

RAPPORT 1018-1*

**CRITÈRES DE COORDINATION DANS LE MÊME CANAL ET DANS
LE CANAL ADJACENT POUR LE SERVICE MOBILE TERRESTRE DANS LE CAS
D'UTILISATION SIMULTANÉE DE DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE MODULATION**

(Question 72/8 et Programme d'études 7B-1/8)

(1986-1990)

1. Introduction

On a fait, aux Etats-Unis d'Amérique, des expériences de laboratoire et des essais en vraie grandeur pour comparer la modulation à bande latérale unique avec compression-extension en amplitude (ACBLU) et la modulation de fréquence (MF) classique pour les services mobiles à ondes métriques. Les résultats de cette étude ont fait l'objet d'un rapport publié par la [FCC, 1983]. Certains des renseignements fournis dans ce rapport sont reportés sur les Fig. 1, 2 et 3. Par ailleurs, la National Telecommunications Information Administration [NTIA, 1983] a effectué des mesures dont les résultats ont été publiés dans un rapport.

Un certain nombre d'essais en laboratoire et en service réel ont été effectués au _____ Canada sur le système ACBLU. Ces essais ont démontré que ce système fonctionnait d'une manière satisfaisante en ce qui concerne la qualité de réception, la couverture et l'immunité au bruit. Lors de ces essais, le système ACBLU a soutenu favorablement la comparaison avec le système MF [Bischoff et Sieb, 1982; Bonney, 1982].

De 1984 à 1987, le Communication Research Center, Département des Communications, Canada [Burke et Boucher, 1984], a procédé en laboratoire à des essais subjectifs et objectifs des systèmes ACBLU. L'intelligibilité des signaux vocaux a été évaluée pour diverses combinaisons de signaux utiles et brouilleurs en fonction des décalages de fréquence.

Des essais expérimentaux ont été également effectués pour établir les critères de partage possibles entre les systèmes à saut de fréquence et à étalement du spectre, et les autres services mobiles.

* Ce rapport doit être porté à l'attention de la Commission d'études 1.

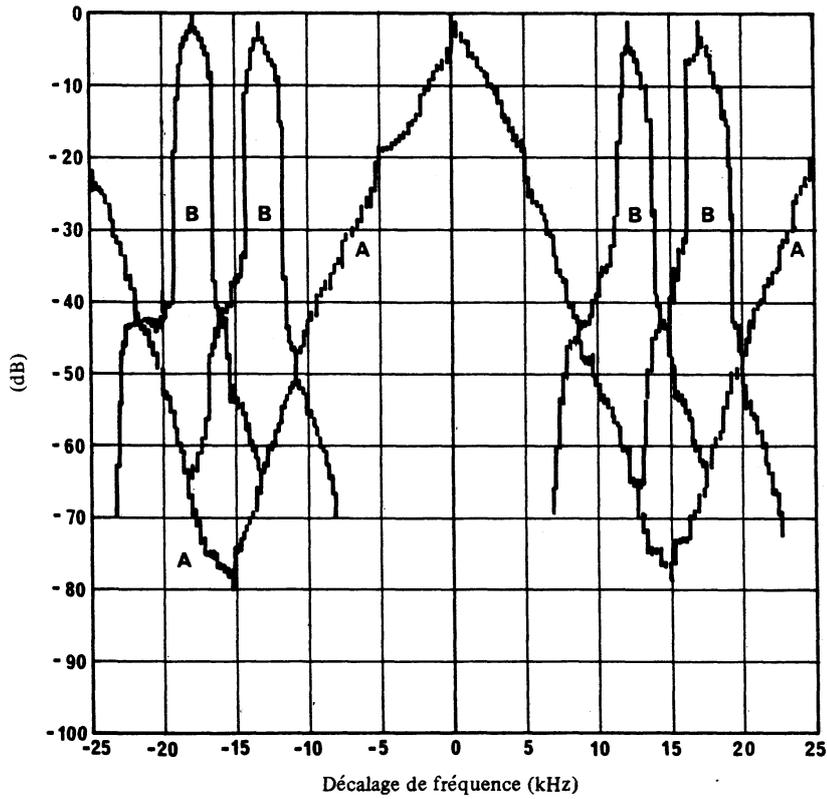


FIGURE 1 – Superposition des spectres des émissions MF et ACBLU, canaux MF espacés de 30 kHz, canaux ACBLU insérés avec un décalage de 12,5 kHz

Courbes A: MF

B: ACBLU

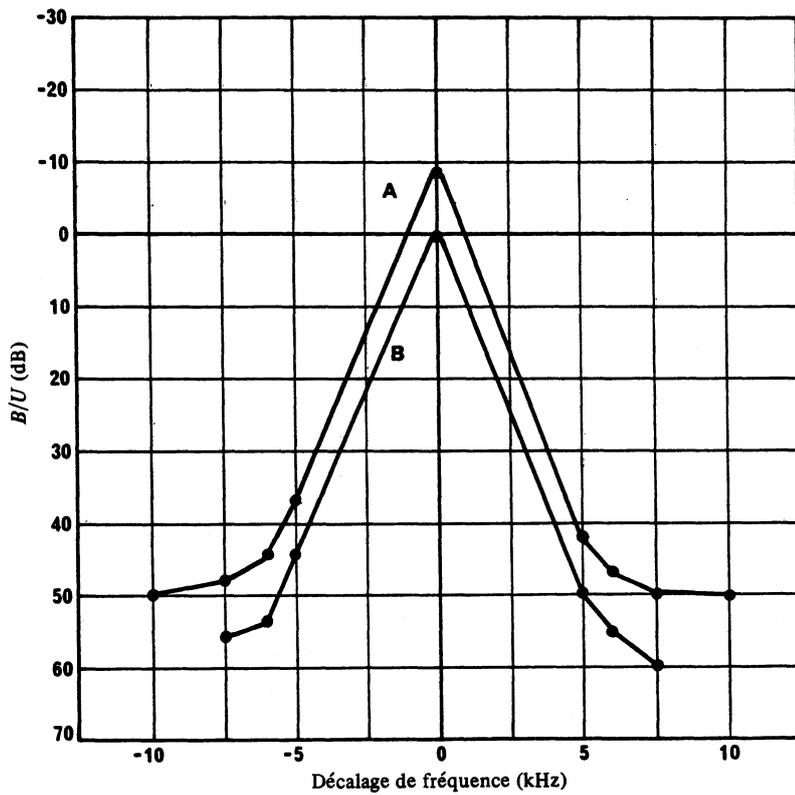


FIGURE 2 – Rapport signal brouilleur/signal utile B/U pour le brouillage de l'ACBLU par l'ACBLU

Courbes A: brouillage juste perceptible

B: brouillage de rupture



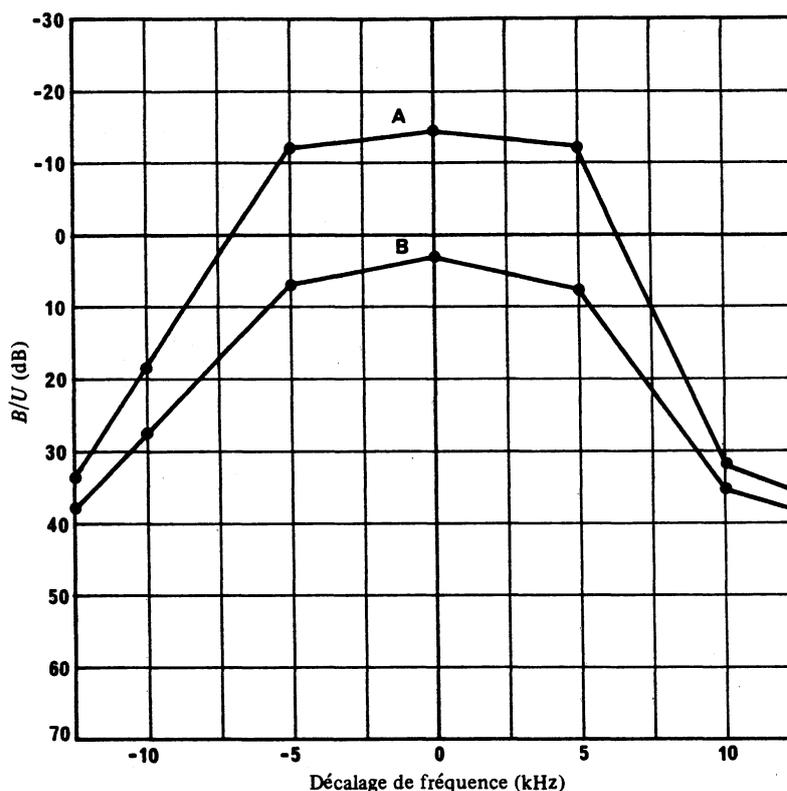


FIGURE 3 – Rapport signal brouilleur/signal utile pour le brouillage de la MF par l'ACBLU

Courbes A: brouillage juste perceptible

B: brouillage de rupture

2. Résultats des essais effectués aux Etats-Unis d'Amérique pour comparer les systèmes ACBLU et MF

La Fig. 1 montre la superposition des spectres des émissions de systèmes MF et ACBLU, les voies ACBLU étant placées entre des voies MF existantes (espacées de 30 kHz) et décalées de 12,5 kHz par rapport à celles-ci. On les appelle voies ACBLU insérées. Il en résulte une dégradation de la protection du signal MF utile, en raison de la pleine puissance du signal ACBLU inséré adjacent en limite de bande du canal MF. La bande passante FI des récepteurs MF types que l'on utilise actuellement ne donne qu'un affaiblissement limité des signaux situés à 12,5 kHz de la fréquence centrale. Par conséquent, il faudrait que la séparation géographique soit suffisante pour que l'on puisse placer des voies ACBLU (insérées) entre des voies MF existantes. Un système MF type fonctionnant avec un espacement de 25 ou 30 kHz peut offrir au signal MF utile une protection de plus de 70 dB dans le canal adjacent. Avec des voies ACBLU insérées, la protection du signal MF utile dans le canal adjacent pourrait descendre jusqu'à 40 dB.

La Fig. 2 donne les rapports signal brouilleur/signal utile (B/U) pour un signal ACBLU brouillé par un signal ACBLU. Les mesures ont été effectuées pour un décalage nul et pour des décalages de ± 5 kHz, ± 6 kHz, $\pm 7,5$ kHz, ± 10 kHz et $\pm 12,5$ kHz. Au-delà de 7,5 kHz, les données sont limitées par les possibilités du montage d'essai, et le rapport B/U peut être supérieur à 50 dB au-delà de 7,5 kHz. Lorsque B/U a une valeur positive, cela indique que le signal brouilleur est plus fort que le signal utile.

La Fig. 3 donne les rapports B/U pour un signal MF brouillé par un signal ACBLU. Les mesures ont été effectuées pour un décalage nul et pour des décalages de ± 5 kHz, ± 10 kHz et $\pm 12,5$ kHz. Les données indiquées pour les deux essais représentent les valeurs moyennes de ce que les différents observateurs ont obtenu. La différence moyenne constatée entre les données enregistrées par ces observateurs était inférieure à 1 dB pour le brouillage «juste perceptible» et à 0,5 dB pour le brouillage «de rupture».

Pour déterminer les rapports signal brouilleur/signal utile, on a ajusté l'affaiblisseur du canal utile dans le montage d'essai au niveau d'essai approprié à l'entrée du récepteur. Pour chaque essai, l'affaiblisseur du canal brouilleur a été ajusté par l'observateur pour le brouillage «juste perceptible» puis pour le brouillage «de rupture», la différence entre affaiblisseurs étant ensuite enregistrée. Cette opération a été répétée pour les cinq niveaux utiles.

Le brouillage «juste perceptible» a été défini comme un brouillage décelable mais qui passerait inaperçu si le niveau du signal brouilleur était légèrement réduit (1 dB).

Le brouillage «de rupture» a été défini comme un brouillage déformant certains mots et nécessitant occasionnellement la répétition des émissions de messages. En utilisant des phrases composées aléatoirement d'une longueur moyenne de six mots, le critère adopté pour décider de répéter l'émission était de deux mots déformés ou plus dans trois phrases consécutives.

Tout plan de canaux basé sur le rapport B/U devra tenir compte de la stabilité de fréquence de l'émetteur brouilleur et du récepteur brouillé. Les caractéristiques de sélectivité du récepteur auront également un effet sur le rapport B/U . Les travaux de développement et les essais en vraie grandeur vont se poursuivre aux Etats-Unis d'Amérique.

3. Résultats des essais effectués au Canada pour comparer les systèmes ACBLU et MF

3.1 Critères utilisés pour la protection contre le brouillage

3.1.1 Rapport de protection contre le brouillage (essais objectifs)

Le «rapport de protection contre le brouillage» est le rapport (en dB) du signal brouilleur au niveau du signal utile présent à l'entrée du récepteur qui entraînerait une dégradation de 12 à 6 dB du SINAD au récepteur. Le signal utile a été modulé par une tonalité de 1 kHz tandis que le signal brouilleur était modulé par la voix.

3.1.2 Brouillage «de rupture» (essais subjectifs)

Le brouillage «de rupture» est un niveau de brouillage qui entraîne la déformation de certains mots, ce qui oblige à répéter parfois l'émission du message. Le signal utile et le signal brouilleur sont l'un et l'autre modulés par la voix.

3.1.3 «Rapport de brouillage de rupture» (essais subjectifs)

Le «rapport de brouillage de rupture», avec un niveau de signal utile réglé au même niveau que le SINAD de 12 dB, est le rapport du signal brouilleur au signal utile qui entraînerait des conditions de brouillage sévère.

3.2 Résultats obtenus pour les brouillages de la MF par l'ACBLU et de l'ACBLU par la MF

Les valeurs critiques de la force relative du signal brouilleur auxquelles se produisent des brouillages objectifs et des brouillages de rupture des systèmes ACBLU et MF sont données dans le Tableau I. Les Figures 4 et 5 indiquent, respectivement, les résultats des essais relatifs aux brouillages objectifs et aux brouillages de rupture.

TABLEAU I

| Brouillage | Décalage de fréquence (kHz) | Rapport de protection contre le brouillage objectif (dB) (voie utile modulée par une tonalité de 1 kHz) | Rapport de protection contre le brouillage de rupture (dB) (voie utile modulée par la voix) |
|--------------|-----------------------------|---|---|
| MF par ACBLU | 7,5 | 3 | 4 |
| | 12,5 | 45 | 42 |
| | 15,0 | 60 | 57 |
| | 20,0 | 72 | 73 |
| ACBLU par MF | 7,5 | 26 | 28 |
| | 12,5 | 63 | 57 |
| | 15,0 | 72 | 70 |
| | 20,0 | 83 | 80 |
| | 25,0 | 85 | 87 |

3.3 Résultats des essais pour les brouillages de l'ACBLU par l'ACBLU et de la MF par la MF

Les résultats des essais relatifs aux rapports de protection contre le brouillage objectif et le brouillage de rupture, de l'ACBLU par l'ACBLU et de la MF par la MF, sont indiqués dans le Tableau II. Les Figures 4 et 5 donnent, respectivement, les rapports de protection (en dB) contre les brouillages objectifs et les brouillages subjectifs de rupture.

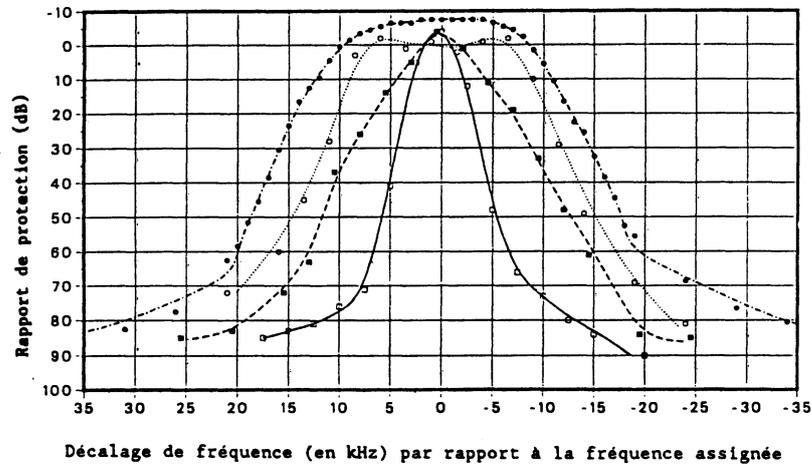


FIGURE 4

SINAD objectif (12 à 6 dB) avec brouillage
modulé par la voix

- ACBLU par ACBLU
- ACBLU par MF
- MF par ACBLU
- MF par MF

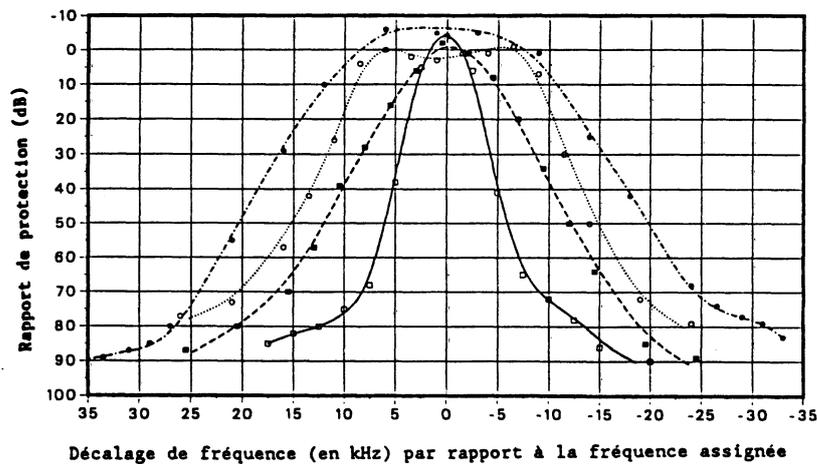


FIGURE 5

Brouillage subjectif de rupture

- ACBLU par ACBLU
- ACBLU par MF
- MF par ACBLU
- MF par MF

TABLEAU II

| Brouillage | Décalage de fréquence (kHz) | Rapport de protection contre le brouillage objectif (dB) (voie utile modulée par une tonalité de 1 kHz) | Rapport de protection contre le brouillage de rupture (dB) (voie utile modulée par la voix) |
|-----------------|-----------------------------|---|---|
| MF par MF | 11 | 9,5 | 10 |
| | 15 | 30,5 | 29 |
| | 20 | 62,5 | 55 |
| | 25 | 77,5 | 73 |
| | 30 | 83,0 | 87 |
| ACBLU par ACBLU | 2,5 | 5,0 | 5 |
| | 5,0 | 41,0 | 38 |
| | 7,5 | 71,0 | 68 |
| | 12,5 | 81,0 | 80 |
| | 15,0 | 83,0 | 82 |
| | 17,5 | 85,0 | 85 |

4. Mesures effectuées au Canada en ce qui concerne les rapports de protection contre les systèmes à saut de fréquence et à étalement du spectre

On a effectué des mesures pour établir les critères de brouillage dans un même canal applicables au service mobile terrestre fonctionnant dans la bande des 30-50 MHz. On a utilisé pour les mesures, trois récepteurs MF de type commercial ayant respectivement des espacements entre canaux de 20, 50 et 25 kHz. Les rapports de protection signal/brouillage (S/I) pour le fonctionnement dans le même canal, ont été mesurés en utilisant les critères de brouillage juste perceptible (JP) et non intelligible (NI) qui sont à peu près équivalents respectivement au SIB (seuil inférieur de brouillage) et au 0,3 IN (indice de netteté) qui sont définis dans les Rapports 526 et 525. Les résultats sont indiqués d'une manière détaillée dans le Rapport 826.

Il résulte des essais expérimentaux que des affaiblissements de propagation importants sont nécessaires pour protéger un récepteur MF contre le niveau de brouillage juste perceptible par saut de fréquence dans un même canal. Par ailleurs, on peut être surpris des affaiblissements de propagation plutôt faibles qui sont nécessaires pour la protection contre le niveau de brouillage préjudiciable entraînant la non-intelligibilité. En outre, considérant que les usagers actuels du service mobile terrestre dans la bande des 30-50 MHz utilisent des techniques de transmission analogique, un brouillage d'une durée de 10 ms comme celui qui a été utilisé dans les essais expérimentaux au Canada, ne causera pas de difficultés s'il ne se reproduit pas trop fréquemment. Pour un canal donné du service mobile terrestre, le brouillage provenant d'une seule source agissait en moyenne 0,4% du temps de sorte qu'un système mobile terrestre (en téléphonie analogique) pouvait supporter un plus grand nombre de sources à saut de fréquence, le nombre maximal étant déterminé par le niveau de qualité recherché.

Dans cette expérience, on n'a pas tenté d'estimer l'influence du brouillage par saut de fréquence sur les systèmes numériques ni d'étudier la relation entre le nombre de sources de brouillage par saut de fréquence et la dégradation du signal dans le service mobile terrestre.

Il convient de noter que cette dégradation est additive dans la mesure où le fonctionnement simultané de n émetteurs à sauts de fréquence augmente d'un facteur n le facteur de forme du brouillage. Enfin, il convient de tenir compte des valeurs données dans la Recommandation 478 (les émissions non essentielles sur des fréquences discrètes sont limitées à 2,5 μ W, ou doivent être d'un niveau inférieur de 70 dB au niveau correspondant à la puissance de la porteuse).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BISCHOFF, H. et SIEB, E. [octobre 1982] Amplitude compandored sideband (ACSB). Radio test report, CP rail communications (Ministère des Communications, Ottawa, Canada).
- BONNEY, A. J. [novembre 1982] ACSSB/FM interference, Sideband Canada Ltd. (Département des Communications, Ottawa, Canada).
- BURKE, M. J. et BOUCHER, L. M. [10-13 septembre 1984] An amplitude companded single sideband equipment evaluation. IEE International Conference on Mobile Radio Systems and Techniques, Université de York, Royaume-Uni.
- FCC [octobre 1983] Amplitude compandored sideband compared to conventional FM for VHF mobile radio. Report FCC/OSTTM83-7. (Order NTIS Accession N° PB84 116383 du US Department of Commerce, National Technical Information Services, Springfield, VA. 22161, Etats-Unis d'Amérique).
- NTIA Report [juin 1983] Interference Measurements on Amplitude Compandored Single Sideband (ACSSB) Land Mobile Radio, National Telecommunications and Information Administration, NTIA-CR-83-25.

