

Analyse des performances d'un système de communication numérique multiporteuses TCM-OFDM dans le canal radio-mobile

Taib Ennaciri, étudiant 2^e cycle

Dr Paul Fortier, directeur de recherche

Abstract: The combination of an Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) technique and a coding scheme is a very promising broadcasting system to cope with the frequency selective and time-variant channel. The first application of this technique using a convolutional coding scheme has been implemented within the framework of the Eureka DAB (Digital Audio Broadcasting) project. With the association of trellis coded modulation and orthogonal frequency division multiplexing technique, it is possible to double the existing spectrum efficiency of the system without compromising the existing bandwidth. In this project, we use a wideband mobile radio channel simulator to analyse TCM-OFDM performances.

Résumé: La combinaison de la technique de modulation à porteuses multiples (OFDM) et d'un type de codage canal forme un système de radiodiffusion très prometteur et très efficace dans les milieux sélectifs en fréquence. La première application de cette technique utilisant un codage convolutionnel a été développée en Europe. En associant la modulation codée en treillis et la modulation multiporteuse, il est possible de doubler l'efficacité spectrale du système existant sans compromettre la largeur de bande. Le but de ce travail est d'analyser, par le biais de la probabilité d'erreur, les performances du système de radiodiffusion TCM-OFDM.

L'objectif de mettre en oeuvre un service de radiodiffusion sonore numérique de haute qualité destiné aux récepteurs domestiques et mobiles s'impose de plus en plus. On assiste aujourd'hui à la pénétration croissante des techniques numériques qui offrent aux usagers un service de qualité comparable à celle des lecteurs à disques compacts.

C'est dans ce contexte qu'une technique de transmission appelée COFDM a été développée en Europe (Projet Eurêka 147DAB) permettant de transmettre l'information à un débit binaire de 5.6 Mbit/s dans une bande de 7 MHz, soit une efficacité spectrale de 0.8 bit/s/Hz [1].

Une nouvelle technique qui permet de doubler le débit binaire et par conséquent l'efficacité spectrale sans compromettre la largeur de bande disponible est le TCM-OFDM [2]. Cette technique est une combinaison des techniques de modulation codée en treillis et de modulation multiporteuses OFDM. Elle repose sur deux principes.



Le premier principe est basé sur la répartition de l'information à transmettre sur un grand nombre de sous porteuses orthogonales. Chaque sous porteuse est modulée à bas débit binaire de façon à rendre le canal non sélectif en fréquence et en temps. Cette particularité rend le système semblable à une série de systèmes à bandes étroites. Ces systèmes sont alors affectés par des évanouissements plats, ce qui évite le recours à l'égalisation du canal. La différence principale entre le multiplexage fréquentiel conventionnel et cette technique réside dans le chevauchement du spectre des différentes sous porteuses produisant ainsi une efficacité spectrale optimale. En tenant compte de l'effet multivoies du canal radiomobile, la condition d'orthogonalité n'est plus maintenue au récepteur provoquant ainsi l'interférence intersymboles. La solution à ce problème est d'introduire un intervalle de garde après chaque symbole utile. Cet intervalle a pour effet d'absorber l'effet multivoies du canal.

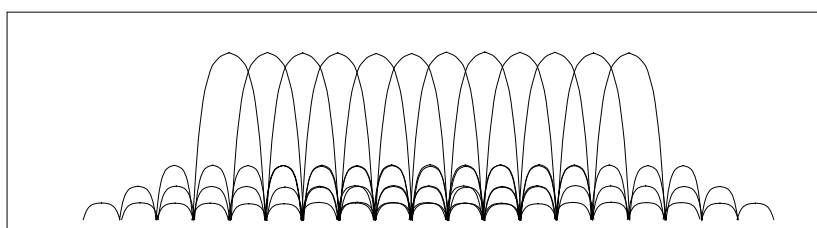


Figure 1 Spectre du système TCM-OFDM

Le second principe est basé sur la technique de modulation codée en treillis. Cette technique est une combinaison de codage convolutionnel et d'une application par répartition. Ungerböck [3] a proposé la méthode de répartition pour les codes en treillis optimaux pour les canaux à bande limitée en présence du bruit blanc additif et gaussien. La procédure est basée sur le critère de performance optimale à savoir la minimisation de la distance libre Euclidienne du code. Pour les canaux sélectifs en fréquence ce critère n'est plus valable, le critère de conception de code est la longueur effective et le produit de distance minimal [4].

Le codage convolutif permet de lutter contre les erreurs introduites par les évanouissements profonds. Ces erreurs sont généralement groupées. Le système TCM-OFDM réalise, par les techniques d'entrelacement, un étalement de l'information codée dans les domaines fréquentiels et temporels. Cette technique permet de répartir d'une façon aléatoire les erreurs, assurant ainsi la diversité nécessaire au bon fonctionnement du décodeur de Viterbi.

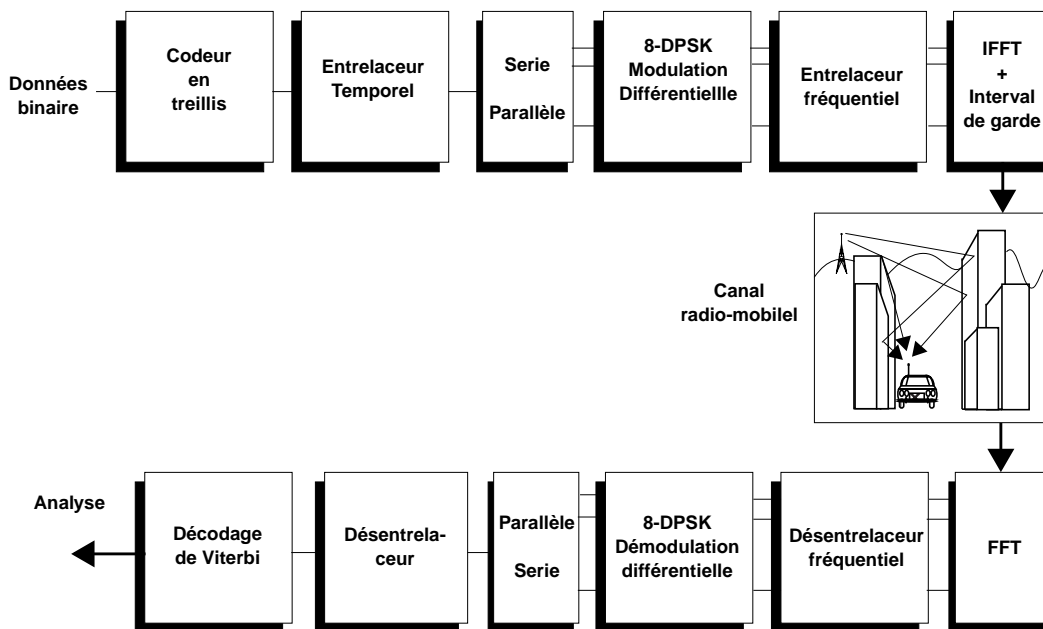


Figure 2 Le système de télécommunication TCM-OFDM

- [1] B. Le Floch, R. Halbert-Lasalle, D Castellain, «Digital sound broadcasting to mobile receivers» *IEEE Trans. on Consumer El.*, vol. 35, no. 3 pp. 493-503, aout 1989.
- [2] B. Le Floch, JF. Helard, «Trellis Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing for Digital Video Transmission» *Globcom '91*.
- [3] G. Ungerboeck «Channel Coding with Multilevel/Phase Signals » *IEEE Transaction on Information Theory*, vol. IT-28 no. 1 pp. 55-67, janvier 1982
- [4] Christian Schlegel «Bandwith Efficient Coding for Fading Channels: Code Construction and Performance Analysis » *IEEE Journal on Selected Area in Communications* vol. 7 no 9 pp. 1356-1368, décembre 1989