

## RAPPORT 1060-1

**MÉTHODES VISANT A ÉCONOMISER L'ÉNERGIE EN RADIODIFFUSION  
A MODULATION D'AMPLITUDE ET LEUR INFLUENCE  
SUR LA QUALITÉ DE RÉCEPTION**

(Question 44/10, Programmes d'études 44A/10 et 44F/10)

(1986-1990)

### 1. Introduction

La réduction de la consommation d'énergie des émetteurs de forte puissance à modulation d'amplitude utilisés pour la radiodiffusion B.km, B.hm et B.dam a toujours revêtu une grande importance. L'abaissement de la consommation d'énergie peut être obtenu par l'amélioration du rendement des émetteurs et/ou par l'utilisation d'autres techniques de modulation d'amplitude.

### 2. Amélioration du rendement des émetteurs

Dans le passé, on a mis au point plusieurs systèmes d'émission permettant une augmentation du rendement de l'amplification de puissance, par exemple, le système Doherty, le principe de Taylor (addition du troisième harmonique), etc. Dans les émetteurs modernes, on a introduit des amplificateurs de modulation en mode commuté, par exemple, les modulateurs d'impulsions en durée (MID) ou les modulateurs par niveau d'impulsion (MNI). L'emploi de ces modulateurs a permis d'augmenter de 10% ou davantage le rendement global des émetteurs par rapport aux émetteurs utilisant des techniques de modulation classiques. Cependant, de tels émetteurs peuvent produire des rayonnements non essentiels (en raison des fréquences de commutation) qui peuvent brouiller les canaux adjacents. Un autre inconvénient est que même les faibles niveaux de surmodulation peuvent entraîner des niveaux de distorsion inacceptables. Cependant, ces deux inconvénients peuvent être atténués par une commande appropriée du signal audio à l'entrée et par le choix d'une fréquence de commutation multiple de l'espacement des canaux. D'autres mesures devront être faites pour déterminer tous les effets des rayonnements non essentiels des émetteurs MID et MNI sur le rapport de protection dans le canal adjacent, car ce type d'émetteur à forte puissance sera de plus en plus utilisé à l'avenir.

### 3. Autres techniques de modulation d'amplitude permettant d'économiser l'énergie

Il est d'ores et déjà établi que les futures émissions BLU permettront une économie substantielle d'énergie; le Tableau II du Rapport 1059 fait état de réductions de la consommation d'énergie atteignant 80% par rapport aux émissions à double bande latérale.

Deux systèmes d'émission à modulation d'amplitude utilisant une commande de porteuse proportionnelle au niveau moyen de modulation ont été proposés. Ces deux systèmes peuvent être appliqués sans difficultés aux émetteurs modernes. Ces systèmes sont:

#### 3.1 Modulation d'amplitude dynamique (MAD)

La MAD a été proposée dès 1939 et utilisée avec succès pendant plusieurs années dans un certain nombre de pays européens émettant en ondes hectométriques, et, plus récemment aux Pays-Bas, en ondes décimétriques. Elle permet une réduction de 50% de la consommation globale d'énergie pour des programmes usuels faisant modérément appel à la compression audio. Le niveau d'économie d'énergie dépend de la réduction de la puissance de la porteuse pour une modulation nulle (voir la Fig. 1). Une compression dynamique supplémentaire intervient dans le récepteur en raison de l'action de la commande automatique de gain (CAG).

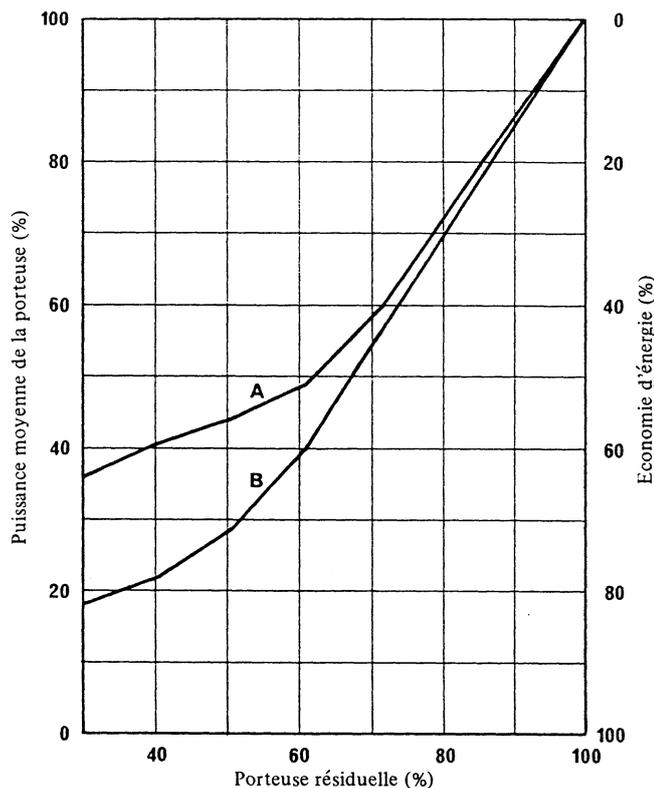


FIGURE 1 – Relation entre la puissance de la porteuse, le rendement et la porteuse résiduelle (caractéristique en coude avec décalage)

Courbes A: gain de compression de 9 dB

B: gain de compression de 0 dB

Des variations rapides du niveau de modulation d'un programme peuvent entraîner des distorsions. En outre, les pauses du programme, au cours desquelles le niveau de la porteuse est réduit, se traduisent par une augmentation du bruit et du brouillage. Toutefois, ces inconvénients peuvent être atténués par le choix d'un niveau approprié de régulation de la porteuse complété par une réduction limitée de la porteuse en cas de modulation nulle (voir la Fig. 2). Par ailleurs, l'augmentation du bruit et du brouillage au cours des pauses du programme sera partiellement compensée par l'augmentation du niveau moyen de la modulation du signal MAD reçu (taux de modulation). Sur la base des recherches théoriques, on peut prévoir une réduction du rapport signal utile/signal brouilleur de l'ordre de 1 dB [CCIR, 1982-86]. On peut modifier sans difficultés le niveau de régulation de la porteuse de certains émetteurs pour tenir compte de conditions spécifiques relatives au contenu du programme et aux niveaux de brouillage possibles.

Il serait utile d'entreprendre d'autres études pour déterminer les effets de ce système sur la qualité de la réception et sur la zone de couverture effective pour les transmissions en MAD, et pour déterminer toute modification du rapport de protection des émissions en modulation d'amplitude conventionnelle brouillées par une émission en MAD.

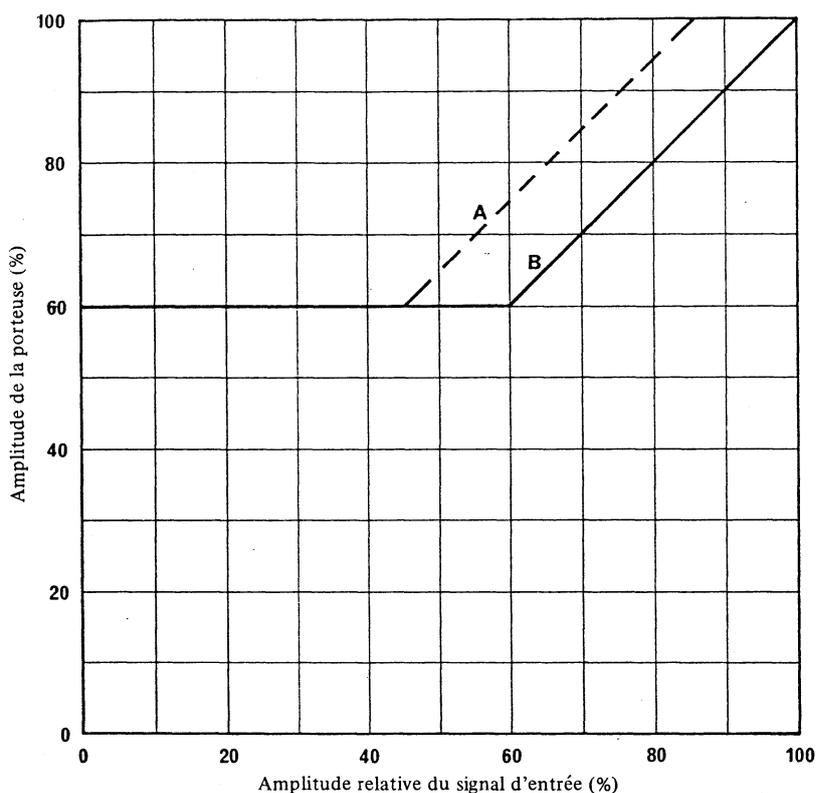


FIGURE 2 – Caractéristiques de régulation de la porteuse pour un émetteur utilisant la technique MAD

A: caractéristique en coude avec décalage  
 B: caractéristique en coude

### 3.2 Système de compression\* en MA

Cette méthode a été mise au point au Royaume-Uni [Lawrence et autres, 1986; Williams, 1986]; elle diffère de la MAD en ce sens que l'augmentation de la compression est sensiblement linéaire de 0 (absence de modulation) jusqu'à sa valeur maximale pour 100% de modulation, le taux de modulation lui-même étant maintenu à la valeur appropriée. Il apparaît que cette méthode présente les avantages suivants:

- le réglage automatique de gain du récepteur compense la compression appliquée;
- la réduction des tensions et des puissances de crête permet une économie supplémentaire si l'on modifie les étages de sortie de l'émetteur; la diminution des niveaux de crête peut également se traduire par une réduction des tarifs applicables aux dépenses d'énergie électrique;

\* Les Etats-Unis d'Amérique indiquent que le terme "compression" est largement utilisé en Amérique du Nord dans un système différent.

— le niveau de puissance reste normal lorsque le programme est le plus sensible au brouillage, c'est-à-dire lorsque le niveau de modulation est peu élevé.

Les résultats des essais en laboratoire et des essais réels menés au Royaume-Uni ont indiqué que l'application de la modulation d'amplitude avec une compression maximum de 3 dB provoque une dégradation négligeable de la qualité de la réception, même en limite de zone. Les essais de brouillage ont été effectués avec un programme brouilleur et un programme utile identiques, l'émetteur brouilleur étant synchronisé avec l'émetteur utile, et avec un programme brouilleur différent du programme utile. Les rapports de protection pour les émissions dans le même canal et dans un canal adjacent n'ont pas été sensiblement modifiés par le passage de la modulation d'amplitude conventionnelle à la modulation d'amplitude avec compression.

Au Royaume-Uni, plusieurs émetteurs en ondes hectométriques émettent en modulation d'amplitude avec compression depuis novembre 1987.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Lawrence R.K, Preedy, A.R. et Bell C.P (1986) A.M companding - A digital implementation and field trial for power saving at MF transmitters, IEE Conference Publication 286 pp 173-178 [IBC 86].

Williams, W.F. (1986) A.M Companding - A technique for dynamic carrier control of AM broadcast transmitter. IEE Conference Publication 286 pp 179-183 [IBC 86].

#### Documents du CCIR:

[1982-86]: 10/238 (Allemagne (République fédérale d')).

#### BIBLIOGRAPHIE

BELL, C.P., HARRISON, C.R., LAWRENCE, R.K., MANSON, W.I., PREEDY, A.R. et WILLIAMS, W.F. [1989] - Implementation of amplitude modulation companding in the BBC MF national networks. BBC Engineering Division. Rapport N° 1988/15.

#### Documents du CCIR:

[1986-90]: 10/32 (Royaume-Uni); 10/212 (Royaume-Uni); 10/211 (France).

---