les bandes d'ondes décimétriques et elles ont été utilisées pour élaborer un nouveau Rapport.

Introduction

Le présent Rapport regroupe des textes qui ont été soumis pendant la période d'études 2003-2007. Les documents cités en référence ont été soumis pendant la présente période d'études, sauf indication contraire. Ces textes traitent des questions de partage entre divers services bénéficiant d'attributions et donnent d'autres indications concernant l'utilisation des fréquences dans les bandes d'ondes décimétriques. Pendant l'examen des diverses contributions, certaines administrations ont exprimé des points de vue divergents sur les conclusions qui ont été formulées dans ces contributions.

Structure du Rapport

Un résumé analytique est donné pour chaque annexe, avec deux opinions:

L'opinion I reprend les arguments avancés par les administrations en faveur des conclusions de l'étude exposées dans l'annexe.

L'opinion II reprend les arguments avancés par les administrations qui n'appuient pas les conclusions de l'étude exposées dans l'annexe.

Pour avoir une idée complète des questions en jeu, il faut lire les deux opinions ainsi que les annexes correspondantes.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Annexe 1 – Informations sur la faisabilité du partage des fréquences entre différents services de radiocommunication dans les bandes comprises entre 4 et 10 MHz.	11
Annexe 2 – Spectrogrammes obtenus à l'issue des campagnes de contrôle des émissions.....	30
Annexe 3 – Analyse des conditions de partage propres aux bandes comprises entre 4-10 MHz	48
Annexe 4 – Considérations relatives à la compatibilité dans les bandes d'ondes décimétriques.....	69
Annexe 5 – Considérations relatives au partage du spectre, en relation avec le point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-07	79
Annexe 6 – Considérations relatives à la coexistence dans une même bande d'une attribution à titre primaire au service fixe ou au service mobile et d'une attribution à titre secondaire au service d'amateur	85

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

Annexe 1

Informations sur la faisabilité du partage des fréquences entre différents services de radiocommunication dans les bandes comprises entre 4 et 10 MHz

Une analyse montre qu'un éventuel partage entre systèmes adaptatifs du service fixe et du service mobile maritime aboutirait à des brouillages préjudiciables et inacceptables entre ces deux services. Des contraintes pourraient être imposées au service fixe pour réduire ces brouillages, mais au détriment du bon fonctionnement de ce service. L'analyse montre également que l'utilisation d'antennes à faisceaux étroits dans la gamme de fréquences 4-10 MHz n'est pas un bon moyen pour établir la compatibilité entre ces services.

Opinion I

L'analyse faisant l'objet de la présente annexe porte sur les communications longue distance à plusieurs bonds. Les résultats de l'évaluation montrent clairement que l'augmentation du gain de l'antenne ou la directivité de l'antenne ne sont pas des facteurs déterminants qui vont permettre d'améliorer le partage entre les services, en raison des réflexions multiples sur l'ionosphère.

L'annexe montre clairement que la mise en œuvre de systèmes adaptatifs en fréquences, c'est-à-dire des systèmes pouvant utiliser la même fréquence au même moment et au même endroit, se traduira par des brouillages préjudiciables entre les services.

Le partage entre les services pourrait donc causer des brouillages préjudiciables et inacceptables.

C'est pourquoi, pour satisfaire les besoins croissants d'un service, quel qu'il soit, il faut améliorer les systèmes existants du service considéré sans nuire aux autres services.

Opinion II

Le partage entre les services est déjà couvert par les procédures prévues dans le Règlement des radiocommunications (RR) et l'UIT-R a déjà défini diverses techniques à cet effet dans plusieurs Recommandations et dans plusieurs Résolutions de CMR. Compte tenu des dimensions fréquentielle, temporelle et spatiale de l'utilisation des services fonctionnant dans les bandes d'ondes décimétriques, les systèmes peuvent être exploités de façon compatible et plus efficace dans ces bandes lorsqu'elles sont attribuées en partage.

La présente annexe ne fait que réitérer une évidence, à savoir que le fait d'essayer d'utiliser la même fréquence pour assurer au même moment des communications vers le même emplacement général est voué à l'échec. Cette constatation vient étayer l'argument préconisant l'utilisation des fréquences sur une période de 24 h et concluant à l'impossibilité d'un partage entre services ou à l'intérieur d'un même service.

Les liaisons du type de celles examinées se caractérisent par des puissances et des zones de couverture qui ne sont pas étrangères à la planification de la radiodiffusion et qui ne sont pas représentatives des liaisons point à point de courte durée qui sont aujourd'hui largement utilisées pour les échanges de données. Les analyses ne permettent pas non plus d'établir que pas même une seule fréquence dans les bandes d'ondes décimétriques peut être réutilisée à un même moment si l'on prend soin d'assurer un isolement suffisant grâce à l'espacement géographique et à la directivité de l'antenne.

Ainsi, s'il est vrai que les exemples prouvent à juste titre que toute tentative de réutiliser une fréquence vers un même emplacement et à un même moment sera vouée à l'échec, cette conclusion fait abstraction d'un élément essentiel, à savoir la possibilité de gérer efficacement les bandes d'ondes décimétriques pour pouvoir utiliser plusieurs fois les fréquences d'une même bande ou réutiliser telle ou telle fréquence individuelle pour desservir différents emplacements ou à des moments différents.

Le spectre des fréquences radioélectriques étant une ressource finie, la seule façon de satisfaire des besoins supplémentaires est d'augmenter les possibilités de partage entre les différents services.

Annexe 2

Spectrogrammes obtenus à l'issue des campagnes de contrôle des émissions

Pour étayer les travaux relatifs à l'élaboration des propositions concernant le point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-07, des stations de contrôle des émissions situées dans une partie de la Région 1 ont réalisé des campagnes de contrôle (2 par an depuis 2004) afin de recueillir des informations sur l'utilisation effective du spectre entre 4-10 MHz. Les résultats de ces campagnes ont été analysés à la fois par les experts responsables des stations de contrôle des émissions des pays participants et par des représentants de tous les services visés dans le point de l'ordre du jour. On trouvera dans l'annexe un récapitulatif par MHz.

Opinion I

Pour réaliser les campagnes de contrôle des émissions, tous les éléments ont été examinés avec soin afin que le plus grand nombre possible d'émissions puisse être détecté compte tenu des équipements disponibles, des délais et de la zone couverte.

Avant de lancer ces campagnes, il a fallu définir un ensemble unifié de paramètres à appliquer aux mesures automatiques. Compte tenu des équipements de mesure modernes et aussi des équipements disponibles dans les stations de contrôle des émissions, les experts ont estimé qu'une durée de balayage de 10 s pour une tranche de 200 kHz de spectre était un bon compromis. On risquait certes de manquer, en partie, les émissions de moins de 10 s mais ce risque a été réduit car plusieurs stations contrôlaient simultanément la même plage. En contrôlant des plages de fréquences identiques sur plusieurs emplacements (jusqu'à 4) on a réduit au minimum les conséquences liées aux pannes des équipements et on a pu couvrir une partie beaucoup plus grande de la zone de la Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT).

Même si les campagnes de contrôle des émissions ont été réalisées dans la Région 1, les conditions de propagation permettent de tenir compte d'émissions provenant d'autres régions à condition que les stations de contrôle des émissions participant à ces campagnes aient reçu ces émissions à un niveau suffisant. La base de données des observations manuelles confirme la réception d'émissions provenant de régions autres que la Région 1. Les résultats de ces campagnes de contrôle des émissions devraient être regroupés avec ceux de campagnes équivalentes qui ont été réalisées dans la Région 1, en dehors de la zone CEPT et aux éventuelles campagnes menées dans les Régions 2 et 3 afin d'avoir des données à jour sur l'utilisation des fréquences, lesquelles pourront être utilisées dans toutes discussions sur les modifications à apporter à l'Article 5 du RR.

Il ne semble pas possible de contrôler toutes les émissions, notamment les émissions de courte durée des systèmes adaptatifs, qui seront reçues à un niveau identique au niveau du bruit de fond sur

une large plage autour de 6 MHz (4-10 MHz). On pourra réduire le nombre d'émissions manquées si un grand nombre de stations de contrôle des émissions dotées d'équipements rapides contrôlent de très petites bandes.

Une comparaison entre les spectrogrammes et les données recueillies dans le cadre des contrôles manuels confirme la présence d'émissions de courte durée et de signaux reçus à un niveau juste au-dessus de celui du bruit de fond.

Les administrations, qui sont préoccupées par le fait de pouvoir manquer des émissions, sont invitées à participer aux campagnes de contrôle des émissions et à communiquer leurs propres résultats, ce qui permettra d'avoir un aperçu de l'utilisation des fréquences à l'échelle mondiale.

Opinion II

De nombreux éléments ont été négligés au cours de la campagne de contrôle des émissions, ce qui a conduit à sous-estimer le nombre de transmissions des services fixe et mobile. Cette campagne ne concerne qu'une seule région et ne tient pas compte des conséquences pour les autres régions en ce qui concerne les situations de partage qui sont identifiées. En utilisant une largeur de bande de 200 kHz, en limitant à 10 s la durée des émissions contrôlées et aussi en partageant les bandes contrôlées entre des groupes de 3 à 4 stations, on a très vraisemblablement manqué la majorité des émissions des services fixe et mobile. La plupart des systèmes adaptatifs actuellement utilisés acheminent des données et non des signaux vocaux et la plupart des transmissions à destination d'un lieu bien précis sont de très courte durée. Il y a habituellement plusieurs transmissions par heure mais on risque de manquer ces transmissions, les unes après les autres, en raison de l'importance de la largeur de bande et du temps de coupure choisi pour les transmissions. En outre, le niveau du signal par le système adaptatif est proche du niveau du bruit de fond sur le site du récepteur étant donné qu'il faut assurer les communications sur de grands réseaux. La campagne de contrôle des émissions considérée aura marqué ces transmissions, y compris les transmissions vocales.

Annexe 3

Analyse des conditions de partage propres aux bandes comprises entre 4 et 10 MHz

Les conditions de partage entre les différents services sont déterminées par l'emplacement du récepteur et, très rarement, par l'emplacement de l'émetteur. Les empreintes au sol des émissions en ondes décimétriques peuvent avoir plusieurs milliers de kilomètres de largeur et de longueur. Il faut s'attendre à devoir partager une même fréquence lorsque des bandes de fréquences sont attribuées à différents services. Pour des systèmes adaptatifs, le fait d'augmenter le nombre de fréquences disponibles pour l'ensemble des groupes d'utilisateurs permet d'accroître la taille de ces groupes mais la quantité de spectre que ne se disputent pas ces différents groupes est alors moins importante, ce qui augmente l'encombrement du spectre.

Opinion I

Un partage supplémentaire entre les services est problématique. En effet, les systèmes adaptatifs peuvent eux aussi avoir des difficultés à partager des bandes de fréquences. Compte tenu des conditions de propagation, il y aurait des brouillages préjudiciables entre systèmes utilisant la même fréquence et assurant la même zone de couverture si le RR prévoyait d'autres possibilités de partage.

Opinion II

On considère que l'attribution de bandes en vue d'une utilisation partagée par les services fixe, mobile et de radiodiffusion permettra à tous ces services d'avoir accès au spectre de manière compatible étant entendu que:

- la bande 3 950-4 000 kHz (Région 1 et Région 3) est attribuée au service fixe et au service de radiodiffusion sans critères de partage spécifiques bien définis;
- il y a déjà des exemples de coexistence géographique gérée entre le service fixe et le service de radiodiffusion, par exemple, les services fixe et mobile d'une part, et le service de radiodiffusion, d'autre part, exploités conformément au numéro 4.113 du RR, coexistent depuis longtemps dans les bandes 4 850-4 995 kHz, 4 995-5 005 kHz et 5 005-5 060 kHz et cette coexistence donne généralement de bons résultats car le service de radiodiffusion utilise essentiellement les techniques d'ondes ionosphériques à incidence quasi verticale (NVIS, *near vertical incidence skywave*) et fonctionne, pour les transmissions à destination ou en provenance du même emplacement/de la même zone, tout naturellement sur des fréquences plus basses que celles utilisées pour les transmissions des services fixe et mobile sur des trajets plus longs à ondes ionosphériques à incidence oblique;
- il y a déjà des exemples de partage temporel entre le service mobile maritime et le service de radiodiffusion, partage qui pourrait être encore accru étant donné que ces deux services fonctionnent avec une bonne régularité en temps partagé;
- les systèmes agiles en fréquence utilisés dans les services fixe et mobile peuvent être conçus pour éviter les collisions avec les transmissions du service de radiodiffusion programmées;
- il y a déjà des exemples de coexistence géographique gérée entre le service fixe et le service de radiodiffusion.

Annexe 4

Considérations relatives à la compatibilité dans les bandes d'ondes décimétriques

Un examen du Rapport soumis par le Groupe de travail intérimaire mixte (GTIM) à la CAMR-92, étayé par des évolutions récentes et des études sur les systèmes fonctionnant dans les bandes d'ondes décimétriques, en particulier en ce qui concerne les techniques permettant d'améliorer l'efficacité d'utilisation du spectre fait apparaître que plusieurs types de scénarios de partage, y compris de partage direct entre le service de radiodiffusion et d'autres services, sont possibles.

La convergence des techniques de modulation et de commande conduit à une similarité des caractéristiques d'exploitation. Dès lors que les considérations relatives à la planification des circuits, les fonctions et les caractéristiques opérationnelles se confondent au point d'être indifférenciables, les applications considérées pourront coexister étant donné que leurs critères de compatibilité seront pratiquement identiques.

Opinion I

On considère que l'attribution de bandes en vue d'une utilisation partagée générique par les services fixe et mobile permet une utilisation compatible et plus efficace des bandes d'ondes décimétriques, étant entendu que:

- plusieurs bandes de fréquences entre 4 et 30 MHz sont déjà attribuées, en partage, à divers services de radiocommunication, notamment aux services fixe et mobile, après le 29 mars 2009, la majorité des bandes comprises entre 4 et 10 MHz auront plusieurs utilisations; enfin les systèmes adaptatifs ont besoin d'avoir accès à la plus grande quantité de spectre possible pour fonctionner de façon optimale (voir le point *a*) du *considérant* de la Résolution 729 (CMR-97));
- les distinctions entre les services fixe et mobile sont aujourd'hui moins nettes avec le développement et la mise en service de nouvelles applications et de nouvelles technologies.

Il peut y avoir partage ou coexistence en temps réel entre les applications du service fixe et les applications du service mobile si on utilise:

- une combinaison de techniques automatisées d'évitement des conflits dans le canal, conformément aux points 2 et 3 du *décide* de la Résolution 729 (CMR-97);
- un schéma de modulation numérique compatible avec une largeur de bande de canal et des fonctionnalités de trafic de données adaptables; et
- les possibilités naturelles de partage temporel qu'offrent les différents schémas d'utilisation des divers services et les temps de transmission relativement brefs propres aux protocoles par paquets des nouveaux systèmes d'échange de données numériques.

Une nouvelle preuve de la convergence croissante des caractéristiques opérationnelles des systèmes modernes d'échange de données qui ont été mis au point pour les applications des services fixe et mobile dans les bandes d'ondes décimétriques est donnée par le fait que la plupart de ces nouveaux systèmes utilisent aujourd'hui comme norme de transmission commune le multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (MROF). La convergence s'observe même avec la radiodiffusion en ondes décimétriques depuis que le système Digital Radio Mondiale (DRM) conçu pour remplacer la modulation analogique en radiodiffusion sonore à ondes hectométriques/décimétriques, fonctionne avec des spécifications MROF. Une caractéristique des systèmes MROF est la possibilité d'adapter les caractéristiques de codage de chaque transmission pour obtenir la meilleure adéquation possible avec les besoins du service et les conditions de propagation au moment de la transmission.

Compte tenu de la convergence des techniques de modulation et de contrôle propres aux applications modernes des services fixe et mobile, les caractéristiques opérationnelles de ces applications, y compris le gabarit spectral, seront de plus en plus proches. Dès lors que les considérations relatives à la planification des circuits, les fonctions et les caractéristiques opérationnelles se confondent au point d'être indifférenciables, les applications considérées pourront coexister étant donné que leurs critères de compatibilité seront pratiquement identiques.

Opinion II

La présente annexe est fondée sur les informations contenues dans le rapport du GTIM 10-6-8-9/1 du CCIR élaboré avant la CAMR-92. Ce document ne porte que des questions de réglementation et n'aborde pas la faisabilité technique réelle d'un partage additionnel entre 4-10 MHz.

Au moment où le présent document a été élaboré, les services fixe et mobile utilisaient peu les bandes d'ondes décimétriques étant donné que d'autres méthodes étaient envisagées pour assurer le service, par exemple le satellite. Ces autres méthodes n'ont pas donné de résultats satisfaisants et depuis l'an 2000 environ, les services fixe et mobile ont de nouveau commencé à davantage utiliser

les bandes des ondes décimétriques. A la suite des décisions prises par la CAMR-92, 200 kHz de spectre ont été attribués au service de radiodiffusion à titre primaire à l'échelle mondiale.

Comme cela a été dit dans les Annexes 1 et 3, un partage entre des systèmes utilisant la même fréquence et assurant la même couverture se traduirait normalement par des brouillages préjudiciables, ce qui rend tout partage additionnel impossible. Les situations de partage type prévues dans le RR supposent de faire des attributions primaires au service de radiodiffusion et des attributions secondaires aux autres services (voir par exemple le numéro 5.147 du RR) indépendamment de la faisabilité technique réelle d'un partage additionnel entre 4-10 MHz. Des scénarios de partage entre le service fixe et le service mobile, complexes et difficiles à mettre en œuvre, sont présentés pour des systèmes fonctionnant sur la même fréquence et assurant la même couverture. Un exemple de partage à l'intérieur du service de radiodiffusion est également donné dans la présente annexe. Ce type de partage est prévu et la coordination est effectuée selon les procédures indiquées dans l'Article 12 du RR.

De telles procédures de coordination ne sont ni satisfaisantes, ni commodes pour les services fixe et mobile en raison du nombre important de stations et d'administrations concernées. Pour diverses raisons, notamment des contraintes de temps, les coûts d'inscription des fréquences et l'augmentation du nombre de systèmes fixes exploités dans les bandes d'ondes décimétriques, le Fichier de référence international des fréquences n'a pas été systématiquement mis à jour depuis 1995 et les inscriptions qui y figurent ne représentent pas l'utilisation réelle du spectre. On sait bien que de nombreuses assignations à des systèmes fixes n'ont pas été inscrites dans le Fichier de référence et que les administrations suivent chacune l'évolution de leurs propres assignations et effectuent, au besoin, la coordination avec d'autres administrations.

La présente annexe donne également un exemple de partage à l'intérieur d'un même service afin de pallier les limitations d'utilisation, imposées dans le cadre des Appendices 17 et 25 du RR. Certaines administrations sont d'avis que l'examen de ces appendices ne relève pas du point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-07.

L'annexe conclut à tort que la convergence des paramètres des systèmes des différents services conduit automatiquement à une augmentation des possibilités de partage entre les services.

Le multiplexage MROF n'est pas actuellement une norme de modulation pour le service fixe.

La présente annexe ne contient pas d'analyse technique venant étayer la faisabilité d'un partage additionnel entre 4-10 MHz.

Il est par ailleurs suggéré, dans la présente annexe, que l'utilisation des techniques NVIS par les services fixe et mobile terrestre rendrait possible un partage avec le service mobile maritime, mais il n'est pas tenu compte du fait que de nombreuses administrations ne peuvent pas utiliser ces techniques pour les communications des services fixe et mobile car les zones à desservir sont vastes et les longueurs de trajet importantes. Par ailleurs, le fait que les techniques NVIS ne sont pas ou peu utilisées dans le service mobile maritime n'est pas pris en considération.

Les techniques NVIS renvoient à un mode de propagation des ondes radioélectriques qui suppose l'utilisation d'antennes ayant un angle de rayonnement très grand, proche ou égal à 90° pour pouvoir établir des liaisons radioélectriques au-delà de l'horizon visible, sur des distances de quelques centaines de kilomètres. La gamme de fréquences utile varie en fonction de la longueur du trajet. Plus le trajet est court, plus la fréquence maximale utilisable (MUF) est basse et plus la gamme de fréquences est petite. Concrètement, cela limite le mode de fonctionnement NVIS aux fréquences comprises entre 2 et 4 MHz la nuit et entre 4 et 8 MHz le jour. Ces limites nominales varieront tout au long du cycle d'activité solaire d'une durée de 11 ans et seront plus faibles lorsque l'activité solaire est minimale. Cette limitation de la gamme de fréquences est liée aux propriétés physiques de la propagation et elle est incontournable. Le fonctionnement de systèmes en mode NVIS dans cette partie des bandes d'ondes décimétriques risque de poser des problèmes. Pour que le

rayonnement soit pratiquement vertical, il faut sélectionner et positionner les antennes avec soin afin de réduire au minimum les rayonnements vers le sol et de porter au maximum l'énergie rayonnée en direction du zénith. Dans le cas de plates-formes mobiles, il peut concrètement être difficile d'obtenir un angle de rayonnement très important. Ces problèmes ne sont pas examinés dans la présente annexe.

Annexe 5

Considérations relatives au partage du spectre, en relation avec le point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-07

La présente annexe vient étayer une analyse faisant apparaître que le partage est un moyen approprié pour traiter ce point de l'ordre du jour. La fiabilité d'un réseau de communication en ondes décimétriques s'améliore lorsque la gamme de fréquences disponible s'élargit; en effet, le réseau est mieux à même de choisir la fréquence optimale pour réagir à l'évolution constante des conditions de propagation résultant des modifications diurnes et saisonnières naturelles des propriétés de l'ionosphère.

Opinion I

Compte tenu des procédures prévues dans le RR ainsi que des techniques établies qui ont été mises au point par l'UIT-R dans le cadre de diverses Résolutions de la CMR et de Recommandations UIT-R et compte tenu également des dimensions fréquentielle, temporelle et spatiale de l'utilisation des services dans les bandes d'ondes décimétriques, une exploitation compatible et plus efficace dans les bandes d'ondes décimétriques est possible lorsque ces bandes sont attribuées en vue d'une utilisation partagée.

Opinion II

Il est conclu à tort dans la présente annexe que, si le partage à l'intérieur d'un service est possible, le partage entre différents services devrait être possible. Il est suggéré que le partage permet de mettre des bandes de fréquences additionnelles à la disposition des deux services mais lorsqu'un partage entre systèmes fonctionnant sur la même fréquence et assurant la même zone de couverture n'est pas possible, le spectre disponible pour le service en place est en fait limité et, par voie de conséquence, plus encombré. Les possibilités d'utilisation du spectre disponible sont donc réduites.

En utilisant les critères de protection donnés dans les Annexes 1 et 3, on montre clairement qu'un partage entre systèmes fonctionnant sur une même fréquence et assurant une même couverture n'est pas possible. Cette situation serait fréquente si le RR prévoyait un partage additionnel.

Annexe 6

Considérations relatives à la coexistence dans une même bande d'une attribution à titre primaire au service fixe ou au service mobile et d'une attribution à titre secondaire au service d'amateur

La présente annexe examine les problèmes qui se posent pour les services en place lorsqu'une attribution à titre secondaire est faite au service d'amateur dans la même bande.

Opinion I

Il n'y a pas d'exemples de coexistence entre une attribution à titre secondaire au service d'amateur et des attributions à titre primaire au service fixe dans des bandes où les systèmes adaptatifs sont largement utilisés.

Le fait de faire une attribution à titre secondaire au service d'amateur dans une bande où une attribution à titre primaire a déjà été faite au service fixe ou au service mobile accroîtrait l'encombrement du spectre et pourrait causer des brouillages au service primaire. En outre, les systèmes adaptatifs en fréquences ne peuvent pas faire la différence entre des assignations à titre primaire et secondaire et certaines assignations du système fixe pourraient devenir inutilisables. Il peut être également difficile d'isoler la source de brouillage étant donné que les stations du service d'amateur ne sont pas tenues de fonctionner sur des fréquences coordonnées soumises à licence.

Opinion II

Un grand nombre des affirmations figurant dans la présente annexe et concernant les brouillages que le service d'amateur bénéficiant d'attributions à titre secondaire pourrait causer au service fixe bénéficiant d'attributions à titre primaire sont incorrectes ou prêtent à confusion.

Dans la bande 10 100-10 150 kHz (fixe primaire, amateur secondaire), aucun brouillage préjudiciable au service fixe n'a été signalé pendant les 25 années durant lesquelles l'attribution a été mise à la disposition du service d'amateur.

Les opérateurs des stations du service d'amateur sont parmi les premiers à utiliser les fonctionnalités modernes de traitement numérique du signal pour faire face aux brouillages potentiels et on prévoit que des méthodes permettant la coexistence avec des systèmes fixes adaptatifs seront mises au point au fil des années.

Annexe 1

Informations sur la faisabilité du partage des fréquences entre différents services de radiocommunication dans les bandes comprises entre 4 et 10 MHz

Introduction

La CMR-07, au titre du point 1.13 de son ordre du jour, examinera s'il est possible d'attribuer entre 250 kHz et 800 kHz de spectre supplémentaires au service de radiodiffusion. La Résolution 544 (CMR-03) identifie les bandes de fréquences dans lesquelles il est préférable de faire ces nouvelles attributions de spectre. Certaines administrations sont d'avis que les pertes attendues de fréquences que les services fixe et mobile vont subir à la suite du réaménagement des attributions de spectre pour le service de radiodiffusion, pourraient être compensées par un partage des fréquences entre, d'une part, les services fixe et mobile terrestre et, d'autre part, le service mobile maritime (SMM) et par l'utilisation de systèmes adaptatifs en fréquences.

Toutefois, on ne dispose pas actuellement d'estimations concernant les économies de spectre que la mise en œuvre de systèmes adaptatifs en fréquences ou un partage des fréquences entre les services fixe et mobile maritime permettrait de réaliser dans la gamme de fréquences 4-10 MHz.

Pour faciliter les études visant à déterminer si le regroupement des services fixe et mobile entre 4-10 MHz permettrait de libérer des fréquences pour le service de radiodiffusion, l'UIT-R a élaboré un nouveau rapport traitant des éléments suivants:

- analyse des scénarios de partage existants ou potentiels entre les services fixe et mobile;
- scénarios de brouillage entre le service fixe et le service mobile maritime;
- estimations des brouillages entre le service fixe et le SMM;
- estimations de la faisabilité du partage entre le service de radiodiffusion et d'autres services sur la base d'un espacement géographique.

1 Analyse des scénarios de partage existants ou potentiels entre le service fixe et le service mobile dans les bandes de fréquences comprises entre 4-10 MHz

Plusieurs groupes de travail de l'UIT-R ont examiné, au cours de leurs différentes réunions, s'il était possible de mettre davantage de spectre à la disposition du service de radiodiffusion en regroupant les attributions de fréquences aux services fixe et mobile.

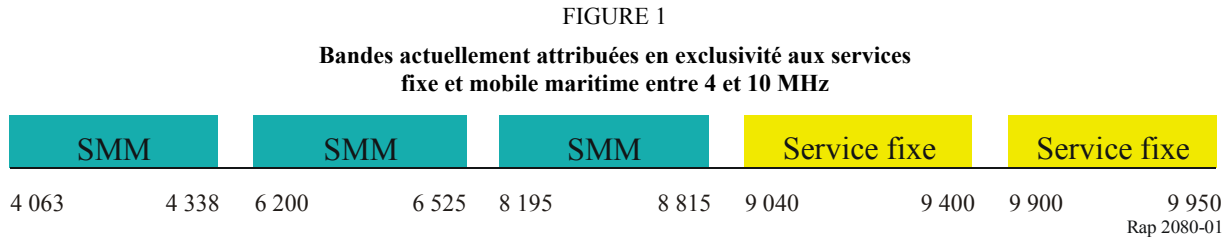
Un examen du Tableau d'attribution des bandes de fréquences du RR fait apparaître que les attributions de fréquences aux services fixe et mobile entre 4-10 MHz sont les suivantes:

- les bandes 9 040-9 400 kHz et 9 900-9 950 kHz sont attribuées en exclusivité, à titre primaire, au service fixe;
- les bandes 4 063-4 438 kHz, 6 200-6 525 kHz, 8 195-8 815 kHz sont attribuées en exclusivité, à titre primaire, au SMM;
- d'autres bandes comprises entre 4-10 MHz sont attribuées à titre primaire avec égalité des droits au service fixe et à d'autres services, service mobile terrestre (SMT), SMM, service mobile, service de radiodiffusion, etc.

La conclusion de cet examen est que la seule façon de libérer des bandes de fréquences additionnelles pour le service de radiodiffusion est de regrouper les attributions aux services fixe et mobile dans les bandes de fréquences actuellement utilisées par ces services à titre exclusif. Ce

regroupement d'attributions serait possible si l'on transférait les attributions au service fixe dans les bandes de fréquences attribuées en exclusivité à titre primaire au SMM ou les attributions au SMM dans les bandes de fréquences attribuées en exclusivité à titre primaire au service fixe. Les autres bandes peuvent être exclues de cet examen étant donné que les attributions aux services fixe et mobile y ont déjà été regroupées.

A cet égard, certaines administrations procèdent à des études pour voir s'il est possible de faire une attribution regroupée dans les bandes de fréquences actuellement attribuées au SMM en exclusivité, à titre primaire (voir la Fig. 1).



Les problèmes techniques, de procédure ou économiques que peut causer un tel réaménagement des attributions de fréquences entre 4-10 MHz ont déjà été examinés. Ce réaménagement nécessiterait en outre une révision de l'Appendice 25 qui contient le Plan d'allotissement de fréquences aux stations côtières radiotéléphoniques fonctionnant dans les bandes exclusives du SMM entre 4 000 kHz et 27 500 kHz. Il y a également lieu de noter que l'Article 31 interdit toute émission qui pourrait causer des brouillages préjudiciables aux communications de détresse et de sécurité sur les fréquences énumérées dans les Appendices 13 et 15, y compris celles comprises entre 4-10 MHz.

On pourrait aussi se heurter à des problèmes de compatibilité électromagnétique, en faisant une attribution regroupée. Ces problèmes pourraient être résolus en imposant des restrictions plus lourdes au service fixe ou en effectuant une coordination.

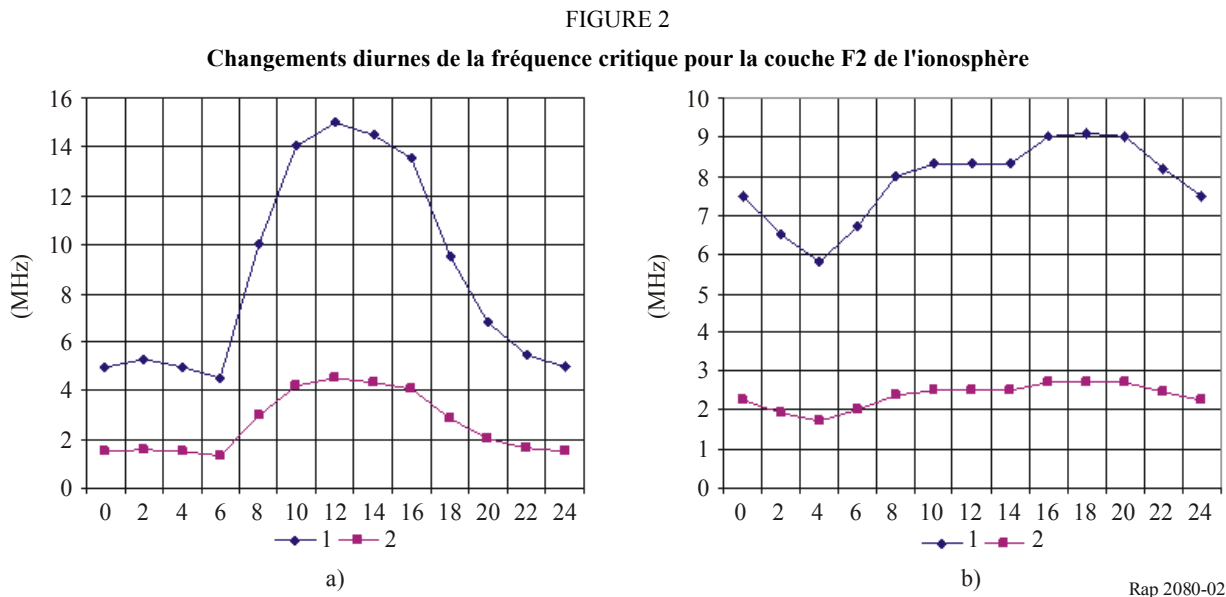
Le RR donne de nombreux exemples de partage entre le service fixe et le SMM dans les bandes de fréquences attribuées en exclusivité au SMM. Le fonctionnement des stations du service fixe dans les bandes 4 063-4 123 kHz et 4 130-4 438 kHz, sous réserve des dispositions du numéro 5.129 du RR, est un exemple de ce type de partage. Conformément à ce renvoi, les stations du service fixe, d'une puissance moyenne ne dépassant pas 50 W, communiquant seulement à l'intérieur des frontières du pays dans lequel elles sont situées peuvent utiliser ces bandes à condition qu'aucun brouillage préjudiciable ne soit causé au SMM.

L'utilisation des bandes 4 063-4 123 kHz, 4 130-4 133 kHz et 4 408-4 438 kHz, sous réserve des dispositions du numéro 5.128 du RR, dans un certain nombre de pays des Régions 1 et 3, est un autre exemple de partage entre le service fixe et le SMM. Le SMM est exploité dans ces bandes et les stations du service fixe à puissance limitée situées à au moins 600 km des côtes sont autorisées à utiliser ces bandes à condition de ne pas causer de brouillage préjudiciable au SMM (CMR-97).

Il ressort d'une analyse de la propagation des ondes radioélectriques que, dans les bandes de fréquences précitées, les liaisons pour le premier bond subissent un affaiblissement important pour que le partage entre les services soit possible.

Il convient de noter que certaines administrations préconisent une telle approche pour évaluer les possibilités de partage entre le service fixe et le SMM. Plus précisément, le partage entre les liaisons longue distance du SMS et les liaisons courte distance (jusqu'à 200-300 km) du service fixe serait possible si la puissance des émetteurs du service fixe est limitée, si la fréquence à laquelle fonctionne le SMM est supérieure de 10% à la fréquence critique de réflexion ionosphérique et si la fréquence à laquelle fonctionne le service fixe est inférieure de 20% à la fréquence critique de

réflexion ionosphérique. La Fig. 2 montre donc les relations moyennées pour les changements diurnes de la fréquence critique pour la couche F2 de l'ionosphère, en hiver (voir la Fig. 2a) et en été (voir la Fig. 2b)) (courbe 1).



Rap 2080-02

Il est évident que la fréquence critique pour la couche F2 passe sur une année de 4 MHz à 15 MHz. Cela signifie que, compte tenu des recommandations précitées concernant le choix des bandes de fréquences d'exploitation, la différence entre les bandes de fréquences que devront utiliser les services fixe et mobile maritime varie de 1,2 MHz à 4,5 MHz (courbe 2, Fig. 2). Par ailleurs, le choix de la bande de fréquences sera également dicté par certains autres facteurs, notamment la latitude locale, le cycle d'activité solaire, etc. Il ressort d'une analyse des résultats obtenus que c'est l'espacement en fréquence et non une limitation de la puissance de l'émetteur ou l'utilisation conjointe de l'incidence quasi verticale et de l'incidence oblique des ondes électromagnétiques sur l'ionosphère qui rendra possible le partage entre les services.

Dans les analyses réalisées pour voir s'il est possible de faire une attribution regroupée des bandes de fréquences attribuées en exclusivité au SMM, il faudrait tenir compte du fait que certaines administrations proposent de libérer une portion du spectre en utilisant des systèmes adaptatifs en fréquences dans les services fixe et mobile maritime. Ces systèmes devraient pouvoir fonctionner dans des bandes de fréquences qui se chevauchent et le choix de la fréquence de fonctionnement se fera après analyse des conditions de propagation et du taux d'occupation des canaux de communication disponibles.

Toutefois, l'analyse montre que les systèmes adaptatifs en fréquences sont exploités avec de bons résultats depuis de nombreuses années mais qu'on ne dispose pas d'informations sur les économies de spectre qu'ils permettent de faire. Bien plus, compte tenu d'un certain nombre de spécificités de fonctionnement des systèmes du SMM, il se pourrait que les stations du service fixe et celles du SMM se retrouvent en concurrence pour utiliser les mêmes bandes de fréquences, ce qui aboutirait à des brouillages inacceptables.

L'analyse montre donc ce qui suit:

- Entre 4-10 MHz, il n'est possible de libérer des bandes de fréquences additionnelles que si l'on transfère en totalité ou en partie les attributions du service fixe des bandes 9 040-9 400 kHz et 9 900-9 950 kHz vers les bandes 4 063-4 438 kHz, 6 200-6 525 kHz, 8 195-8 815 kHz actuellement attribuées au SMM, ou vice versa, c'est-à-dire si l'on

transfère une partie des attributions du SMM des bandes 4 063-4 438 kHz, 6 200-6 525 kHz et 8 195-8 815 kHz vers les bandes 9 040-9 400 kHz et 9 900-9 950 kHz attribuées au service fixe. D'autres bandes peuvent être exclues de cet examen étant donné que les attributions aux services fixe et mobile y sont déjà regroupées.

- L'expérience acquise en ce qui concerne le partage entre le SMM et le service fixe montre qu'il faut imposer des restrictions importantes pour que les systèmes de ces deux services puissent fonctionner sur la même fréquence, ce qui ne convient pas pour les applications existantes de ces services.
- La thèse selon laquelle il serait possible de régler les problèmes que pose le partage entre les services fixe et mobile maritime en utilisant des systèmes adaptatifs en fréquences est ambiguë et doit être confirmée après une étude approfondie.
- Seul un espacement entre les fréquences utilisées par les stations du service fixe et celles utilisées par les stations du SMM et non une limitation de la puissance des stations d'émission du service fixe permettrait un partage entre les liaisons courte distance du service fixe utilisant les techniques NVIS et les liaisons longue distance du SMM.

Par ailleurs, il y a lieu de noter que toute réattribution de ces bandes supposerait une révision de l'Appendice 17 du RR qui est actuellement étudiée au titre de la Résolution 351 (CMR-03). Or, cette Résolution précise que toute modification apportée à l'Appendice 17 devrait l'être dans l'optique d'une amélioration du fonctionnement du SMM:

«que, dès que les études de l'UIT-R seront terminées, une future conférence compétente devrait envisager d'apporter les modifications nécessaires à l'Appendice 17 pour permettre l'utilisation, par le SMM, de nouvelles techniques».

Il s'ensuit que la révision de l'Appendice 17 ne doit pas nuire à la qualité de fonctionnement du SMM ni imposer de contraintes supplémentaires, en raison des problèmes de partage avec le nouveau service fixe.

Des études de brouillage entre le SMM et le service fixe ont été réalisées pour évaluer quelles seraient les conséquences du regroupement proposé de ces deux services entre 4-10 MHz. Les résultats de ces études sont présentés ci-après.

2 Scénarios de brouillage entre le service fixe et le SMM

Les systèmes du SMM assurent des communications entre des stations de navire et des stations côtières via des liaisons radioélectriques de 8 000 à 10 000 km. En règle générale, la puissance de la station de navire émettrice est limitée et le niveau du signal que reçoit la station terrestre du SMM est faible. Pour réduire les brouillages que pourraient causer les antennes d'émission, les stations d'émission et les stations de réception du SMM sont implantées dans des sites géographiquement distants.

Les sites d'émission, selon leur vocation, peuvent se trouver à proximité des zones de service pertinentes (par exemple, Kaliningrad, Mourmansk) ou à proximité de centres administratifs très éloignés d'une zone côtière (par exemple, Yakoutsk, Moscou). On peut utiliser des antennes directives ou non directives en fonction de l'emplacement du site d'émission et de la zone de service.

Les sites de réception sont conçus pour recevoir des signaux provenant de navires dont la position dans la zone de service n'est pas connue à l'avance. C'est la raison pour laquelle ces navires utilisent des antennes non directives ou une combinaison d'antennes directives dont les diagrammes de rayonnement se chevauchent. Cette solution permet d'avoir les antennes pseudo non directives à gain élevé pour un secteur angulaire donné. Compte tenu des caractéristiques d'exploitation des stations du SMM les scénarios de brouillage sont les suivants.

Scénario 1 – Brouillage causé à des stations de navire du SMM

Dans ce scénario, on suppose qu'une station d'émission du service fixe est située en un point donné (point Afs, Fig. 3) de la zone de service. Cette station exploite la réflexion ionosphérique sur son trajet radioélectrique. Le lobe principal de l'antenne de cette station est dirigé suivant un azimut bien précis. Etant donné que la station utilise la réflexion ionosphérique sur le trajet radioélectrique, une zone se forme sur la surface de la Terre, le long de l'azimut du diagramme de rayonnement de l'antenne, dans laquelle les signaux émis sont reçus. Sur la Fig. 3 cette zone est délimitée par des pointillés. La forme de cette zone dépend du diagramme de l'antenne et des conditions de l'ionosphère. Dans le scénario considéré, il y a aussi une station de réception de navire du SMM (point Dmms, Fig. 3) et une station fixe (point Bfs, Fig. 3). Elles utilisent des systèmes adaptatifs en fréquence qui fonctionnent dans des bandes de fréquences qui se chevauchent. Les stations sont situées en deux points à l'intérieur de la zone de réception potentielle des signaux. Les directions entre les sites de réception Cmms et Bfs et les stations d'émission des services fixe (Afs) et mobile maritime (Cmms) ne coïncident pas. A un moment donné, la station de navire du SMM reçoit un signal d'interrogation de la station d'émission (point Cmms, Fig. 3) sur la fréquence f_1 qui est quasi optimale. Si la qualité du signal reçu est satisfaisante, la station de navire envoie un signal de confirmation et commence alors une session de communication entre la station de navire et la station côtière. Dans le même temps, la station fixe au point Bfs reçoit une demande l'invitant à lancer une session de communication avec la station fixe.

Etant donné que les antennes directives sont largement utilisées dans le service fixe pour les communications longue distance et que la droite en direction d'un site d'émission du SMM et celle en direction d'une station fixe habituellement ne coïncident pas, un système adaptatif en fréquences fonctionnant dans le service fixe ne pourra pas, dans la majorité des cas, savoir si la fréquence f_1 est occupée.

Etant donné que les points Dmms et Bfs sont proches l'un de l'autre, les conditions de propagation des ondes radioélectriques pour ces stations seront proches. C'est la raison pour laquelle, selon toute vraisemblance, le système adaptatif en fréquences fonctionnant dans le service fixe sélectionnera la fréquence f_1 comme fréquence de fonctionnement, causant ainsi des brouillages inacceptables aux stations du SMM qui devront commencer à chercher une autre fréquence de fonctionnement.

Si d'autres fréquences envisageables ne sont pas disponibles en raison des conditions de propagation, il se pourrait que les systèmes de communication du SMM puissent ne pas fonctionner pendant un certain temps.

FIGURE 3

Scénario 1 – Brouillage causé par des stations du service fixe à des stations de navire du SMM



Rap 2080-03

Scénario 2 – Brouillage causé à des stations du service fixe par des stations de navire du SMM

Dans ce scénario, on suppose qu'une station du service fixe est située au point Afs dans la zone de service délimitée par la ligne en pointillés rouge (voir la Fig. 4). Cette station fonctionne sur la fréquence f_1 compte tenu des conditions de propagation propres à la zone de service. Une autre station du service fixe est implantée au point Bfs dans la même zone de service. L'antenne de cette dernière station est dirigée vers le point Afs.

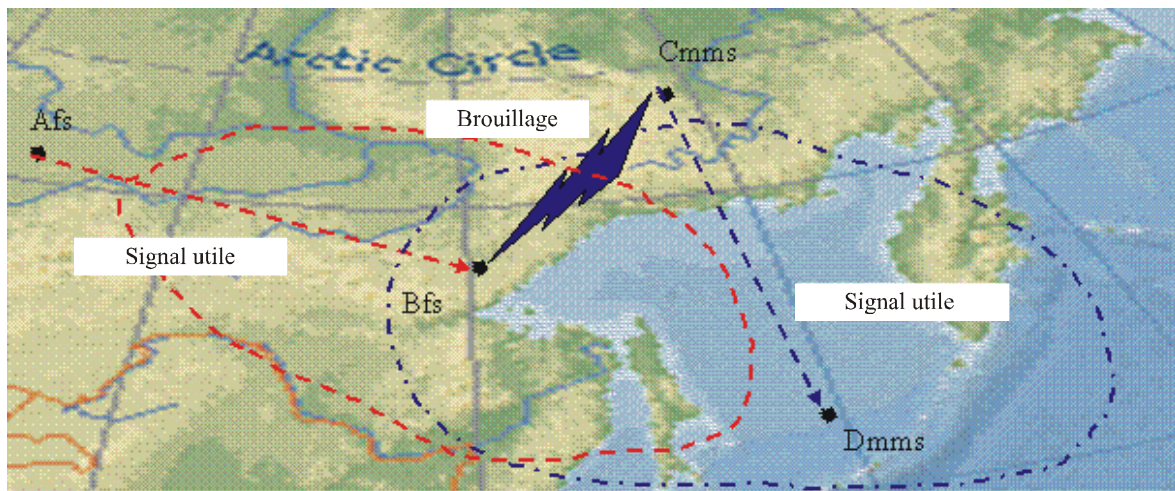
Il y a aussi dans ce scénario une station d'émission du SMM au point Cmms. La zone de service de cette station, délimitée par la ligne en points et pointillés bleue (voir la Fig. 4), chevauche en partie celle de la station du service fixe. On suppose que cette station est en communication avec un navire situé au point Dmms. Si la station Bfs se trouve à l'intersection des deux zones de service qui se chevauchent, la station Cmms pourrait devenir une source de brouillage préjudiciable pour la station du service fixe (Bfs). Si l'on réduit l'angle φ formé par la droite en direction de la station d'émission du service fixe et la droite en direction de la station d'émission du SMM, le niveau de brouillage potentiel augmentera.

Etant donné que la qualité d'un canal de communication du SMM dépend du niveau du signal reçu par la station de navire et que le site de réception et le site d'émission sont séparés par une distance géographique importante, le système adaptatif en fréquences du SMM ne pourra pas repérer que le canal fonctionnant sur la fréquence f_1 est occupé et pourra le sélectionner comme canal de fonctionnement. Par conséquent, la station d'émission du SMM pourrait causer des brouillages

inacceptables au système de communication du service fixe, ce qui amènera le système adaptatif en fréquences à changer de fréquence de fonctionnement ou à suspendre temporairement une session d'émission.

FIGURE 4

**Scénario 2 – Brouillage causé par des stations de navire du SMM
aux stations du service fixe**



Rap 2080-04

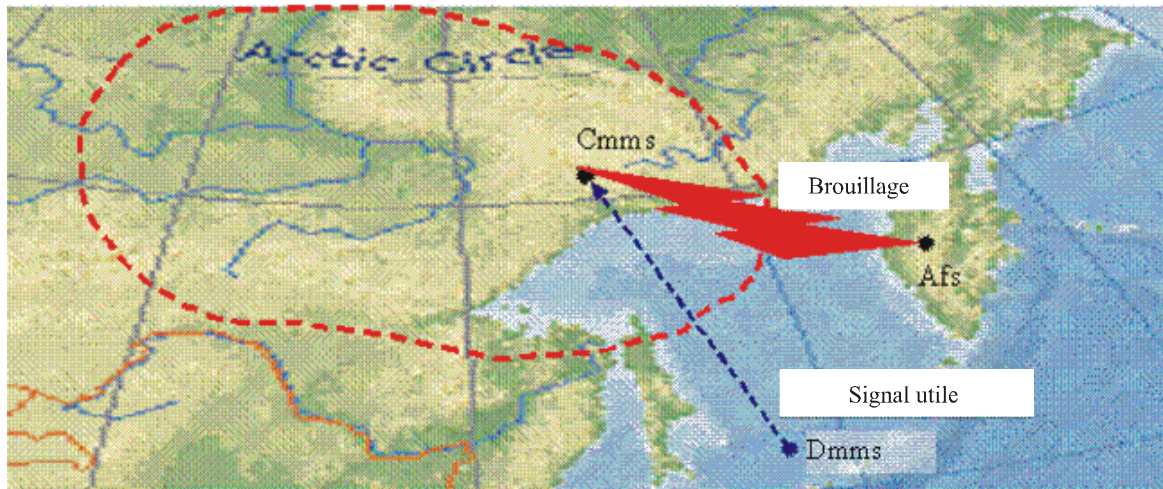
Scénario 3 – Brouillage causé à des stations côtières du SMM

Dans ce scénario, on suppose qu'une station du service fixe est située au point Afs d'une zone de service délimitée par la ligne en pointillés rouge (voir la Fig. 5). La zone de service comprend une zone côtière dans laquelle une station côtière de réception du SMM est implantée au point Cmms. Cette station est destinée à recevoir des signaux provenant de stations de navire.

La position d'une station de navire d'émission n'est pas connue à l'avance, ce qui fait que la station de réception du SMM peut utiliser aussi bien des antennes non directives que des antennes pseudo directives. Etant donné que les signaux de la station de navire sont de faible intensité sur le site de réception, le système adaptatif en fréquences du service fixe ne peut pas repérer que le canal utilisé par la station du SMM est occupé et pourra commencer à utiliser ce canal comme canal de fonctionnement, causant par là même des brouillages à la station côtière du SMM. Le niveau du brouillage dépendra du type d'antenne utilisé par la station de réception du SMM.

FIGURE 5

Scénario 3 – Brouillage causé par des stations du service fixe à des stations côtières du SMM



Rap 2080-05

Scénario 4 – Brouillage causé à des stations du service fixe par des stations de navire du SMM

Dans ce scénario, on suppose qu'une station du service fixe est située au point Bfs d'une zone de service d'une station de navire du SMM. Le signal de la station de navire du SMM pourrait tomber dans le lobe principal de l'antenne de la station du service fixe et, ainsi, brouiller cette station. Toutefois, la probabilité d'un tel scénario de brouillage est très faible étant donné que la puissance des émetteurs des stations de navire est faible. Ce scénario n'est donc pas analysé dans le présent Rapport.

3 Critères de protection

3.1 Critères de protection applicables aux stations du service fixe

Il ressort d'une analyse des systèmes du service fixe fonctionnant entre 4-10 MHz que ces systèmes sont conçus pour acheminer des données numériques ou analogiques et émettre des signaux appartenant à diverses classes d'émission. Par ailleurs, les critères de protection applicables aux systèmes à modulation numérique sont beaucoup moins stricts que ceux applicables aux systèmes analogiques. Une analyse des Recommandations de l'UIT-R relatives au service fixe montre qu'aucune Recommandation particulière ne définit de critères de protection pour les systèmes du service fixe exploités dans les bandes d'ondes décimétriques. Dans le même temps, la Recommandation UIT-R F.1610 indique qu'il convient d'utiliser le rapport signal/bruit (S/N) comme critère de protection pour les systèmes fonctionnant dans le service fixe. Elle précise que les valeurs seuil du rapport S/N pour diverses classes d'émission sont données dans la Recommandation UIT-R F.339-6. Une analyse de cette Recommandation montre que la valeur requise du rapport porteuse/bruit (C/N) peut varier entre -4 dB et 33 dB, selon la classe d'émission.

3.2 Critères de protection applicables aux stations du SMM

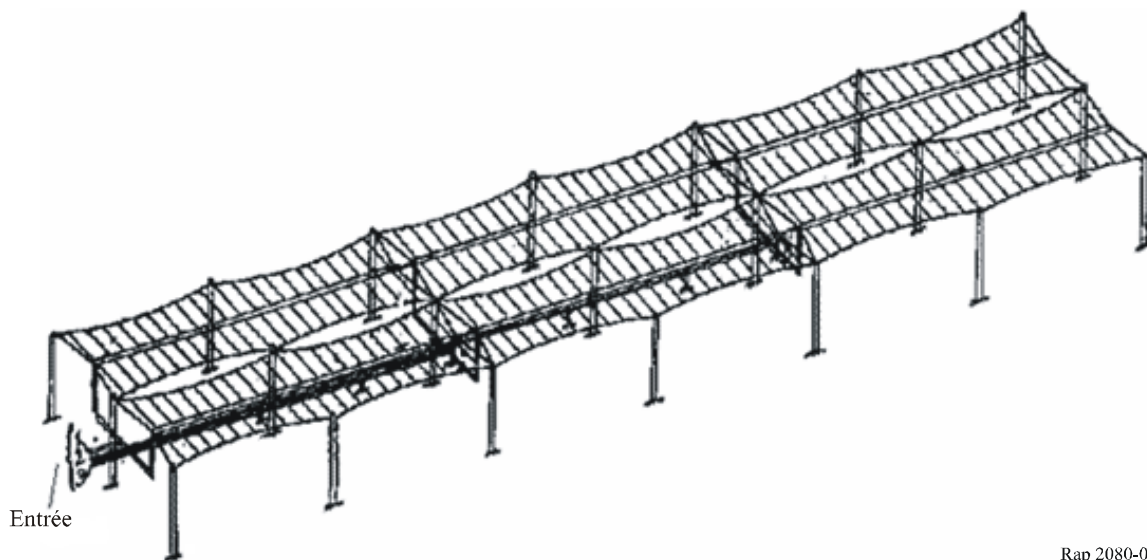
L'Organisation maritime internationale (OMI) a préconisé d'utiliser, conformément à sa Résolution A.801(19), Fourniture de services de radiocommunication SMDSM, un rapport signal/brouillage de 9 dB pour la Région A2 (voir, zone maritime A2) comme critère pour assurer des communications fiables avec les stations côtières du SMM fonctionnant dans le SMDSM. Des critères de protection plus stricts pourront être utilisés dans les bandes de fréquences comprises entre $4-10$ MHz pour certains modes d'exploitation.

4 Examen des différents modèles d'antennes d'émission utilisés dans le service fixe, le SMM et le service de radiodiffusion

Les systèmes du service fixe et du SMM établissent des liaisons de communication longue distance pouvant aller jusqu'à 10 000 km et devraient fonctionner dans une portion de spectre bien précise, moyennant un réaménagement des fréquences. Ces systèmes pour fonctionner ont besoin d'antennes large bande à gain élevé. Ces antennes pourraient être construites à partir d'antennes réseau composées de modules légèrement directifs. Des antennes à ondes progressives et des antennes doublet large bande mises à la terre pourraient être utilisées comme éléments de ces réseaux. La Fig. 6 illustre une antenne réseau rectiligne à deux éléments constituée d'antennes à ondes progressives à trois éléments.

FIGURE 6

Antenne réseau horizontale à deux éléments constituée d'antennes à ondes progressives à trois éléments



Rap 2080-06

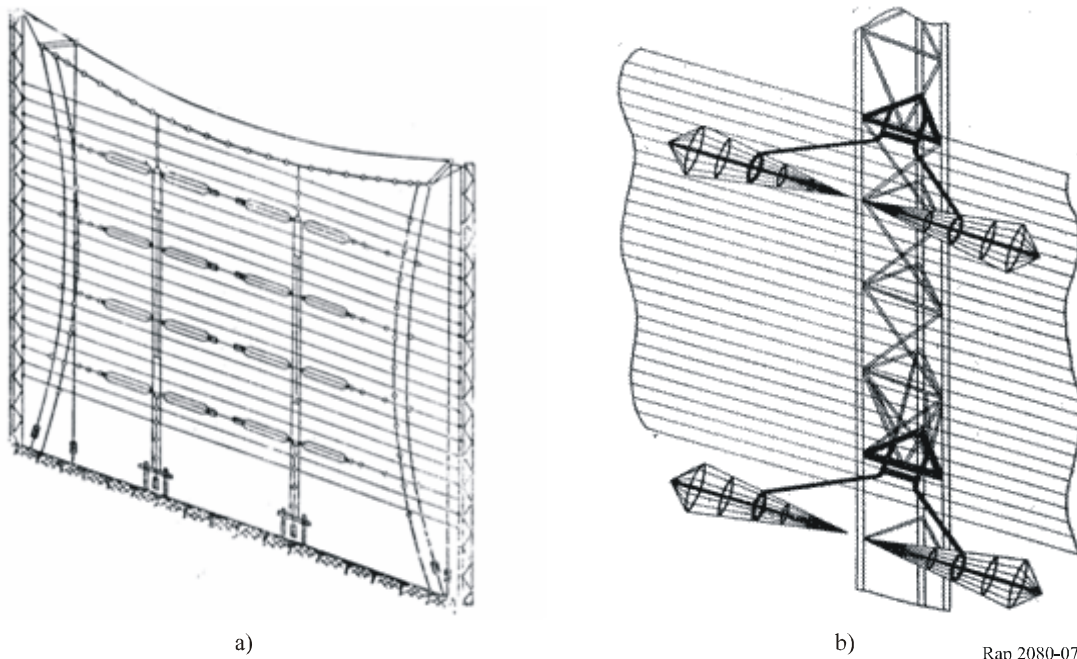
Le principal problème lié au fonctionnement de ce type d'antenne tient à leurs dimensions géométriques et au fait qu'il n'est pas facile de modifier leur orientation dans l'espace. Les dimensions des antennes dépendent de la longueur d'onde et d'un gain requis qui définit le nombre d'éléments utilisés. La longueur des antennes utilisées dans les bandes d'ondes décimétriques pourrait être de plusieurs dizaines, voire de plusieurs centaines de mètres. Le fait qu'il soit difficile de changer mécaniquement l'orientation de l'antenne amène à devoir utiliser une méthode spécifique pour construire l'antenne de la station du SMM à utiliser pour les communications avec les navires. Cette méthode consiste à utiliser plusieurs antennes situées de telle façon que leurs lobes principaux se chevauchent à un niveau donné. Pour augmenter le gain des antennes, on pourra ajouter des éléments d'une antenne à ondes progressives ou accroître le nombre d'antennes à ondes progressives intégrées dans une antenne réseau donnée. Dans un cas comme dans l'autre, il y aura plusieurs conséquences; l'augmentation des dimensions géométriques de l'antenne, plus grande complexité de son réglage et l'augmentation des coûts d'exploitation.

L'utilisation d'antennes réseau spatiales selon la configuration générale illustrée dans la Fig. 7a) permettrait de réduire la longueur des antennes. L'utilisation d'un écran réduit les lobes arrière. On pourrait augmenter la largeur de bande de fonctionnement de ce type d'antenne en utilisant un réseau d'antennes doublet biconiques mis à la terre comme éléments du réseau. La Fig. 7b) donne une vue extérieure de ces doublets et indique comment les installer.

La Fig. 7a) illustre une antenne qui est un réseau d'éléments légèrement directifs. Il faudrait donc augmenter le nombre d'éléments du réseau pour augmenter le gain, ce qui se traduirait par une augmentation des dimensions de l'antenne, de sa masse et de la charge du vent sur la structure et aussi par un rétrécissement de la largeur de bande de fonctionnement. Il faudrait aussi prendre des dispositions pour régler son comportement dans l'espace. C'est pourquoi on utilise dans la pratique des antennes présentant un gain relativement faible. Il s'agit de l'antenne BHD¹ qui se compose de 8 éléments empilés en deux couches comportant chacune 4 doublets horizontaux et de l'antenne BHD-4/4 qui se compose de 4 éléments empilés en 4 couches comportant chacune 4 doublets horizontaux. La Fig. 8 illustre l'antenne BHD-4/4.

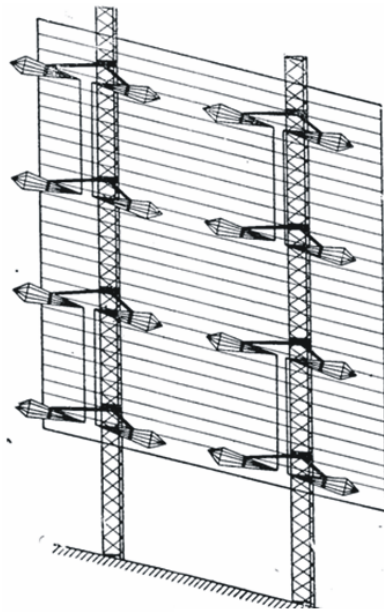
FIGURE 7

Antenne réseau horizontale dont les phases des différents éléments coïncident



¹ Antenne BHD – Antenne doublet horizontale à rayonnement transversal.

FIGURE 8
Antenne BHD-4/4



Rap 2080-08

Une analyse de la conception de l'antenne BHD-4/4 fait apparaître qu'il est pratiquement impossible de balayer le faisceau principal de l'antenne en faisant varier l'orientation de l'antenne dans l'espace. C'est pourquoi, pour obtenir les antennes non directives à gain élevé utilisées dans le service mobile maritime, on utilise plusieurs antennes BHD dont les faisceaux principaux se chevauchent à un niveau donné, comme dans le cas précédent. Le fait de regrouper plusieurs antennes en une seule et même antenne réseau fait augmenter considérablement le coût de conception, de réglage et de fonctionnement de ce type d'antenne, ce qui fait qu'elle n'est pas rentable économiquement. Etant donné que les liaisons de communication en ondes décimétriques utilisent la propagation ionosphérique pour acheminer le signal jusqu'à sa destination, il serait maladroit de prétendre qu'en augmentant le gain de l'antenne on diminuerait à coup sûr la zone dans laquelle les émissions d'une station donnée causeraient des brouillages préjudiciables. C'est pourquoi on utilise dans les services fixe et mobile maritime des antennes à gain élevé uniquement lorsque la validité technique et économique de ces antennes a été confirmée.

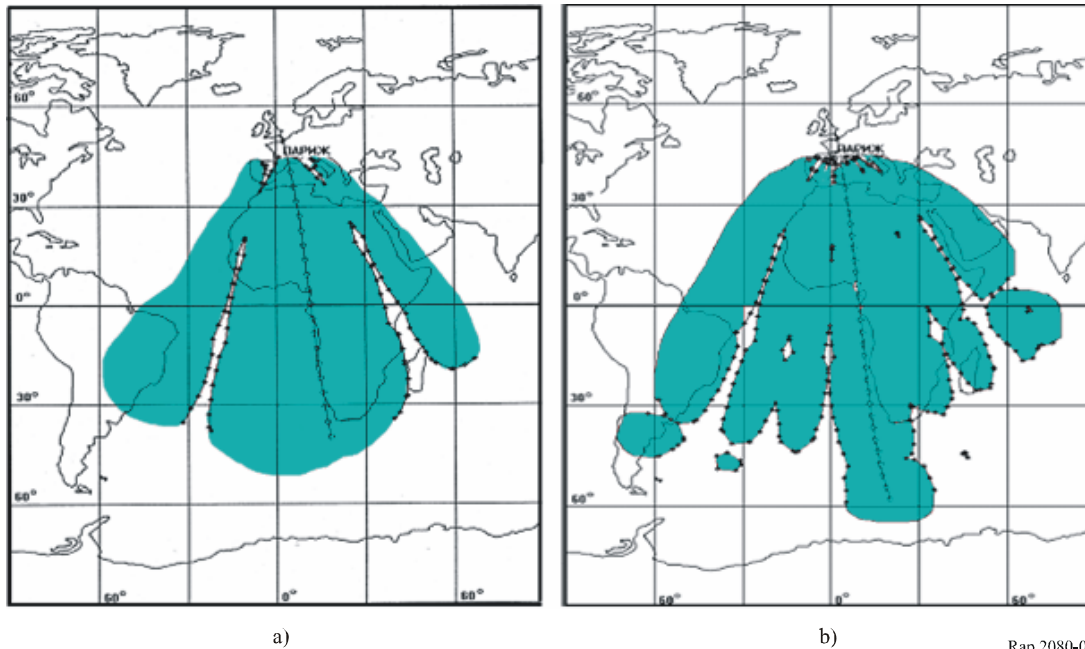
5 Calcul des brouillages mutuels entre stations du service fixe et stations du SMM utilisant des antennes d'émission très directives

Pour calculer les brouillages potentiels, on peut notamment déterminer la zone dans laquelle les stations du service fixe et celles du SMM causent des brouillages inacceptables. Un exemple correspondant au scénario 1 de brouillages mutuels est tout d'abord examiné. Dans cet exemple, on suppose qu'une station d'émission du service fixe est implantée sur un site à $48^{\circ} 50'$ N de latitude et $2^{\circ} 20'$ E de longitude (Paris). L'azimut du faisceau principal de l'antenne de cette station est de 170° . La station peut utiliser l'antenne BHD-2/4 et l'antenne BHD-4/8 (pile de 4 couches comportant chacune 8 doublets horizontaux). La puissance d'émission de la station est de 15 kW et la fréquence d'exploitation est de 9 100 MHz. Les estimations ont été faites à 2 h du matin, heure de Moscou, en juin, lorsque l'activité solaire était à son minimum. On suppose vingt taches solaires. Les estimations ont été réalisées pour un secteur angulaire de $\pm 40^{\circ}$ par rapport à l'orientation de l'axe du faisceau principal de l'antenne. La Fig. 9 donne les résultats des estimations pour une zone de service potentielle où le champ est d'au moins $20 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$. La Fig. 9a) donne les résultats lorsque

la station d'émission utilise l'antenne BHD-2/4 et la Fig. 9b) lorsqu'elle utilise l'antenne BHD-4/8. Les zones de service potentielle pour la station du service fixe sont indiquées en bleu.

FIGURE 9

Zone de service potentielle pour la station d'émission du service fixe



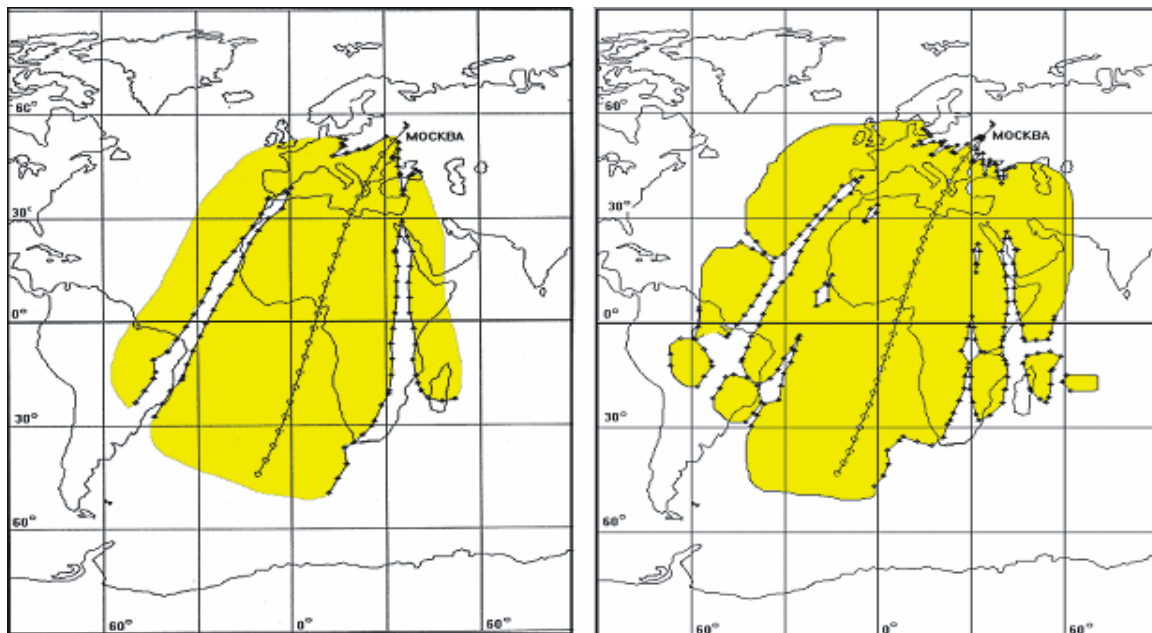
Rap 2080-09

Une analyse des résultats calculés pour l'antenne BHD-2/4 montre qu'une station du service fixe utilisant une telle antenne non seulement pourrait assurer des communications avec les stations déployées sur la quasi-totalité du continent africain mais aussi rayonnerait un champ électromagnétique d'au moins 20 dB(μ V/m) sur des portions importantes de l'océan Indien et de l'océan Atlantique. Les efforts qui ont été faits pour réduire les zones de brouillages mutuels potentiels (utilisation d'une antenne BHD-4/8 à gain élevé) n'ont pas été couronnés de succès. Le fait de passer d'une antenne BHD-2/4 à une antenne BHD-4/8 pour la station d'émission a modifié la forme et les dimensions de la zone de service potentielle de la station d'émission du service fixe mais n'a pas permis de réduire de façon significative la taille de l'antenne.

Dans les estimations, on est parti de l'hypothèse que la station d'émission du SMM était située au point 55° 45' N de latitude et 37° 37' E de longitude (Moscou). Cette station équipée d'antennes BHD-2/4 et BHD-4/8 fonctionnant à 9 100 kHz assure les communications avec les navires naviguant dans l'Atlantique Sud. L'azimut des lobes principaux de l'antenne est de 216°. La puissance de l'émetteur est de 15 kW. Dans ces estimations, on a également supposé que l'activité solaire était à son minimum et que les conditions étaient analogues à celles pour la station fixe. Les résultats des estimations sont donnés dans la Fig. 10. La Fig. 10a) donne les résultats lorsque la station d'émission utilise une antenne BHD-2/4 et la Fig. 10b) lorsqu'elle utilise une antenne BHD-4/8. La zone dans laquelle le champ électrique du signal serait d'au moins 20 dB(μ V/m) est indiquée en jaune.

FIGURE 10

Zone de service potentielle pour la station d'émission du SMM



a)

b)

Rap 2080-10

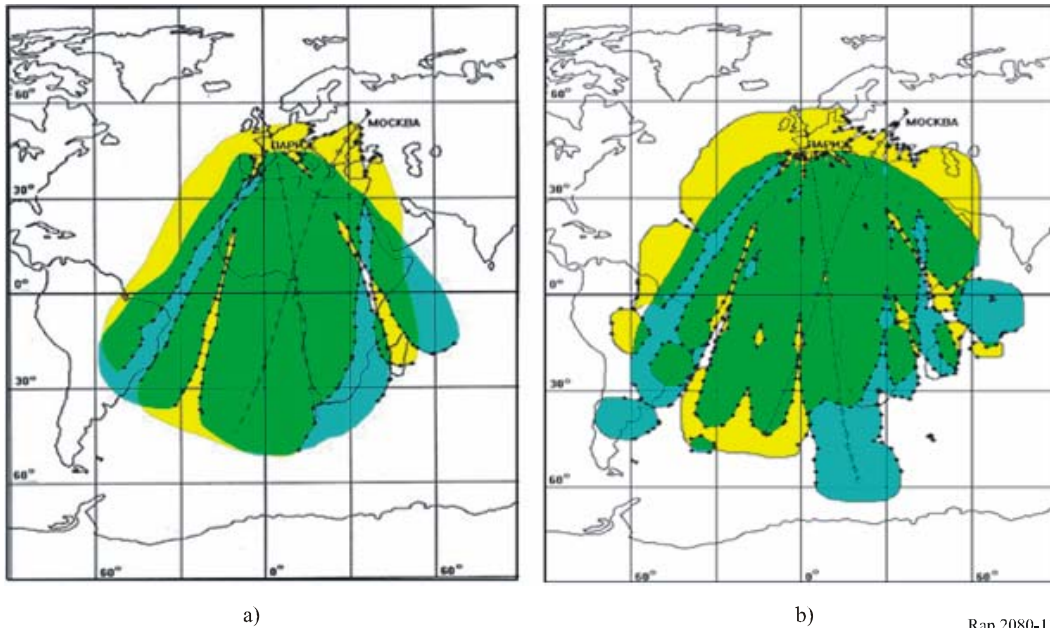
Une analyse des résultats obtenus fait apparaître qu'une station d'émission de ce type non seulement assurerait les communications avec les stations de navire situées dans la plus grande partie de l'Atlantique mais aussi rayonnerait un champ électromagnétique d'au moins $20 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ sur des zones importantes du continent africain, sur une grande partie de Madagascar, dans la péninsule arabique et dans une partie de l'Amérique du Sud, quelle que soit l'antenne utilisée.

La Fig. 11 donne les résultats des estimations pour les deux services considérés. La Fig. 11a) donne les résultats dans le cas où les deux stations d'émission utilisent une antenne BHD-2/4 alors que la Fig. 10b) donne les résultats lorsque ces deux stations utilisent une antenne BHD-4/8. La zone où le rapport porteuse/bruit serait proche de 0 dB est indiquée en vert.

Une analyse des résultats obtenus montre que la station d'émission du service fixe pourrait causer des brouillages préjudiciables au service mobile maritime dans une partie importante de l'Atlantique. Par ailleurs, le rapport porteuse/bruit serait proche de 0 dB pour les stations du service fixe sur une très grande partie du continent africain. Cette analyse permet de conclure que, sur la base des dispositions de la Recommandation UIT-R F.339-6, des brouillages préjudiciables seraient causés aux stations du service fixe. L'utilisation d'antennes à gain plus élevé par les stations des deux services ne se traduirait pas par une réduction de la zone de service des deux stations ni par une diminution importante de la zone où il y aurait des risques de brouillages préjudiciables. On peut donc conclure que l'exploitation de stations adaptatives en fréquences dans les services considérés ne serait pas possible en raison de leur coût, des dimensions importantes de l'antenne et de la difficulté à résoudre le problème de la réduction des zones de brouillages préjudiciables mutuels.

FIGURE 11

Zone dans laquelle les stations de navire du SMM pourraient subir des brouillages préjudiciables



Rap 2080-11

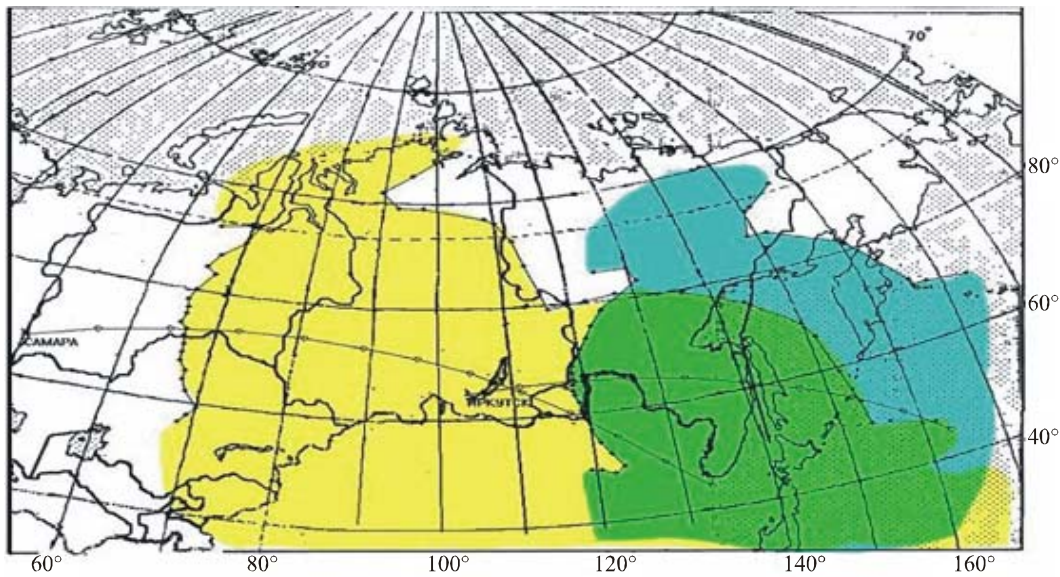
Dans une évaluation plus poussée de la situation associée au second scénario de brouillages mutuels, on suppose que la station d'émission du service fixe est située au point $53^{\circ} 13' N$ de latitude et $50^{\circ} 10' E$ de longitude (Samara). La station pourrait être équipée d'une antenne BHD-2/4 ou d'une antenne BHD-4/8, l'azimut du lobe principal étant de 66° . On suppose que les estimations sont réalisées à 20 h, heure de Moscou, en février, lorsque l'activité solaire est à son minimum. On suppose vingt taches solaires. La Fig. 12a) donne les résultats des estimations lorsque les deux stations d'émission utilisent une antenne BHD-2/4 alors que la Fig. 12b) donne ces mêmes résultats lorsqu'elles utilisent une antenne BHD-4/8. Une zone de service potentielle pour la station d'émission du service fixe est indiquée en jaune.

On suppose également dans cette estimation qu'une station d'émission du SMM est située au point $52^{\circ} 19' N$ de latitude et $104^{\circ} 14' E$ de longitude (Irkoutsk). Cette station établit des communications avec les navires naviguant dans la partie sud-est de l'océan Pacifique. La station du SMM est également équipée d'une antenne BHD-2/4 et d'une antenne BHD-4/8, l'azimut de leurs lobes principaux étant de 80° . Une zone de service potentielle pour la station du SMM est indiquée en bleu sur la Fig. 12.

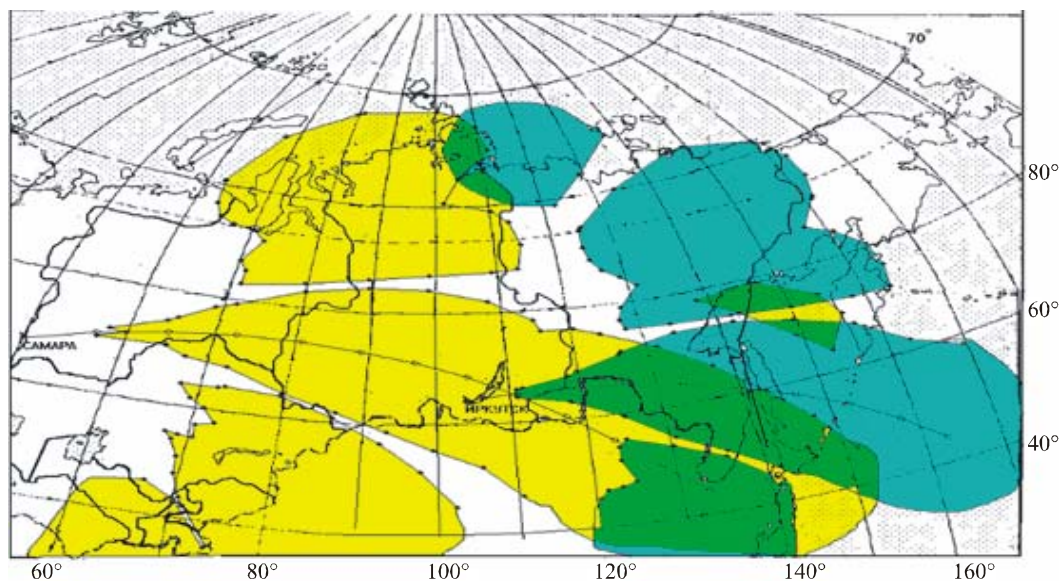
La couleur verte indique les zones où le rapport porteuse/bruit est égal à environ 0 dB pour les deux stations considérées. Une analyse des résultats obtenus montre que, sur la base des dispositions de la Recommandation UIT-R F.339-6, des brouillages préjudiciables pourraient être causés aux stations du service fixe situées dans cette zone. Des brouillages préjudiciables pourraient également être causés aux stations de navire du SMM situées dans la zone en vert qui couvre une partie de l'océan Pacifique. L'utilisation d'antennes à gain plus élevé se traduirait par une modification de la forme de la zone où se produiraient probablement des brouillages préjudiciables mutuels et par une réduction de cette zone par rapport au cas où la station du service fixe et la station du SMM utilisent une antenne BHD-2/4. Toutefois, le fait de modifier l'orientation du faisceau principal de l'antenne de la station du service fixe, ou la distance entre la station d'émission du service fixe et celle du SMM, pourrait aboutir à une augmentation importante de la zone de brouillages mutuels préjudiciables potentiels.

FIGURE 12

Zones de brouillages préjudiciables mutuels



a)



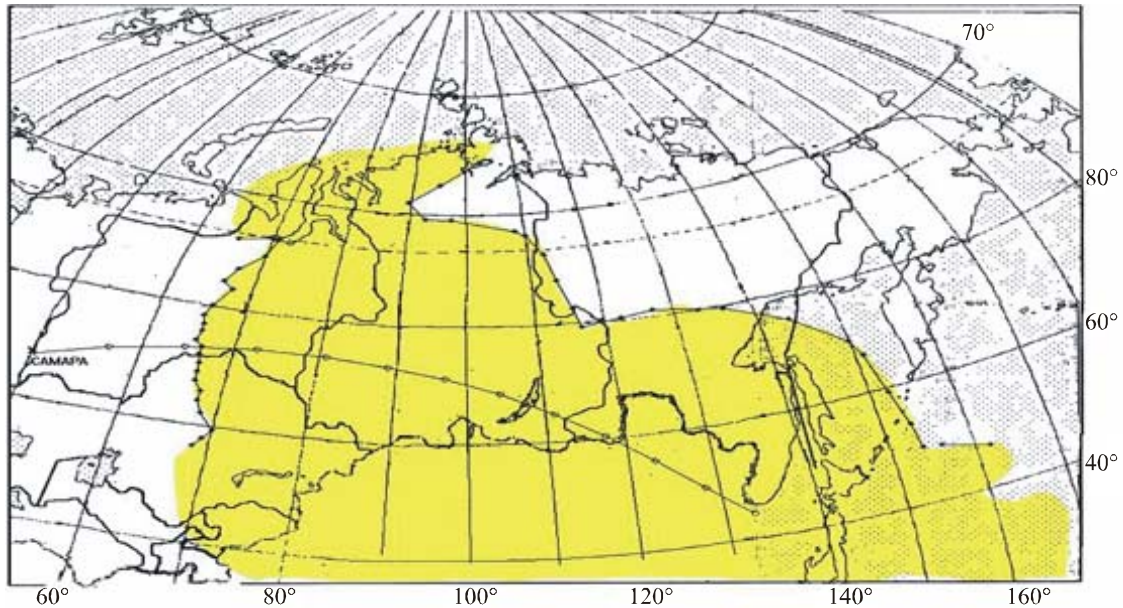
b)

Rap 2080-12

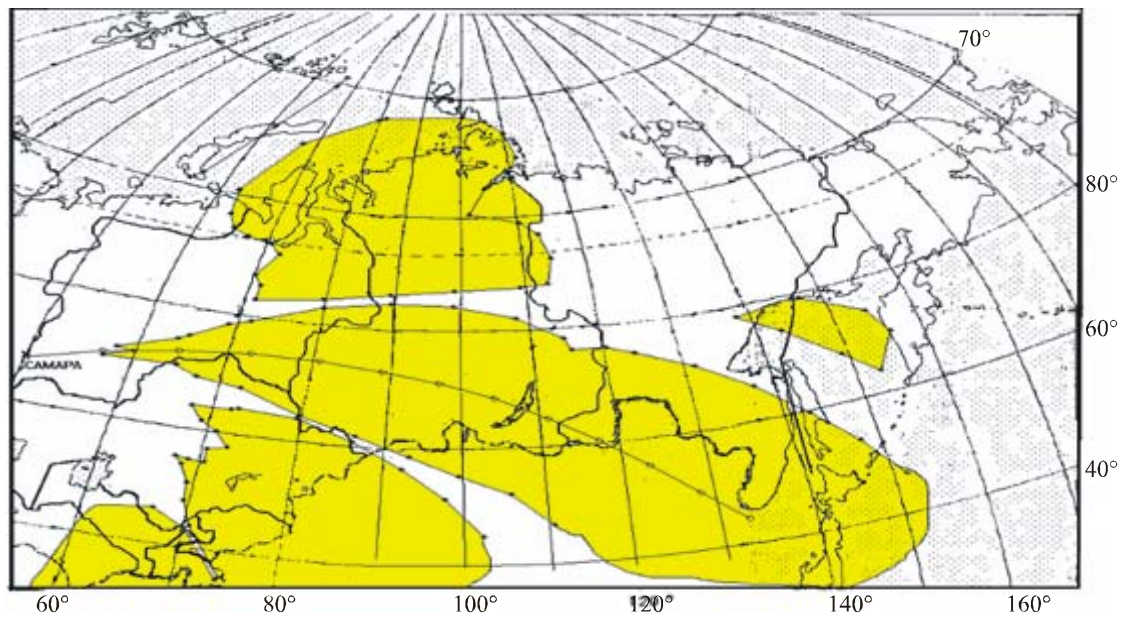
Dans une analyse encore plus poussée de la situation associée au second scénario, on suppose que la station d'émission du service fixe est située à $53^{\circ} 13' N$ de latitude et $50^{\circ} 10' E$ de longitude (Samara). Cette station est équipée des antennes BHD-2/4 et BHD-4/8, l'azimut des lobes principaux étant de 66° . On suppose également dans cette estimation que les mesures sont réalisées à 20 h, heure de Moscou, en février, lorsque l'activité solaire est à son minimum. On suppose 20 taches solaires. La Fig. 13 montre une zone jaune dans laquelle la station d'émission du service fixe rayonnerait un champ électrique d'au moins $20 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$. La Fig. 13a) donne les résultats lorsque la station utilise une antenne BHD-2/4 et la Fig. 13b) lorsque cette station utilise une antenne BHD-4/8.

FIGURE 13

Zones de service potentielles de la station d'émission du service fixe équipée de différentes antennes



a)



b)

Rap 2080-13

Une analyse des résultats obtenus montre que la station du service fixe pourrait causer des brouillages préjudiciables aux stations du SMM sur une partie importante des côtes pacifiques de la Fédération de Russie et de la Chine, à Sakhalin et au Japon et dans une certaine partie de l'océan Arctique, quelle que soit l'antenne d'émission qu'utilise cette station.

Les estimations obtenues font également apparaître qu'à puissance de rayonnement égale, les systèmes du service fixe et du SMM causeraient des brouillages préjudiciables mutuels. Si la puissance d'émission de la station du SMM est ramenée à 5 kW et si celle de la station du service fixe est de 15 kW, les stations du service fixe causeront des brouillages préjudiciables aux systèmes du SMM. Etant donné que la puissance des stations d'émission du service fixe peut aller jusqu'à

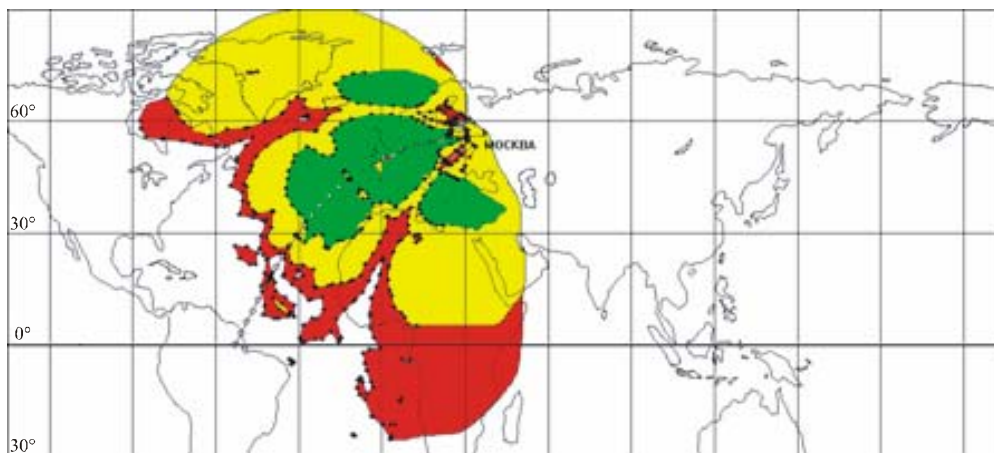
80 kW, la puissance des stations d'émission du SMM étant limitée à 15 kW (voir les numéros 52.56, 52.104 et 52.143 du RR), les stations du service fixe causeront des brouillages préjudiciables aux systèmes du SMM, même si la puissance d'émission des stations du SMM est de 15 kW.

6 Analyse de la faisabilité du partage entre les stations des services fixe et mobile et les stations de radiodiffusion sur la base d'un espacement géographique

Pour évaluer si un partage est possible entre, d'une part, les services fixe et mobile et, d'autre part, le service de radiodiffusion, il faut commencer par évaluer les dimensions des zones dans lesquelles le service de radiodiffusion pourrait causer des brouillages préjudiciables aux autres services. Pour cette estimation, on suppose une station d'émission type du service de radiodiffusion avec l'émetteur Viyuga-2 (tempête de neige-2) ayant une puissance en sortie de 250 kW et utilisant une antenne BHD-4/4. La station est située à 55° 45' N de latitude et 37° 37' E de longitude (Moscou). Cette station est conçue pour diffuser des programmes vers la région de Kaliningrad et pour les ambassades de la Fédération de Russie dans les pays européens. Le lobe principal de la station est donc orienté à 270° d'azimut. Dans cette estimation, on suppose également que les mesures sont réalisées à 22 h, heure de Moscou, en février, pour une fréquence d'émission de 6 MHz. On suppose 70 taches solaires. Les résultats des estimations sont donnés sur la Fig. 14.

FIGURE 14

Zones de radiodiffusion et zones de brouillage potentielles



Rap 2080-14

La Fig. 14 montre trois zones de couleurs différentes. La zone en vert correspond à un champ de radiodiffusion de 54 dB(μ V/m), la zone en jaune à un champ de 40 dB(μ V/m) et la zone en rouge à un champ d'au moins 30 dB(μ V/m).

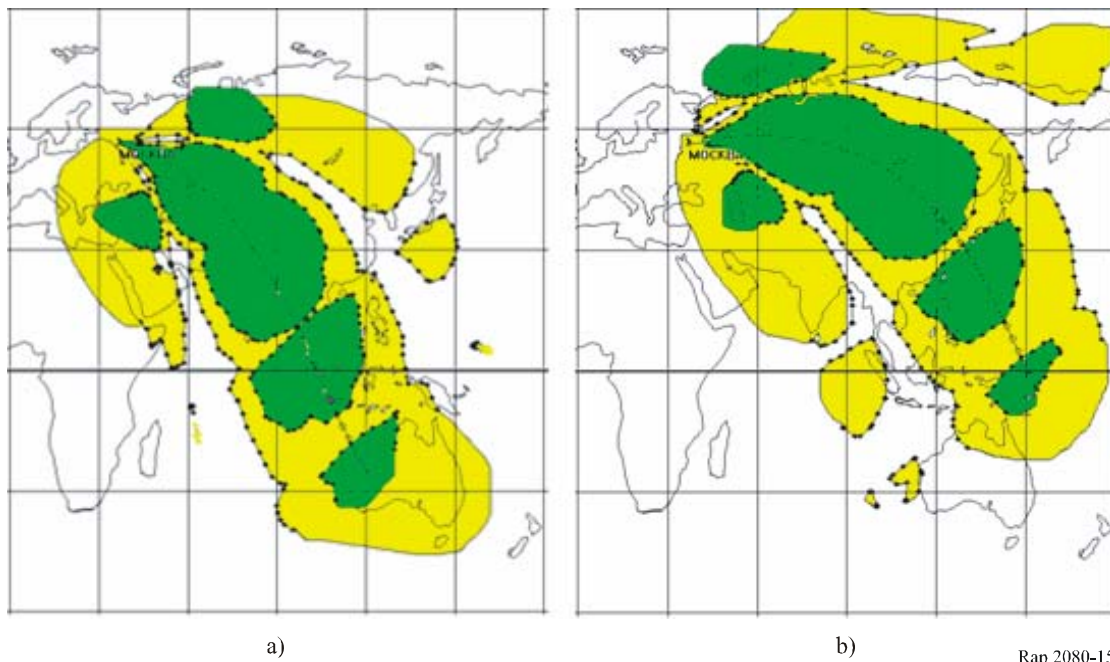
Une analyse des résultats obtenus fait apparaître que la station d'émission de radiodiffusion causerait des brouillages préjudiciables aux stations de navire situées dans des zones de l'Atlantique Nord et de l'Atlantique Nord-Est où le champ de radiodiffusion serait d'au moins 54 dB(μ V/m). Par ailleurs, il pourrait y avoir des brouillages importants au-delà de cette zone. Si l'on tient compte de la zone où le champ de radiodiffusion est d'au moins 30 dB (μ V/m), on pourrait conclure qu'une station de radiodiffusion de ce type pourrait causer des brouillages préjudiciables aux stations de navire du SMM situées dans l'océan Atlantique et dans l'océan Arctique ainsi qu'aux stations du service fixe et aux stations terrestres du SMM déployées en Afrique, au Groenland et en Europe.

On suppose encore dans cette estimation que les stations précitées émettant vers certaines régions de Sibérie et d'Extrême-Orient ont la même puissance et utilisent la même fréquence. Pour estimer

les dimensions de la zone associée aux stations du service fixe et aux stations du SMM, on a effectué des calculs afin de définir une zone de couverture potentielle pour un émetteur déployé au même point géographique et rayonnant des signaux de même intensité. On a également supposé dans ces estimations que les mesures étaient réalisées à 22 h, heure de Moscou, en février, pour une fréquence d'émission de 6 MHz. On a supposé 70 taches solaires. La station d'émission utilisait une antenne BHD-4/4 avec des azimuts de 110° et de 70° pour les lobes principaux. Les résultats de l'estimation sont indiqués sur les Fig. 15a) et 15b).

FIGURE 15

Zone de radiodiffusion potentielle pour une antenne BHD-4/4



Rap 2080-15

Deux zones de couleurs différentes sont représentées sur la Fig. 15. La zone en vert correspond à un champ de radiodiffusion de $54 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ et la zone en jaune à un champ de radiodiffusion de $40 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$. Une analyse des résultats obtenus montre que les émissions de la station de radiodiffusion pourraient être reçues non seulement dans la zone spécifiée mais aussi en Inde, en Chine, en Mongolie, au Pakistan, en Australie, dans la péninsule arabique et dans certaines parties d'Europe et d'Afrique de l'Est, pour un azimut de 110° du lobe principal de l'antenne d'émission. En faisant varier l'azimut du lobe principal de l'antenne d'émission, on modifierait la position de la zone de radiodiffusion potentielle et on élargirait cette zone.

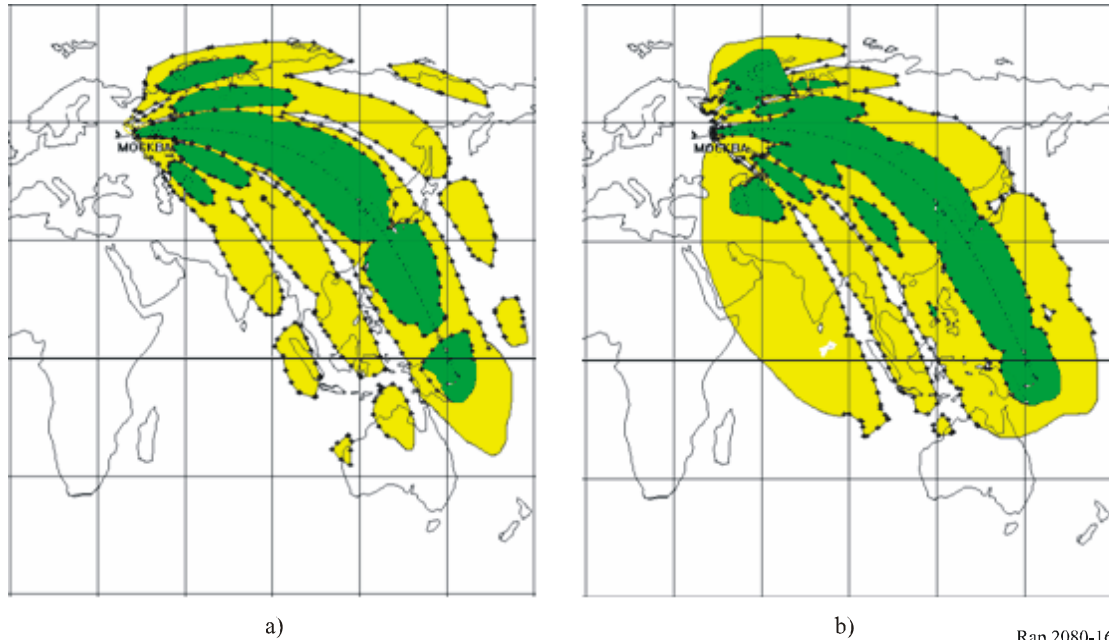
Une analyse des résultats obtenus permet de conclure qu'en raison d'une puissance de rayonnement élevée, les stations de radiodiffusion pourraient causer des brouillages préjudiciables aux stations d'émission du service fixe et du service mobile qui fonctionnent à des puissances sensiblement plus basses. Par ailleurs, des brouillages pourraient être causés sur un territoire qui dépasse largement la zone de service de la station de radiodiffusion. Par conséquent, l'espacement géographique ne permettrait pas un partage entre les stations de radiodiffusion et les stations des service fixe et mobile maritime.

La possibilité de réduire la zone de service potentielle de la station de radiodiffusion en utilisant une antenne à gain élevé a également été analysée. La Fig. 16a) donne les résultats des estimations pour une antenne BHD-4/8 à 6 MHz. Une analyse des résultats obtenus montre que, si on utilise une antenne BHD-4/8, la zone où les programmes de radiodiffusion peuvent être reçus est plus complexe dans sa forme mais elle n'est pas réduite. Par conséquent, toute tentative visant à assurer

un partage avec les stations d'autres services, sur la base d'un espacement géographique, risque de causer des problèmes importants dans des zones de l'Inde, de la Chine, de la Mongolie, du Japon, de l'Australie et dans certaines parties de l'océan Indien, de l'océan Pacifique ou de l'océan Arctique.

FIGURE 16

Zone de radiodiffusion potentielle pour une antenne BHD-4/8



Rap 2080-16

Les conséquences d'un changement de fréquence sur les dimensions de la zone de radiodiffusion ont également été étudiées. Les hypothèses faites pour le cycle d'activité solaire dans les estimations sont similaires à celles qui ont été faites dans le cas de l'utilisation d'une antenne BHD-4/8 à une fréquence de 9 100 kHz. La Fig. 16b) donne les résultats des estimations. Une analyse des résultats obtenus fait apparaître qu'une augmentation de la fréquence se traduirait par un élargissement de la zone de couverture dans laquelle les émissions de la station de radiodiffusion causeraient des brouillages préjudiciables aux systèmes du service fixe et du SM.

Les éléments ci-dessus permettent de conclure qu'une modification de l'orientation de l'antenne de la station de radiodiffusion ne rendrait pas possible un partage entre le service de radiodiffusion et les services fixe/mobile sur la base d'un espacement géographique ou d'une division temporelle. L'utilisation d'antennes à gain plus élevé ne permettrait pas de réduire de façon significative les zones de brouillage potentielles mais se traduirait par un réaménagement des rayonnements sur un territoire approprié.

Conclusions

Une analyse des résultats des estimations qui ont été réalisées montre que l'utilisation de systèmes adaptatifs en fréquences dans le service fixe et dans le SMM risquerait de causer des brouillages préjudiciables entre ces deux services. Les brouillages pourraient être éliminés en imposant des contraintes supplémentaires au service fixe, ce qui empêcherait le fonctionnement optimal de ce service dans les bandes de fréquences qui lui ont été attribuées. Il ne serait donc pas possible d'utiliser le scénario de partage entre le service fixe et le SMM comme méthode potentielle pour traiter le point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-07 (Questions D et E).

Les conditions de propagation des ondes radioélectriques entre 4-10 MHz rendent impossible l'utilisation d'antennes à faisceaux étroits pour résoudre le problème de compatibilité électromagnétique entre les services et les conséquences pourraient être négatives lorsqu'on utilise le concept d'espacement géographique.

Annexe 2

Spectrogrammes obtenus à l'issue des campagnes de contrôle des émissions

Résumé

Un groupe d'administrations a réalisé un certain nombre de campagnes de contrôle des émissions dans les bandes de fréquences comprises entre 4-10 MHz, à l'aide de stations de contrôle des émissions situées en Europe. En plus des balayages automatisés de tranches de 200 kHz de spectre par jour (spectrogrammes), ces administrations ont également procédé à des observations manuelles.

Une comparaison entre les observations manuelles des stations de contrôle des émissions et les spectrogrammes fait apparaître que la quasi-totalité des transmissions entre 4-10 MHz sont visibles sur les spectrogrammes enregistrés. Il convient toutefois de noter que les émissions de très faible puissance ou de très courte durée (moins de 10 s) ne seront peut-être pas toujours visibles.

Une comparaison des spectrogrammes enregistrés dans les différentes stations de contrôle des émissions montre que la différence entre les transmissions observées est faible. On peut donc considérer que les informations recueillies sur un site sont représentatives de tous les sites.

Les bandes additionnelles attribuées au service de radiodiffusion par la CAMR-92 sont déjà très largement utilisées par ce service même si elles n'étaient pas disponibles avant le 1er avril 2007. En outre, les bandes envisageables au-dessus de 5 840 kHz, identifiées dans la Résolution 544 (CMR-03), sont également utilisées par le service de radiodiffusion.

L'occupation des bandes attribuées aux services fixe et mobile est généralement relativement faible, ce qui permet de penser qu'un partage, sous une forme ou une autre, est possible avec d'autres services.

L'utilisation du spectre attribué au service maritime se concentre généralement dans une partie de la bande attribuée. Un réaménagement de l'utilisation de ces bandes est possible, en particulier en ce qui concerne les bandes 8 200-8 350 kHz et 8 700-8 815 kHz et il y a aussi des possibilités de partage avec d'autres services.

La bande 8 815-9 000 kHz attribuée au service aéronautique est, semble-t-il, très sous-utilisée.

Introduction

Des campagnes de contrôle des émissions ont été organisées à l'appui des travaux préparatoires d'un groupe d'administrations au titre du point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-07. L'objet du présent Rapport est de fournir en toute indépendance des informations objectives sur l'utilisation des bandes d'ondes décimétriques comprises entre 4-10 MHz.

Stations de contrôle des émissions

L'emplacement des stations de contrôle des émissions participant à ces campagnes est donné sur la Fig. 17.

Chaque station de contrôle des émissions peut recevoir des signaux en ondes décamétriques qui se propagent par l'onde de sol ou l'onde ionosphérique. La distance sur laquelle ces signaux se propagent via l'onde de sol est donnée dans la Recommandation UIT-R P.368. La distance maximale varie en proportion inverse de la fréquence en fonction et du type de terrain (par exemple, étendues d'eau salée, sol moyennement sec, etc.). Elle peut être de l'ordre de plusieurs dizaines de kilomètres pour les fréquences comprises entre 4-10 MHz. La réception des signaux se propageant via l'onde ionosphérique dépend d'un certain nombre de paramètres, notamment l'heure de la journée, la saison, l'activité solaire et la fréquence. En général, des signaux peuvent être reçus sur des distances allant de quelques dizaines à quelques milliers de kilomètres du site de réception.

Pendant la journée, dans les bandes comprises entre 4-10 MHz, il est donc possible de recevoir, par propagation via l'onde de sol ou l'onde ionosphérique, des signaux envoyés par une station d'émission distante d'au moins 1 500 km. Pendant la nuit, des émissions provenant de pays d'Europe ou de pays hors d'Europe peuvent être reçues.

FIGURE 17

Emplacement des stations de contrôle des émissions participant aux campagnes



Rap 2080-17

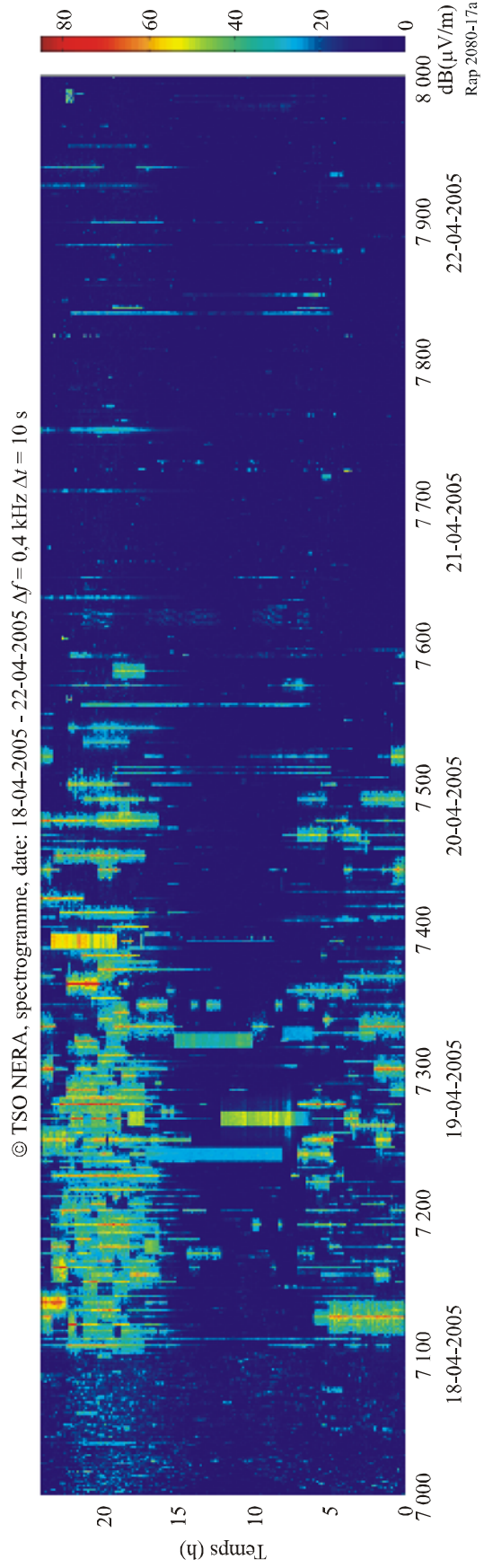
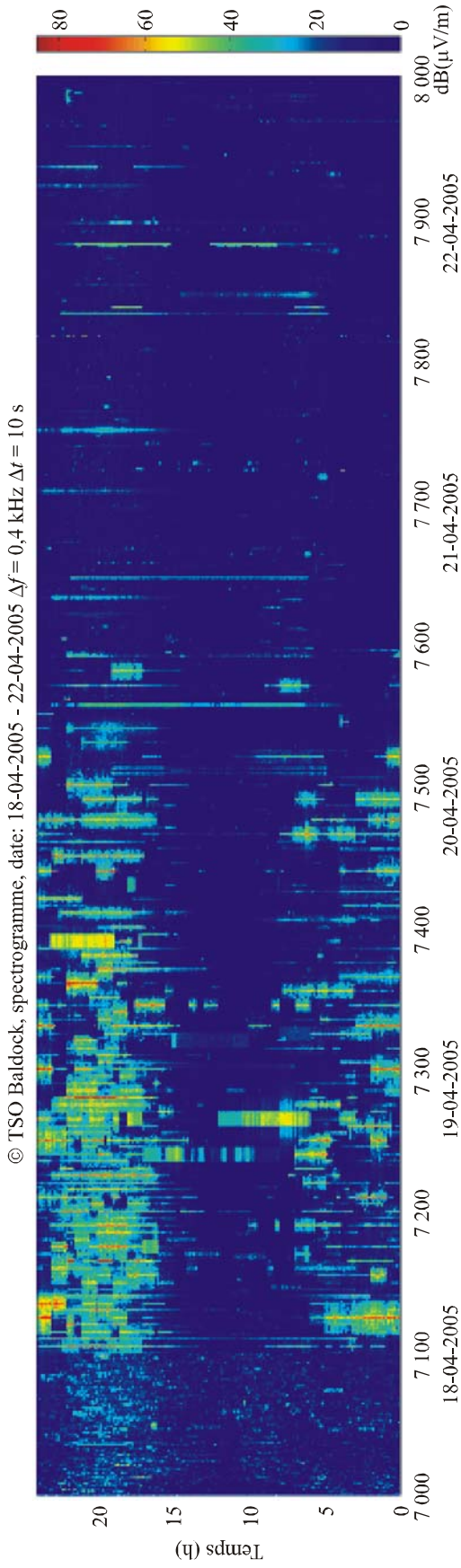
La possibilité de détecter une transmission de faible intensité dépend de la sensibilité du récepteur utilisé. Une comparaison entre les spectrogrammes et les observations manuelles montre que n'importe quel signal qui est reçu à un niveau juste au-dessus du niveau du bruit de fond, est visible sur le spectrogramme.

Compte tenu de tous ses facteurs, on estime que la quasi-totalité des transmissions entre 4-10 MHz sont visibles sur les spectrogrammes enregistrés, à l'exception peut-être des transmissions extrêmement faibles ou de très courte durée (moins de 10 s).

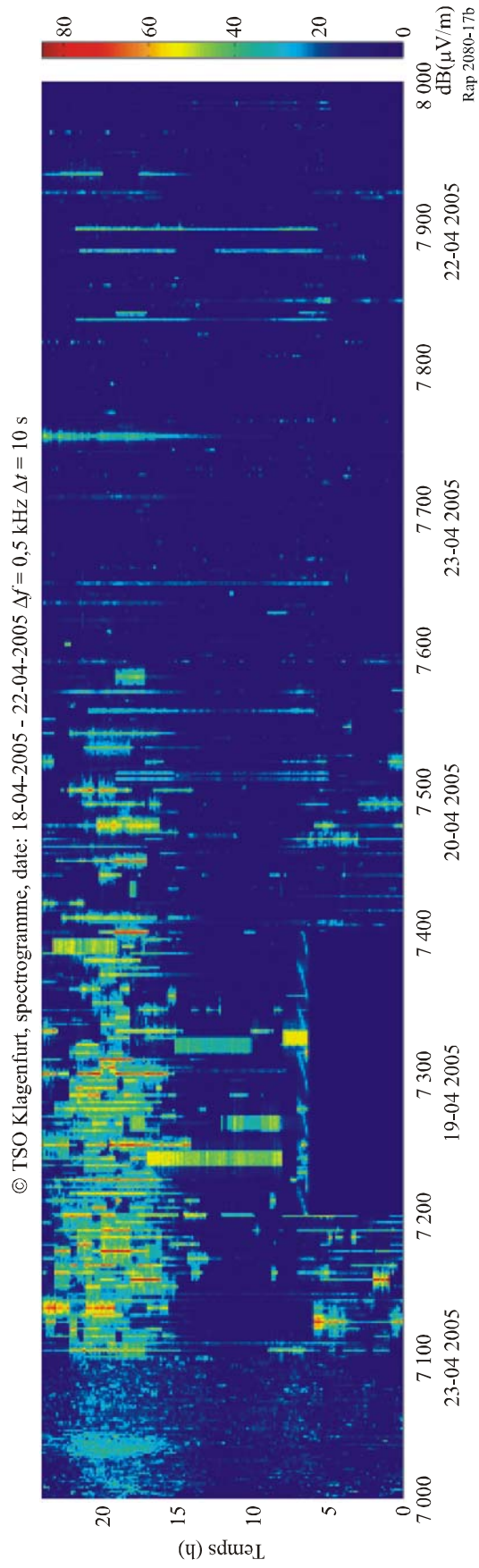
Etant donné que les mesures effectuées par les stations de contrôle des émissions n'ont été réalisées qu'en Europe, elles ne sont pas représentatives de la situation mondiale. A certaines heures de la journée toutefois, lorsque l'activité solaire est faible, les signaux, entre 6-10 MHz, peuvent se

propager entre les régions, ce qui fait que des transmissions provenant d'autres régions du monde sont visibles sur les spectrogrammes.

Une comparaison des spectrogrammes enregistrés dans les différentes stations de contrôle des émissions montre que la différence dans les transmissions observées est faible. On peut donc considérer que les informations recueillies sur un site sont représentatives de tous les sites, ce que prouvent les spectrogrammes ci-après enregistrés à trois emplacements différents, pour les fréquences comprises entre 7-8 MHz: Nera (HOL), Klagenfurt (AUT) et Baldock (G). Il y a bien sûr des différences dans l'intensité du signal reçu mais, dans l'ensemble, elles ne sont pas significatives.



Rap 2080-17a



Campagnes de contrôle des émissions

Un certain nombre de campagnes de contrôle des émissions tenant compte des variations des conditions de propagation dans les bandes d'ondes décimétriques entre l'été et l'hiver dans l'hémisphère Nord, ont été organisées.

- Première: 14-26 avril 2004
- Deuxième: 1-13 novembre 2004
- Troisième: 17-27 mai 2005
- Quatrième: 7-16 novembre 2005
- Cinquième: 15-19 mai 2006

Etant donné que les balayages automatiques dans les bandes comprises entre 4-10 MHz se font par tranche de 200 kHz chaque jour, il faudrait 30 jours à une station de contrôle des émissions pour couvrir à elle seule la totalité de la gamme. Par conséquent, pour pouvoir terminer les mesures dans des délais raisonnables, les bandes soumises au contrôle ont été partagées entre groupes de 3 à 4 stations. En plus des mesures automatiques du spectre qui ont été réalisées dans les bandes comprises entre 4-10 MHz, des transmissions observées dans la même gamme de fréquences ont également été identifiées manuellement.

Un volume considérable de données très utiles sur l'occupation du spectre a été recueilli et présenté sous forme d'un CD-ROM. Les données disponibles continueront d'être analysées plus avant par un groupe de spécialistes comprenant à la fois les utilisateurs du spectre et les responsables des stations de contrôle des émissions. Sur la base des informations recueillies dans le cadre des contrôles manuels et sur la base des mesures données par les spectrogrammes, certaines gammes de fréquences envisageables au titre du point 1.13 de l'ordre du jour ont été examinées de près. Dans l'avenir, toutes les données pourront être consultées sur le site web de l'ERO (www.ero.dk).

L'objet du présent Rapport est de donner une première idée de certains des spectrogrammes mesurés. On estime en effet que ces spectrogrammes donnent un aperçu rapide et facile de l'occupation actuelle des gammes de fréquences en Europe.

Spectrogrammes

Les spectrogrammes correspondant à une largeur de bande de 1 MHz sont inclus dans les spectrogrammes pour la gamme 4-10 MHz. Chaque spectrogramme s'étale sur 24 h (axe vertical) et les mesures s'effectuent sur une période de 5 jours, par tranche de 200 kHz chaque jour. D'autres informations sur la méthode de mesure et l'installation des équipements sont données dans l'Annexe 1. Il est à noter que les données fournies par les diverses stations de contrôle des émissions participant aux campagnes de mesures peuvent différer, en termes de sensibilité et de dynamique, ce qui est inévitable en raison des spécificités locales du site et des différents types d'antennes et d'équipements utilisés.

Le fait d'ignorer certains spectrogrammes manifestement erronés permet toutefois de tirer des conclusions générales qui ne sont pas affectées par ces différences.

Etant donné que la campagne avait pour seul objet de déterminer l'utilisation des fréquences, aucune mesure du champ précise et étalonnée n'a été faite. Toutefois, les couleurs des spectrogrammes donnent une indication de l'intensité du signal reçu: depuis le bleu foncé correspondant ≈ 0 dB(μ V/m) jusqu'au rouge foncé correspondant ≈ 85 dB(μ V/m), ce qui donne une dynamique d'environ 85 dB. Si la sensibilité de l'équipement de mesure est bien réglée à l'entrée, une telle amplitude montre qu'il y a à la fois des signaux de très forte intensité et des signaux de très faible intensité: par exemple, les porteuses de certaines émissions de radiodiffusion de très forte puissance ainsi que les émissions BLU et A1A de faible puissance du service d'amateur sont les unes et les autres bien visibles.

Cela est particulièrement visible dans le spectrogramme correspondant aux bandes des 7-8 MHz dans lesquelles les émissions du service d'amateur à 7 000-7 100 kHz et les émissions de radiodiffusion au-dessus de 7 100 kHz peuvent être clairement identifiées. Comme cela a déjà été dit, il est possible que les émissions extrêmement faibles ou de très courte durée (moins de 10 s) ne soient pas toujours visibles.

Résultats du contrôle des émissions

Pour chaque spectrogramme de 1 MHz, entre 4-10 MHz, les attributions aux différents services, conformément à l'Article 5 du RR, sont indiquées et assorties d'observations et de conclusions générales sur l'occupation de ces bandes.

Gamme 4-5 MHz

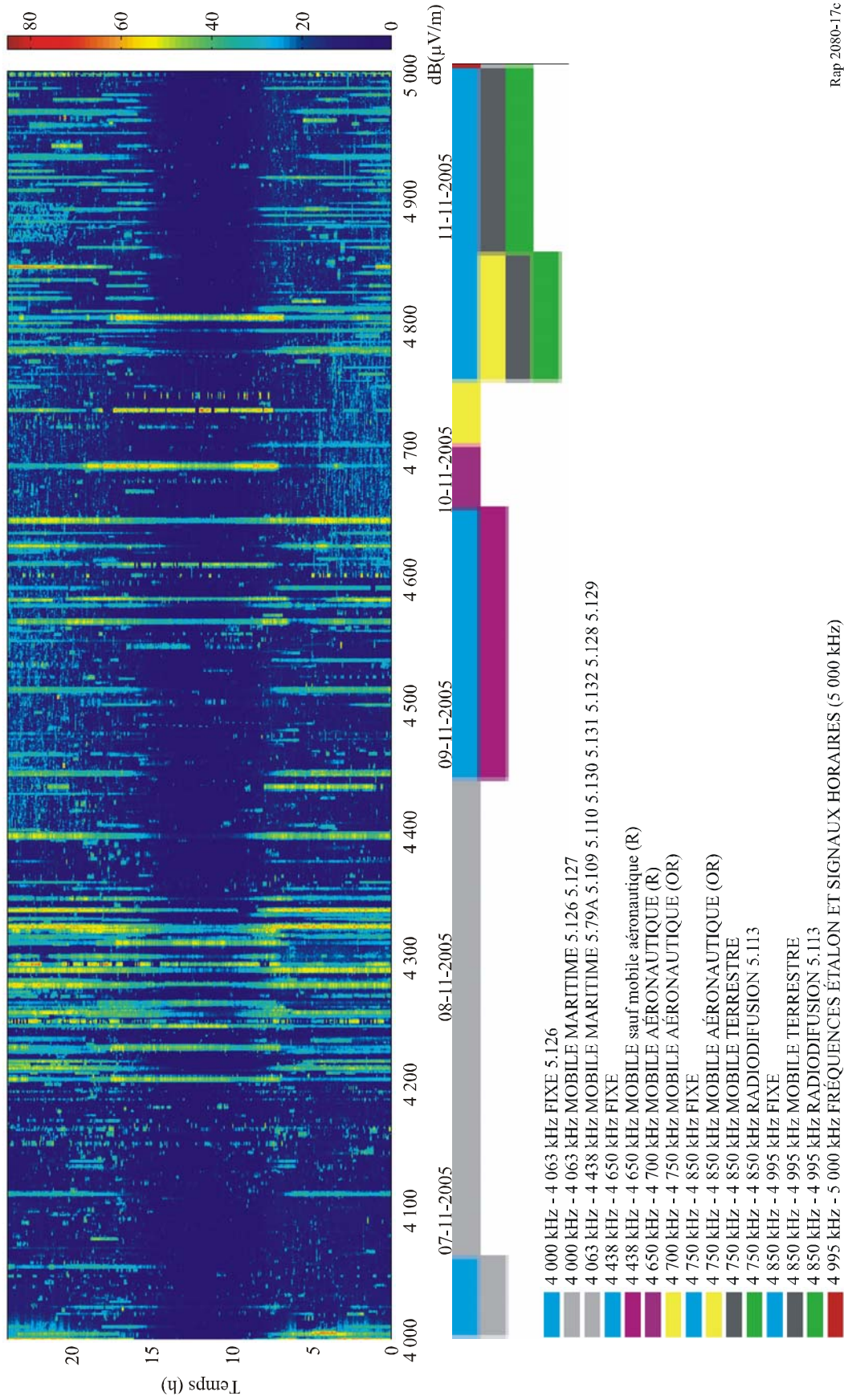
Une partie de cette gamme de fréquences à 4 200-4 350 kHz, est largement utilisée par le service mobile maritime, même si la bande attribuée en exclusivité à ce service est la bande 4 063-4 438 kHz.

S'agissant de la bande envisageable (4 500-4 650 kHz) identifiée dans la Résolution 544 (CMR-03), on note qu'elle est assez largement occupée par le service fixe et le service mobile. Il risque d'être difficile d'introduire le service de radiodiffusion dans cette bande et il convient donc de réfléchir à une solution de remplacement. Il est à noter que la gamme 4-5 MHz est située juste au-dessus de la bande 3 950-4 000 kHz attribuée au service de radiodiffusion dans la Région 1.

Bien qu'il y ait quelques applications pendant la journée, par exemple un certain nombre de transmissions sur 24 h et de transmissions de courte durée, l'occupation de la bande pendant la journée est généralement assez faible, ce qui est confirmé par la théorie de la propagation des ondes radioélectriques selon laquelle les signaux se propageant sur de longues distances, aux fréquences basses, sont affaiblis par la couche D et d'une intensité trop faible pour être reçus. Une réutilisation géographique et/ou un partage des fréquences pourraient donc être possibles.

Toutefois, il faut tenir compte des besoins de certains services pendant les exercices et en périodes de crise.

© FM22 Baldock, spectrogramme, date: 07-11-2005 - 11-11-2005 $\Delta f = 0,4 \text{ kHz}$ $\Delta t = 10 \text{ s}$



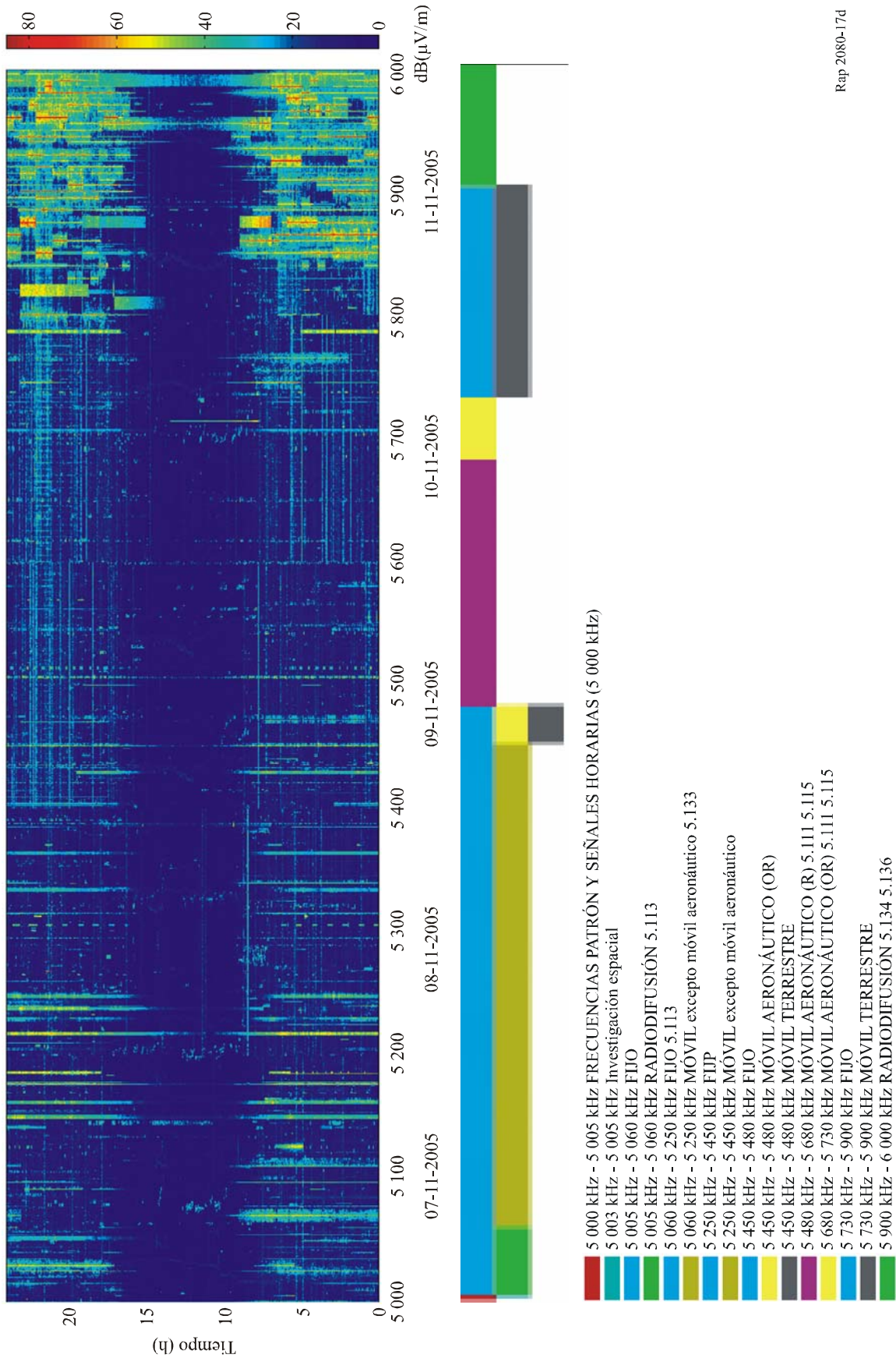
Gamme 5-6 MHz

D'une façon générale, l'occupation des fréquences au-dessous de 5 800 kHz est très faible. Pendant la journée, la totalité de la bande est très peu utilisée, ce qui permet de penser qu'une réutilisation géographique et un partage sont possibles.

La bande envisageable, 5 840-5 900 kHz identifiée dans la Résolution 544 (CMR-03) est déjà très largement occupée par le service de radiodiffusion même si elle est située en dehors des attributions faites à ce service. L'autre bande envisageable dans cette gamme, à savoir la bande 5 060-5 250 kHz, est relativement occupée même si, comme on l'a dit plus tôt, le niveau général d'occupation est faible.

Certaines émissions de systèmes à bande étroite ou à bande très étroite fonctionnant sur 24 h sont visibles sur les spectrogrammes. En outre, certaines autres émissions de plus courte durée peuvent être identifiées. Les transmissions de radiodiffusion, avec leur largeur de bande de 10 kHz, sont facilement reconnaissables dans la bande attribuée à ce service, 5 950-6 000 kHz, ainsi que dans la bande attribuée à ce service par la CAMR-92, 5 900-5 950 kHz. Les transmissions de radiodiffusion en mode DRM peuvent être facilement identifiées étant donné qu'elles n'ont pas de porteuse centrale. Les transmissions de radiodiffusion sont présentes essentiellement pendant les heures de grande écoute le matin, le soir et la nuit.

© FM22 Barcelona, espectrograma, fecha: 07-11-2005 - 11-11-2005 $\Delta f = 0,2 \text{ kHz}$ $\Delta t = 10 \text{ s}$



Gamme 6-7 MHz

La gamme de fréquences 6-7 MHz est, en général, raisonnablement occupée, exception faite de l'attribution au service aéronautique et de la partie inférieure de la bande attribuée au service maritime. Par conséquent, les possibilités de réattribution dans cette gamme de fréquences sont peu nombreuses. Toutefois, certaines améliorations dans l'utilisation de la bande attribuée au service maritime pourraient être envisagées.

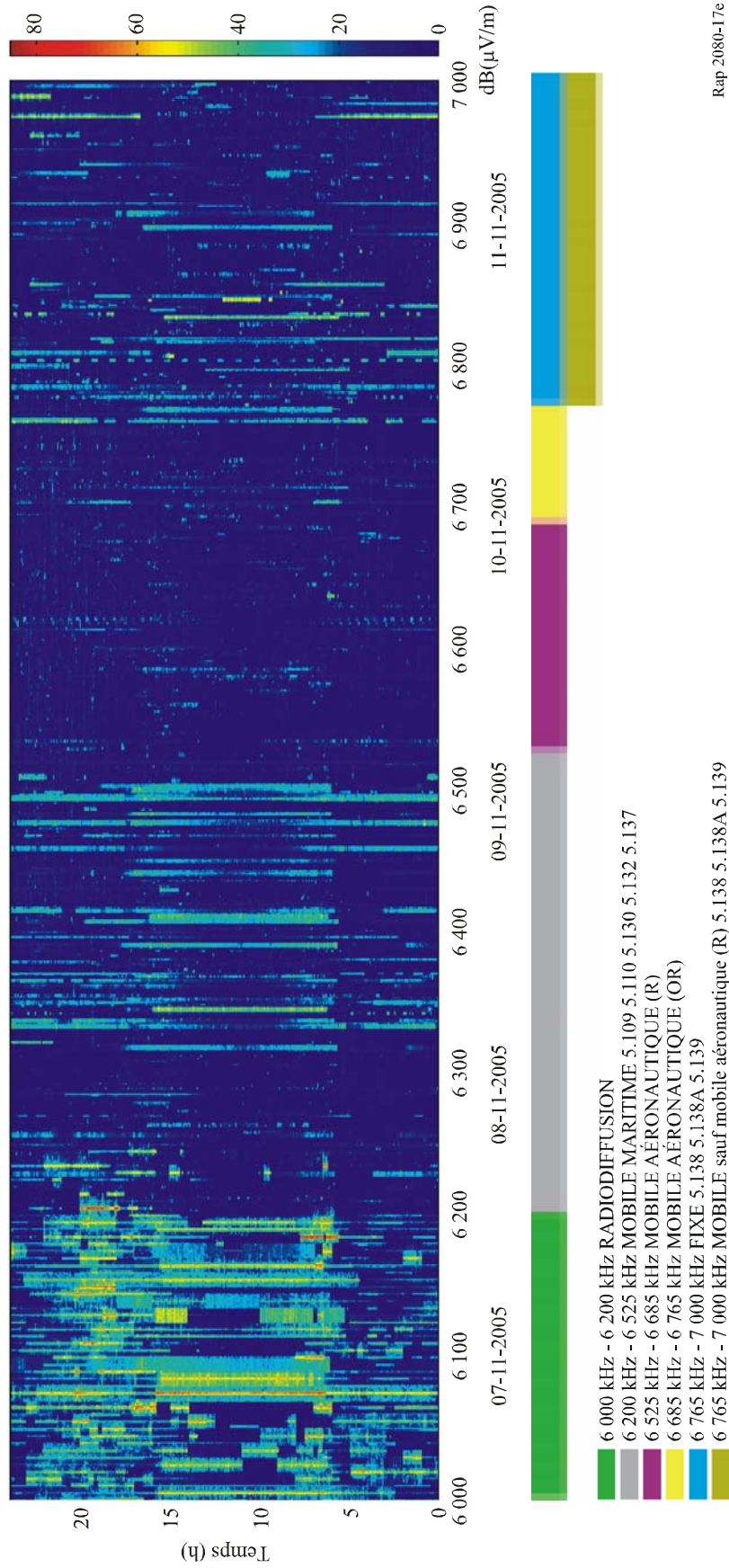
La bande 6 000-6 200 kHz attribuée à la radiodiffusion est largement utilisée, en particulier le soir et tôt le matin, périodes qui correspondent aux heures de grande écoute pour les programmes radiodiffusés. A ces heures, l'encombrement de la bande est bien visible.

La bande 6 200-6 525 kHz est attribuée au service mobile maritime et plusieurs systèmes l'utilisent 24 h sur 24. Néanmoins, le niveau d'occupation n'est pas très élevé, ce qui permet de penser que de nouveaux arrangements de partage sont envisageables.

La bande 6 525-6 765 kHz attribuée au service aéronautique semble très sous-utilisée. La bande 6 765-7 000 kHz est davantage utilisée mais elle reste sous-utilisée. Là aussi, il semblerait que l'on puisse envisager d'autres arrangements de partage.

Toutefois, il faut tenir compte des besoins de certains services pendant les exercices et en périodes de crise, lorsque l'on réfléchit à d'éventuels nouveaux arrangements de partage.

© FM22 Wien, spectrogramme, date: 07-11-2005 - 11-11-2005 $\Delta f = 0,5 \text{ kHz}$ $\Delta t = 10 \text{ s}$



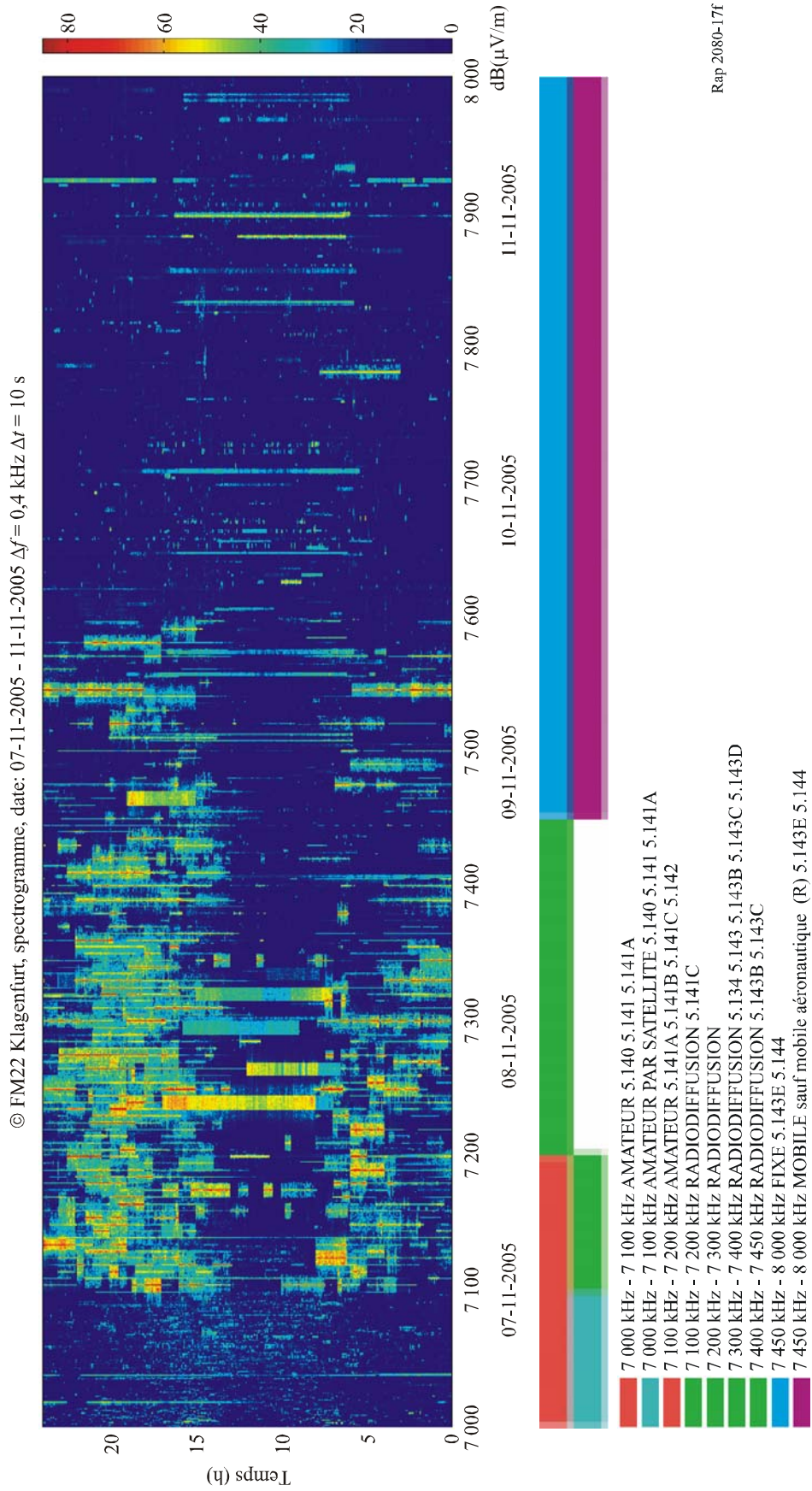
Gamme 7-8 MHz

Le service d'amateur est très actif dans la bande 7 000-7 100 kHz.

La bande 7 100-7 350 kHz attribuée au service de radiodiffusion est très encombrée pendant la nuit; non seulement chaque 10 kHz de largeur de bande est occupé mais, pendant les heures de grande écoute, le matin et le soir, presque tous les canaux de 5 kHz sont utilisés pour des transmissions de 10 kHz de largeur de bande. Plusieurs transmissions DRM peuvent également être identifiées (par exemple, 7 240, 7 265, 7 295 kHz). Il convient de noter que la bande 7 100-7 200 kHz sera attribuée au service d'amateur en 2009, de sorte que les transmissions du service de radiodiffusion devront être déplacées et transférées vers une autre bande.

La bande 7 350-7 600 kHz est actuellement attribuée au service fixe et au service mobile terrestre (SMT) mais ces services utilisent peu cette bande. Il est clair que cette bande est essentiellement utilisée par le service de radiodiffusion étant donné que certaines administrations autorisent l'utilisation de cette bande par ce service conformément au numéro 4.4 du RR.

Une certaine utilisation de la bande 7 600-8 000 kHz par les services fixe et mobile est visible. Cette utilisation se fait essentiellement pendant la journée même si cette bande est aussi utilisée la nuit. Il semble qu'il soit possible d'accueillir dans cette bande les transmissions des services fixe et mobile qui seront déplacées de la bande 7 350-7 450 kHz lorsque cette bande sera attribuée au service de radiodiffusion en 2009.

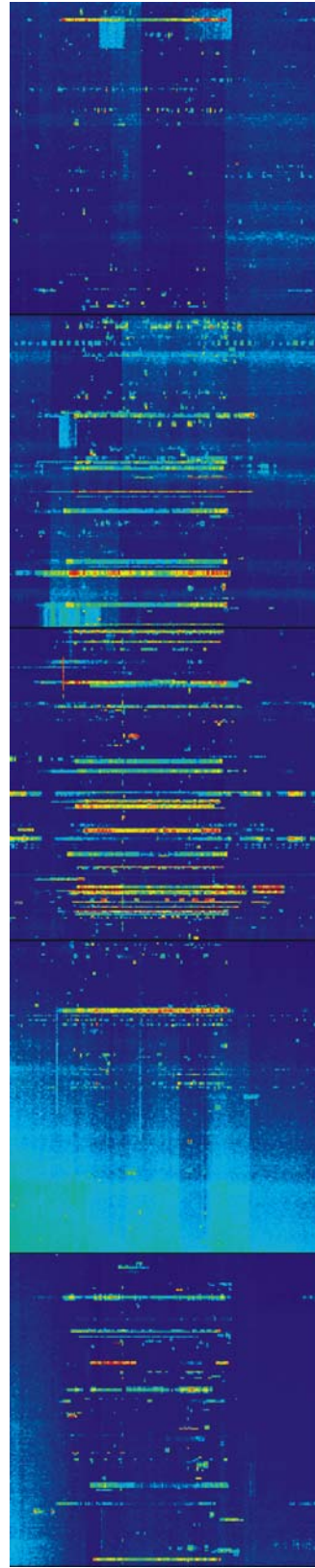


Gamme 8-9 MHz

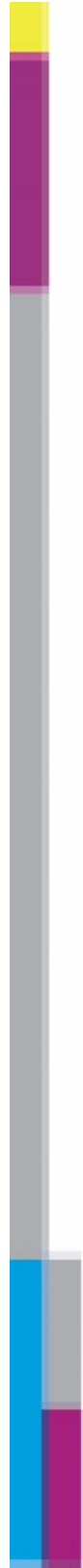
Il est à noter que le service maritime utilise essentiellement la partie médiane des bandes de fréquences qui lui ont été attribuées en exclusivité. Il est donc possible de réaménager l'utilisation des attributions dans cette bande, par exemple, les bandes 8 200-8 350 kHz et 8 700-8 815 kHz pourraient être utilisées pour d'autres applications du service maritime.

La bande 8 815-9 000 kHz attribuée au service aéronautique semble très sous-utilisée.

Etant donné que cette bande semble être occupée essentiellement pendant la journée et que le niveau général d'occupation est faible, on pourrait peut-être envisager d'exploiter de nouveaux services dans cette bande, éventuellement en temps partagé.



Kralovice, 8-9 MHz



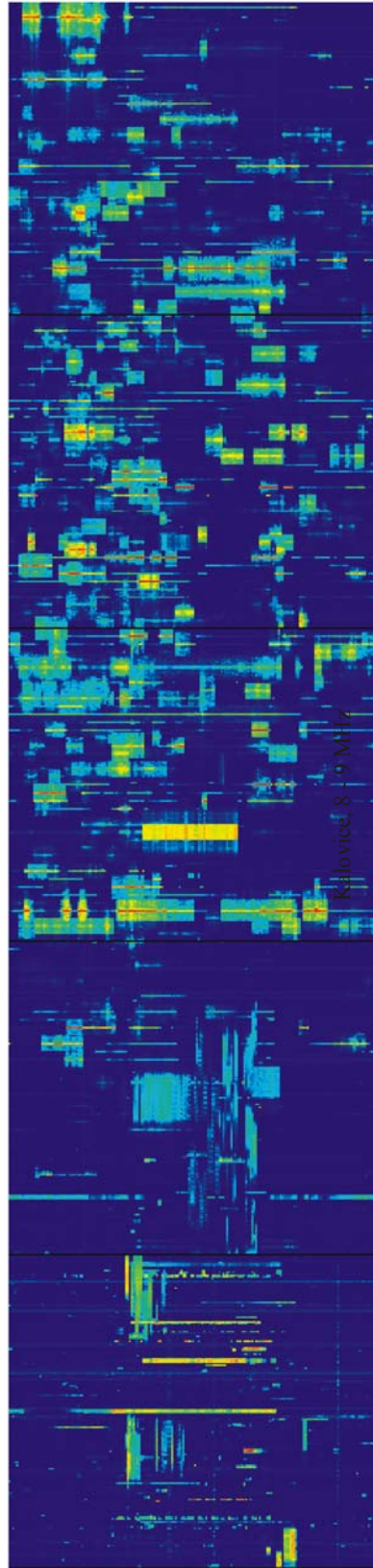
- 8 000 kHz - 8 100 kHz FIXE 5.143E 5.144
- 8 000 kHz - 8 100 kHz MOBILE sauf mobile aéronautique (R) 5.143E 5.144
- 8 100 kHz - 8 195 kHz FIXE
- 8 100 kHz - 8 195 kHz MOBILE MARITIME
- 8 195 kHz - 8 815 kHz MOBILE MARITIME 5.109 5.110 5.132 5.145 5.111
- 8 815 kHz - 8 965 kHz MOBILE AÉRONAUTIQUE (R)
- 8 965 kHz - 9 000 kHz MOBILE AÉRONAUTIQUE (OR)

Rap 2080-17g

Gamme 9-10 MHz

Les bandes attribuées au service de radiodiffusion, globalement entre 9 400 et 9 900 kHz, sont largement utilisées pendant la journée et l'utilisation la plus forte correspond aux heures de grande écoute pour la radiodiffusion, à savoir le soir. On note aussi la présence de certaines transmissions de radiodiffusion dans la bande envisageable 9 900-9 940 kHz.

La bande envisageable 9 290-9 400 kHz, identifiée dans la Résolution 544 (CMR-03), est partiellement occupée mais il semble possible de déplacer ces applications dans une autre partie du spectre attribué au service fixe. Les émissions large bande du service de radiolocalisation devraient être déplacées vers d'autres bandes.



Rap 2080-17h

Méthode de mesure

Il a été admis que l'on utiliserait différents équipements et différentes antennes pour recueillir les données requises.

La précision des valeurs du champ lues sur les instruments de mesure et la nécessité d'utiliser une antenne étalonnée ont donné lieu à un débat. Il a été conclu que le principal objectif était de déterminer l'utilisation de la fréquence considérée et pas nécessairement d'effectuer des mesures précises du champ, aussi longtemps que les résultats obtenus étaient suffisamment précis pour fournir les informations requises dans un laps de temps relativement court.

Les valeurs devraient être aussi proches que possible de la norme commune définie ci-après:

Paramètre	Valeurs idéales	Observations
Intervalle	200 kHz	Peut-être réduit à 100 kHz ou moins si nécessaire
Nombre de pas	500 (ou 1 000)	Plus de 400 valeurs
Taille du pas ou pointillés	400 (ou 200) Hz	200 kHz/500 pas
Largeur de bande du filtre	500 (ou 250) Hz	Juste supérieure à la taille du pas
Durée de balayage	10 s	10 s minimum pour limiter la quantité de données recueillies
Antenne	Equidirective	
Affaiblissement	0 ou 10 dB	En fonction des conditions locales
Niveau RF	Comme requis	Permet d'avoir le signal attendu de plus forte intensité
Détecteur	Moyenne	

Des analyseurs de spectre ou des récepteurs pourraient être utilisés pour effectuer la tâche et les valeurs devront être réglées en conséquence.

Annexe 3

Analyse des conditions de partage propres aux bandes comprises entre 4-10 MHz

Rappel

Les conditions de partage propres aux bandes comprises entre 4-10 MHz ont fait l'objet de nombreux documents. De nombreuses analyses réglementaires portent sur les conditions de partage prévues dans le RR et on a essayé d'appliquer ces analyses à de nouvelles situations de partage. Les techniques de partage générales et les critères de protection généraux ont également fait l'objet d'un débat et les besoins ont été examinés service par service.

La présente analyse porte sur des situations techniques particulières qui résultent des besoins de spectre conflictuels des différents services exploités entre 4-10 MHz. Elle a pour but d'examiner les possibilités d'élargir le partage à titre primaire avec égalité des droits entre le service fixe et le service mobile ainsi que le partage des attributions existantes avec le service mobile et avec le

service de radiodiffusion. Les scénarios de partage utilisant les techniques NVIS, permettant le partage entre un service et un autre, seront aussi examinés.

Les techniques adaptatives en fréquences ont été examinées avec soin tout au long de cette analyse et les scénarios de partage décrits dans le présent Rapport fournissent des informations, d'une part, sur les conditions de partage lorsque l'encombrement de la bande en raison du nombre d'utilisateurs limite les avantages que l'on pourrait normalement attendre de l'utilisation des techniques adaptatives et, d'autre part, sur les cas dans lesquels des systèmes non adaptatifs en fréquences fonctionnant dans les bandes des ondes décimétriques ont été utilisés. Bien que les administrations des pays développés utilisent largement les techniques adaptatives dans les bandes des ondes décimétriques, les systèmes non adaptatifs restent encore largement utilisés dans ces pays et sont pratiquement les seuls à être utilisés par les pays en développement.

Pour un réseau adaptatif en fréquences type, il y a encombrement lorsque son nombre d'utilisateurs dépasse sa capacité, compte tenu de sa réserve de fréquences, à offrir des ressources spectrales suffisantes à un moment donné de la journée. Il y a aussi encombrement lorsqu'il y a concurrence pour l'utilisation de fréquences entre utilisateurs de systèmes adaptatifs et de systèmes non adaptatifs, entre réseaux adaptatifs dotés d'équipements de génération différente ainsi qu'entre réseaux adaptatifs ayant des caractéristiques de système différentes (comme entre différents services). Sur ces quatre cas, les deux premiers (saturation du réseau par les utilisateurs et concurrence entre systèmes non adaptatifs et systèmes adaptatifs) constituent le plus gros problème; cela étant, l'encombrement général du spectre des fréquences est exacerbé par les deux derniers cas, à savoir systèmes adaptatifs de génération différente et utilisation de caractéristiques de système différentes (en particulier, largeur de bande, différence importante des valeurs du rapport S/N requis et niveau de puissance). L'encombrement du spectre conduit à une exploitation de plusieurs systèmes sur la même fréquence avec une même zone de couverture entre différents groupes d'utilisateurs, étant donné qu'aucun service ne peut utiliser telle ou telle fréquence en exclusivité, à un moment donné de la journée. L'analyse décrite dans le présent Rapport couvre ces cas.

Introduction

L'utilisation de systèmes adaptatifs en ondes décimétriques permet d'obtenir une double efficacité:

Première efficacité lorsque la liaison exploitant la réflexion ionosphérique entre deux stations est une liaison de courte à moyenne portée (un seul bond), caractérisée par des conditions de propagation analogues. Dans cette situation, les systèmes adaptatifs en ondes décimétriques utilisent la fréquence la plus élevée au-dessous de la fréquence MUF à laquelle se propagent les ondes radioélectriques (c'est-à-dire, la fréquence optimale) et s'adaptent de façon à utiliser la puissance la plus faible possible. On obtient ainsi la liaison de transmission la plus efficace possible et la réception est, en général, de très bonne qualité.

Deuxième efficacité lorsque la liaison exploitant la réflexion ionosphérique entre deux stations est une liaison de longue, voire extrêmement longue portée (2 ou 3 bonds) caractérisée par des conditions de propagation extrêmement différentes compte tenu de la différence des heures dans la journée, des conditions atmosphériques, etc. Dans cette situation, les systèmes adaptatifs en ondes décimétriques trouvent la fréquence qui se propagera le mieux et la liaison obtenue est souvent une liaison à forte puissance. Bien que moins efficaces selon les normes classiques, de tels systèmes permettent d'établir une liaison en ondes décimétriques dans des situations où il ne serait pas possible normalement de le faire si on s'en tient aux modèles de prévision de la propagation en ondes décimétriques ou si on utilise n'importe quelle autre technologie monofréquence. Cela permet également d'établir des réseaux assurant des liaisons intercontinentales, ce qui serait impossible par d'autres moyens.

Il est très important de comprendre que les scénarios de partage entre les différents services sont déterminés par l'emplacement du récepteur et, très rarement, par l'emplacement de l'émetteur. Aussi

longtemps que la partie réfléchi sur le sol de l'onde émise par un émetteur ne se trouve pas sur l'emplacement du récepteur d'un autre service (ce n'est généralement pas le cas) le partage à l'emplacement du récepteur est le seul impératif à prendre en considération. Etant donné les systèmes en ondes décimétriques utilisant la réflexion ionosphérique (laquelle croît de façon exponentielle avec chaque bond utilisé) ont de très grandes empreintes au sol, les situations de partage cofréquence sont courantes entre services hybrides, étant donné que la largeur de la zone de couverture d'antennes même bonnes (directives) se mesure en centaines, voire en milliers de kilomètres (en fonction du nombre de bonds analysés). Même si, par exemple, le service de radiodiffusion (pour des impératifs de qualité) utilise une liaison à un seul bond pour desservir ses clients, le signal continue de se propager sur plusieurs bonds à des niveaux de puissance qui peuvent causer des brouillages importants à d'autres services si ces services sont exploités sur la même fréquence.

Pour mieux comprendre la courbe d'efficacité d'utilisation de réseaux adaptatifs, on peut examiner le cas d'un réseau ALE de deuxième génération type.

Réseau ALE 2G

Dans cet exemple, on donne les caractéristiques d'un réseau ALE 2G type (groupe d'utilisateurs) puis on examine le niveau d'occupation des bandes par les utilisateurs afin de déterminer le nombre maximal d'utilisateurs avant qu'il y ait perte d'efficacité.

Réserve de fréquences

Une «réserve» de dix fréquences réparties dans les bandes des ondes décimétriques sera partagée par un nombre variable de stations ALE 2G. Dans un souci de simplicité, les dix fréquences sélectionnées sont situées dans les bandes attribuées au service mobile aéronautique et représentent un ensemble de fréquences plausible pour un mélange de trajets longs et de trajets courts pendant une période de faible activité solaire: 3,1, 4,7, 5,7, 6,7, 7,3, 9,0, 11,2, 13,2 15,0 et 18,0 MHz.

Transmissions

Les statistiques concernant le trafic et les transmissions ALE sont les suivantes:

- 1 Chaque station ALE sonde pendant 10 s chaque canal, et ce une fois par heure.
- 2 Chaque station effectue un appel par heure:
 - a) Chaque tentative d'appel d'une station ALE dure 10 s.
 - b) On mesure les canaux par ordre décroissant de la qualité de la liaison mesurée.
 - c) Aucun appel n'est fait sur des canaux qui s'avèrent être occupés; ces canaux sont signalés et on refait une tentative plus tard si la communication n'a pu être établie sur un autre canal; si le canal est toujours occupé lorsque la nouvelle tentative est faite, l'appel échoue.
 - d) Le trafic vocal dure 73 s en moyenne après établissement de la liaison (valeur type pour le trafic vocal mesurée sur un gros réseau téléphonique ALE).

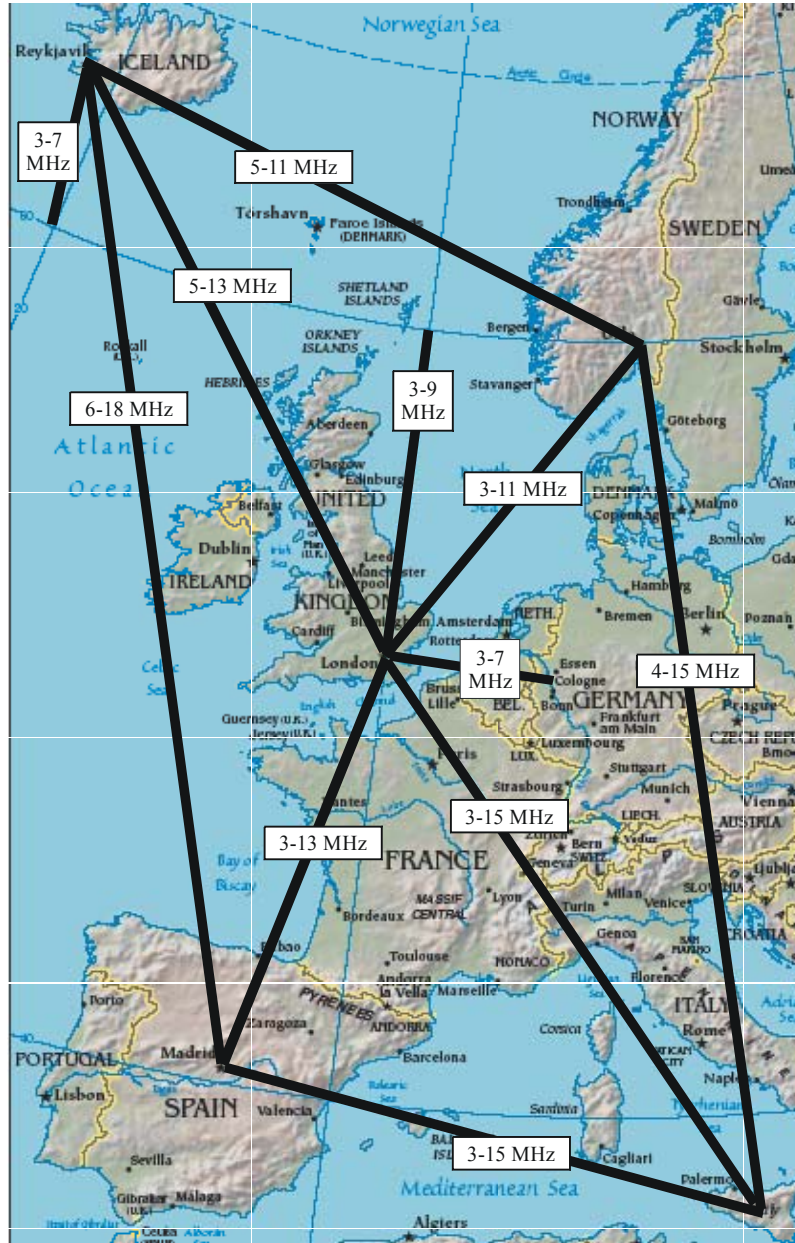
Analyse de la propagation

La propagation sur ces trajets a été analysée à l'aide du logiciel ICEPAC, pendant le mois de juillet et pour un nombre de tâches solaires arrondi à 10. L'analyse est limitée à la tranche horaire 20-22 h UTC.

Les fréquences ont été déclarées utiles pour le trafic vocal si la valeur médiane du rapport S/N était d'au moins 10 dB, pour une largeur de bande de 3 kHz. Sur la Fig. 18, pour chaque liaison prise à titre d'exemple, une étiquette indique les fréquences utilisables sur les liaisons de cette longueur ainsi que l'orientation.

FIGURE 18

Exemple de liaisons et de fréquences utilisables
(juillet, nombre de tâches solaires 10, 20-22 h)



Analyse de l'occupation des canaux

Chaque station ALE effectuant un sondage appliquera une charge de 10 s/h (0,28%) sur chaque canal.

La charge de trafic appliquée par chaque station comprend deux éléments: l'établissement de la liaison et le trafic vocal. Si l'écoute avant émission est parfaitement efficace et permet donc d'éviter de lancer des appels sur des canaux occupés (on ignore la possibilité de stations cachées), chaque communication vocale aboutira à un seul appel ALE réussi (éventuellement après plusieurs secondes d'écoute des canaux occupés), appel qui sera suivi par une conversation vocale. La charge de trafic sera de 83 canaux-secondes par heure (2,31% d'un canal) par station active.

Avec 11 types de trajet possibles (longueur et orientation) pour chaque appel, si la probabilité d'utilisation est la même pour chaque type de trajet, cette probabilité est de 9,1%. Sur ces types de trajet, la catégorie la plus restreinte est celle des trajets courts pour lesquels cinq fréquences seulement des fréquences disponibles sont utilisables. Ainsi, les cinq fréquences les plus basses seront très encombrées et la taille utile du réseau sera limitée.

Prenons d'abord le cas d'une seule station lançant des appels, dans le modèle le plus simple d'occupation des canaux, on suppose une probabilité égale pour chaque type de liaison et une probabilité égale de choisir l'une quelconque des fréquences convenant pour ce trajet. Les probabilités de sélection des canaux et les utilisations des canaux qui en résultent sont les suivantes:

TABLEAU 1

Probabilité de sélection des fréquences et utilisation des canaux

Fréquence (MHz)	3,14	4,72	5,71	6,72	7,33	9,02	11,23	13,22	15,04	18,00
Probabilité de sélection	9,6%	10,7%	15,2%	15,2%	15,2%	11,6%	10,1%	6,9%	4,3%	1,1%
Utilisation du canal	0,50%	0,53%	0,63%	0,63%	0,63%	0,54%	0,51%	0,44%	0,38%	0,30%

Au fur et à mesure que le nombre de stations actives augmente, les utilisations des canaux vont augmenter tout d'abord de façon linéaire, jusqu'à ce que les stations appelantes tombent sur des canaux occupés pendant une fraction appréciable du temps. Lorsque cela se produit, les stations qui, au départ, choisissent une fréquence courante pour leur première tentative d'appel, choisiront ensuite une fréquence moins courante pour lancer l'appel, ce qui fait que le trafic sera distribué sur toutes les fréquences de travail. L'utilisation des canaux serait limitée (limite supérieure) si l'on supposait que cette distribution n'a pas eu lieu. Dans cette hypothèse prudente, pour un seul réseau d'utilisateurs, l'encombrement des fréquences comprises entre 5 et 7 MHz est:

- négligeable pour 10 stations (taux d'utilisation du canal 6%);
- manifeste pour 20 stations (taux d'utilisation du canal atteint 13%);
- important pour 50 stations (taux d'utilisation du canal atteint 31%).

Comme le montre cette analyse, un groupe d'utilisateurs de 50 stations ou plus crée un encombrement important. Un groupe d'utilisateurs type doit être limité à 20 stations ou moins. Il peut toutefois y avoir un encombrement général étant donné que les groupes d'utilisateurs seront plus nombreux et qu'ils se disputeront les mêmes ressources spectrales chaque fois qu'un partage avec des services additionnels sera envisagé dans des tranches de spectre bien précises. Si les nouveaux services (comme c'est le cas pour le service de radiodiffusion) n'utilisent pas la même génération de techniques adaptatives, il y aura généralement un faux encombrement pour les

systèmes plus évolués étant donné qu'ils utilisent des modèles prédictifs et ne procèdent pas à un sondage actif basé sur le trafic. En d'autres termes, les systèmes plus évolués ne se disputeront pas les canaux étiquetés actifs (taux d'utilisation de plus de 20%). Augmenter le nombre de fréquences disponibles pour l'ensemble des groupes d'utilisateurs permet d'augmenter la taille des groupes d'utilisateurs mais la quantité de spectre que ne se disputent pas ces groupes d'utilisateurs est moins importante, ce qui accroît également l'encombrement.

Conditions de partage proposées

Un partage accru entre le service fixe et le service mobile est possible de même qu'un partage entre le service de radiodiffusion et les services fixe et/ou mobile. Il y a actuellement des situations de partage qui existent entre les services mais il faut tenir compte de l'utilisation effective de ces bandes de fréquences:

Partage avec le service de radiodiffusion

Le service fixe et le service mobile utilisent des bandes de fréquences en partage avec le service de radiodiffusion, au titre de diverses dispositions du RR. En fait, les renvois concernant ce partage octroient au service fixe et/ou au service mobile un statut secondaire par rapport au service de radiodiffusion dans les bandes comprises entre 4-10 MHz. Les possibilités de partage avec le service de radiodiffusion autorisées dans le RR se situent, majoritairement, dans les bandes équatoriales, dans lesquelles l'exploitation des services fixe et/ou mobile est soumise à des limites très strictes. En dehors de ces bandes, il y a quelques possibilités limitées de partage mais, presque toujours, des limites strictes sont imposées à l'exploitation des services fixe et/ou mobile. Il y a quelques situations régionales où le service de radiodiffusion et les services fixe et mobile utilisent des bandes en partage à titre primaire avec égalité des droits mais il s'agit là manifestement d'une exception aux règles appliquées dans le RR. Dans la Région 2, il y a partage à titre primaire avec égalité des droits entre le service de radiodiffusion et les services fixe et mobile.

Partage entre le service fixe et le service mobile

Il y a de nombreux cas dans lesquels les services fixe et mobile bénéficient d'attributions à titre primaire avec égalité des droits conformément au RR. Dans la pratique toutefois, à moins que les systèmes n'aient été conçus pour s'appuyer mutuellement (ce qui est très rare), les administrations doivent prendre des mesures pour éviter qu'il y ait partage de la même fréquence. Le spectre est donc découpé en tranches qui sont partagées entre les services, certaines tranches étant occupées exclusivement par les stations du service fixe ou par les stations du service mobile. Si l'on utilise des techniques adaptatives, la situation demeure inchangée étant donné qu'en raison de la différence de puissance entre les stations, il est pratiquement impossible qu'une station du service mobile puisse partager une bande de fréquences avec une station du service fixe et émettre vers le même récepteur.

Analyse

Le logiciel VOACAP a été utilisé pour analyser les diverses situations de partage. Ce programme a été élaboré à l'aide des données fournies par les stations de contrôle des émissions pour mettre à jour le logiciel ICECAP qui constitue la base du modèle de propagation actuellement utilisé par la Commission d'études 3 des radiocommunications. Le logiciel VOACAP constitue la base des activités de liaison entre le Groupe de travail 9C et le Groupe de travail 3L en vue de l'élaboration d'une Recommandation sur un modèle de propagation plus évolué.

Pour effectuer cette analyse des brouillages, le logiciel VOACAP prend un nombre régulier de taches solaires (10) et fournit des chiffres pour les probabilités de propagation moyennes, lesquelles sont basées sur des relevés effectués à toutes les heures de la journée et pour tous les mois (365 jours, toutes les heures de chaque journée). On a ainsi l'assurance de ne pas utiliser un scénario correspondant au cas le plus défavorable dans lequel les brouillages potentiels risqueraient d'être

sous-évalués selon le mois, l'heure de la journée ou en raison d'une anomalie du nombre de taches solaires. Cette méthode donne toutefois une image réaliste des brouillages potentiels entre les différents services lorsque des systèmes partagent une même fréquence et ont des zones de couverture qui se chevauchent.

Le rapport S/N minimal requis a été utilisé pour les divers cas analysés. En particulier, pour le service fixe, il y a des liaisons sur lesquelles le rapport S/N requis est beaucoup plus élevé lorsque, en raison de conditions atmosphériques particulières, la probabilité d'établissement de la liaison peut atteindre 80% ou 90%, pour un taux de fiabilité de 50%, voire plus. Dans ces cas, les signaux brouilleurs provenant d'un autre service seront extrêmes, étant donné que ces conditions ne se produisent habituellement qu'une fois par mois et peuvent ne pas être présentes chaque mois.

1 Brouillage causé par le service fixe au service mobile maritime à 4,3 MHz

Brouillage potentiel causé par une liaison fixe entre Norfolk, Virginie, et San Diego, Californie.

Liaison utile entre Honolulu, Hawaï et une plate-forme maritime située à 20 km des côtes de San Diego, Californie.

Emetteur utile:

10 kW à une antenne unipolaire quart d'onde sur un sol de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 4 et conductivité = 1 mS)

Emetteur brouilleur:

5 kW à une antenne log-périodique horizontale sur un sol de bonne qualité (type d'antenne SAMPLE.05, constante diélectrique = 13 et conductivité = 5 mS)

Récepteur:

Antenne unipolaire quart d'onde sur une étendue d'eau salée (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 80 et conductivité = 5 000 mS)

Environnement:

7,5 MHz, bruit artificiel pris égal à -164 dB (W/Hz) à 3 MHz (niveau de bruit en zone quasi rurale) sur le site de réception

Liaison mobile maritime:

Disponibilité des données – rapport S/N requis de 18 dB

Disponibilité de la liaison analogique – rapport S/N requis de 15 dB

Disponibilité de la liaison numérique – rapport S/N requis de 9 dB.

Le Tableau 2 donne le pourcentage de chance pour que la liaison utile, pour un rapport S/N requis donné, puisse être établie avec une fiabilité donnée pendant un mois donné. On suppose que la fiabilité la plus faible pendant un mois donné est de 50%, sinon la connectivité garantie n'est pas suffisante pour assurer une liaison fiable entre les stations. Comme le montre le Tableau 1, lorsque tous les mois et toutes les heures de la journée sont pris en compte, la probabilité d'établissement d'une liaison est faible. Toutefois, à des heures particulières de la journée ou pendant certains mois, la fiabilité est plus élevée et on observe parallèlement une augmentation correspondante de la réduction de la disponibilité de la liaison, de sorte que les données présentées dans le Tableau 2 donnent une bonne indication de la possibilité de maintenir une liaison avec un rapport S/N requis donné. Bien sûr, le choix de la fréquence est un élément important et les résultats donnés dans les Tableaux 2 et 3 correspondent aux probabilités moyennes associées à la bande de fréquences

donnée. A des heures bien précises de la journée, les probabilités peuvent varier dans des proportions importantes mais la variation est corrélée entre le signal utile et le signal brouilleur.

TABLEAU 2
Fiabilité pendant un mois donné

Fiabilité de la liaison pendant un mois donné									
Rapport S/N requis	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
18 dB	0,00%	0,00%	0,58%	6,48%	18,17%	28,82%	42,48%	47,80%	50,46%
15 dB	0,00%	0,35%	7,18%	21,30%	38,19%	46,18%	48,61%	50,46%	51,62%
9 dB	1,27%	24,19%	45,02%	48,38%	49,88%	51,04%	51,62%	52,78%	54,40%

TABLEAU 3
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison

	Rapport S/N requis	Réduction (%)
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison de données	18 dB (C/I+N)	28,41
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison analogique	15 dB (C/I+N)	36,37
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison numérique	9 dB (C/I+N)	44,08

2 Brouillage causé par le service mobile maritime au service fixe à 5,8 MHz

Brouillage potentiel causé par une station du SMM à Honolulu, Hawaï, à une plate-forme maritime située à 20 km des côtes de San Diego, Californie

Liaison fixe utile de Norfolk, Virginie, à San Diego, Californie

Emetteur utile:

5 kW à une antenne log-périodique horizontale située sur un sol de bonne qualité (type d'antenne SAMPLE.05, constante diélectrique = 13 et conductivité = 5 mS)

Emetteur brouilleur:

10 kW à une antenne unipolaire quart d'onde sur un sol de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 4 et conductivité = 1 mS)

Récepteur:

Antenne log-périodique horizontale sur un sol de bonne qualité (type d'antenne SAMPLE.05, constante diélectrique = 13 et conductivité = 8 mS)

Environnement:

5,8 MHz, bruit artificiel pris égal à -144 dB (W/Hz) à 3 MHz (niveau du bruit en zone résidentielle) sur le site de réception

Liaison fixe:

Disponibilité de liaison de données – rapport S/N requis de 18 dB

Disponibilité de la liaison analogique – rapport S/N requis de 15 dB

Disponibilité de la liaison numérique – rapport S/N requis de 9 dB.

Le Tableau 4 donne le pourcentage de chance pour que la liaison utile, pour un rapport S/N requis donné, puisse être établie avec une fiabilité donnée pendant un mois donné. On suppose que la fiabilité la plus faible pendant un mois donné est de 50%, sinon la connectivité garantie n'est pas suffisante pour pouvoir établir une liaison fiable entre les stations. Comme le montre le Tableau 4, lorsque tous les mois et toutes les heures de la journée sont pris en compte, la probabilité d'établissement d'une liaison est moyenne. Toutefois, à certaines heures de la journée ou pendant certains mois, la fiabilité est plus élevée et on observe parallèlement une augmentation correspondante de la réduction de la disponibilité de la liaison, de sorte que les données présentées dans le Tableau 4 donnent une bonne indication de la possibilité de maintenir une liaison avec un rapport S/N requis donné. Bien sûr, le choix de la fréquence est un élément important et les résultats donnés dans les Tableaux 4 et 5 correspondent aux probabilités moyennes associées à la bande de fréquences donnée. A des heures bien précises de la journée, les probabilités peuvent varier dans des proportions importantes mais la variation est corrélée entre le signal utile et le signal brouilleur.

TABLEAU 4

Fiabilité pendant un mois donné

Fiabilité de la liaison pendant un mois donné									
Rapport S/N requis	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
18 dB	0,00%	0,00%	2,20%	28,82%	45,60%	49,42%	51,50%	53,59%	56,13%
15 dB	0,00%	1,04%	25,46%	45,95%	50,93%	52,55%	54,28%	56,25%	58,45%
9 dB	2,78%	41,32%	50,58%	54,05%	56,48%	58,33%	59,26%	59,95%	60,53%

TABLEAU 5

Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison

	Rapport S/N requis	Réduction (%)
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison de données	18 dB ($C/I+N$)	1,43
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison analogique	15 dB ($C/I+N$)	1,19
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison numérique	9 dB ($C/I+N$)	0,73

3 Brouillage causé par le service mobile terrestre au service mobile maritime à 6,4 MHz

Brouillage potentiel causé par une liaison du SMT entre Norfolk, Virginie, et San Diego, Californie
Liaison utile de Honolulu, Hawaï, à une plate-forme maritime située à 20 km des côtes de San Diego, Californie

Emetteur utile:

10 kW à une antenne unipolaire quart d'onde sur un sol de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 4 et conductivité = 1 mS)

Emetteur brouilleur:

500 W à une antenne unipolaire de 3,5 m (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 13 et conductivité = 5 mS)

Récepteur:

Antenne unipolaire quart d'onde sur une étendue d'eau salée (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 80 et conductivité = 5 000 mS)

Environnement:

6,4 MHz, bruit artificiel pris égal à -164 dB(W/Hz) à 3 MHz (niveau de bruit en zone quasi rurale) sur le site de réception

Liaison du service mobile maritime:

Disponibilité de la liaison de données – rapport S/N requis de 18 dB

Disponibilité de la liaison analogique – rapport S/N requis de 15 dB

Disponibilité de la liaison numérique – rapport S/N requis de 9 dB.

Le Tableau 6 donne le pourcentage de chance pour que la liaison utile, pour un rapport S/N requis donné, puisse être établie avec une fiabilité donnée pendant un mois donné. On suppose que la fiabilité la plus faible pendant un mois donné est de 50%, sinon la connectivité garantie n'est pas suffisante pour pouvoir établir une liaison fiable entre les stations. Comme le montre le Tableau 6, lorsque tous les mois et toutes les heures de la journée sont pris en compte, la probabilité d'établissement d'une liaison est relativement élevée. Toutefois, à certaines heures de la journée ou pendant certains mois, la fiabilité est plus élevée et on observe parallèlement une augmentation correspondante de la réduction de la disponibilité de la liaison, de sorte que les données présentées dans le Tableau 6 donnent une bonne indication de la possibilité de maintenir une liaison avec un rapport S/N requis donné. Bien sûr, le choix de la fréquence est un élément important et les résultats donnés dans les Tableaux 6 et 7 correspondent aux probabilités moyennes associées à la bande de fréquences donnée. A des heures bien précises de la journée, les probabilités peuvent varier dans des proportions importantes mais la variation est corrélée entre le signal utile et le signal brouilleur.

TABLEAU 6
Fiabilité pendant un mois donné

Fiabilité de la liaison pendant un mois donné									
Rapport S/N requis	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
18 dB	0,00%	6,37%	28,24%	46,99%	52,78%	54,40%	56,60%	57,87%	59,49%
15 dB	1,16%	27,08%	46,76%	53,36%	56,02%	57,06%	58,45%	59,49%	61,57%
9 dB	34,49%	51,62%	56,48%	58,45%	59,49%	61,00%	61,92%	62,73%	64,58%

TABLEAU 7
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison

	Rapport S/N requis	Réduction (%)
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison de données	18 dB ($C/I+N$)	61,02
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison analogique	15 dB ($C/I+N$)	67,31
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison numérique	9 dB ($C/I+N$)	71,95

4 Brouillage causé par le service mobile maritime au service mobile terrestre à 8,6 MHz

Brouillage potentiel causé par une station du SMM à Honolulu, Hawaï, à une plate-forme maritime située à 20 km des côtes de San Diego, Californie

Liaison mobile terrestre utile de Norfolk, Virginie, à San Diego, Californie

Emetteur utile:

500 W à une antenne unipolaire de 3,5 m (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 13 et conductivité = 5 mS)

Emetteur brouilleur:

10 kW à une antenne unipolaire quart d'onde sur un sol de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 4 et conductivité = 1 mS)

Récepteur:

Antenne log-périodique horizontale sur un sol de bonne qualité (type d'antenne SAMPLE.05, constante diélectrique = 13 et conductivité = 8 mS)

Environnement:

8,6 MHz, bruit artificiel pris égal à -144 dB(W/Hz) à 3 MHz (niveau de bruit en zone résidentielle) sur le site de réception

Liaison mobile terrestre

Disponibilité de la liaison de données – rapport S/N requis de 18 dB

Disponibilité de la liaison analogique – rapport S/N requis de 15 dB

Disponibilité de la liaison numérique – rapport S/N requis de 9 dB.

Le Tableau 8 donne le pourcentage de chance pour que la liaison utile, pour un rapport S/N requis donné, puisse être établie avec une fiabilité donnée pendant un mois donné. On suppose que la fiabilité la plus faible pendant un mois donné est de 50%, sinon la connectivité garantie n'est pas suffisante pour pouvoir établir une liaison fiable entre les stations. Comme le montre le Tableau 8, lorsque tous les mois et toutes les heures de la journée sont pris en compte, la probabilité d'établissement d'une liaison est élevée. Le Tableau 7 donne une bonne indication de la possibilité de maintenir une liaison avec un rapport S/N requis donné. Bien sûr, le choix de la fréquence est un élément important et les résultats donnés dans les Tableaux 8 et 9 correspondent aux probabilités moyennes associées à la bande de fréquences donnée. A des heures bien précises de la journée, les probabilités peuvent varier dans des proportions importantes mais la variation est corrélée entre le signal utile et le signal brouilleur.

TABLEAU 8

Fiabilité pendant un mois donné

Fiabilité de la liaison pendant un mois donné									
Rapport S/N requis	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
18 dB	32,18%	45,95%	61,23%	75,35%	82,75%	86,00%	89,12%	93,06%	96,99%
15 dB	40,51%	55,56%	71,18%	80,09%	85,42%	88,31%	91,32%	95,14%	97,22%
9 dB	55,56%	72,92%	81,25%	85,76%	89,12%	91,55%	95,02%	96,99%	97,69%

TABLEAU 9

Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison

	Rapport S/N requis	Réduction (%)
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison de données	18 dB ($C/I+N$)	2,62
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison analogique	15 dB ($C/I+N$)	2,25
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison numérique	9 dB ($C/I+N$)	1,69

5 Brouillage causé par le service fixe au service de radiodiffusion à 4,6 MHz

Brouillage potentiel causé par une liaison d'une station fixe entre Kaboul, Afghanistan, et Le Caire, Egypte

Liaison de radiodiffusion utile entre Florence, Italie, et Le Caire, Egypte

Emetteur utile:

250 kW à une antenne – rideau 4 x 4 sur un sol de qualité moyenne (type d'antenne SAMPLE.12, constante diélectrique = 15 et conductivité = 50 mS)

Emetteur brouilleur:

5 kW à une antenne log-périodique horizontale sur un sol sablonneux de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.05, constante diélectrique = 3 et conductivité = 1 mS)

Récepteur:

Antenne fouet verticale courte en ondes courtes (type d'antenne SWWHip.VOA)

Environnement:

4,6 MHz, bruit artificiel pris égal à -150 dB(W/Hz) à 3 MHz (niveau de bruit en zone rurale) sur le site de réception

Liaison de radiodiffusion

Disponibilité requise – rapport S/N requis de 17 dB.

Le Tableau 10 donne le pourcentage de chance pour que la liaison utile, pour un rapport S/N requis donné, puisse être établie avec une fiabilité donnée pendant un mois donné. On suppose que la fiabilité la plus faible pendant un mois donné est de 80%, sinon la connectivité garantie n'est pas suffisante pour pouvoir établir une liaison fiable pour le service de radiodiffusion. Comme le montre le Tableau 10, lorsque tous les mois et toutes les heures de la journée sont pris en compte, la probabilité d'établissement d'une liaison est élevée. Le Tableau 10 donne une bonne indication de la possibilité de maintenir une liaison avec un rapport S/N requis donné. Bien sûr, le choix de la fréquence est un élément important et les résultats donnés dans les Tableaux 10 et 11 correspondent aux probabilités moyennes associées à la bande de fréquences donnée. A des heures bien précises de la journée, les probabilités peuvent varier dans des proportions importantes mais la variation est corrélée entre le signal utile et le signal brouilleur.

TABLEAU 10

Fiabilité pendant un mois donné

Fiabilité de la liaison pendant un mois donné									
Rapport S/N requis	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
17 dB	63,08%	64,00%	65,34%	66,20%	66,90%	67,30%	67,59%	68,29%	68,92%

TABLEAU 11

Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison

	Rapport S/N requis	Réduction (%)
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison de données	17 dB ($C/I+N$)	67,06

6 Brouillage causé par le service de radiodiffusion au service fixe à 5,1 MHz

Brouillage potentiel causé par une liaison de radiodiffusion entre Florence, Italie, et Le Caire, Egypte

Liaison fixe utile entre Kaboul, Afghanistan, et Le Caire, Egypte

Emetteur utile:

5 kW à une antenne log-périodique horizontale sur un sol sablonneux de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.05, constante diélectrique = 3 et conductivité = 1 mS)

Emetteur brouilleur:

250 kW à une antenne – rideau 4 x 4 sur un sol de qualité moyenne (type d'antenne SAMPLE.12, constante diélectrique = 15 et conductivité = 50 mS)

Récepteur:

Antenne log-périodique horizontale sur un sol sablonneux de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.05, constante diélectrique = 3 et conductivité = 1 mS)

Environnement:

5,1 MHz, bruit artificiel pris égal à -150 dB(W/Hz) à 3 MHz (niveau de bruit en zone rurale) sur le site de réception

Liaison fixe

Disponibilité de la liaison de données – rapport S/N requis de 18 dB

Disponibilité de la liaison analogique – rapport S/N requis de 15 dB

Disponibilité de la liaison numérique – rapport S/N requis de 9 dB.

Le Tableau 12 donne le pourcentage de chance pour que la liaison utile, pour un rapport signal/bruit requis donné, puisse être établie avec une fiabilité donnée pendant un mois donné. On suppose que la fiabilité la plus faible pendant un mois donné est de 50%, sinon la connectivité garantie n'est pas suffisante pour pouvoir établir une liaison fiable entre les stations. Comme le montre le Tableau 12, lorsque tous les mois et toutes les heures de la journée sont pris en compte, la probabilité d'établissement d'une liaison n'est pas élevée. Toutefois, à certaines heures de la journée ou pendant certains mois, la fiabilité est plus élevée et on observe parallèlement une augmentation correspondante de la réduction de la disponibilité de la liaison de sorte que les données présentées dans le Tableau 12 donnent une bonne indication de la possibilité de maintenir une liaison avec un rapport S/N requis donné. Bien sûr, le choix de la fréquence est un élément important et les résultats donnés dans les Tableaux 12 et 13 correspondent aux probabilités moyennes associées à la bande de fréquences donnée. A des heures bien précises de la journée, les probabilités peuvent varier dans des proportions importantes mais la variation est corrélée entre le signal utile et le signal brouilleur.

TABLEAU 12

Fiabilité pendant un mois donné

Fiabilité de la liaison pendant un mois donné									
Rapport S/N requis	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
18 dB	0,00%	0,00%	0,69%	15,28%	25,35%	34,95%	44,91%	49,42%	51,85%
15 dB	0,00%	0,46%	17,71%	28,24%	41,90%	48,03%	49,77%	51,16%	53,13%
9 dB	8,22%	30,44%	46,64%	49,77%	50,93%	51,50%	52,55%	53,01%	55,67%

TABLEAU 13

Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison

	Rapport S/N requis	Réduction (%)
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison de données	18 dB (C/I+N)	47,88
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison analogique	15 dB (C/I+N)	58,84
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison numérique	9 dB (C/I+N)	73,03

7 Brouillage causé par le SMT au service de radiodiffusion à 4,6 MHz

Brouillage potentiel causé par une liaison d'une station mobile terrestre entre Al Najaf, Iraq, et Le Caire, Egypte

Liaison de radiodiffusion utile entre Florence, Italie, et Le Caire, Egypte

Emetteur utile:

250 kW à une antenne – rideau 4 x 4 sur un sol de qualité moyenne (type d'antenne SAMPLE.12, constante diélectrique = 15 et conductivité = 50 mS)

Emetteur brouilleur:

500 W à une antenne unipolaire de 3,5 m sur un sol sablonneux de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 3 et conductivité = 50 mS)

Récepteur:

Antenne fouet verticale courte en ondes courtes (type d'antenne SWWHip.VOA)

Environnement:

4,6 MHz, bruit artificiel pris égal à -150 dB(W/Hz) à 3 MHz (niveau du bruit en zone rurale) sur le site de réception

Liaison de radiodiffusion

Disponibilité requise – rapport S/N requis de 17 dB.

Le Tableau 14 donne le pourcentage de chance pour que la liaison utile, pour un rapport S/N requis donné, puisse être établie avec une fiabilité donnée pour un mois donné. On suppose que la fiabilité la plus faible pour un mois donné est de 80%, sinon la connectivité garantie n'est pas suffisante pour pouvoir établir une liaison fiable pour le service de radiodiffusion. Comme le montre le Tableau 14, lorsque tous les mois et toutes les heures de la journée sont pris en compte, la probabilité d'établissement d'une liaison est élevée. Le Tableau 14 donne une bonne indication de la possibilité de maintenir une liaison avec un rapport S/N donné. Bien sûr, le choix de la fréquence est un élément important et les résultats donnés dans les Tableaux 14 et 15 correspondent aux probabilités moyennes associées à la bande de fréquences donnée. A des heures bien précises de la journée, les probabilités peuvent varier dans des proportions importantes mais la variation est corrélée entre le signal utile et le signal brouilleur.

TABLEAU 14
Fiabilité pendant un mois donné

Fiabilité de la liaison pendant un mois donné									
Rapport S/N requis	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
17 dB	63,08%	64,00%	65,34%	66,20%	66,90%	67,30%	67,59%	68,29%	68,92%

TABLEAU 15
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison

	Rapport S/N requis	Réduction (%)
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison de données	17 dB ($C/I+N$)	21,86

8 Brouillage causé par le service de radiodiffusion au SMT à 5,1 MHz

Brouillage potentiel causé par une liaison d'une station de radiodiffusion entre Florence, Italie, et Le Caire, Egypte

Liaison mobile terrestre utile entre Al Najaf, Iraq, et Le Caire, Egypte

Emetteur utile:

500 W à une antenne unipolaire de 3,5 m sur un sol sablonneux de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 3 et conductivité = 50 mS)

Emetteur brouilleur:

250 kW à une antenne-rideau 4 x 4 sur un sol de qualité moyenne (type d'antenne SAMPLE.12, constante diélectrique = 15 et conductivité = 50 mS)

Récepteur:

Antenne log-périodique horizontale sur un sol sablonneux de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.05, constante diélectrique = 3 et conductivité = 1 mS)

Environnement:

5,1 MHz, bruit artificiel pris égal à -150 dB(W/Hz) à 3 MHz (niveau du bruit en zone rurale) sur le site de réception

Liaison mobile terrestre

Disponibilité de la liaison de données – rapport S/N requis de 18 dB

Disponibilité de la liaison analogique – rapport S/N requis de 15 dB

Disponibilité de la liaison numérique – rapport S/N requis de 9 dB.

Le Tableau 16 donne le pourcentage de chance pour que la liaison utile, pour un rapport S/N requis donné, puisse être établie avec une fiabilité donnée pour un mois donné. On suppose que la fiabilité la plus faible pour un mois donné est de 50%, sinon la connectivité garantie n'est pas suffisante pour pouvoir établir une liaison fiable entre les stations. Comme le montre le Tableau 16, lorsque tous les

mois et toutes les heures de la journée sont pris en compte, la probabilité d'établissement d'une liaison n'est pas élevée. Toutefois, à certaines heures de la journée ou pendant certains mois, la fiabilité est plus élevée et on observe parallèlement une augmentation correspondante de la réduction de la disponibilité de la liaison de sorte que les données présentées dans le Tableau 16 donnent une bonne indication de la possibilité de maintenir une liaison avec un rapport S/N donné. Bien sûr, le choix de la fréquence est un élément important et les résultats donnés dans les Tableaux 16 et 17 correspondent aux probabilités moyennes associées à la bande de fréquences donnée. A des heures bien précises de la journée, les probabilités peuvent varier dans des proportions importantes mais la variation est corrélée entre le signal utile et le signal brouilleur.

TABLEAU 16

Fiabilité pendant un mois donné

Fiabilité de la liaison pendant un mois donné									
Rapport S/N requis	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
18 dB	0,00%	0,00%	6,71%	18,06%	36,86%	45,95%	53,13%	57,23%	60,19%
15 dB	0,00%	6,31%	20,60%	38,95%	50,46%	55,09%	58,16%	58,91%	62,73%
9 dB	12,79%	40,45%	53,53%	58,10%	59,14%	60,42%	61,69%	63,48%	67,59%

TABLEAU 17

Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison

	Rapport S/N requis	Réduction (%)
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison de données	18 dB ($C/I+N$)	49,67
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison analogique	15 dB ($C/I+N$)	59,01
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison numérique	9 dB ($C/I+N$)	70,71

9 Brouillage causé par le SMM au service de radiodiffusion à 4,6 MHz

Brouillage potentiel causé par une liaison d'une station mobile maritime entre le Golfe persique et Le Caire, Egypte

Liaison de radiodiffusion utile entre Florence, Italie, et Le Caire, Egypte

Emetteur utile:

250 kW à une antenne-rideau 4 x 4 sur un sol de qualité moyenne (type d'antenne SAMPLE.12, constante diélectrique = 15 et conductivité = 50 mS)

Emetteur brouilleur:

1 kW à une antenne unipolaire quart d'onde sur une étendue d'eau salée (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 80 et conductivité = 50 mS)

Récepteur:

Antenne fouet verticale courte en ondes courtes (type d'antenne SWWHip.VOA)

Environnement:

4,6 MHz, bruit artificiel pris égal à -150 dB(W/Hz) à 3 MHz (niveau du bruit en zone rurale) sur le site de réception

Liaison mobile terrestre:

Disponibilité requise – rapport S/N requis de 17 dB.

Le Tableau 18 donne le pourcentage de chance pour que la liaison utile, pour un rapport S/N requis donné, puisse être établie avec une fiabilité donnée pour un mois donné. On suppose que la fiabilité la plus faible pour un mois donné est de 80%, sinon la connectivité garantie n'est pas suffisante pour pouvoir établir une liaison fiable pour le service de radiodiffusion. Comme le montre le Tableau 18, lorsque tous les mois et toutes les heures de la journée sont pris en compte, la probabilité d'établissement d'une liaison est élevée. Le Tableau 18 donne une bonne indication de la possibilité de maintenir une liaison avec un rapport S/N donné. Bien sûr, le choix de la fréquence est un élément important et les résultats donnés dans les Tableaux 18 et 19 correspondent aux probabilités moyennes associées à la bande de fréquences donnée. A des heures bien précises de la journée, les probabilités peuvent varier dans des proportions importantes mais la variation est corrélée entre le signal utile et le signal brouilleur.

TABLEAU 18

Fiabilité pendant un mois donné

Fiabilité de la liaison pendant un mois donné									
Rapport S/N requis	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
17 dB	63,08%	64,00%	65,34%	66,20%	66,90%	67,30%	67,59%	68,29%	68,92%

TABLEAU 19

Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison

	Rapport S/N requis	Réduction (%)
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison de données	17 dB ($C/I+N$)	23,28

10 Brouillage causé par le service de radiodiffusion au SMM à 5,1 MHz

Brouillage potentiel causé par une liaison d'une station de radiodiffusion entre Florence, Italie, et Le Caire, Egypte

Liaison mobile maritime utile entre le Golfe persique et Le Caire, Egypte

Emetteur utile:

1 kW à une antenne unipolaire quart d'onde sur une étendue d'eau salée (type d'antenne SAMPLE.32, constante diélectrique = 80 et conductivité = 50 mS)

Emetteur brouilleur:

250 kW à une antenne-rideau 4 x 4 sur un sol de qualité moyenne (type d'antenne SAMPLE.12, constante diélectrique = 15 et conductivité = 50 mS)

Récepteur:

Antenne log-périodique horizontale sur un sol sablonneux de qualité médiocre (type d'antenne SAMPLE.05, constante diélectrique = 3 et conductivité = 1 mS)

Environnement:

5,1 MHz, bruit artificiel pris égal à -150 dB(W/Hz) à 3 MHz (niveau de bruit en zone rurale) sur le site de réception

Liaison mobile terrestre:

Disponibilité de la liaison de données – rapport S/N requis de 17 dB

Disponibilité de la liaison analogique – rapport S/N requis de 15 dB

Disponibilité de la liaison numérique – rapport S/N requis de 9 dB.

Le Tableau 20 donne le pourcentage de chance pour que la liaison utile, pour un rapport S/N requis donné, puisse être établie avec une fiabilité donnée pour un mois donné. On suppose que la fiabilité la plus faible pour un mois donné est de 50%, sinon la connectivité garantie n'est pas suffisante pour pouvoir établir une liaison fiable entre les stations. Comme le montre le Tableau 20, lorsque tous les mois et toutes les heures de la journée sont pris en compte, la probabilité d'établissement d'une liaison est élevée. Le Tableau 20 donne une bonne indication de la possibilité de maintenir une liaison avec un rapport S/N donné. Bien sûr, le choix de la fréquence est un élément important et les résultats donnés dans les Tableaux 20 et 21 correspondent aux probabilités moyennes associées à la bande de fréquences donnée. A des heures bien précises de la journée, les probabilités peuvent varier dans des proportions importantes mais la variation est corrélée entre le signal utile et le signal brouilleur.

TABLEAU 20

Fiabilité pendant un mois donné

Fiabilité de la liaison pendant un mois donné									
Rapport S/N requis	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
18 dB	49,88%	58,16%	59,49%	61,46%	63,08%	64,41%	65,45%	66,78%	68,75%
15 dB	57,52%	59,38%	61,69%	63,72%	64,99%	66,44%	67,36%	68,92%	70,54%
9 dB	60,65%	63,77%	65,74%	67,77%	69,21%	70,20%	71,41%	72,51%	73,96%

TABLEAU 21

Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison

	Rapport S/N requis	Réduction
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison de données	18 dB (C/I+N)	76,67%
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison analogique	15 dB (C/I+N)	76,26%
Réduction moyenne de la disponibilité de la liaison numérique	9 dB (C/I+N)	73,77%

Conclusions

Plusieurs résultats importants sont donnés dans la présente annexe. Même si le spectre est attribué bande par bande et non fréquence par fréquence à l'UIT, il faut tenir compte de l'utilisation des fréquences individuelles pour assigner ces bandes ainsi que de l'incidence pour tous les services concernés. Compte tenu de la taille de l'empreinte au sol des transmissions en ondes décimétriques (plusieurs centaines à plusieurs milliers de kilomètres de largeur et de longueur) même en utilisant des antennes très directives sur plusieurs «bonds» successifs de réflexion ionosphérique, il y aura vraisemblablement des situations de partage cofréquence et cocouverture lorsque des bandes de fréquences sont attribuées à différents services. Un partage supplémentaire nuirait donc aux services existants compte tenu des contraintes actuelles imposées aux services fixe et mobile. Les résultats des analyses contenus dans la présente annexe ont été regroupés ci-après pour montrer l'incidence qu'aurait une attribution additionnelle au service de radiodiffusion dans des bandes de fréquences qui sont actuellement attribuées aux services fixe et mobile. Ces résultats sont aussi valables dans le cas d'une augmentation des attributions générales aux services fixe et mobile.

Encombrement du spectre

Le fait de réduire la quantité de spectre actuellement disponible pour les services fixe et mobile a des répercussions importantes du point de vue de l'encombrement du spectre et des possibilités d'utilisation des fréquences. Il y a de fortes chances que l'on puisse trouver une solution au problème de l'encombrement du spectre si le nombre d'utilisateurs d'un réseau ne dépasse pas la capacité de la réserve de fréquences de ce réseau à fournir des ressources spectrales suffisantes. Le fait d'augmenter la taille de la réserve de fréquences ne réduit pas nécessairement l'encombrement du spectre étant donné qu'il finit par y avoir un chevauchement des ressources entre les différents groupes d'utilisateurs, ce qui est un facteur d'augmentation de l'encombrement. Il y a aussi des problèmes d'encombrement du spectre lorsque des systèmes non adaptatifs et des systèmes adaptatifs utilisent les mêmes ressources de fréquences. L'utilisation des techniques adaptatives améliore les possibilités de partage et permet de réduire l'encombrement du spectre dans des conditions normales mais peut aussi aggraver le problème lorsque les ressources de fréquences deviennent trop limitées, lorsque différentes générations de systèmes adaptatifs en fréquences utilisent les mêmes ressources de fréquences ou bien encore lorsque différents services essaient d'utiliser les mêmes ressources spectrales.

Partage entre le service fixe et le SMM

Il ressort des analyses précitées qu'il n'est pas possible d'élargir le partage entre le service fixe et le SMM. Compte tenu des caractéristiques de l'environnement de bruit du SMM, le chevauchement des empreintes au sol des transmissions a des conséquences importantes lorsque le service fixe utilise les mêmes ressources de fréquences. Le cas inverse n'est pas aussi problématique car on observe seulement une légère diminution de la disponibilité de la liaison du service fixe en présence

d'une transmission du SMM. Toutefois, compte tenu du volume de trafic du SMM, les brouillages cumulatifs risquent de nuire beaucoup au service fixe.

Partage entre le SMT et le SMM

Il ressort des analyses qu'il n'est pas possible d'accroître le partage entre le SMT et le SMM. Compte tenu des caractéristiques de l'environnement de bruit du SMM, le chevauchement des empreintes au sol des transmissions a des conséquences importantes lorsque le SMT utilise les mêmes ressources de fréquences. Le cas inverse n'est pas aussi problématique car on observe seulement une légère diminution de la disponibilité de la liaison du SMT en présence d'une transmission du SMM. Toutefois, compte tenu du volume du trafic du service mobile maritime, les brouillages cumulatifs risquent de nuire beaucoup au SMT.

Partage entre le service fixe et le service de radiodiffusion

Compte tenu de la nature des transmissions du service fixe et du service de radiodiffusion (puissance élevée), il ressort de l'analyse qu'il n'est pas possible d'accroître le partage avec égalité des droits entre ces deux services. Le chevauchement des empreintes au sol des récepteurs du service fixe et du service de radiodiffusion aurait des conséquences importantes pour les deux services.

Partage entre le service mobile terrestre et le service de radiodiffusion

Etant donné que les émissions du service de radiodiffusion sont des émissions de forte puissance alors que celles du SMT sont de plus faible puissance, il ressort des analyses qu'il n'est pas possible d'accroître le partage avec égalité des droits entre ces deux services. Le chevauchement des empreintes au sol des récepteurs du SMT et du service de radiodiffusion aurait des conséquences pour le service de radiodiffusion. Le SMT subirait des conséquences importantes en cas de chevauchement des empreintes du récepteur de radiodiffusion et du récepteur du SMT.

Partage entre le service mobile maritime et le service de radiodiffusion

Etant donné que les émissions du service de radiodiffusion sont des émissions de forte puissance alors que celles du SMM sont de plus faible puissance, il ressort des analyses qu'il n'est pas possible d'accroître le partage avec égalité des droits entre ces deux services. Le chevauchement des empreintes au sol des systèmes du SMM et des systèmes du service de radiodiffusion aurait des conséquences pour le service de radiodiffusion. Le SMM subirait des conséquences graves chaque fois qu'il y a chevauchement entre les empreintes au sol des récepteurs du service de radiodiffusion et des récepteurs du SMT.

Annexe 4

Considérations relatives à la compatibilité dans les bandes des ondes décimétriques

Introduction

Les bandes des ondes décimétriques sont utilisées par un certain nombre de services de radiocommunication. Les études réalisées à ce jour au titre du point 1.13 de l'ordre du jour ont confirmé les conclusions d'études et de conférences précédentes, à savoir qu'il n'a pas été possible de satisfaire tous les besoins de ces services et que leur exploitation a parfois posé des problèmes en raison de l'encombrement des bandes des ondes décimétriques. Etant donné que la quantité de spectre disponible en ondes décimétriques est limitée, il faut veiller scrupuleusement à l'utiliser de la manière la plus efficace possible.

L'objectif au titre du point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-07 est d'utiliser au mieux les attributions faites dans les bandes des ondes décimétriques entre 4 et 10 MHz afin de répondre à l'évolution de la demande et des modes d'utilisation. A bien des égards, ce travail s'inscrit dans la continuité de celui qui a été engagé à la CAMR-92 au titre du point 2.2.2 de son ordre du jour. En outre, la CMR-03 a repris, au titre des points 1.23 et 1.36 de son ordre du jour, certains aspects de ces études concernant le réalignement des bandes autour de 7 MHz et les besoins de spectre du service de radiodiffusion entre 4 et 10 MHz, d'où l'élaboration de la Résolution 544 (CMR-03) et l'adoption du point 1.13 de l'ordre du jour.

On pourrait considérer que les travaux de la CAMR-92 étaient davantage axés sur l'extension possible des bandes attribuées à la radiodiffusion en ondes décimétriques que ceux de la CMR-07, pour laquelle la question des attributions additionnelles au service de radiodiffusion, au titre de la Résolution 544 (CMR-03), n'est qu'un aspect du point 1.13 de son ordre du jour, mais les similarités sont en fait plus larges et beaucoup plus profondes.

La nécessité de prendre des mesures pour remédier à la pénurie de spectre pour le service de radiodiffusion a été identifiée dans la Recommandation 511 (HFBC-87) et il a aussi été reconnu que la CAMR-92 aurait dû considérer que les besoins de spectre à long terme des services exploités dans les bandes des ondes décimétriques étaient une partie essentielle de ses travaux. Des études de partage approfondies ont donc été entreprises en ce qui concerne les services fonctionnant dans les bandes des ondes décimétriques, dans le cadre des travaux préparatoires à la CAMR-92. Le GTIM 10-3-6-8/1 du CCIR avait été créé avec le mandat suivant:

- 1) définir des critères de partage plus précis entre le service de radiodiffusion, le service fixe, le service mobile et le service d'amateur entre 2 et 30 MHz; et
- 2) faire rapport au GTIM de la CAMR-92.

On retrouve également des similarités dans la méthode retenue pour traiter ce point, laquelle reprend de nombreux éléments des propositions européennes communes faites à la CAMR-92 (Doc. CAMR-92/20) en ce qui concerne les possibilités de réattribution du spectre.

Plusieurs méthodes possibles pour utiliser plus efficacement le spectre des bandes des ondes décimétriques en élargissant l'accès à plusieurs services sont examinées dans le présent Rapport et sont destinées à contribuer à l'élaboration du texte du Rapport de la RPC pour le point 1.13 de l'ordre du jour. Cette analyse tient compte des questions de compatibilité qui risquent de se poser si des attributions de spectre additionnelles sont faites aux services fixe, mobile et de radiodiffusion, ce qui devrait être le cas à la CMR-07.

Informations relatives au partage entre différents services dans les bandes des ondes décamétriques

Un thème apparaît de façon récurrente dans les études préparatoires concernant les bandes d'ondes décamétriques réalisées en vue de la CAMR-92, de la CMR-95, de la CMR-97, de la CMR-03 et de la CMR-07 (point 1.13 de l'ordre du jour); il s'agit de la mesure dans laquelle le spectre des bandes des ondes décamétriques peut être réutilisé à l'intérieur d'un même service ou entre plusieurs services (utilisation en partage) et, en particulier, la mesure dans laquelle une gestion dynamique des fréquences peut faciliter ce partage. Comme pour les conférences précédentes, il est donc essentiel de disposer d'informations sur le partage et sur les méthodes utilisées pour réaliser le partage intraservice et entre services dans les bandes des ondes décamétriques afin de guider les débats à la CMR-07.

Lorsqu'il n'y a pas de procédures de coordination bien définies qui sont appliquées, il serait souvent plus exact de parler de coexistence entre plusieurs services que de fonctionnement de plusieurs services dans des bandes d'ondes décamétriques utilisées en partage. En fait, la CMR-95 avait décidé, par sa Résolution 23 (CMR-95), que l'examen des assignations de fréquence dans les bandes au-dessous de 28 MHz n'était plus nécessaire. Le Bureau ne procède donc plus à aucun examen en ce qui concerne la probabilité de brouillage préjudiciable et ne fournit pas non plus d'éléments d'orientation pour déterminer si une nouvelle assignation de fréquence devrait pouvoir être exploitée sans causer de brouillage.

A première vue, le partage ou la coexistence entre différents services dans les bandes des ondes décamétriques apparaît difficile étant donné que les signaux se propagent sur de longues distances par réflexions ionosphériques. Un trajet à un seul bond, utilisant une seule réflexion sur l'ionosphère, suffit aisément pour assurer des communications sur des distances de quelques milliers de kilomètres. Les communications sont possibles sur des distances plus longues si l'on utilise des liaisons à plusieurs bonds sur lesquelles le signal en se propageant subit plusieurs réflexions entre le sol et l'ionosphère. Toutefois, tout examen de la compatibilité dans les bandes des ondes décamétriques doit tenir compte des dimensions supplémentaires du partage géographique et temporel réalisable grâce aux mêmes propriétés de l'ionosphère qui, en fait, rendent possibles les radiocommunications longue distance en ondes décamétriques.

Les informations que l'on trouvera dans le Rapport du GTIM 10-6-8-9/1 (25 octobre 1990) concernant les problèmes de compatibilité liés à l'attribution de spectre à la radiodiffusion en ondes décamétriques restent la principale source de référence à l'UIT-R. Cette étude, qui a constitué la Section 5 du Rapport du CCIR à la CAMR-92, a également été reproduite dans le Rapport du Directeur à la CMR-2000, en application de la Résolution 29 (CMR-97) (voir la Pièce jointe 1 du Doc. CMR-2000/5). Elle a été citée comme principale source d'étude dans le § 5.6.1 du Rapport de la RPC à la CMR-03 (voir le Chapitre 5 du Doc. CMR-03/3) intitulé «Résumé des études techniques et opérationnelles» pour le point 1.23 de l'ordre du jour.

Les similitudes entre les problèmes et les solutions potentielles qui ont été relevées au cours des travaux préparatoires à la CMR-07 et à la CAMR-92 en ce qui concerne la réattribution des bandes des ondes décamétriques sont si fortes que le Rapport du GTIM à la CAMR-92 reste un élément essentiel dans l'examen des possibilités de partage entre tous les services dans les bandes des ondes décamétriques. Pour faciliter les références et pour que ce document soit officiellement intégré dans les études en vue de la CMR-07, le rapport du GTIM a été reproduit dans l'annexe.

Depuis la CAMR-92, les textes de l'UIT-R relatifs au partage entre les services dans les bandes des ondes décimétriques ont été modifiés et mis à jour. Il s'agit des documents révisés suivants:

- a) Recommandation UIT-R P.1060 – Facteurs de propagation influant sur le partage des fréquences entre systèmes de Terre en ondes décimétriques. Cette Recommandation définit les facteurs et les conditions de propagation susceptibles de faciliter le partage dans les bandes des ondes décimétriques.
- b) Recommandation UIT-R BS.1514 – Système pour la radiodiffusion sonore numérique dans les bandes attribuées à la radiodiffusion au-dessous de 30 MHz. Cette Recommandation décrit le système DRM recommandé pour la radiodiffusion sonore numérique au-dessous de 30 MHz ainsi que les problèmes de compatibilité que pose le partage intraservice avec la radiodiffusion analogique.
- c) Recommandation UIT-R BS.1615 – «Paramètres de planification» pour la radiodiffusion sonore numérique aux fréquences inférieures à 30 MHz. Cette Recommandation comporte des tableaux détaillés et rapports de protection applicables entre les divers modes de fonctionnement numérique et entre le mode de fonctionnement numérique et le mode de fonctionnement analogique.
- d) Recommandation UIT-R BS.560-4 – Rapports de protection en radiofréquence pour la radiodiffusion en ondes kilométriques, hectométriques et décimétriques. L'Annexe 4 de cette Recommandation a été mise à jour afin d'y faire figurer les paramètres de planification adoptés par la HFBC-87.
- e) Recommandation UIT-R F.240-6 – Rapport de protection signal/brouillage pour diverses classes d'émission dans le service fixe sur des fréquences inférieures à 30 MHz environ. Le Tableau 1, dans cette Recommandation, a été mis à jour et complété. Le Rapport du CCIR à la CAMR-92 précise que ce texte est celui qui convient le mieux pour définir un ensemble satisfaisant de critères de protection applicables au partage des fréquences entre les stations du service fixe et celles du service mobile.

D'autres informations utiles concernant les conditions propices au partage sont données dans les textes suivants:

- f) Recommandation UIT-R P.372-8 – Bruit radioélectrique.
- g) Recommandation UIT-R BS.216-2 – Rapport de protection pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale.
- h) Recommandation UIT-R BS.48-2 – Choix des fréquences pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale.
- i) Rapport UIT-R BS.302-1 – Brouillage en radiodiffusion sonore dans les bandes partagées en Zone tropicale.

Le partage du spectre à l'intérieur d'un même service est une pratique courante et il est normalement régi par certaines dispositions du RR applicables à chaque service de radiocommunication. Un exemple intéressant particulièrement le point 1.13 de l'ordre du jour est donné par la Résolution 543 (CMR-03) relative aux valeurs provisoires des rapports de protection radiofréquence pour les émissions à modulation analogique et numérique dans le service de radiodiffusion en ondes décimétriques. Cette Résolution donne des rapports de protection relatifs (fondés sur les valeurs absolues données dans la Recommandation UIT-R BS.1615) à appliquer entre le système DRM et des émissions analogiques (A3E), ainsi que les rapports de protection cocanal qui doivent être utilisés pour la planification des services HFBC.

Le partage entre les services est plus difficile et pour y parvenir on a souvent défini des conditions techniques ou d'exploitation destinées à éviter les brouillages préjudiciables. Il y a un partage *de facto* dans un grand nombre de bandes des ondes décimétriques qui sont attribuées à plusieurs

services de radiocommunication. Les techniques appliquées pour ces types de partage utilisent souvent une gestion en temps réel de l'utilisation des fréquences compte tenu de la propagation, de la directivité de l'antenne, de la puissance de l'émetteur ainsi que de considérations temporelles et géographiques.

Il ressort des travaux de l'UIT-R que les éléments suivants sont importants pour le partage entre les services:

- a) plusieurs bandes de fréquences comprises entre 4 et 30 MHz sont attribuées en partage à divers services de radiocommunication, y compris aux services mobiles;
- b) l'efficacité d'utilisation du spectre sera améliorée si on utilise des systèmes adaptatifs en fréquences dans les bandes d'ondes hectométriques et décimétriques utilisées en partage par les services fixe et mobile;
- c) l'utilisation du spectre des fréquences radioélectriques doit tenir compte de la fréquence, du temps et de l'espace;
- d) les techniques dynamiques de gestion du spectre en temps réel peuvent faciliter le partage entre services;
- e) dans de nombreux cas, les services fixe et mobile utilisent actuellement les mêmes bandes de fréquences entre 4 et 30 MHz.

Ces éléments déterminants, en particulier le fait qu'il soit possible de pratiquer conjointement un partage géographique, temporel et fréquentiel dans les bandes des ondes décimétriques, viennent contrecarrer l'argument de ceux qui sont très pessimistes quant à la possibilité d'accroître le partage dans les bandes des ondes décimétriques, comme méthode pour traiter ce point de l'ordre du jour.

Ce pessimisme contredit les études qui ont été réalisées en vue de la CAMR-92 et après. Cela s'explique peut-être par le fait qu'une grande partie des activités relatives aux communications dans les bandes des ondes décimétriques ont été déqualifiées et que l'expérience passée des techniques et des conditions d'exploitation a été oubliée. Il est par ailleurs important de noter que l'utilisation des bandes d'ondes décimétriques par le service fixe est beaucoup plus homogène qu'à l'époque où les études en vue de la CAMR-92 ont été réalisées. Des utilisations commerciales très diverses (par exemple liaisons de télécommunication publiques et privées, télécopieurs pour les journaux d'actualité et relais ISB très puissants vers des émetteurs de radiodiffusion) et des utilisations des services publics, notamment un réseau étendu de liaisons hertziennes diplomatiques vers les ambassades et les communications liées à la défense, aujourd'hui considérées comme une utilisation majeure, ont été assurées dans les bandes attribuées à ce service.

Incidence des systèmes adaptatifs

La mise au point et l'application continues depuis la CAMR-92 de techniques de sélection dynamique des fréquences dans les services fixe et mobile constituent une évolution importante pour les conditions de partage. Le partage dynamique des fréquences ou la gestion des fréquences en temps réel se sont avérés être des outils utiles pour fournir des circuits de communication qui, sinon, n'auraient pas pu être établis en raison des contraintes de brouillages.

La CMR-95 et la CMR-97 ont modifié la réglementation et apporté des modifications aux procédures de notification pour donner toute leur place aux systèmes agiles en fréquence, facilitant ainsi l'utilisation de systèmes de radiocommunication intelligents qui permettent d'utiliser plus efficacement le spectre des fréquences. Dans le même temps, la Recommandation UIT-R SM.1266 sur les systèmes adaptatifs en ondes hectométriques/décimétriques a été élaborée et adoptée en 1997. Plus récemment, le Groupe de travail 9C a contribué largement à l'introduction et au déploiement des systèmes adaptatifs en fréquences, en élaborant le Manuel – Systèmes et réseaux de communication adaptatifs en fréquence fonctionnant dans les bandes des ondes hectométriques et décimétriques.

Les travaux sur les systèmes adaptatifs en fréquences ont été dictés essentiellement par la nécessité de régler les problèmes que pose une structure rigide d'attribution des bandes de fréquences dans des conditions de propagation variables, ce qui permet une utilisation plus efficace du spectre disponible. Les systèmes agiles en fréquence testent la qualité d'un circuit spécifique sur un ensemble de fréquences en temps réel et permettent d'avoir la meilleure adéquation entre les conditions de propagation sur le circuit et les fréquences disponibles.

Un des avantages attendus était que les systèmes adaptatifs, étant capables de réagir rapidement à l'évolution des conditions de propagation, conviendraient parfaitement pour des transmissions de données par paquets en courtes salves. Les canaux pourraient ensuite être libérés, le plus rapidement possible, pour d'autres utilisateurs potentiels. Cette solution permettrait aussi de lever une grande inquiétude concernant le blocage des canaux.

Il a été reconnu que le fait que des canaux soient occupés par des signaux de ralenti pendant de longues périodes de temps était un obstacle grave qui n'aidait pas à résoudre le problème de l'encombrement du spectre. Il était en effet courant alors dans le service fixe de passer des bandes en continu ou de taper sur des touches pour réserver un accès à des canaux de fréquence. Les rapports sur les contrôles des émissions disponibles depuis le milieu des années 90 ont montré que plus de la moitié des transmissions identifiables ne contenaient aucun trafic de données.

Ce problème est soulevé dans la Recommandation UIT-R SM.1266 – Systèmes adaptatifs en ondes hectométriques et décamétriques, aux points d) à f) du *considérant*:

«d) que, dans les bandes des ondes hectométriques et décamétriques, le trafic vocal est de plus en plus remplacé par du trafic de données, trafic qui tend à exiger des canaux de haute qualité pendant de courtes périodes;

e) que le recours aux systèmes adaptatifs, qui libèrent tout canal radioélectrique sur lequel il n'y a plus de trafic, permettra d'améliorer l'efficacité d'utilisation du spectre grâce au partage des fréquences;

f) que le recours aux systèmes adaptatifs, qui observent les conditions de propagation en temps réel et libèrent le canal pour d'autres utilisateurs lorsque les conditions de propagation varient avec le temps, permettra d'améliorer l'efficacité d'utilisation du spectre;»

Bien que des études techniques plus récentes de l'UIT-R sur les systèmes adaptatifs en fréquences et plus tard, le déploiement de ces systèmes, aient généralement été liés à l'introduction de la modulation numérique dans le cadre du passage général de l'analogique au numérique, les travaux et les études d'appui sur l'efficacité d'utilisation du spectre et la compatibilité du partage étaient déjà bien avancés avant la CAMR-92.

Plusieurs études techniques réalisées avant la CAMR-92 ont permis d'établir que, même si les systèmes disponibles sur le marché étaient alors peu nombreux, cette réflexion permettrait de résoudre dans l'avenir les problèmes d'encombrement du spectre dans les bandes des ondes décamétriques.

Dans une des contributions aux travaux du GTIM 10-3-6-8/1, il était fait observer que les essais opérationnels effectués par l'administration avaient permis de montrer que les services fixe, mobile et de radiodiffusion pouvaient utiliser efficacement les mêmes bandes de fréquences grâce à des techniques d'assignation et de gestion des fréquences en temps réel. Plusieurs Rapports du CCIR (911, 859 et 658) étayés par des données d'exploitation réelles ont été cités comme pouvant être utilisés pour l'attribution de certaines bandes à la radiodiffusion, selon des modalités qui permettraient aux services fixe et mobile d'avoir accès aux mêmes bandes des ondes décamétriques. Cet accès serait fondé sur un partage temporel et géographique, compte tenu des caractéristiques opérationnelles différentes des trois services. La conclusion était que «... l'expérience montre que les services fixe, mobile et de radiodiffusion peuvent être exploités avec un certain degré de

compatibilité dans les mêmes bandes d'ondes décimétriques, compatibilité qui pourrait être facilement réalisable sans nuire au service de radiodiffusion».

Considérations relatives à la compatibilité et au partage entre les services

Les conclusions du Rapport du GTIM sur la compatibilité et le partage entre les services dans les bandes des ondes décimétriques viennent conforter plusieurs types de scénarios de partage, y compris ceux entre le service fixe et le service de radiodiffusion. En outre, les analyses ci-après relatives à divers scénarios de partage s'appuient sur l'expérience acquise entre la CAMR-92 et la CMR-03.

Compatibilité entre le service d'amateur, le service fixe, le service mobile et le service de radiodiffusion

Le service d'amateur bénéficie d'attributions dans la bande 3 500-4 000 kHz qui varient en fonction de la Région. Le service d'amateur, le service fixe et certains services mobiles utilisent cette bande en partage et, même si ce partage n'est pas idéal, il s'est révélé être généralement acceptable au fil des années. Il y a aussi un partage interrégional résultant des attributions différentes dans les trois Régions: le service d'amateur, en Régions 2 et 3, partage des fréquences avec les services de radiodiffusion, fixe et mobile, en Régions 1 et 3. Les brouillages entre ces services sont réduits au minimum en raison des caractéristiques de propagation de cette bande. Pendant la journée, la bande est au-dessous de la fréquence minimale utilisable (LUF) pour de nombreux trajets. L'utilisation de cette bande pendant la journée est limitée à des trajets courte distance, de l'ordre de 500 km ou moins. La nuit toutefois, la propagation intracontinentale est excellente alors que la propagation intercontinentale va de marginale à bonne, selon la saison de l'année, la latitude et d'autres facteurs. Dans le cas du service d'amateur, le fait que les opérateurs aient toute latitude pour sélectionner judicieusement les fréquences contribue à limiter au minimum les brouillages avec d'autres services.

La CAMR-79 a attribué la bande 10 100-10 150 kHz à titre primaire au service fixe et à titre secondaire au service d'amateur. L'attribution à titre secondaire permet aux stations du service d'amateur d'avoir un accès limité à cette bande, à condition d'éviter de causer des brouillages aux stations du service fixe. Cet accès a permis au service d'amateur d'utiliser cette bande sans problème depuis plus de 20 ans.

Compatibilité entre le service fixe, le service mobile et le service de radiodiffusion

Compte tenu du regroupement des Résolutions 729 (CMR-97), 351 (CMR-03) et 544 (CMR-03) concernées par le point 1.13 de l'ordre du jour, les questions de compatibilité que devra examiner la CMR-07 doivent comporter le partage entre les services fixe, mobile et de radiodiffusion et le partage intraservice entre le SMM et les services mobiles en général.

Il semblerait que les possibilités de partage entre le service fixe, le service de radiodiffusion et le service mobile soient limitées car les champs et les rapports signal/brouillage, *S/I*, nécessaires pour obtenir une bonne réception sont très différents. Dans la pratique, il y a de nombreux exemples où ces services ont accès aux mêmes attributions de fréquence et peuvent fonctionner de manière à utiliser efficacement le spectre des bandes des ondes décimétriques.

Le partage géographique et temporel permet une coexistence du service fixe et du service de radiodiffusion dans de nombreuses régions du monde. Le trajet de propagation et les caractéristiques d'exploitation sont des paramètres déterminants qui influent sur ce type de partage et qui, s'ils sont dûment pris en compte, permettent à ces services de coexister. Cela est particulièrement vrai pour les émetteurs agiles en fréquences du service fixe.

L'Article 5 du RR prévoit des attributions permettant aux services fixe, mobile et de radiodiffusion d'avoir accès, dans de nombreux cas, aux mêmes bandes d'ondes décimétriques. Il convient de noter que le numéro 5.147 du RR autorise les communications du service fixe à l'intérieur de n'importe quel pays, à condition de ne pas causer de brouillage préjudiciable au service de radiodiffusion dans

les bandes 9 775-9 900 kHz, 11 650-11 700 kHz et 11 975-12 050 kHz, la puissance totale rayonnée ne dépassant pas 24 dBW.

Réutilisation des bandes des ondes décamétriques sur des trajets à ondes ionosphériques à incidence quasi verticale (NVIS)

Un autre scénario de partage bien établi tire parti des possibilités naturelles de partage temporel entre les transmissions sur des trajets à ondes ionosphériques obliques et les transmissions sur des trajets à ondes ionosphériques à incidence quasi verticale (NVIS). La technique NVIS est généralement utilisée jusqu'à environ 80% de la fréquence critique², afin d'éviter les problèmes dus aux variations ionosphériques à court terme. Par contre, dans le cas de trajets utilisant la propagation par réflexion ionosphérique oblique, la gamme de fréquences optimale va d'environ 10% de plus que la fréquence critique pour les trajets d'environ 200 km à plus de 3 fois la fréquence critique pour les trajets les plus longs à un seul bond.

Compte tenu de ces conditions, il est possible d'assurer des communications courte distance à des fréquences inférieures à la fréquence critique, et, dans le même temps, des communications moyenne, voire longue distance à des fréquences supérieures à la fréquence critique, depuis ou vers le même lieu/de la même zone. On trouve un exemple de ce type de partage dans les bandes 2 300-2 495 kHz (2 498 kHz en Région 1), 3 200-3 400 kHz, 4 750-4 995 kHz et 5 005-5 060 kHz (voir le numéro 5.113) dans lesquelles le service de radiodiffusion est exploité en partage avec le service fixe dans la zone tropicale et fonctionne habituellement en mode NVIS pour assurer une couverture de radiodiffusion localisée. Par extension, un scénario de partage temporel/géographique similaire a été élaboré dans le Rapport de la RPC, pour le point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-07, entre le SMM et les services fixe et mobile en mode NVIS à l'intérieur des masses terrestres.

Cette approche exploite la possibilité d'une coexistence entre le service fixe et le SMT à l'intérieur des masses terrestres (en utilisant les techniques NVIS) et le SMM dans certaines parties des bandes des 4, 6 et 8 MHz de l'Appendice 17 régies par la note *p*). Ce mode de partage permettrait d'accroître la quantité de spectre disponible pour assurer les communications en ondes décamétriques, relativement courte distance des services fixe et mobile terrestre sur des trajets terrestres relativement courts. Par ailleurs, il y aurait un meilleur équilibre général en ce qui concerne la quantité et la répartition du spectre des bandes d'ondes décamétriques mis à la disposition des services fixe et mobile. En Europe, plus de 70% des communications des services fixe et mobile en ondes décamétriques se font sur des trajets terrestres relativement courts, avec des puissances rayonnées généralement de 1 kW ou moins.

La coexistence est possible dans un tel scénario car les propriétés de l'ionosphère permettent un fonctionnement compatible, sur la base d'un partage temporel naturel, entre des circuits longue distance du service maritime et des circuits courte distance des services fixe/mobile sur des trajets terrestres utilisant les techniques NVIS. Les communications courte distance à des fréquences inférieures à la fréquence critique pourront être assurées simultanément avec les communications moyenne, voire longue distance, sur des fréquences supérieures à la fréquence critique, depuis ou vers le même emplacement/la même zone. Plus particulièrement, cette combinaison de discrimination temporelle et géographique permettra de limiter les conséquences négatives que l'utilisation des techniques NVIS sur les trajets terrestres pourrait avoir pour le SMM. Ces conséquences sont illustrées sur les Fig. 19 et 20 à l'aide de deux exemples de cartes ionosphériques mondiales en temps réel.

² Fréquence la plus élevée qui sera réfléchiée verticalement sur le sol depuis l'ionosphère à un moment et un emplacement particuliers.

FIGURE 19

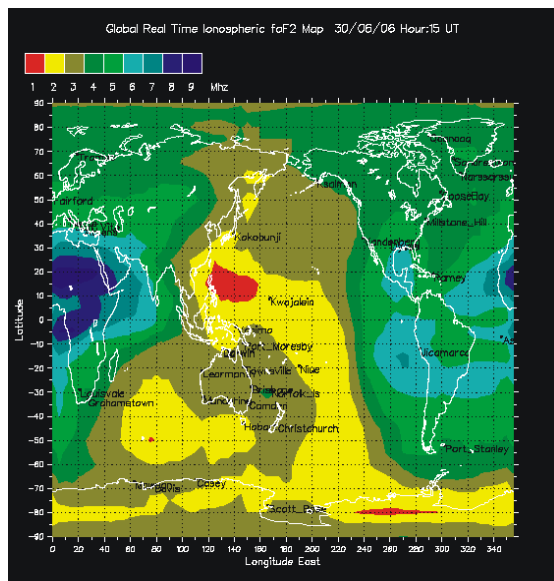
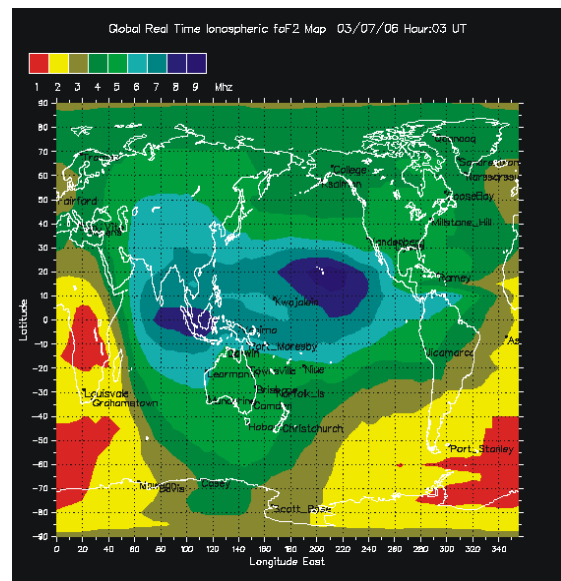


FIGURE 20



Rap 2080-19

Les stations du service mobile maritime en ondes décimétriques sur la côte ou à l'intérieur des terres en communication avec des navires au milieu de l'océan utiliseront, pour leurs transmissions, une bande de fréquences attribuée au SMM qui est environ deux fois la fréquence critique à mi-trajet, pour un trajet oblique, soit environ 6 MHz pour l'océan Pacifique ou 12 MHz pour l'océan Atlantique à la saison indiquée et à l'heure du jour le 30 juin, 1500Z.

Dans le même temps, les communications NVIS à l'intérieur des masses terrestres continentales se feront au-dessous de la fréquence critique, c'est-à-dire, < 3 MHz en Australie, < 5 MHz en Europe, en Asie et en Amérique du Nord, < 6 MHz en Amérique du Sud et au maximum à 8 MHz en Afrique équatoriale.

Cette heure du jour correspond à la fois au moment où l'activité ionosphérique attendue devrait être la plus élevée, entre 0° et 20° de longitude, et au moment où l'activité ionosphérique est la plus faible, avant l'aube au milieu de l'océan Pacifique.

Les stations du service mobile maritime en ondes décimétriques sur la côte ou à l'intérieur des terres, en communication avec des navires au milieu de l'océan utiliseront, pour leurs transmissions, une bande de fréquences attribuée au SMM qui est environ deux fois la fréquence critique à mi-trajet, pour un trajet oblique, soit environ 12 ou 16 MHz pour l'océan Pacifique ou environ 6 ou 8 MHz pour l'océan Atlantique, à la saison indiquée et à l'heure du jour le 3 juillet, 0300Z.

Dans le même temps, les communications NVIS à l'intérieur des masses terrestres continentales se feront au-dessous de la fréquence critique, c'est-à-dire, < de 5 MHz en Australie, en Europe et en Amérique du Nord, < 6 MHz en Asie, entre 2-4 MHz en Amérique du Sud et au maximum à 1-2 MHz en Afrique.

Cette heure du jour correspond à la fois au moment où l'activité ionosphérique attendue devrait être la plus élevée, entre 180° et 200° de longitude, et au moment où l'activité ionosphérique est la plus faible, avant l'aube au milieu de l'océan Atlantique.

Exemple de partage intraservice pour supprimer les limitations d'utilisation prévues dans les Appendices 17 et 25 du RR

Des systèmes d'échange de données numériques du SMM sont actuellement déployés dans certaines parties des bandes de l'Appendice 17 du RR qui sont actuellement régies par la note *p*). Certains des systèmes actuellement utilisés ont la possibilité de choisir une fréquence dans une réserve de fréquences. Les systèmes d'échange de données du SMM vont évoluer et les systèmes de demain auront des fonctions de sélection dynamique des fréquences et seront intégralement adaptatifs en fréquences. Toutefois, la Résolution 729 (CMR-97) n'autorise pas le déploiement de systèmes adaptatifs en fréquences dans les bandes attribuées en exclusivité au service maritime ou au service mobile aéronautique (R).

Il y a d'autres possibilités pour améliorer l'utilité des bandes de l'Appendice 17, par exemple, en laissant les systèmes d'échange de données utiliser le spectre à l'intérieur de ces sous-bandes, lesquelles sont aussi soumises au Plan de l'Appendice 25 du RR pour les canaux vocaux analogiques. La possibilité de réutiliser les canaux vocaux de l'Appendice 25 pour les communications de données est confirmée par les résultats des contrôles des émissions. L'équipe de projet FM22 de la CEPT a réalisé plusieurs campagnes de contrôle des émissions au titre de ce point de l'ordre du jour. La Fig. 21 illustre les spectrogrammes issus de la troisième campagne de contrôle des émissions réalisée en mai 2005, elle concerne les tranches suivantes des bandes attribuées au SMM en ondes décimétriques régies par l'Appendice 25:

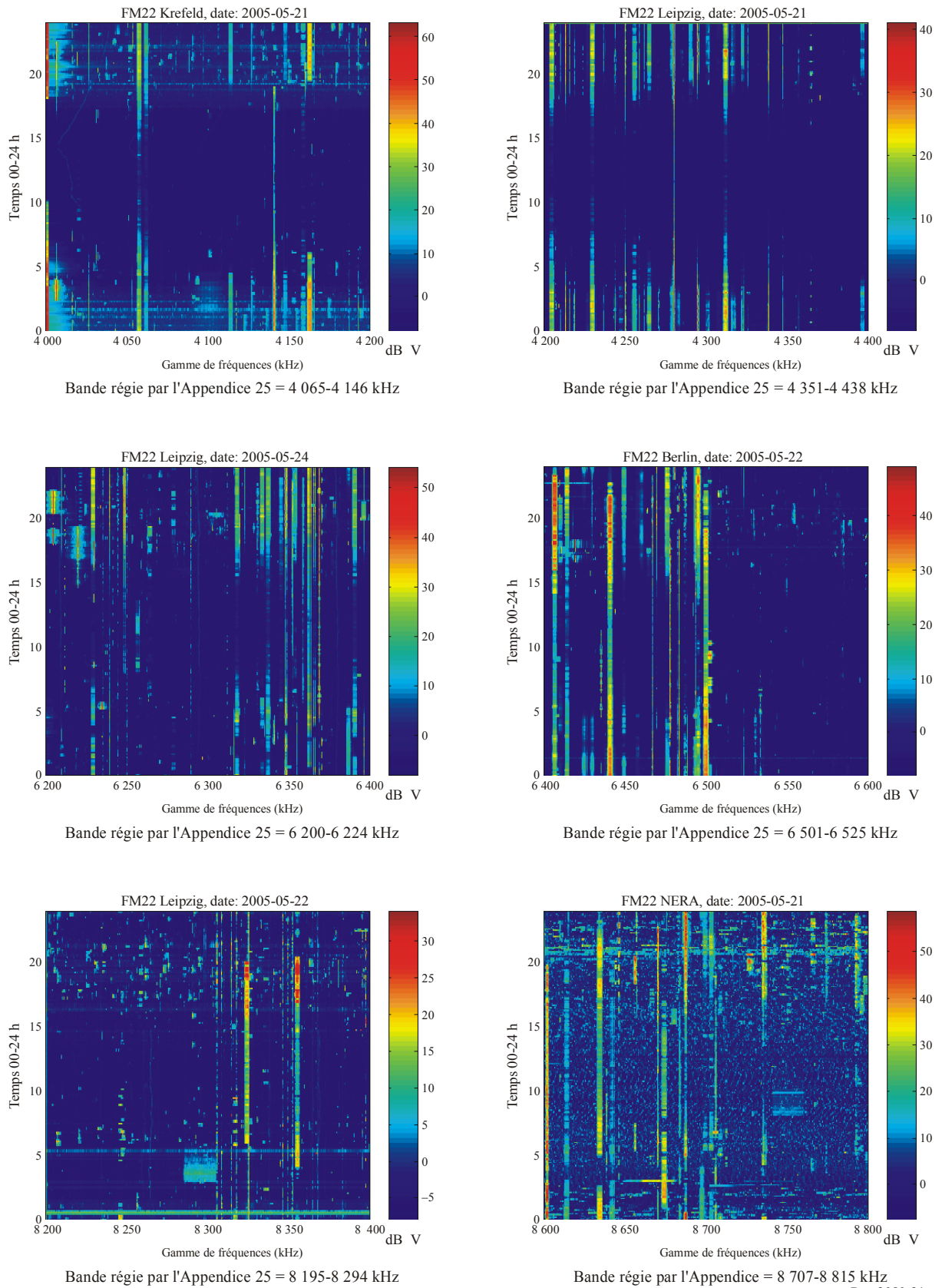
4 065-4 146 kHz;	4 351-4 438 kHz;
6 200-6 224 kHz;	6 501-6 525 kHz;
8 195-8 294 kHz;	8 707-8 815 kHz.

Ces résultats représentatifs montrent qu'il y a moins d'activité dans les canaux vocaux de l'Appendice 25 que dans d'autres parties des bandes de l'Appendice 17 attribuées au SMM. Dans certains cas, il a fallu tellement augmenter le gain de l'équipement d'enregistrement que le bruit déclenche la machine. Il y a également lieu de noter que certains des signaux de forte intensité enregistrés sur ces spectrogrammes (ils apparaissent comme de larges marques correspondant à des champs élevés) sont dus aux transmissions des services fixe et de radiodiffusion. On peut donc conclure que les nouveaux services d'échange de données pourraient être plus facilement pris en charge dans ces parties des bandes de l'Appendice 17 relevant du Plan de l'Appendice 25 que dans d'autres parties de ces bandes qui ne relèvent pas de ce Plan.

Pour que les systèmes d'échange de données adaptatifs en fréquences utilisés pour le SMM puissent être exploités dans toutes les parties des bandes de l'Appendice 17 qui ne doivent pas être réservées pour les communications de détresse et de sécurité et pour les communications des anciens systèmes IDBE, y compris la diffusion des informations sur la sécurité maritime (MSI), il faudra supprimer la restriction prévue dans la Résolution 729 (CMR-97). Le point 1.2 du *décide* de cette Résolution empêche en effet le déploiement de systèmes adaptatifs en fréquences destinés à être utilisés par les systèmes du SMM dans les bandes attribuées en exclusivité à ce service. La même restriction s'applique au service mobile aéronautique (R) en ce qui concerne les bandes de l'Appendice 27 du RR.

FIGURE 21

Spectrogrammes des bandes des 4, 6 et 8 MHz attribuées au SMM



Annexe 5

Considérations relatives au partage du spectre, en relation avec le point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-07

Partage du spectre

La présente annexe a avant tout pour objet d'exposer la situation en ce qui concerne les bandes des ondes décimétriques au-dessous de 10 MHz, mais les arguments qui sont avancés sont plus généraux et s'appliquent à toutes les bandes de fréquences.

Malheureusement, il n'y a pas suffisamment de spectre disponible pour que chaque utilisateur puisse avoir un canal libre pour lui tout seul. Les fréquences ou «canaux» doivent être utilisés et réutilisés – ou partagés – pour acheminer le plus de trafic possible en utilisant le spectre limité disponible. Tous les services doivent (ou devraient) partager les bandes de fréquences qui leur ont été attribuées. C'est ce qui se fait depuis des décennies. Les exemples 2 et 3 illustrent comment le service de radiodiffusion partage certains des canaux qui lui ont été attribués.

Il y a essentiellement deux³ méthodes pour partager un canal. Le partage d'un canal peut se faire sur une base temporelle, un utilisateur ayant accès à ce canal à certains moments et les autres utilisateurs ayant accès, chacun à leur tour, à ce même canal à d'autres moments. Le partage d'un canal peut aussi se faire sur une base géographique. S'il y a un espacement géographique suffisant entre les trajets de transmission utilisés, l'utilisateur du canal utile peut généralement ignorer le ou les autres utilisateurs si les niveaux des signaux reçus sont suffisamment différents. Les critères de coexistence correspondent aux critères de protection. Beaucoup de travaux ont été consacrés à ce sujet et il existe de nombreuses données et de nombreuses indications dans ce domaine.

Intuitivement, il est évident que différents utilisateurs peuvent partager un canal donné sur une base temporelle, à condition que chaque utilisateur puisse coordonner les moments où il veut utiliser ce canal avec les autres utilisateurs. Il est tout aussi évident, mais peut-être pas intuitivement, que des systèmes bien conçus et bien protégés peuvent coexister s'ils sont séparés par une distance suffisante. Pour que des systèmes soient suffisamment protégés, il faut que l'affaiblissement spatial soit suffisamment important pour que le signal utile puisse être reçu sans problème. Rien, sur le plan technique, ne s'oppose au partage d'un canal; la question est de savoir comment et non si ce canal peut être partagé. Le problème se pose en termes de coordination, de gestion et d'administration.

A l'évidence, si les transmissions d'un même «service» peuvent partager le spectre, il n'y a pas de raison technique pour que les transmissions de services différents ne puissent pas, elles aussi, partager le spectre. Lorsque différents services utilisent des caractéristiques de transmission identiques ou comparables, les critères de protection seront ceux que chaque service utilise déjà individuellement. Le problème est facilement résolu. Lorsqu'il y a des différences techniques importantes entre les caractéristiques de transmission des différents services, comme c'est le cas, par exemple, entre les transmissions du service de radiodiffusion et celles du service d'amateur, il faudra peut-être définir des critères de protection appropriés. Élément important, le partage d'une bande de fréquences suppose une coordination, une gestion, et la volonté, au niveau des services, d'administrer conjointement le spectre. Sauf dans les cas où les caractéristiques techniques

³ Il existe une troisième méthode dans laquelle des schémas de modulation de types très différents et comportant des mécanismes de protection contre les erreurs ou de correction des erreurs très sophistiqués permettent un certain chevauchement de deux signaux, s'il est possible de distinguer l'un ou l'autre de ces signaux des effets «assimilables à du bruit» de l'autre signal.

différentes ne sont pas couvertes par les critères de protection existants, les études de partage porteront essentiellement sur ces aspects administratifs. Lorsque des différences techniques ne sont pas correctement prises en compte, il faudra peut-être définir des critères de protection appropriés dans le cadre des études de partage.

Un exemple de deux services radicalement différents qui coexistent dans la même partie du spectre est donné par la bande 7 100-7 200 MHz où le service d'amateur a accès depuis longtemps au spectre occupé par le service de radiodiffusion. Les campagnes de contrôle des émissions effectuées par le GT FM PT22 montrent que le service de radiodiffusion et le service d'amateur, utilisent tous les deux effectivement cette bande. Par ailleurs, le service de radiodiffusion commence à assurer des transmissions numériques dans les bandes des ondes décimétriques qui lui ont été attribuées. Les caractéristiques techniques des transmissions numériques sont très différentes de celles des transmissions analogiques «classiques». Pour tenir compte de cette différence, les critères de protection existants utilisés pour coordonner les services, à l'intérieur du service de radiodiffusion, ont été élargis pour y inclure les transmissions numériques et leurs caractéristiques techniques différentes.

Facteurs en faveur de l'attribution d'une bande de fréquences générique/d'un partage des bandes

Il y a plusieurs exemples à l'UIT-R de réutilisation gérée des fréquences, bande par bande ou fréquence «par fréquence». L'exemple le plus évident est celui de l'application de l'Article 12 qui prévoit les procédures pour le service de radiodiffusion. Les techniques de gestion qui sous-tendent la procédure prévue dans l'Article 12 autorisent un partage entre radiodiffuseurs des fréquences attribuées à la radiodiffusion, sur une base temporelle et géographique. Le taux de réutilisation coordonnée des fréquences entre radiodiffuseurs est donc élevé. Cette analyse se termine par quelques exemples bien précis qui montrent comment les émissions de radiodiffusion sont coordonnées pour qu'un même canal puisse être utilisé plusieurs fois.

Un autre exemple de réutilisation des fréquences est donné par le Plan d'allotissement du service aéronautique (OR) (Appendice 26 du RR), plan selon lequel, pour chaque fréquence, des allotissements sont mis à la disposition de plusieurs administrations. Les études de l'OMI et du Groupe de travail 8B sur les systèmes modernes d'échange de données utilisés dans le SMM ont aussi fait apparaître qu'une proportion importante du trafic maritime utilisant ces systèmes est acheminée sur des fréquences situées en dehors des bandes décimétriques attribuées en exclusivité au SMM, essentiellement dans les bandes attribuées au service fixe. L'équivalence d'un point de vue réglementaire entre un réseau du service fixe et un réseau du service mobile, où les terminaux auxiliaires sont exploités dans le cadre de la protection accordée à une station de base, vient renforcer la thèse selon laquelle il est souvent difficile de faire la distinction, sur le plan de l'exploitation, entre un réseau fixe et un réseau mobile. Par ailleurs, on a noté des exemples de partage temporel géré des fréquences entre les nouvelles liaisons d'échange de données du SMM et des liaisons de radiodiffusion.

La CAMR-92, en autorisant la coexistence de plusieurs systèmes dans une même bande, a reconnu qu'il était possible de réutiliser le spectre des bandes des ondes décimétriques à l'intérieur d'un même service et entre différents services. On a estimé que le fait de définir les attributions de bandes de manière plus large permettrait d'offrir la plus grande souplesse possible dans l'utilisation du spectre. Après la CAMR-92, il a également été reconnu que, pour apporter ces améliorations, il faudrait, d'une part, mettre en œuvre des techniques de communication adaptatives fondées sur une sélection dynamique des fréquences intégrant un mécanisme automatisé d'évitement des conflits dans un même canal (points 2 et 3 du *décide* de la Résolution 729 (CMR-97)) et, d'autre part, libérer rapidement les canaux après leur utilisation afin d'accroître les possibilités de trouver un trajet de propagation fiable lorsque plusieurs utilisateurs sont en concurrence (Recommandation UIT-R SM.1266).

On observe aujourd'hui une convergence accrue entre les caractéristiques opérationnelles des systèmes modernes d'échange de données destinés à être utilisés par les services fixe et mobile dans les bandes des ondes décimétriques. Cette convergence est prouvée par le fait que la plupart de ces nouveaux systèmes utilisent aujourd'hui comme norme de transmission commune le multiplexage MROF. Cette convergence s'observe même avec la radiodiffusion en ondes décimétriques depuis que le système Digital Radio Mondiale (DRM), élaboré pour remplacer la modulation analogique pour la radiodiffusion sonore en ondes hectométriques/décimétriques, fonctionne avec des caractéristiques MROF.

Une caractéristique des systèmes MROF est qu'il est possible d'adapter les caractéristiques de codage de la transmission pour obtenir la meilleure adéquation possible entre les besoins du service et les conditions de propagation radioélectrique au moment de la transmission. En raison de la convergence des techniques de modulation et de commande utilisées pour les applications modernes des services fixe et mobile, l'enveloppe des paramètres d'exploitation des systèmes de ces deux services sera de plus en plus souvent la même. Dès lors que les considérations relatives à la planification des circuits, les fonctions et les caractéristiques opérationnelles se confondent au point d'être indifférenciables, les applications considérées pourront coexister étant donné que les critères de compatibilité seront pratiquement identiques. Les réseaux du service fixe et ceux du service mobile sont déjà largement traités sur un pied d'égalité d'un point de vue réglementaire.

Ces éléments viennent conforter la thèse énoncée au point 1 du *recommande* de la Recommandation 34 (CMR-95) selon laquelle les futures conférences mondiales des radiocommunications devraient, chaque fois que cela est possible, attribuer des bandes de fréquences aux services définis de la manière la plus large afin que les administrations disposent d'une marge de manœuvre maximale dans l'utilisation du spectre, compte tenu de facteurs de sécurité, techniques, opérationnels, économiques et autres.

La CMR-03 a elle aussi reconnu les avantages qu'il y avait à passer des attributions génériques dans les bandes des ondes décimétriques pour les applications des services fixe et mobile, exception faite des fonctions réservées liées à la sécurité des aéronefs et des transports maritimes. Le 29 mars 2009, les premières modifications allant dans ce sens concernant les attributions entrèrent en vigueur, en application du point 1.23 de l'ordre du jour de la CMR-03 relatif au réalignement des bandes autour de 7 MHz. Après cette date, les bandes 6 765-7 000 kHz, 7 400-7 450 kHz (Région 2) et 7 450-8 100 kHz deviendront disponibles et pourront être utilisées par les services fixe et mobile, sauf mobile aéronautique (R).

Le principal avantage du partage du spectre entre les différents services réside dans le fait que les deux services concernés disposent d'une gamme de fréquences plus large et, par voie de conséquence, d'un plus grand nombre de canaux. Les possibilités de trouver le meilleur canal à un moment donné sont donc plus nombreuses. La fiabilité d'un réseau de communication en ondes décimétriques s'améliore si ce réseau dispose d'une gamme de fréquences plus large, il a ainsi davantage de possibilités de sélectionner la fréquence optimale compte tenu de l'objectif recherché et de réagir à l'évolution constante des conditions de propagation résultant des modifications saisonnières et diurnes naturelles des propriétés de l'ionosphère. Le fait d'avoir un plus grand nombre de fréquences disponibles ne va pas à l'encontre d'une utilisation efficace du spectre. En effet, la Recommandation UIT-R SM.1266 relative aux systèmes adaptatifs dans les bandes des ondes hectométriques/décimétriques est fondée sur la reconnaissance du fait que l'utilisation de systèmes de communications qui contrôlent en temps réel les conditions de propagation et libèrent les canaux pour d'autres utilisateurs compte tenu de la variation, dans le temps, des conditions de propagation, augmentera l'efficacité d'utilisation du spectre. Il ne faut toutefois pas oublier que l'encombrement du spectre est dû essentiellement au volume de trafic acheminé et à l'urgence relative de tel ou tel message.

Des systèmes adaptatifs sont constamment mis au point pour «automatiser» le processus de coordination (en temps réel) et donc progressivement réduire la nécessité du travail administratif effectué par l'homme. En effet, la Résolution 729 (CMR-97) dispose ce qui suit:

- les systèmes agiles en fréquences doivent automatiquement limiter l'utilisation simultanée de fréquences au minimum nécessaire pour satisfaire les besoins de communication; et
- pour éviter les brouillages préjudiciables, le système devrait évaluer le coefficient d'occupation des canaux avant et pendant l'exploitation.

La notion d'adaptativité englobe ici l'agilité en fréquence et les variations des caractéristiques techniques et opérationnelles des émetteurs, des récepteurs, des antennes, etc., afin d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles.

Il est actuellement difficile pour les services de radiodiffusion d'utiliser largement des techniques adaptatives car il est généralement impossible de contrôler le récepteur. Les radiodiffuseurs utilisent toutefois beaucoup des antennes très directives et une multiplicité de trajets de transmission envisageables⁴ pour réduire au minimum les brouillages causés ou subis par d'autres transmissions. Par ailleurs, avec la radiodiffusion numérique, l'adaptativité au niveau du récepteur lui-même sera limitée.

Dans certains cas, il se peut que les systèmes adaptatifs en fréquences mis en œuvre ne permettent pas un partage dynamique des fréquences véritablement autonome. D'un point de vue statistique, l'attribution d'une bande générique plus large couvrant plusieurs bandes plus étroites attribuées en exclusivité à tel ou tel service donnera à chaque utilisateur des services concernés davantage de possibilités de sélectionner une ou plusieurs fréquences qu'il pourra utiliser immédiatement. L'utilisation de protocoles de sélection des fréquences mal conçus peut poser des problèmes, lors du passage à l'attribution d'une bande générique ou au partage des bandes. Pour éviter des collisions constantes et insolubles, le processus de sélection des fréquences doit se faire sur une base aléatoire, voire autoriser des choix improbables du point de vue de la propagation. C'est que, dans toute situation de loterie (l'objectif, en l'occurrence, étant de sélectionner des fréquences «gagnantes» à l'issue d'une série d'essais), une sélection préalablement déterminée finira par donner de moins bons résultats.

Afin de ne pas filer trop longtemps la métaphore de la loterie, la stratégie «gagnante» consistera à sélectionner des fréquences permettant d'établir une liaison fonctionnelle sans qu'il y ait collision avec un autre utilisateur. La situation est beaucoup plus ouverte que dans le cas d'un tirage au sort. Les facteurs importants sont l'étendue du choix de fréquences et la probabilité de trouver un canal approprié. Avec diverses liaisons adaptatives (présentant des caractéristiques opérationnelles différentes) opérant des choix de fréquences à partir d'une bande générique plus large, les possibilités de trouver des canaux fonctionnels seront plus grandes que dans le scénario où plusieurs utilisateurs (d'un même service) essaient d'atteindre des objectifs similaires dans une bande plus étroite. Toutefois, il va de soi dans cette stratégie que les utilisateurs ne doivent pas monopoliser plus longtemps que nécessaire une fréquence sélectionnée, car ils restreindraient ainsi le choix offert à d'autres utilisateurs, étant donné que les avantages de pouvoir faire et tester des choix aléatoires n'existeraient plus.

Une analyse statistique des résultats et des stratégies aléatoires montre qu'un choix préalablement déterminé, non aléatoire, peut facilement aboutir à un échec ou conduira à des choix ayant aussi la faveur d'autres protagonistes; il faudra donc partager d'éventuelles fréquences gagnantes, en d'autres termes accepter de subir des collisions à répétition sur les fréquences les plus «convoitées». Ainsi,

⁴ La distribution des programmes de radiodiffusion en ondes décimétriques depuis leur point d'origine (studio) jusqu'à un émetteur bien précis s'effectue généralement par satellite. Le programme diffusé par satellite peut être capté plus ou moins n'importe où.

si différents groupes d'utilisateurs essaient de s'accaparer certaines fréquences, le risque est qu'il ne reste plus de fréquences appropriées pour établir une nouvelle liaison. Il en ira de même si un certain nombre de canaux sont concaténés pour former un seul canal large bande, ce qui revient, sous une autre forme, à monopoliser certaines fréquences. Bien plus, si deux ou plus de deux utilisateurs essaient d'utiliser en permanence les mêmes fréquences provenant d'une réserve de fréquences préalablement déterminée et si les systèmes n'ont pas la possibilité de modifier leur choix en temps réel, il y aura alors des conflits à répétition. La réaction naturelle des utilisateurs, à savoir monopoliser «leurs» fréquences pour essayer de les protéger, ne fera qu'exacerber la situation.

Les problèmes signalés en ce qui concerne la solution du partage des bandes pour traiter le point 1.13 de l'ordre du jour tiennent au fait que l'on se focalise sur des stratégies de gestion du spectre inefficaces. Cela peut être corrigé dans l'intérêt de tous les utilisateurs.

La bonne stratégie est d'utiliser une technique de sélection en temps réel pseudo-aléatoire permettant à l'émetteur et au récepteur de rester en phase et d'ignorer les fréquences conflictuelles. En outre, une transmission ne devrait pas monopoliser un canal plus longtemps que nécessaire car cela retient le choix pour les autres utilisateurs. Cela confirme les indications déjà données dans la Recommandation UIT-R SM.1266, laquelle préconise de libérer les canaux dans les meilleurs délais pour d'autres utilisateurs. Comme indiqué à la 10^{ème} Conférence internationale sur les systèmes et les techniques radioélectriques ionosphériques qui s'est tenue à Londres du 18 au 21 juillet 2006, de tels systèmes sont déjà à l'essai. Les autres dimensions de l'adaptabilité, par exemple la commande adaptative de la puissance, le fait d'obtenir des extinctions des lobes dans certaines directions en utilisant des antennes adaptatives, l'adaptation des débits de données et des protocoles de modulation aux besoins de trafic et aux conditions de propagation offrent davantage de souplesse pour utiliser au mieux le spectre disponible.

Un domaine où le partage, bien que techniquement possible, n'est pas conseillé est celui des communications liées à la sécurité de la vie. Etant donné qu'il s'agit de transmissions critiques et qu'il est impossible d'effectuer à l'avance la coordination avec d'autres transmissions, il faut que certains canaux restent libres en permanence pour le trafic d'urgence.

Réutilisation des fréquences dans le service de radiodiffusion

Exemple 1: Radiodiffusion analogique protégée vis-à-vis de la radiodiffusion analogique

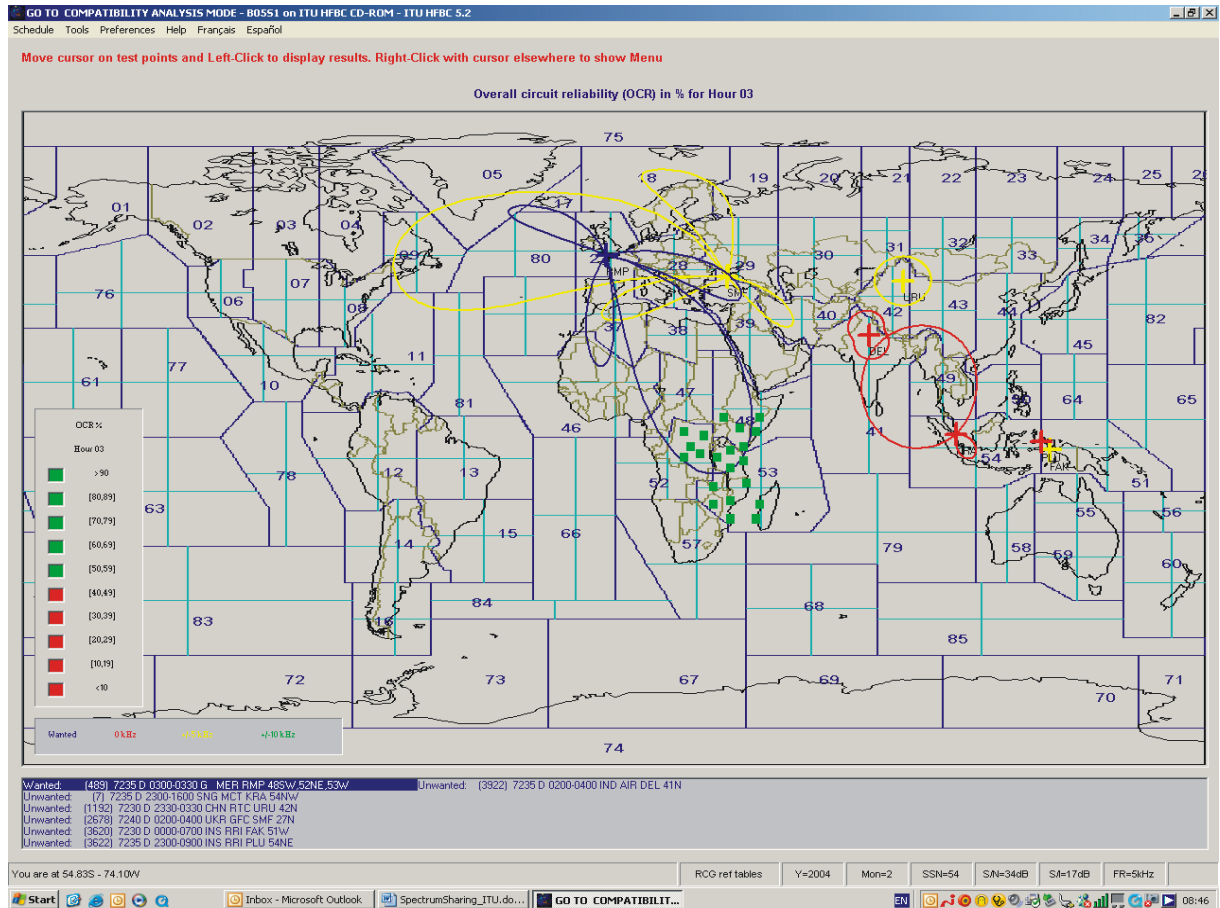
Les critères de protection applicables aux transmissions analogiques-analogiques du service de radiodiffusion dans les bandes des ondes décimétriques sont donnés dans la Recommandation UIT-R BS.560. Cette Recommandation indique que le rapport de protection RF cocanal pour les transmissions de radiodiffusion en ondes décimétriques devrait être de 27 dB si l'on veut obtenir une qualité de réception globale de 4 sur une échelle de 5 points. L'expérience acquise sur de nombreuses décennies a montré que ce chiffre de 27 dB pouvait être réduit pour que davantage de transmissions puissent partager le spectre disponible sans nuire gravement à l'audibilité du signal reçu. Conformément à l'Article 12 du RR, on utilise un rapport de protection cocanal de 17 dB. L'utilisateur peut faire varier cette valeur pour voir quelle serait l'incidence d'autres transmissions sur ses propres transmissions.

Le service de radiodiffusion est un service point à zone, de sorte qu'il est souvent difficile de visualiser l'incidence d'une transmission sur une autre dans l'ensemble de la zone de service utile. Heureusement, on dispose aujourd'hui de nombreux outils qui facilitent cette tâche. Pour appliquer l'Article 12, le Bureau des radiocommunications de l'UIT a mis au point un outil graphique qui permet d'afficher un besoin utile ainsi que tous les besoins brouilleurs. La carte illustrée sur la Fig. 22 est un exemple de ce type de présentation graphique. Elle montre une émission utile entre Rampisham (Royaume-Uni) et l'Afrique ainsi que d'autres transmissions dans le même canal ou dans un canal adjacent. La couleur des points de mesure dans la zone utile dépend de la valeur

calculée de la fiabilité globale des transmissions de radiodiffusion, laquelle englobe l'incidence d'éventuels brouillages causés par toutes les autres transmissions indiquées. En l'occurrence, il apparaît que cette fiabilité est supérieure à 50% sur l'ensemble de la zone de service utile, ce qui indique un niveau de réception acceptable.

FIGURE 22

Exemple de représentation graphique (CD-ROM HFBC de l'UIT)



Rap 2080-22

Exemple 2: Radiodiffusion analogique protégée vis-à-vis de la radiodiffusion numérique

Avec l'introduction de la modulation numérique dans le service de radiodiffusion en ondes décimétriques, il a fallu définir d'autres critères de protection. Ces critères ont été élaborés par le Groupe d'action 6/7 et sont contenus dans la Recommandation UIT-R BS.1615. Toutefois, depuis que cette Recommandation a été approuvée, on a constaté que les rapports de protection qui y figuraient ne s'appliquaient pas nécessairement à tous les cas de protection de transmissions analogiques vis-à-vis de transmissions numériques. La CMR-03 a donc adopté la Résolution 543 qui donne les valeurs intérimaires du rapport de protection à appliquer au service de radiodiffusion ainsi que les valeurs de la correction à appliquer aux valeurs des paramètres utilisés pour les transmissions analogiques et numériques différentes de celles indiquées dans la Recommandation UIT-R BS.1615. Le point 2.6 inscrit provisoirement à l'ordre du jour de la CMR-10 concerne la vérification des rapports de protection à utiliser dans le service de radiodiffusion. Le Bureau des radiocommunications a déjà inclus les rapports de protection applicables aux transmissions numériques, lors de l'application de l'Article 12.

Conclusion

La conclusion, comme par le passé, est donc que le partage de bandes de fréquences entre les applications du service fixe et celles du service mobile ou la coexistence de ces applications dans une même bande conduira à une utilisation plus souple et plus efficace du spectre. Toutefois, comme on l'a toujours pensé, un tel partage ou une telle coexistence ne seront pas fortuits et nécessiteront une gestion efficace du spectre grâce à une sélection dynamique des fréquences en temps réel et à la libération rapide des canaux après leur utilisation. Ainsi, les possibilités de trouver un trajet de propagation fiable entre les différents utilisateurs en concurrence seront plus nombreuses. L'utilisation de schémas de modulation et de protocoles par paquets compatibles dans les nouveaux systèmes d'échange de données numériques facilitera encore l'utilisation optimale des bandes partagées.

Annexe 6

Considérations relatives à la coexistence dans une même bande d'une attribution à titre primaire au service fixe ou au service mobile et d'une attribution à titre secondaire au service d'amateur

1 Introduction

La présente annexe traite de la coexistence dans une même bande d'une attribution primaire au service fixe ou au service mobile et d'une attribution à titre secondaire au service d'amateur.

2 Rappel

Aucune attribution à l'échelle mondiale n'est faite au service d'amateur entre 3,8 MHz et 7 MHz dans le RR. En fonction de l'heure de la journée, de la saison et d'autres facteurs de propagation, la fréquence MUF est souvent telle qu'il est essentiel que les stations d'amateur puissent avoir accès au spectre autour de 5 MHz pour s'acquitter de leurs fonctions de communication. Conformément au numéro 4.4 du RR et sous réserve de ne causer aucun brouillage, certaines administrations ont mis à disposition des fréquences (canaux) attribuées au service fixe dans la bande des 5 MHz pour le trafic d'urgence des radioamateurs et la formation correspondante.

On envisage également d'attribuer certaines portions de la bande des 5 MHz au service de radiodiffusion conformément à la Résolution 544 (CMR-03) (5 060-5 250 kHz et 5 730-5 900 kHz). En outre, la bande 5 900-5 950 kHz est attribuée à titre primaire au service fixe uniquement jusqu'en 2007, après quoi elle sera attribuée à titre primaire au service de radiodiffusion. Il est essentiel que les systèmes adaptatifs du service fixe puissent avoir accès sans encombre à la bande des 5 MHz pour assurer les communications longue distance.

A la CMR-03, le service fixe a également perdu 50 kHz de spectre à l'échelle mondiale dans la bande 7 350-7 400 kHz et 50 kHz dans la bande 7 400-7 450 kHz, en Régions 1 et 3, qui ont été attribués au service de radiodiffusion, pour tenir compte de l'harmonisation des attributions au service d'amateur dans la bande 7 100-7 200 kHz (ce qui fait que les liaisons de communication intercontinentales longue distance ionosphériques du service fixe sont impossibles dans cette partie de la bande).

3 Eléments de réflexion

3.1 Attribution à titre secondaire au service d'amateur

La bande 10 100-10 150 kHz est attribuée au service fixe à titre primaire et au service d'amateur à titre secondaire mais, dans certains pays, cette bande est attribuée en exclusivité au service d'amateur.

Dans la plupart des pays, les opérateurs des systèmes du service d'amateur ont besoin d'un certificat d'opérateur mais n'ont pas besoin de s'adresser à leur administration pour obtenir une fréquence libre (exempte de brouillage) et une licence leur permettant d'exploiter leur système sur une fréquence particulière des bandes attribuées au service d'amateur. Ils écoutent et utilisent une fréquence disponible s'il n'y a pas de trafic. En cas de brouillage, il serait très difficile aux administrations d'isoler rapidement le brouillage et d'y mettre fin.

Les concepteurs des systèmes du service fixe en ondes décimétriques essaient généralement d'éviter d'utiliser des canaux adjacents. Si l'opérateur du système du service d'amateur trouve un canal libre, adjacent à un canal attribué au service fixe ou au service mobile, les émissions hors bande de ces services risquent de causer des brouillages préjudiciables.

3.2 Signaux de faible intensité du service fixe

Le site d'une station du service d'amateur, à proximité du site d'une station du service fixe recevant un faible signal, ne sera peut-être pas en mesure de détecter les signaux de faible intensité du service fixe pour lesquels les systèmes d'antenne utilisés dans ce service sont conçus, d'où des brouillages pour le service fixe.

3.3 Transmissions de données à grande vitesse assimilables à du bruit

Il est difficile de distinguer des transmissions de données grande vitesse du son d'un signal audio démodulé, par comparaison avec des transmissions de signaux vocaux.

3.4 Ondes ionosphériques à incidence quasi verticale de faible puissance

Avant d'émettre, il se peut que les opérateurs des systèmes du service d'amateur ne détectent pas les systèmes fixes ou les systèmes mobiles de faible puissance (25 à 250 W) utilisés pour les liaisons exploitant l'onde de sol ou les techniques NVIS dans le cas de liaisons courte distance ou de liaisons traversant de gros obstacles.

3.5 Transmissions point-multipoint

Le service fixe utilise fréquemment des transmissions de données point-multipoint unidirectionnelles. Si un système du service d'amateur, service ayant un statut secondaire, ne détecte pas que le canal est occupé, il pourra émettre et causer des brouillages préjudiciables aux récepteurs du service fixe. Toutefois, des opérateurs de systèmes du service d'amateur responsables utilisant les ondes décimétriques sur de longues distances peuvent rarement écouter les deux extrémités d'une liaison de communication. Ils écoutent donc pendant une période de temps prolongée avant d'émettre.

3.6 Systèmes adaptatifs en fréquences

Dans le cas de systèmes adaptatifs, il n'y a pas généralement d'opérateur qui surveille les canaux afin d'identifier les sources de brouillage et ces systèmes ne peuvent pas faire la distinction, à l'intérieur d'une même bande, entre utilisateurs à titre primaire et utilisateurs à titre secondaire. Un système adaptatif conforme à la Recommandation UIT-R F.1778 – Conditions d'accès aux canaux de transmission pour les systèmes adaptatifs à ondes décimétriques du service fixe, qui aura sélectionné une fréquence occupée par une transmission du service d'amateur, essaiera de changer la fréquence de la liaison établie, son débit et son efficacité spectrale seront moindres, sa réserve de fréquences sera moins importante, et la liaison du service fixe risque d'être perdue.
