

Planification et gestion nationale du service radiotéléphonique mobile terrestre

Autor(en): **Kieffer, Henry A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **50 (1972)**

Heft 2

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874645>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Planification et gestion nationale du service radiotéléphonique mobile terrestre

Henry A. KIEFFER, Berne

654.165:656.13

Planung und Verwaltung der beweglichen Landfunkdienste auf nationaler Ebene

Zusammenfassung. Die hauptsächlichsten Fragen der Verwaltung der Landfunkdienste im Frequenzbereich zwischen 26 und 470 MHz werden behandelt. Die Schlussfolgerungen sind vor allem für ein kleines Land anwendbar, mit einer verhältnismässig hohen Belegungsdichte des Frequenzspektrums und einer verschiedenartigen, oft schwierigen Topographie. In diesem Sinne sind die technischen und administrativen Belange eng miteinander verknüpft.

Résumé. L'exposé traite essentiellement les problèmes de gestion du service mobile terrestre dans les bandes de fréquences comprises entre 26 et 470 MHz. Les conclusions sont applicables pour un petit pays avec une densité d'occupation du spectre relativement élevée et une topographie variée et souvent difficile. Dans le domaine traité, les considérations techniques et administratives restent étroitement liées.

Pianificazione e gestione nazionale del servizio radiotelefonico mobile terrestre

Riassunto. L'articolo espone principalmente i problemi riguardanti la gestione del servizio mobile terrestre nelle gamme di frequenze comprese tra 26 e 470 MHz. Le conclusioni sono applicabili ad un paese piccolo, con l'occupazione molto forte dello spettro delle frequenze ed una configurazione topografica variata e con molti ostacoli. In questo senso, le considerazioni tecniche e amministrative restano strettamente legate fra di loro.

1. Les bandes de fréquences principales et leurs caractéristiques essentielles

1.1 La bande des 27 MHz

Cette partie du spectre est fréquemment utilisée pour des appareils de petite puissance avec modulation d'amplitude. La présence d'une bande pour les applications industrielles, scientifiques et médicales ainsi que les conditions de propagation variables ne se prêtent guère à des liaisons sûres et de qualité élevée.

1.2 La bande de 30 à 47 MHz

Cette bande d'une largeur de 17 MHz était, il y a environ vingt ans, une bande importante pour différents services mobiles, surtout des services publics. Les premiers équipements à modulation de fréquences en tiraient leur profit. Mais il faut tenir compte des conditions de propagation souvent au-delà de la portée ordinaire et par conséquent gênantes aussi bien que du niveau de bruit parfois élevé qui limitent souvent sérieusement l'utilité de la bande en question. Les antennes encombrantes ne sont plus adaptées aux tendances et possibilités de miniaturisation de notre époque.

1.3 La bande de 68 à 88 MHz

Elle se prête favorablement à des liaisons à plus grande distance, tout en gardant les avantages de la technique FM dans le cas des liaisons téléphoniques. Le rayon d'action utile est de 100 km environ. Les antennes restent toujours encombrantes et ne facilitent guère l'installation d'antennes directives du côté station de base. La propagation excessive temporaire n'est pas exclue.

1.4 La bande de 146 à 174 MHz

Dans beaucoup de pays, elle peut être considérée comme une bande principale des services mobiles terrestres. Elle combine les avantages d'un rayon d'action considérable avec les équipements puissants mais de dimensions réduites.

1.5 La bande des 460 MHz

Cette bande se prête particulièrement bien pour des liaisons à courtes distances, rayon d'action de 15 km environ. Les évanouissements en route sont de courte durée, les réflexions, surtout dans les villes, contribuent fortement à une couverture presque complète des zones de service urbaines. Par contre, les obstacles topographiques importants permettent une séparation nette des différentes zones d'assignation d'un même canal.

2. Types de réseaux en fonction des besoins d'exploitation

Les descriptions suivantes sont partielles et axées sur les besoins de la radiotéléphonie. Pour des applications particulières, des dérogations s'imposent.

2.1 Les réseaux simplex

Dans le cas des réseaux à deux, réseaux en étoile et réseaux multiples n'utilisant qu'une fréquence (fig. 1) chaque participant peut entendre tout le trafic et entrer en liaison directe avec chaque station du réseau.

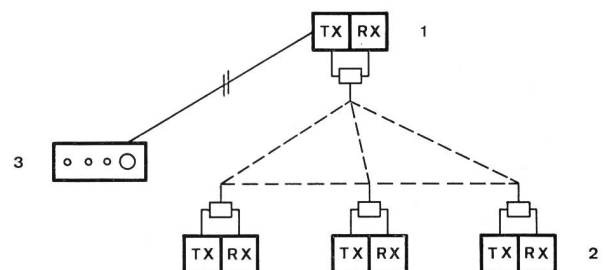


Fig. 1
Schéma synoptique d'un réseau simplex à une fréquence

1 Station fixe de base 2 Stations mobiles 3 Pupitre de commande

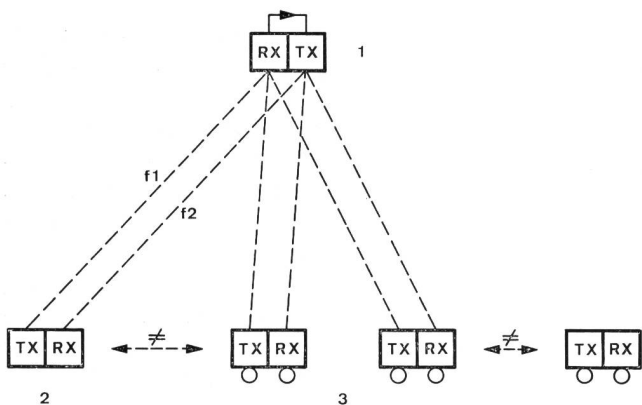


Fig. 2
Schéma synoptique d'un réseau simplex à deux fréquences
1 Relais fixe 2 Station fixe 3 Stations mobiles

L'utilisation de deux fréquences (fig. 2) offre la possibilité de travailler avec relais simultanés et de grouper les fréquences d'émission des services mobiles et de stations de base respectivement. Cela peut éviter des difficultés d'assignation dans les canaux voisins.

La commutation des liaisons simplex au réseau téléphonique est rendue difficile et en général n'est pas autorisée avec le réseau téléphonique public.

Souvent, les réseaux ont besoin de plusieurs voies et par conséquent disposent d'appareils multicanaux. Le choix des canaux pour les participants dépend du fait que, oui ou non, ils doivent pouvoir commuter sur des canaux spéciaux, communs à d'autres usagers.

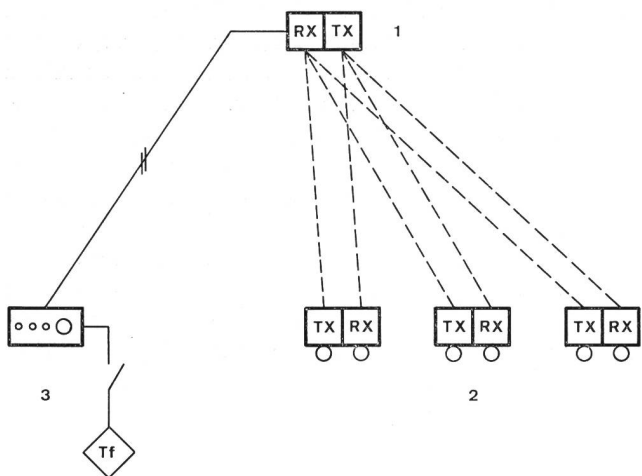


Fig. 3
Schéma synoptique d'un réseau duplex
1 Station fixe de base 2 Stations mobiles 3 Pupitre de commande

2.2 Les réseaux duplex (fig. 3)

Par définition, ils ont besoin de deux fréquences, ce qui permet le trafic simultané dans les deux directions. Ce genre d'exploitation se justifie pour les cas de commutation avec le réseau téléphonique public et lorsqu'une intervention immédiate d'un participant dans le réseau s'impose. Les réseaux duplex peuvent éventuellement être commutés en réseaux simplex par relais.

2.3 Réseaux semi-duplex et réseaux mixtes

Pour les réseaux semi-duplex, référence est faite au chiffre 6 du Règlement des radiocommunications (RR), Genève 1968. Par contre, il y a lieu d'examiner de plus près les réseaux mixtes pouvant travailler en simplex et en duplex.

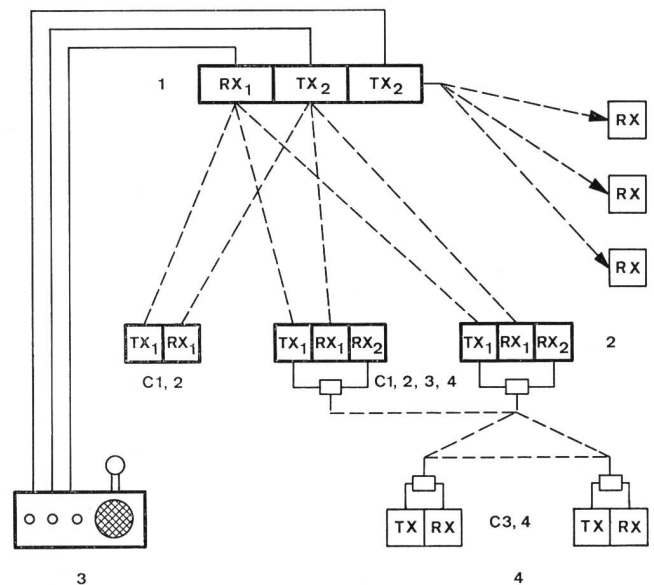


Fig. 4
Possibilités de transmission d'un réseau mixte
1 Stations fixes de base 3 Pupitre de commande
2 Stations mobiles 4 Stations portatives

Tableau I.

	N° du canal	MHz			
		TX ₁	TX ₂	RX ₁	RX ₂
Station de base	1	172,625	172,725	168,025	—
	2	172,650	172,725	168,050	—
Stations mobiles	1	168,025	—	172,625	—
	2	168,050	—	172,650	—
	3	168,125	—	172,725	168,125
	4	168,175	—	172,775	168,175
Stations portatives	3	168,125	—	—	168,125
	4	168,175	—	—	168,175
Récepteurs	3'	—	—	172,725	—



Fig. 5
Exemple d'assignation de fréquences dans les bandes inférieure et supérieure

L'exemple de la *figure 4* illustre les possibilités.

L'analyse des équipements d'un service public pourrait être reportée dans le *tableau I*.

L'on tient compte tout d'abord de la largeur de commutation des appareils, puis on essaie d'équilibrer les assignations nécessaires dans la bande inférieure et supérieure respectivement (*fig. 5*).

3. Conclusion pour la planification des fréquences

3.1 Organisation des bandes partielles pour l'exploitation duplex

Pour pouvoir grouper les fréquences nécessaires dans le cas des réseaux duplex, il y a lieu de procéder à une répartition en bandes inférieures et supérieures respectives. Il faut ensuite préciser l'emplacement des fréquences d'émission pour les stations mobiles et les stations de base.

Par une répartition selon *figure 6*, il est toujours possible de satisfaire aux demandes pour les réseaux duplex. Pour les réseaux simplex, il suffit de partager la paire de fréquences. Par contre, la recherche de fréquences duplex sans organisation préalable est difficile du point de vue économique et peu efficace.

3.2 Répartition des sous-bandes pour les différents utilisateurs

Souvent il existe des rapports mutuels dans l'exploitation des réseaux radio d'un même groupe d'utilisateurs. Cela nécessite une subdivision des bandes par utilisation similaire, telle que:

Utilisateur	Sous-bande
Chemins de fer	B
Entreprises d'énergie	E
Service du feu	F
Entreprises de transports	K
Services mobiles publics	L
Services de sécurité	P
Radiodiffusion (sonore; liaison de service)	R
Services de sécurité humaine	S
Exploitations industrielles	U
Taxis	W
Divers services privés	X

Une telle répartition pourrait se présenter dans la forme selon *figure 7*.

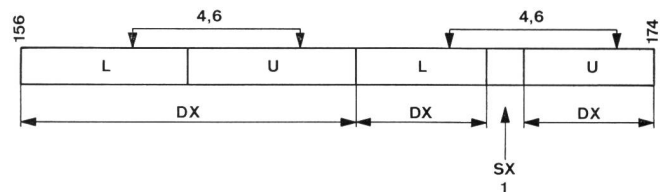


Fig. 6
Organisation des bandes partielles pour l'exploitation duplex
1 Seulement SX

Il est ainsi possible d'introduire des fréquences communes pour différents utilisateurs du même genre de services ou même pour des utilisateurs appartenant à différents groupes. Dans le cas d'opérations de sauvetage, cette possibilité technique s'est montrée très utile, à condition que les utilisateurs respectifs se tiennent à une discipline de trafic radio exemplaire. (Note: Selon les directives du point 4.1.1, aucune allocation pour les taxis n'est prévue dans la bande des 160 MHz.)

3.3 L'intermodulation entre canaux voisins

Ce phénomène connu, en premier lieu conséquence de la non-linéarité des étages d'entrée des récepteurs, limite sérieusement le choix des fréquences assignables. Les produits d'intermodulation gênants sont ceux d'ordres impairs, tels que 3^e, 5^e, 7^e, etc. La probabilité d'intermodulation nuisible dans le temps diminue rapidement avec les ordres élevés, par conséquent, nous nous limiterons au 3^e ordre.

Les produits résultants sont:

$$\begin{array}{lll}
 2 f_1 - f_2 & 2 f_1 - f_3 & f_1 + f_2 - f_3 \\
 2 f_2 - f_3 & 2 f_2 - f_1 & f_1 - f_2 + f_3 \\
 2 f_3 - f_1 & 2 f_3 - f_2 & -f_1 + f_2 + f_3
 \end{array}$$

La largeur totale du spectre pouvant être affectée est de $3n - 2$ canaux, si n représente la largeur entre les canaux extrêmes du groupe de fréquences en question (*fig. 8*).

Bande des 160 MHz



Fig. 7
Exemple de répartition des sous-bandes

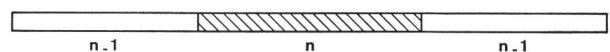


Fig. 8
Largeur du spectre affecté de phénomènes d'intermodulation

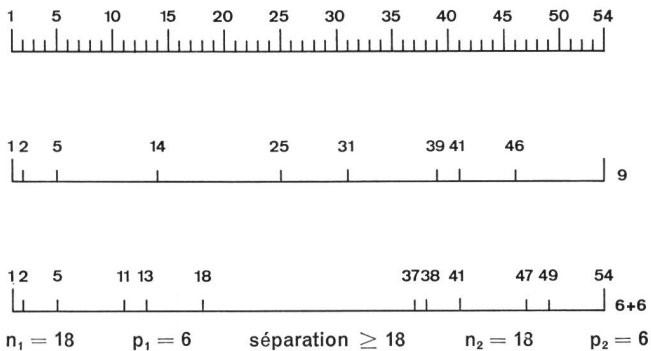


Fig. 9
Exemple de répartition de groupes de fréquences sans intermodulation

Sur n canaux consécutifs, un nombre p de canaux sans intermodulation reste à disposition. Si n est relativement petit, le nombre p (toujours inférieur à n) reste toutefois assez important. Par contre, pour un nombre n très grand, le nombre p reste petit et l'efficacité dans ce cas est très limitée.

Avec ces notions, il est possible de calculer des groupes de fréquences sans intermodulation à l'intérieur de la largeur de commutation pour les différentes sous-bandes des divers utilisateurs (fig. 9).

Exemple (Fig. 10):

Le fait que les canaux voisins de différents utilisateurs ne soient pas exempts d'intermodulation est moins gênant, compte tenu de l'éloignement des centres radio respectifs. (Exemples: Centres radio des chemins de fer dans les gares, centres radio des services publics, etc., sur d'autres emplacements dégagés dans la zone de service respective.)

Les groupes de fréquences ainsi obtenus peuvent être répartis dans les villes ou zones d'utilisation probables. Cette répartition peut tenir compte de la densité de la population aussi bien que de la topographie du pays, permettant ainsi des distances de répartition variables mais optimales du point de vue de l'économie du spectre.

A titre d'exemple, la planification suisse de la bande des 460 MHz s'inspire essentiellement de cette procédure. Et puisqu'il s'agit de la bande pour liaisons à courtes distances, la planification tient d'abord compte des groupes de fréquences précalculés et des distances de répétition pouvant être obtenus, et c'est seulement après que la répartition des utilisateurs est établie.

Pour terminer ce chapitre des limitations gênantes pour le planificateur sur le choix des fréquences dans des centres radio, on espère qu'un jour il ne sera plus nécessaire de

tenir compte de l'intermodulation dans ce domaine. En effet, en rendant plus linéaires les étages primaires au moyen de circuits appropriés, ce mode de faire réduira la sensibilité à l'intermodulation des équipements à des valeurs négligeables. Des essais faits dans notre Entreprise ont abouti à des résultats satisfaisants. Note: Le groupe de fréquences du tableau I, dont la suite est 1-2-5-7, est exempt d'intermodulation du 3^e ordre.

4. Principes techniques et administratifs pour le traitement des demandes de concessions

Au moyen de toutes les explications déjà fournies, essayons de traiter les cas concrets:

4.1 Principes techniques

Avant même d'entrer en matière, la première question qui se pose est la suivante:

Le requérant a-t-il oui ou non besoin de la radio, c'est-à-dire *sa demande est-elle justifiée?* C'est une question délicate à résoudre, mais il est du devoir des administrations des fréquences de s'en occuper. Trop souvent, on désire la radio simplement parce qu'elle constitue le moyen le meilleur marché, «plus moderne», etc. Cependant, dans le domaine des services mobiles, la radio est le seul moyen de liaison et il faut réserver les fréquences disponibles aux besoins justifiés et éliminer les cas inutiles et tous ceux pouvant être résolus par d'autres moyens (câbles, installations inductives, optiques ou acoustiques).

4.1.1 Choix de la bande de fréquences appropriée

Dans la mesure où les circonstances le permettent, il y a lieu de choisir la bande de fréquences la plus élevée utilisable pour une zone de service donnée.

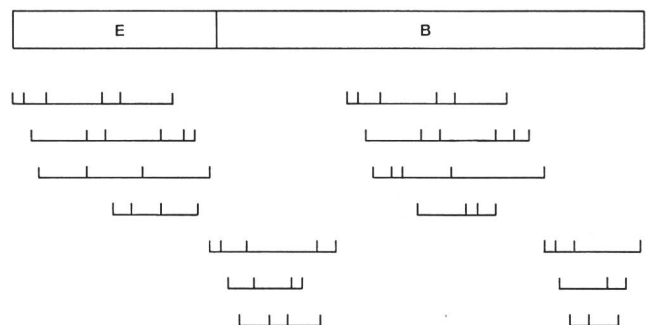


Fig. 10
Répartition de groupes de fréquences à l'intérieur des sous-bandes

Exemples:

- 460 MHz tous les services *locaux* publics ou privés tels que polices, taxis, gares de chemin de fer;
- 160 MHz les services de districts avec un rayon d'action entre 15 et 100 km environ, tels que radiotéléphones publics, polices de districts, etc.;
- 70 MHz les services régionaux tels que réseaux de transports routiers, appel-auto, etc.

4.1.2 Choix du système d'exploitation

Dans la mesure où l'engagement le permet, il faut réduire le nombre de canaux par réseau au strict minimum et si possible à l'exploitation simple à une fréquence. Du point de vue de l'économie du spectre, ces conditions s'imposent dans la plupart des cas. Il faut néanmoins garder à l'esprit l'économie totale que l'on peut obtenir; à titre d'exemple, une station du service radiotéléphonique automatique public disposera peut-être de douze canaux, mais sur ces douze canaux, il sera possible d'accepter quelques milliers d'abonnés.

4.1.3 L'occupation d'une fréquence donnée

Il est judicieux d'occuper chaque fréquence assignée avec le maximum de stations compatibles avec un service acceptable, avant de prévoir l'assignation de fréquences supplémentaires, ce qui est souvent exigé par souci de commodité des usagers, qui désirent se passer des règles de trafic ou alors, pour pallier les ennuis de la concurrence.

Ces considérations nous amènent aux dispositions administratives suivantes dans l'assignation des fréquences.

4.2 Principes administratifs

Pour les services mobiles, nous distinguons trois classes de fréquences, à savoir:

1. *Fréquences exclusives*, attribuées à aucun autre concessionnaire dans la zone de service autorisée.

Exemples:

- Services de sécurité particuliers.
- Chemins de fer: manœuvres.
- Services radiotéléphoniques publics.

2. *Fréquences communes*, attribuées dans la zone de service autorisée, à plusieurs concessionnaires exploitant des entreprises similaires. La densité de l'occupation est limitée et contrôlée.

Exemples:

- Services de sécurité ordinaires.
- Chemins de fer: services de contrôles, etc.
- La plupart des services d'exploitation publics ou privés, où il n'est pas nécessaire d'entrer dans le réseau à un moment déterminé; par exemple réseaux de transports, etc.

3. *Fréquences collectives*, attribuées indifféremment sur tout le territoire du pays, sans tenir compte de la densité d'occupation ni des gênes mutuelles possibles.

Exemples:

- Appareils portatifs travaillant dans la bande des 27 MHz.
- Diverses commandes à distance.

Le choix entre la classe 2 et 3 peut être laissé au requérant; par contre, l'administration des fréquences déterminera judicieusement l'opportunité d'une assignation exclusive.

Le confort et les facilités obtenus selon les classes de fréquences peuvent se refléter dans les taxes de concession. Une distinction supplémentaire est possible en divisant les utilisateurs en catégories telles que:

Catégorie I Autorités, services administratifs, corporations ou institutions de droit public.

Catégorie II Particuliers chargés des fonctions publiques. Particuliers exploitant leurs installations radio en vertu d'une prescription de l'autorité.

Particuliers mettant leurs installations au service de la collectivité sans rechercher un intérêt commercial important.

Catégorie III Autres particuliers.

Avec cette classification, un simple schéma de taxation peut tenir compte de l'importance de l'engagement ainsi que des moyens (fréquences précieuses, coordination souvent difficile, etc.) mis à disposition par l'autorité responsable des concessions.

Exemple:

Tableau II.

Classes	Catégories		
	I	II	III
1	10	30	100
2	2	6	20
3	1	3	10

Les chiffres indiquent le nombre d'unités de taxation perçues par émetteur/récepteur selon l'utilisateur en question. (Pour l'instant l'unité de taxe en Suisse est de Fr. 6.—.)

Pour les équipements travaillant en duplex, les chiffres sont augmentés de 50%.

De plus des taxes d'enregistrement sont introduites; par exemple, fr. 50.— pour les classes 2 et 3, et fr. 500.— pour la classe 1.

5. La coordination des assignations

Dans les zones frontalières ou dans le cas de réseaux franchissant les frontières, une coordination s'impose.

Les distances de coordination à respecter sont une fonction de plusieurs facteurs, tels que :

- bande de fréquences
- rapport de protection requis
- hauteur équivalente des antennes
- puissance rayonnée

En plus, les caractéristiques suivantes sont à considérer :

- fréquence(s) de travail
- coordonnées et zones de service
- largeur de bande occupée
- diagrammes de rayonnement
- heures de service
- densité de l'occupation probable.

Les coordinations nécessaires dans ce domaine s'effectuent de préférence au moyen d'accords bilatéraux ou multilatéraux qui fixent la procédure avec la précision nécessaire.

Mais l'instrument le plus parfait de coordination à lui seul ne garantit nullement l'utilisation optimale des fréquences dans les zones frontalières.

Celle-ci est surtout facilitée par les mesures suivantes :

- Adaptation des mêmes bandes de fréquences pour les mêmes services.
- Standardisation des écarts pour le trafic duplex.
- Adaptation de bandes inférieures et supérieures identiques.
- Standardisation de l'espacement entre canaux voisins.
- Mise en réserve prudente d'un certain nombre de fréquences pour permettre de s'accommoder à de nouveaux besoins, par exemple sur le plan international, ce qui implique l'occupation maximale par fréquence assignée.
- Standardisation *partielle* des sous-bandes pour les différents usagers, ce qui permet d'admettre les mêmes cri-

tères techniques et opérationnels dans les zones frontalières, tout en sauvegardant les besoins différents selon le pays et les groupes d'utilisateurs.

Exemples: chemins de fer; usines électriques; services de secours; services radiotéléphoniques publics.

- Dans les cas précis, éviter des emplacements surélevés par rapport au rayon d'action autorisé.
- L'échange de plans de services, de listes de fréquences et de toute autre documentation utile à faciliter un choix approprié de fréquences.

Malheureusement, la pratique ne permet pas toujours de bénéficier de ces avantages, étant donné que des dérogations multiples doivent être surmontées. Du point de vue de la planification des fréquences, cela est souvent difficile pour les petits pays entourés de plusieurs voisins.

6. Conclusions

Dans la planification et la gestion des fréquences des services radiophoniques mobiles terrestres, il est utile :

- de vérifier l'opportunité des assignations requises (planification des réseaux),
- de choisir les bandes de fréquences appropriées,
- de coordonner l'organisation des sous-bandes de fréquences du point de vue technique et opérationnel,
- d'utiliser chaque canal au maximum possible,
- de préparer des arrangements de canaux précalculés et de les répartir en fonction du terrain et des besoins probables,
- de procéder à des coordinations soigneuses et régulières entre les administrations de fréquences et organes de coordination.

Et si nous arrivons à surmonter toutes ces difficultés, nous contribuerons à l'intérêt de la communauté, qui ne réalise souvent pas la valeur précieuse que représente notre unique spectre des fréquences radioélectriques.