

Optimisation de la numérisation dans la gestion du spectre de fréquences radioélectriques dans la Ville Province de Kinshasa

[Optimization of digitalization in the management of the radio frequency spectrum in the City Province of Kinshasa]

Kisoki Mbunga Henri

Professeur Associé, Département de Physique et des Sciences Appliquées, Faculté des Sciences, Université Pédagogique Nationale (UPN), Kinshasa-Ngaliema, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Today, users of radio frequencies face a double challenge, namely:

- Respond to a growing need for communication channels (frequencies);
- Maintain good quality of service (Qos).

The difficulty results from the fact that the number of frequency (channels) available for radio electricity spectrum allocation is a very limited resource.

This constraint imposes optimal and efficient use of frequencies, taking into account all the necessary parameters so as not to increase the probability of interference and also to avoid the malfunction of neighboring stations.

In the Democratic Republic of Congo in general and more particularly the city Province of Kinshasa, the Post and Telecommunications Regulatory Authority of Congo (ARTPC) has a limited number of usable frequencies in order to cover the needs of potential users.

KEYWORDS: Constraint, Digitization, Frequency, Interference Optimization, Spectrum.

RESUME: Aujourd'hui, les utilisateurs des fréquences radioélectriques font face à un double défi, à savoir:

- Répondre à une augmentation croissante de réseaux ou canaux (fréquence) de communication;
- Maintenir une bonne qualité de service (QoS).

La difficulté résulte du fait que le nombre des fréquences (canaux) disponibles pour l'allocation du spectre radio est une ressource très limitée.

Cette contrainte impose une utilisation optimale et efficiente des fréquences, en tenant compte de tous les paramètres nécessaires pour ne pas augmenter la probabilité d'interférences et aussi d'éviter le dysfonctionnement des stations voisines.

EN RD Congo, en général et plus particulièrement la Ville Province de Kinshasa, l'Autorité de Régulation de Poste et de Télécommunication du Congo (ARPTC) dispose d'un nombre limité des fréquences utilisables afin de couvrir les besoins des utilisateurs potentiels.

MOTS-CLEFS: Contrainte, Fréquence, Interférences, Numérisation, Optimisation, Spectre.

1 INTRODUCTION

Le spectre fréquentiel radioélectrique est limité certes, mais pour faire face à ce défi, il y a besoin de la réinitialisation efficace des fréquences qui peut se faire par une distribution optimale du spectre fréquentiel disponible dans une zone qui garantit un écoulement maximal du trafic tant en minimisant les interférences [1].

En d'autres termes, une seule fréquence pourrait être utilisée plusieurs fois si les rayons de couverture des antennes ne se chevauchent pas.

L'écoulement de trafic porté par ces zones serait alors conditionné par la qualité de l'affectation des fréquences [2].

Pour ce faire, plusieurs signaux utiles peuvent être transmis sur un seul canal à l'aide des techniques de la numérisation et du multiplexage.

2 METHODES ET MATERIELS UTILISEES

Pour arriver à rédiger cet article, nous avons fait usage des méthodes et techniques suivantes:

- Méthode analytique: cette méthode nous a servis à analyser le prototype du schéma d'acquisition et d'utilisation des fréquences;
- Méthode descriptive: celle-ci, nous a permis à décrire la procédure à suivre dans le fonctionnement du spectre fréquentiel dans le Ville Province de Kinshasa afin de dégager les éléments importants pour notre recherche;
- Techniques d'enquête et d'interview: elles nous ont donné l'occasion à avoir les informations utiles sur la gestion des fréquences de la VPK après descente sur terrains et jeux des questions-réponses auprès de certains opérateurs de télécommunication.

Pour notre recherche, nous avons utilisé comme matériel le logiciel Matlab reconnu très puissant dans l'ingénierie [3].

Ce matériel nous a permis à faire des simulations pour arriver à dégager les résultats attendus.

3 SPECTRE DE LA RADIODIFFUSION SONORE NUMERIQUE

3.1 NORMES [4]

La radiodiffusion sonore numérique en Anglais Digital Audio Broad casting (DAB) est un système standardisé par Union Intenance of Telecom (UIT) ou encore par European Telecommunications standards Institute (ETSI).

D'autres standards sont développés par des entreprises à savoir:

- Standards ouverts:
 - DAB (Digital Audio Broad casting). Standard Européen pour la radiodiffusion numérique dans les ondes ultra-courts (VAF, UHF) et micro-ondes (SHF),
 - DRM (Digital Radio Mondiale). Standard Mondial pour la Diffusion Numérique dans les ondes courts, moyennes et longues (<30 Mhz);
 - SDR (Satellite Digital Radio). Standard pour la Radiodiffusion par Satellite.
- Standards propriétaires ou partiellement ouverts:
 - IBOC (In-band on-Channel)
 - HD Radio

3.2 SYSTEME DE RADIO NUMERIQUE

Le système de radio numérique que nous allons optimiser par le VPK publié dans cet article va de la production au studio numérique en passant par un traitement des signaux avant d'attaquer l'émetteur radioélectrique de diffusion sonore numérique.

Le système choisi, c'est le système numérique de la technologie IBOC compte tenu de sa performance pour des récepteurs fixes, portatifs et mobiles à bord de véhicules recevant des signaux provenant d'émetteurs terrestre (figure 1).

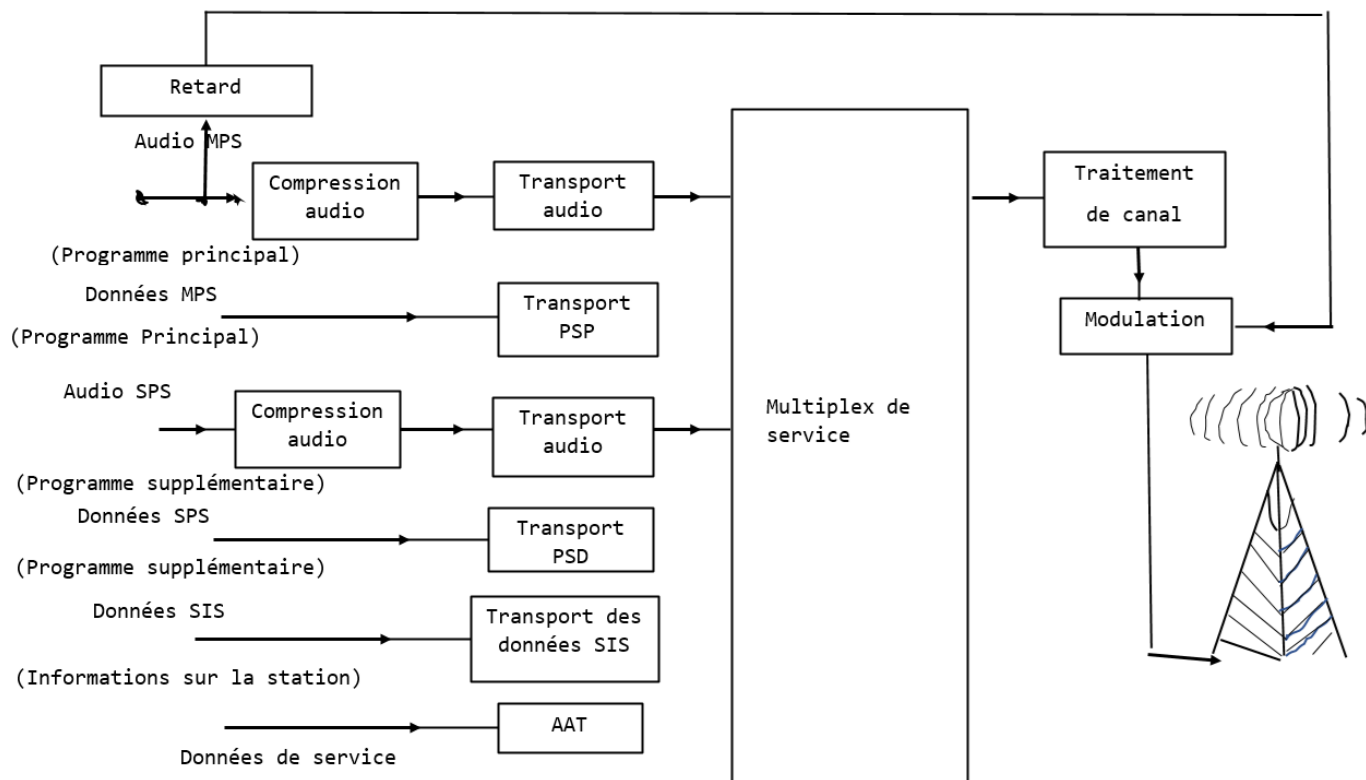


Fig. 1. Système de radiodiffusion IBOC

3.3 PLANIFICATION DES FREQUENCES [5]

Pour bien mener notre étude sur l’optimisation de la numérisation dans la gestion du spectre de fréquences radioélectriques dans la Ville Province de Kinshasa, soulignons que le spectre radioélectrique est une ressource naturelle inépuisable mais limitée et qui est disponible dans la totalité des pays ainsi que dans l’espace extra-atmosphérique. La recommandation n° UIT-R BS.774 montre la correspondance possible entre les normes et les bandes de fréquences utilisées (tableau 1)

Tableau 1. Normes et Bandes de fréquences utilisées

Bandes	Fréquences	DRM	DAB	IBOC	DVB-T	DVB-H	DMB
Ondes longues	148,5-283,5 KHz						
Ondes moyennes	526.5-1605.5 KHz						
Ondes courtes	2.3-26.1 MHz						
Bande II	87.5-108 MHz						
Bande III	174-230 MHz						
Bandes IV et V	470-830 MHz						
Bande L	1452-1492 MHz						
Bande S	2520-2670 MHz						

4 OPTIMISATION DE LA NUMERISATION DU SPECTRE RADIOELECTRIQUE DANS LE VILLE PROVINCE DE KINSHASA

4.1 ASPECT GENERAL

La numérisation du spectre radioélectrique dans la VPK dans sa gamme réservée à la radiodiffusion sonore doit répondre aux normes techniques et exigences des télécommunications en général et de radiocommunication ou diffusion numérique (DAB).

Pour y arriver, nous avons besoin d'acheter de nouveaux équipements à ajouter au système existant (tableau 2) afin de parvenir à un système purement numérique

Tableau 2. Nouveaux équipements à ajouter au système analogique existant

N°	Désignation	Quantité	Caractéristiques
1	Emetteur-numérique	1	2kw, 87.5-108 MHz (FM) Select 220 V
2	Système d'antennes	1	4 antennes dipôles, distributeurs et bretelles
3	Multiplexeur concentrateur	1	12 In put SPDIF, Mpx out SPDIF
4	PC de gestion	1	1T, 3GH, 8 Giga de RAM
5	Processeur audio NV	1	Bw Broadcast Mini Encore Mpx et XLR OutPut, XLR input
6	Kit Studio numérique Basic	1	4 Guest, ON air
7	Kit Codec audio	10	Encodeur DAB + SPDIF
8	Serveur de sauvegarde production	1	10T, 16 Giga de RAM, min 4 GHz
9	Logiciel de diffusion	1	Simiam ou Dallet

4.2 ANTENNES ET LA PUISSANCE RAYONNEE

4.2.1 ANTENNE

Pour notre étude, publiée dans cet article le modèle d'antennes choisi a répondu aux principaux paramètres suivants:

- Fréquences de travail:
- Directivité: omnidirectionnelle;
- Gain: plus de 50 dB;
- Impédance: adaptée à celle du câble coaxial (feeder) 50;

La formule suivante a été utilisée pour tailler notre antenne:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1)$$

La relation (1) montre que pour la fréquence de 87.5 MHz, la longueur physique de notre antenne est à peu près égale à 342 cm. Elle est de 277 cm pour la fréquence de travail de 108 MHz.

4.2.2 PUISSANCE RAYONNÉE PAR L'ANTENNE

La puissance rayonnée par l'antenne est une mesure théorique standardisée de l'énergie des ondes radioélectriques émises par une antenne exprimée en Watt ou en dBm

La relation (2) permet à calculer la PRA de la manière suivante:

$$PRA = P_e - \text{pertes} \quad (2)$$

Avec :

P_e = puissance d'émission (w);

Pertes sont déterminées par le type de câble utilisé dépendant de chaque fabricant.

Pour notre cas, la PRA est donnée dans le tableau 2 (cfr. 4.1)

4.2.3 EFFICACITÉ DE L'UTILISATION DE SPECTRE RADIODIFFUSION NUMÉRIQUE

Le signal numérique a été modulé par la technique de multiplexage par répartition orthogonale des fréquences (MRFQ). Elle nous a permis de faire une correspondance directe des canaux logiques avec différents groupes des sous-porteuses afin d'obtenir un signal composite avec plusieurs autres composantes.

Comme nous parlons de la transmission numérique dans cet article, nous avons utilisé la relation (3) pour déterminer l'efficacité spectrale ζ Dans le but d'optimiser la gestion du spectre fréquentiel radioélectrique de la Ville Province de Kinshasa.

$$\zeta = \frac{D}{B} \tag{3}$$

Avec :

ζ : efficacité spectrale

D: Débit binaire

B: Largeur de la bande occupée par le signal modulé

5 DISCUSSION ET SOLUTION PROPOSÉE

Dans la Ville Province de Kinshasa, beaucoup d'émetteurs de radiodiffusion sont analogique.

Cela, rendant le spectre fréquentiel saturé avec possibilité d'intégrer un nouveau flux de données y compris inaccessibilité aux émissions par des auditeurs se trouvant dans certaines zones de la capitale non couvertes par les antennes.

La solution proposée dans cet article tient compte des normes et recommandations de l'UIT concernant la radiodiffusion numérique terrestre pour l'optimisation du spectre des fréquences radioélectriques dans la Ville Province de Kinshasa pour une bonne gestion de spectre et aussi desservir des auditeurs en temps réel même pendant une éventuelle perturbation.

Les différentes caractéristiques retenues dans notre solution sont reprises dans le tableau 3.

Tableau 3. Caractéristiques retenues pour notre solution selon UIT

N°	Paramètres	Commentaires	Observations
1	Normes utilisées	IBOC In-Broad On-Channel	Adapter à la transmission analogique et numérique
2	Bande de fréquences	87.5-108 MHz	Gamme de la FM
3	Type de modulation	Numérique	Mixte en quadrature
4	Suppression d'harmoniques	-58 dB	Bruit sur la modulation
5	Puissance rayonnée par l'émetteur	1 kw	Puissance à la sortie d'antennes
6	Sensibilité de la Puissance	>2%	Pour une meilleure réception
7	VSWR	Protection pour réfléchi	A ne pas dépasser 5% de P_s
8	Température de fonctionnement	Rage -5°-45°	Meilleur fonctionnement de l'émetteur
9	Longueur de pylône supportant les antennes	Au-dessus de la terre à 50 m	Par rapport au relief et à la rondité de la terre
10	Systèmes d'antennes	Type dipôle verticale	Omnidirectionnelle
11	Altitude max	2 km	Hauteur Max de fonctionnement
12	Tension électrique de fonctionnement	220 VAC +/- 10 %	Monophasé 50/60 Hz

Après avoir présenté le fonctionnement d'un émetteur numérique (cfr 3.2), la simulation est faite par la figure 2 suivante en utilisant le logiciel Matlab.

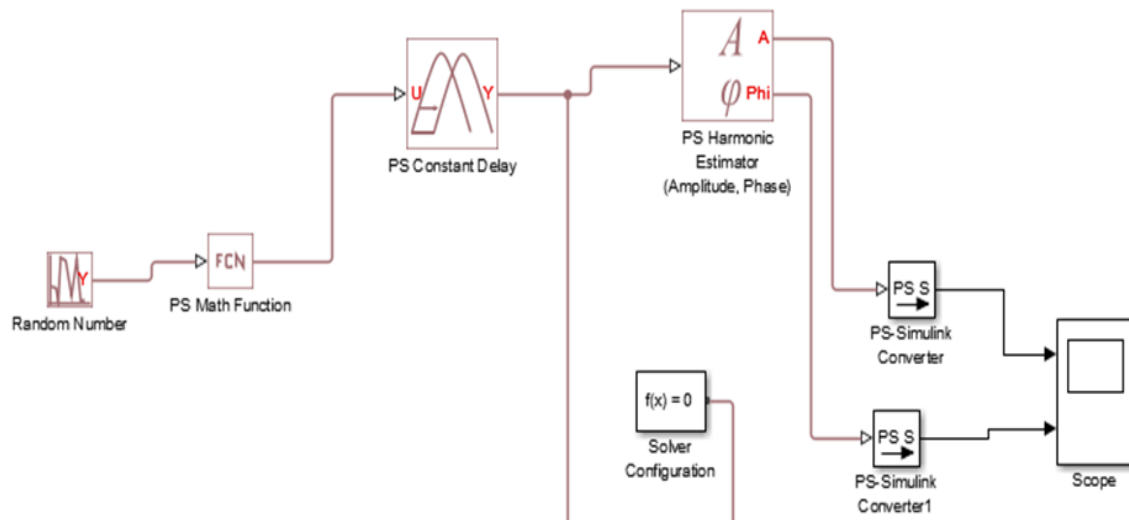


Fig. 2. Schématisation de la simulation de notre émetteur numérique proposé

La forme du signal à rayonner par l'antenne d'émission est illustrée par la figure 3.

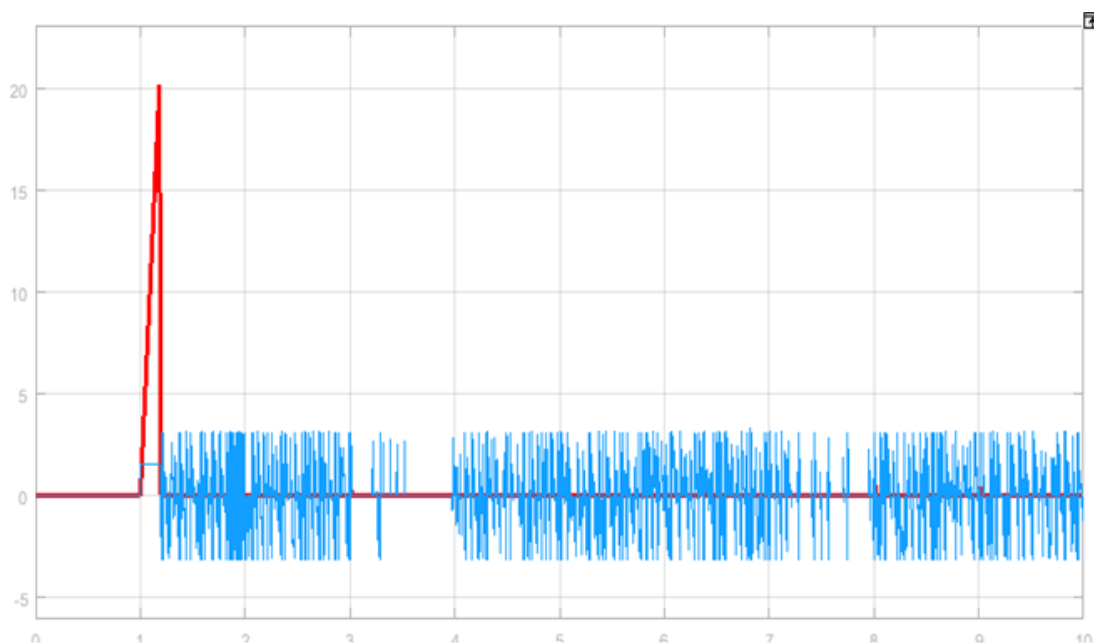


Fig. 3. Forme du signal rayonné par l'antenne d'émission

6 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

La figure 3 montre qu'avec un signal perturbé lors de la transmission, quels que soient sa durée et sa valeur, après une seconde la perturbation disparaît (voir le peak) et son amplitude devient nulle. Cela a comme conséquence, le signal modulé rayonné par l'antenne garde son amplitude constante avec une variation de la porteuse en respectant la gamme des fréquences réservée à la FM.

7 CONCLUSION

Dans cet article, sur l'optimisation de la numérisation dans la gestion du spectre des fréquences radioélectrique dans la Ville Province de Kinshasa, nous venons de voir comment concevoir un système de radiodiffusion numérique terrestre dans la gamme FM suivant les recommandations et les normes de l'UIT.

En tenant compte de la solution proposée et de la simulation, les résultats montrent que la radio numérique mise en place va améliorer la qualité de service (QoS) par une augmentation de nombre de radio mise à la disposition du public assurant aussi la mutation de la transmission analogique vers la numérique.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont au chef du département de physique et des sciences appliquées, le Professeur ONEMA LAMA de l'Université Pédagogique Nationale (U.P.N) pour avoir mis à ma disposition le laboratoire pour mes recherches.

Que les CT MUAMBA Christophe, MAFUTA MELE et l'Assistant MULUMBA trouvent dans cette publication les sentiments de ma reconnaissance.

REFERENCES

- [1] Redoutey, J., Radio communications, Saint Etienne, Edition ISMIN, 2009.
- [2] Grenier, D., *Antennes et prorogations radio*, Québec, Edition Hivax, 2015.
- [3] Kisoki, H., *Modélisation et simulation d'un réseau entropique d'interconnexion par fibres optiques et leurs applications*, thèse de doctorat, Université Pédagogique Nationale (U.P.N), RD Congo/Kinshasa-Ngaliema, février 2020.
- [4] Baudoin, G, *Radio communications numériques 1*, Paris, Edition Dunod, 2002.
- [5] Archives UIT-recommandation UIT-R BS.774.
- [6] Mallard, R., *construisez votre émetteur FM Conception et réalisation*, Paris, Edition Dunod, 2008.