



**INSTITUT
POLYTECHNIQUE
DE PARIS**



Télécom paris

D1: Simulation d'un système avec des composants idéaux - Extra -

Project C-RAN

Developed by:

Said Agouzal

Fernandes Maciel Edson

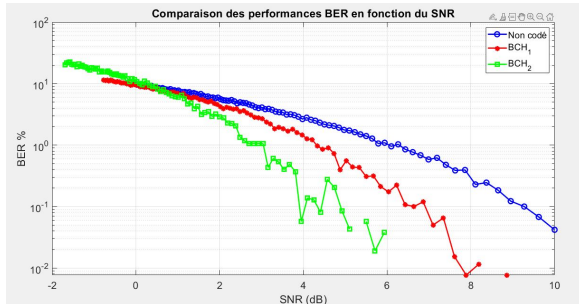
Academic year: 2024/2025

Contents

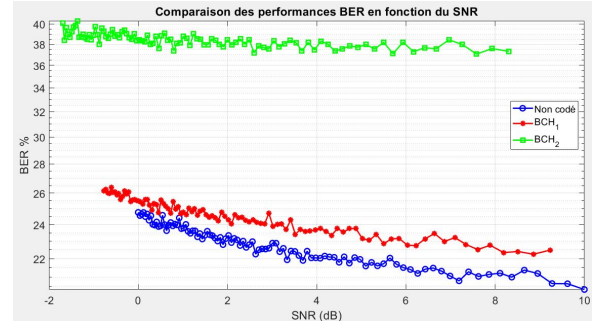
1	Comparaison performance BER Vs E_b/N_0 dans un canal selective en fre- quence	1
2	Comparaison performance BER Vs E_b/N_0 dans un canal selective en fre- quence avec Egalisateur	1
2.1	Egalisateur ZFE	1
2.2	Egalisateur DFE	2
3	Transmission avec protocole ARQ	3

1 Comparaison performance BER Vs E_b/N_0 dans un canal sélective en frequence

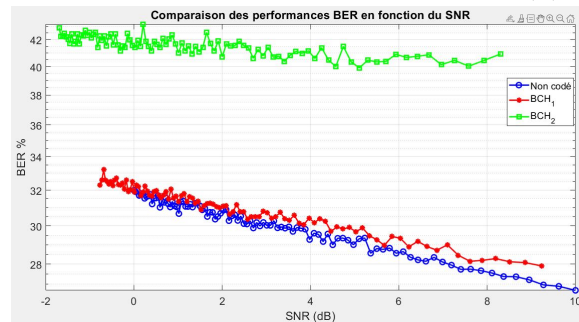
Nous avons envoyé 1000 séquence dans 100 canaux differrent chacun à son propre variance N_0 mais ils sont sélective en fréquence et nous avons obtenue les resultats suivants :



(a) Canal sélective 1



(b) Canal sélective 2



(c) Canal sélective 3

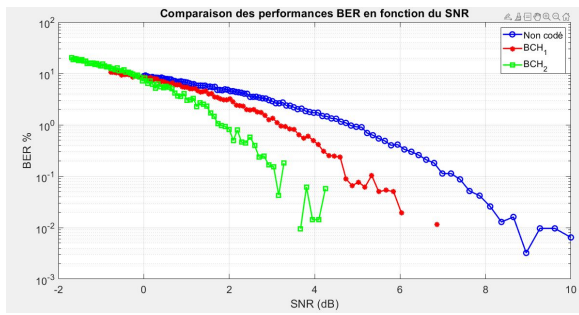
Figure 1: Comparaison de performances entre les trois canaux sélective

- **Canal sélectif 1** : Les interférences inter-symboles (ISI) sont faibles, identiques et cohérentes. Chaque écho a une puissance similaire, ce qui rend le canal relativement stable. On remarque que les performances sont proches de celles d'un canal gaussien (AWGN).
- **Canal sélectif 2** : Les interférences inter-symboles sont importantes et irrégulières. Les échos ont des amplitudes différentes, ce qui rend le canal pire que un canal gaussien. Dans ce cas, les performances sans codage sont meilleures que celles obtenues avec les codes BCH-1 et BCH-2. En effet, lorsque plusieurs erreurs apparaissent, le décodeur peut corriger à tort des bits non erronés, ce qui ajoute du bruit. Cela reste vrai même en augmentant le SNR, car on augmente également l'énergie des symboles interférents.
- **Canal sélectif 3** : Comparable au canal 2, mais avec des interférences importantes et plus cohérentes (les échos ont des amplitudes similaires). Cela peut rendre le canal encore plus difficile à gérer, car l'ISI est forte et constante.

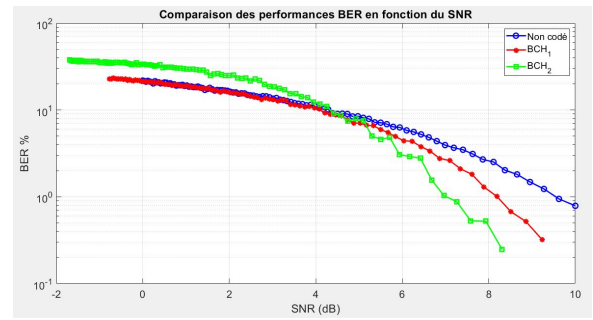
2 Comparaison performance BER Vs E_b/N_0 dans un canal sélective en frequence avec Egalisateur

2.1 Egalisateur ZFE

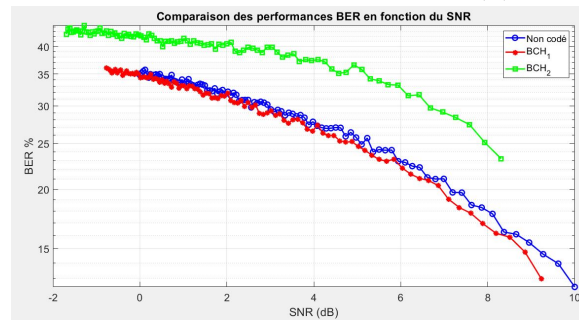
Pour cette partie on va reliser la meme simulation que la partie precedente mais la difference c'est qu'on va ajouter un égalisateur ZFE avant detection :



(a) Canal sélective 1 + ZFE



(b) Canal sélective 2 + ZFE



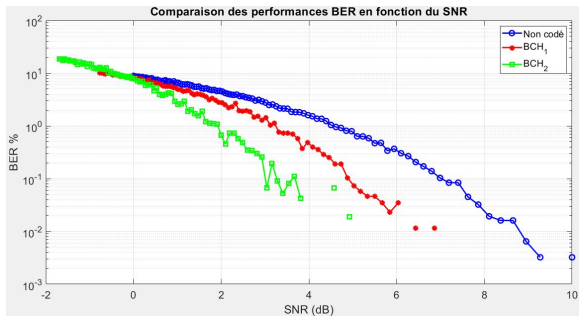
(c) Canal sélective 3 + ZFE

Figure 2: Comparaison de performances entre canaux après ajout de Egalisateur ZFE

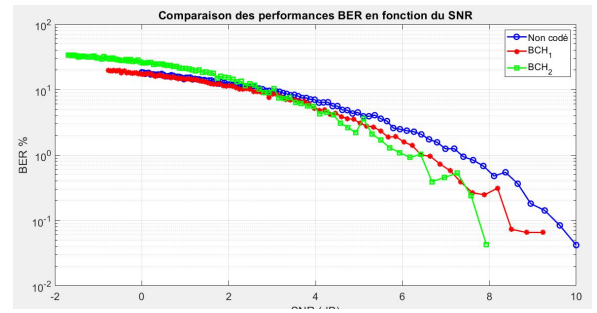
- On observe une nette amélioration des performances grâce à l'égalisation, en particulier pour le canal 2. Cela est dû à l'égaliseur à forçage à zéro, qui permet d'annuler les interférences inter-symboles (ISI). Toutefois, cet égaliseur a pour effet secondaire d'amplifier la variance du bruit gaussien, ce qui explique pourquoi l'amélioration est moins significative dans le cas du canal 3.

2.2 Egalisateur DFE

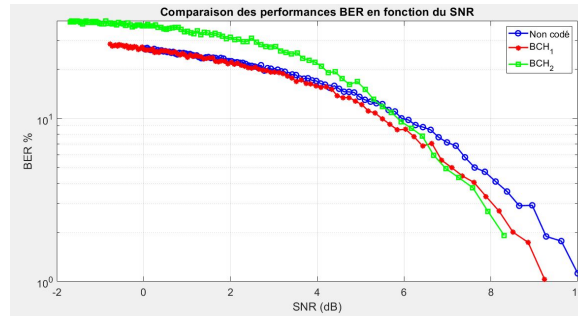
Pour cette partie on va reliser la meme simulation que la partie precedente mais la difference c'est qu'on va ajouter un égalisateur DFE avant detection :



(a) Canal sélective 1 + DFE



(b) Canal sélective 2 + DFE



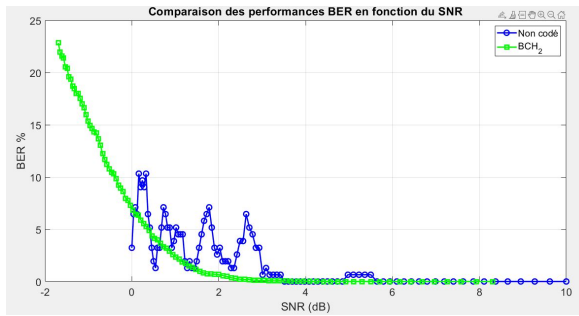
(c) Canal sélective 3 + DFE

Figure 3: Comparaison de performances entre canaux après ajout de Egalisateur DFE

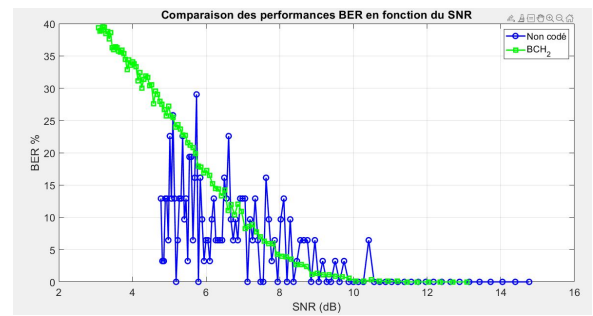
- On observe une nette amélioration des performances dans les canaux 2 et 3 avec un égaliseur DFE (Decision Feedback Equalizer) par rapport à un égaliseur ZFE (Zero Forcing Equalizer) seul. En revanche, le gain apporté par le codage BCH diminue lorsque l'on utilise le DFE. En effet, une mauvaise décision sur le premier symbole se propage dans la boucle de rétroaction du DFE, générant des erreurs supplémentaires ; si le nombre d'erreurs dépasse la capacité de correction du code, le décodeur BCH modifie parfois des bits corrects, ce qui accroît le taux d'erreur. Dans ces conditions, il peut être plus intéressant de transmettre sans codage (non codé) plutôt qu'avec BCH-1 ou BCH-2 : on perd légèrement en robustesse énergétique, mais on gagne significativement en débit utile.

3 Transmission avec protocole ARQ

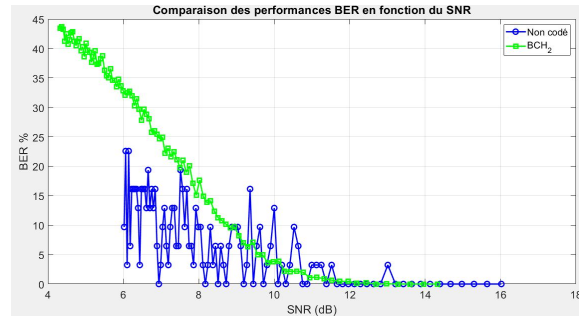
Dans cette section, nous considérons un mécanisme ARQ où une seule requête de retransmission est émise si la trame reçue n'est pas entièrement correcte :



(a) Canal AWGN + mod BPSK + ARQ



(b) Canal AWGN + mod 8-QAM + ARQ



(c) Canal AWGN + mod 16-QAM + ARQ

Figure 4: Comparaison de performances de different modulation ($\text{SNR} = E_s/N_0$)

- En général, le gain entre une transmission codée et non codée est négligeable lorsqu'on utilise un protocole ARQ. Pour une modulation 16QAM, on observe même que la transmission non codée est plus performante. Ainsi, dans le cadre d'une transmission ARQ, il est préférable d'opter pour un schéma non codé : le bénéfice apporté par le code BCH-2 n'est pas rentable, tant en termes d'énergie (surcoût d'un tiers de la puissance) qu'en termes de débit, l'ARQ augmentant la consommation énergétique et réduisant le débit effectif en raison des retransmissions mais améliore les performances.