

RECOMMANDATION UIT-R SM.856-1*

**NOUVELLES TECHNIQUES ET NOUVEAUX SYSTÈMES
ÉCONOMES DE SPECTRE**

(1992-1997)

Domaine d'application

La présente Recommandation fournit des méthodes supplémentaires pour réduire le brouillage et améliorer l'utilisation du spectre.

Mots clés

Antenne adaptative, distance de réutilisation, dans le même canal, zone de couverture

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que le spectre des fréquences radioélectriques est une ressource limitée;
- b) que certaines bandes de fréquences du spectre sont encombrées dans des zones densément peuplées;
- c) que, lorsque les paramètres de conception du système et la répartition géographique des stations sont toutes deux connues, une amélioration de la planification technique permet d'augmenter l'utilisation du spectre des fréquences;
- d) qu'en raison de l'évolution rapide des différents services de radiocommunication, l'utilisation en partage de nombreuses bandes de fréquences est de plus en plus difficile;
- e) que, dans de nombreux cas, il est difficile ou impossible d'assurer le partage au moyen de la répartition géographique ou en fréquence;
- f) que les progrès technologiques ont permis d'utiliser de nouvelles techniques et de nouveaux systèmes économes de spectre;
- g) que le recours à des annuleurs de brouillage pourrait permettre à des liaisons, qui autrement se brouilleraient, de fonctionner simultanément;
- h) que les écrans spéciaux améliorent la sélectivité spatiale de l'antenne;
- j) que les systèmes d'antenne auto-adaptable réduisent les brouillages sur les fréquences partagées,

recommande

1 qu'on envisage d'employer des annuleurs de brouillage, des écrans et des antennes auto-adaptables (on trouvera un exemple à l'Annexe 1) comme des méthodes supplémentaires pour réduire le brouillage et améliorer l'utilisation du spectre en permettant à des liaisons, qui autrement se brouilleraient, de fonctionner simultanément avec un minimum de brouillage.

NOTE 1 – D'autres exemples seront présentés, l'objectif étant d'améliorer l'utilisation du spectre.

* La Commission d'études 1 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à la présente Recommandation en 2018 et en 2019, conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

ANNEXE 1

Réduction de la distance de réutilisation des fréquences entre stations de base fonctionnant dans le même canal en utilisant des antennes auto-adaptables

Dans un plan de fréquences classique, les distances de réutilisation des fréquences entre stations de base du service mobile terrestre fonctionnant dans le même canal doivent être suffisamment grandes pour qu'il n'y ait pas de brouillage. Des études ont permis de constater que si l'on utilise des antennes auto-adaptables, il est possible d'implanter dans une zone de service d'autres stations de base fonctionnant dans le même canal, de sorte que les distances séparant toutes les stations de base peuvent être réduites d'un facteur d'environ 0,625, sans incidence majeure sur leurs zones de couverture. Cette réduction de la distance de réutilisation des fréquences permet d'accroître sensiblement la capacité de service du spectre des fréquences car il est possible d'utiliser plus souvent les mêmes canaux dans une zone de service, laissant ainsi d'autres canaux libres pour desservir d'autres zones. Une étude a été faite pour montrer que l'utilisation d'antennes auto-adaptables est une technique favorisant une utilisation efficace du spectre.

1 Réduction de la distance de réutilisation des fréquences

En général, une distance suffisante (environ 120 km) sépare des stations de base simplex fonctionnant dans le même canal, de sorte qu'il n'y ait pas de brouillage et que chaque station puisse fonctionner comme un système «autonome». Dans la présente étude, ces stations sont volontairement rapprochées, la distance les séparant étant d'environ les deux tiers de la distance normale, soit 80 km, de sorte que chaque station «brouille» l'autre, ce qui réduit sensiblement leur zone de couverture. Une antenne-réseau auto-adaptable est alors déployée au niveau de chaque station de base pour revenir à un fonctionnement «normal» malgré la distance de séparation réduite.

2 Caractéristiques des antennes auto-adaptables

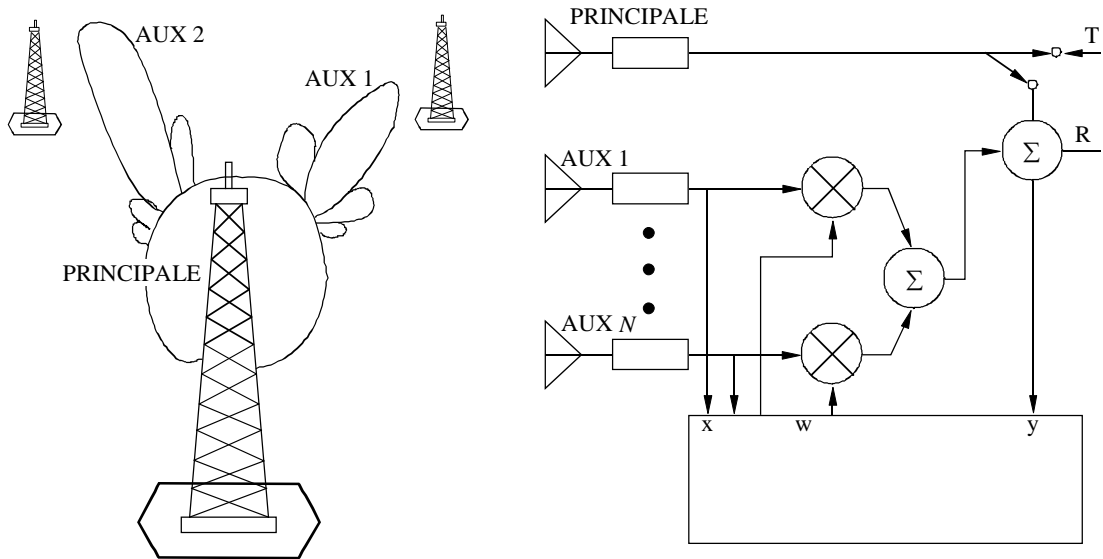
L'antenne auto-adaptable utilisée est un simple annuleur de lobes latéraux avec des antennes auxiliaires (AUX) couplées à l'antenne principale classique par le biais de coefficients adaptatifs complexes (pondérations, voir les Figs. 1 et 2). À partir des entrées de chaque élément du réseau d'antennes auxiliaires et de la somme du signal de l'antenne principale d'une part, et des différents éléments du réseau d'antennes auxiliaires d'autre part, un algorithme détermine les coefficients servant à pondérer le signal de chaque élément du réseau d'antennes auxiliaires. L'antenne-réseau auto-adaptable n'est activée que lorsque le brouillage dépasse un certain niveau de puissance par rapport au signal utile, par exemple 6 dB. Cette activation ne fait pas l'objet de la présente étude mais pourrait se fonder, par exemple, sur la démodulation de signaux de service.

3 Calcul de la zone de couverture

Les valeurs types des paramètres utilisées dans l'étude pour la modélisation de la distance minimale de réutilisation des fréquences applicable à la bande des ondes métriques sont résumées dans le Tableau 1.

FIGURE 1

Schéma d'un annuleur de lobes latéraux d'une antenne auto-adaptable proposé pour des stations de radiocommunication de base du service mobile terrestre fonctionnant en mode simplex avec réutilisation des fréquences



0856-01

FIGURE 2

Schéma des diagrammes de rayonnement de l'antenne principale et des antennes auxiliaires et emplacement des signaux utiles et brouilleurs

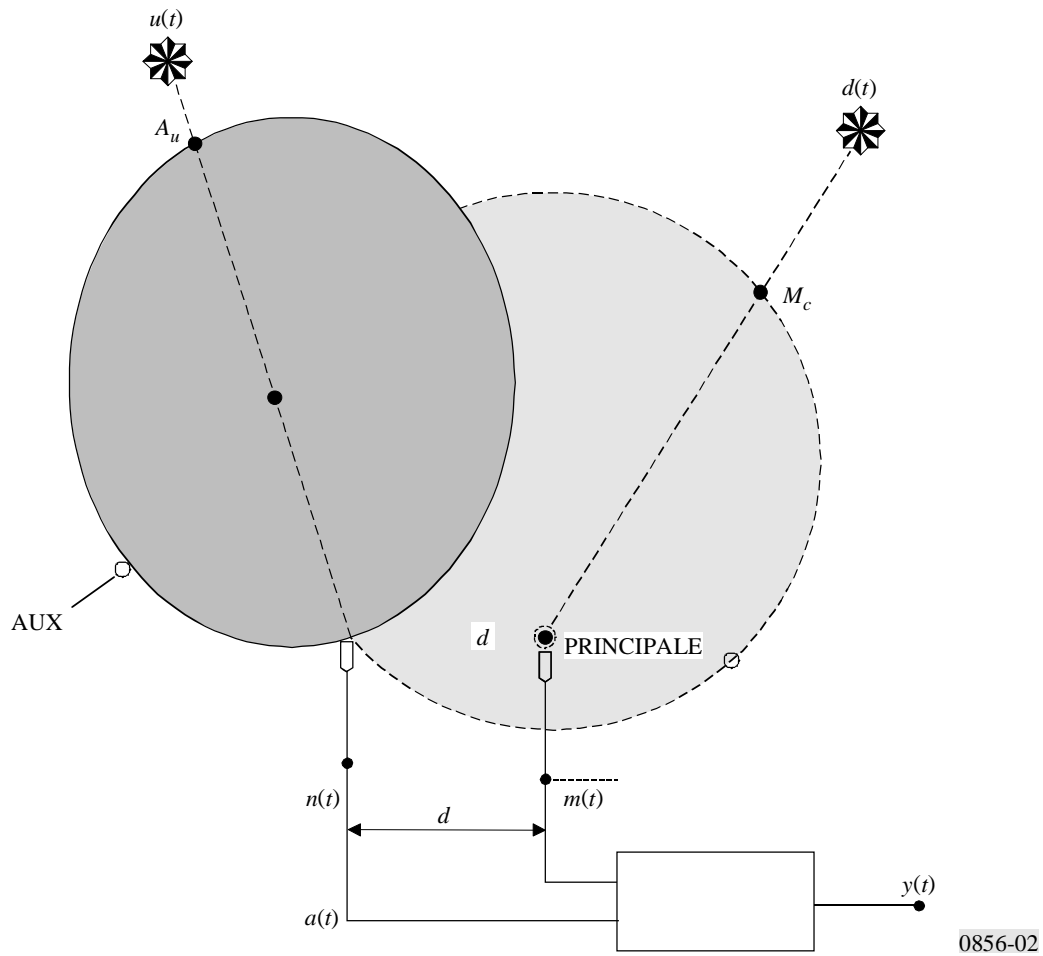


TABLEAU 1

Paramètres par défaut d'une station de radiocommunication de base du service mobile terrestre fonctionnant en mode simplex dans la bande des ondes métriques

Puissance de l'émetteur	Puissance minimale reçue pour le mobile, P_r	Antenne d'émission/de réception de la station de base		Antenne de la station mobile	
$P_t = 30 \text{ W}$	$10 \log 10 P_r = -139 \text{ dBW}$	$h_t = 45 \text{ m}$	$g_t = 0 \text{ dB}$	$h_r = 2 \text{ m}$	$g_r = 0 \text{ dB}$
Affaiblissement de variabilité local dans la bande des ondes métriques = 14 dB		Affaiblissements sur la ligne = 0 dB		Affaiblissements sur la ligne = 0 dB	

En utilisant un modèle de propagation simple sous petit angle pour une Terre sans relief, on calcule le rayon approximatif R de la zone de couverture de la station de base à l'aide de la formule:

$$P_r = \frac{P_t g_t g_r (h_t h_r)^2}{R^4}$$

où:

P_r : puissance minimale reçue pour le mobile

P_t : puissance de l'émetteur

g_t, g_r : gain d'antenne respectivement de la station de base et des stations mobiles

h_t, h_r : hauteur de l'antenne respectivement de la station de base et des stations mobiles.

La zone de couverture a été établie à l'aide d'une base de données topographiques et d'un programme de modélisation de la propagation qui calcule la puissance du signal brouilleur à partir de calculs point à point entre deux stations de base choisies. Un signal utile d'une station mobile est appliqué à tous les angles d'azimut de la zone de couverture suivant différents contours de puissance du signal correspondant aux différentes puissances de porteuse reçues au niveau du récepteur de base afin de délimiter les diverses zones de couverture. La zone de couverture «autonome» est définie par les contours de puissance minimale du signal. Le contour de la zone de couverture brouillée correspond à une puissance du signal de 6 dB supérieure à la puissance la plus élevée du signal brouilleur provenant d'une autre station de base. L'antenne auto-adaptable de la station de base serait activée uniquement lorsque la station mobile se trouve entre ces contours, c'est-à-dire dans une zone où le rapport porteuse/brouillage de la station de base est inférieur à 6 dB, ce qui se traduit par une perte de couverture. L'utilisation d'une antenne auto-adaptable permet de rétablir la couverture dans cette zone, sauf dans les secteurs angulaires en direction de la station de base brouilleuse.

4 Conclusions

Dans le scénario pris à titre d'exemple, la distance de réutilisation des fréquences a été réduite d'un facteur moyen de 0,625. Dans la présente étude, lorsqu'on a ajouté une autre station de base dans le même canal, les calculs de zones de couverture ont montré qu'en l'absence d'une antenne auto-adaptable, chaque station de base perdrait un tiers de sa zone de couverture en raison des brouillages qu'elle subirait des autres stations. Par contre, avec une antenne auto-adaptable, chaque station ne perd que 7,6% de sa zone de couverture. On peut donc améliorer sensiblement la distance de réutilisation des fréquences en utilisant des antennes auto-adaptables simples pour les stations de radiocommunication de base du service mobile terrestre fonctionnant dans la bande des ondes métriques. Ce type d'antenne-réseau auto-adaptable a été mis au point pour des stations de base de services cellulaires. Les résultats prometteurs obtenus montrent que ce type d'antenne peut être également utilisé pour des systèmes de radiocommunication du service mobile terrestre. Il est donc possible de réduire la distance de réutilisation des fréquences entre stations de base fonctionnant dans le même canal avec les techniques dont on dispose aujourd'hui. On a choisi des systèmes de radiocommunication mobiles terrestres fonctionnant en mode simplex car une antenne-réseau auto-adaptable est un moyen rentable à court terme qui permet de supprimer les brouillages dans le même canal et directement applicable à des systèmes de ce type.
