

Rapport MMT

Célian CHAUSSON

Octobre 2025

1 Analyse du PCM

a. Création d'une tonalité sinusoïdale

Créer une tonalité sinusoïdale de fréquence $f = 2$ kHz, de 3 secondes de durée, en utilisant 10 échantillons (en float) par période. Reproduire cette tonalité sur les haut-parleurs de votre ordinateur.

b. Quantification à 8 bits/échantillon

Quantifier ce signal en (int) à 8 bits/éch.

Écouter fichier pcm_8bits.wav

c. Quantification avec différentes résolutions

Quantifier ce signal en utilisant une résolution de 6 bits/éch, de 4 bits/éch, de 3 bits/éch et de 2 bits/éch.

- Écouter fichier pcm_6bits.wav
- Écouter fichier pcm_4bits.wav
- Écouter fichier pcm_3bits.wav
- Écouter fichier pcm_2bits.wav

d. Quantification à 1 bit/échantillon

Que se passe-t-il quand la résolution du quantificateur devient 1 bit/éch ?

Écouter fichier pcm_1bits.wav

Analyse : À 1 bit/échantillon, le quantificateur ne conserve que le signe du signal (positif ou négatif). Le signal reconstruit est une onde carrée alternant entre +1 et -1. Le son devient très mauvais, limite impossible à écouter, car seule la fréquence fondamentale est partiellement préservée avec de nombreuses harmoniques parasites.

Graphiques de comparaison :

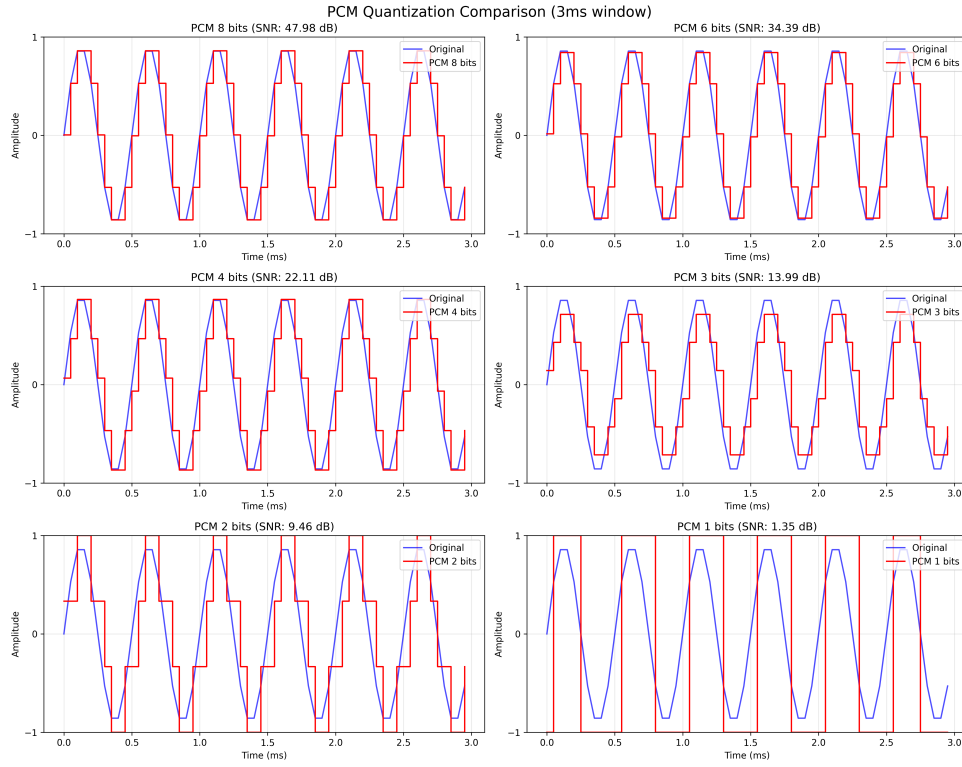


FIGURE 1 – Comparaisons individuelles pour chaque résolution

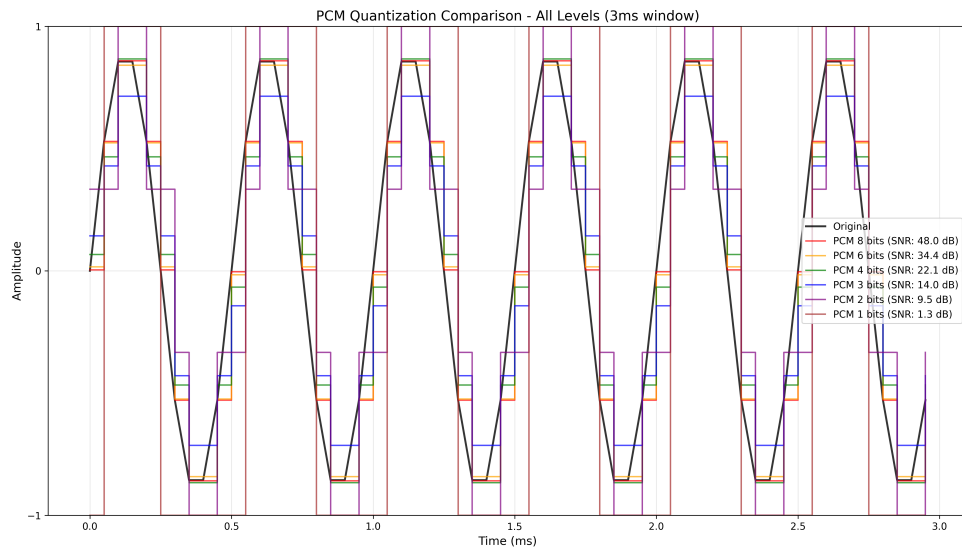


FIGURE 2 – Superposition de tous les niveaux

2 Analyse du DPCM

a. Comment se porte ce codeur en présence d'erreurs aléatoires

Comment se porte ce codeur si on est en présence d'erreurs aléatoires avec un taux d'erreur $p = 10^{-2}$ et $p = 10^{-3}$. Conclusions ?

Configuration : Signal sinusoïdal 2 kHz, résolution $R = 8$ bits

- Écouter fichier dpcm_R8_errors_p1e_02.wav
- Écouter fichier dpcm_R8_errors_p1e_03.wav

Analyse des résultats :

- Avec $p = 10^{-2}$: Des erreurs sonores apparaissent. Le signal reste reconnaissable mais la qualité est dégradée de manière notable.
- Avec $p = 10^{-3}$: La qualité reste correcte. Les erreurs sont moins perceptibles et espacées. Le signal est proche de la qualité sans erreur.

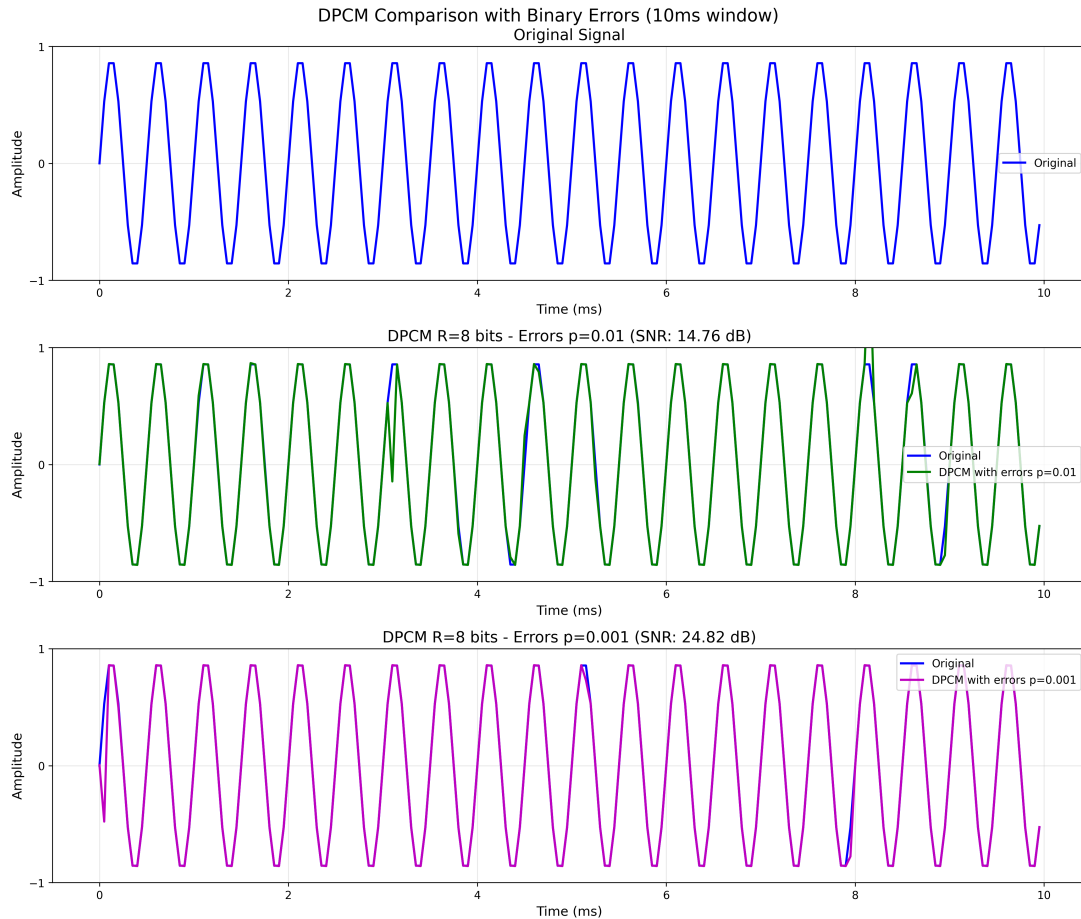


FIGURE 3 – Comparaison DPCM - (1) Signal original, (2) DPCM avec $p = 10^{-2}$, (3) DPCM avec $p = 10^{-3}$

Conclusions :

- Le DPCM est sensible aux erreurs binaires car chaque échantillon décodé dépend du précédent
- Notre implémentation utilise le signal original pour éviter l'accumulation catastrophique des erreurs (réinitialisation du prédicteur)
- Comparé au PCM, le DPCM nécessite des mécanismes de protection plus robustes (codes correcteurs, réinitialisation périodique)
- Pour $p < 10^{-3}$, le système reste acceptable ; au-delà de 10^{-2} , la qualité se dégrade rapidement

b. Quantification de la voix avec DPCM

Quantifier la voix de Xtine en utilisant une résolution de 8 bits/ech. Que se passe-t-il si on a un taux d'erreur binaire $p = 10^{-2}$?

Configuration : Signal vocal "XTINE", résolution $R = 8$ bits, taux d'erreur $p = 10^{-2}$

Écouter fichier `xtine_dpcm_R8_errors_p1e_02.wav`

Analyse :

- **Signal sans erreur :** Le DPCM à 8 bits reconstruit le signal vocal avec une qualité élevée. Le SNR est élevé et la parole reste naturelle.
- **Avec erreurs $p = 10^{-2}$:**
 - La qualité vocale reste intelligible
 - Présence de clics ou artefacts audibles aux points d'erreur
 - La voix conserve son timbre général
 - Les erreurs sont perceptibles mais n'empêchent pas la compréhension

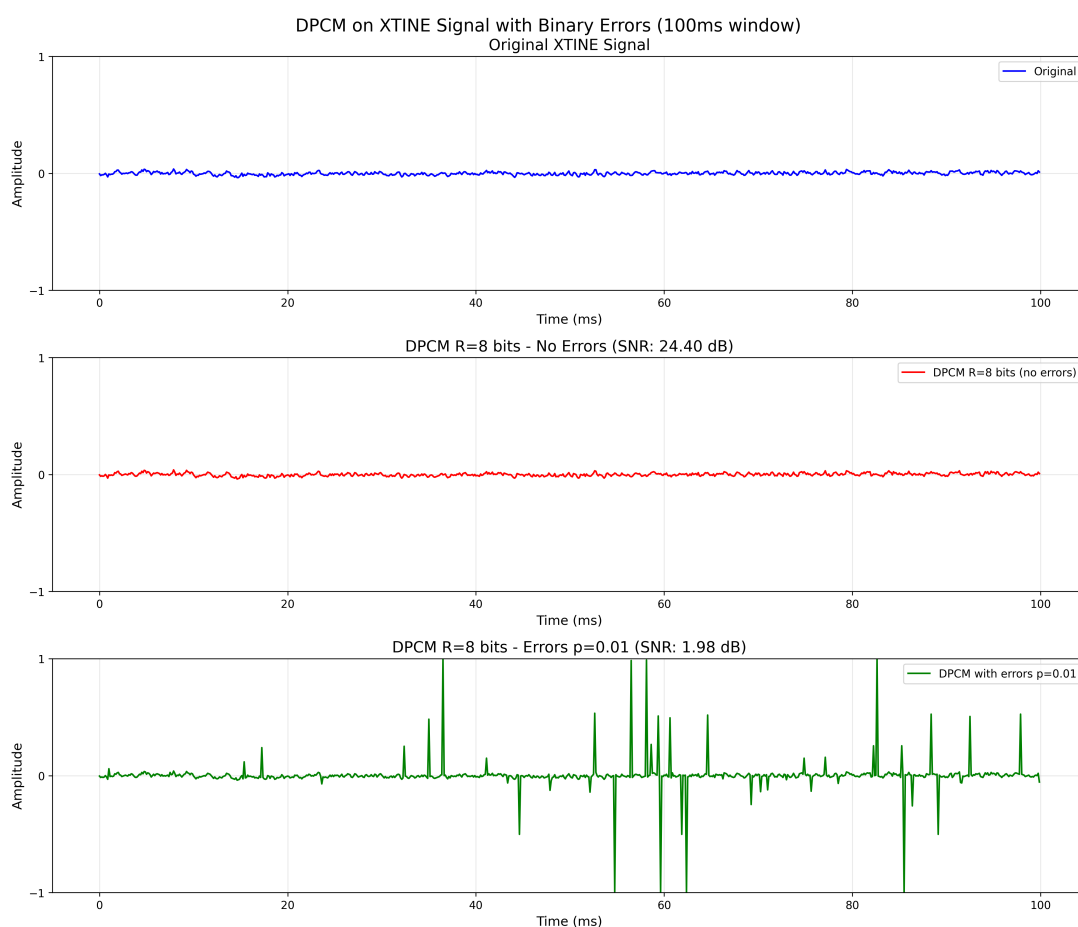


FIGURE 4 – Comparaison signal vocal XTINE - (1) Signal original, (2) DPCM $R = 8$ sans erreurs, (3) DPCM $R = 8$ avec erreurs $p = 10^{-2}$

Comparaison avec le signal sinusoïdal :

- Le signal vocal est plus complexe (non périodique, large bande spectrale)
- Les erreurs sont potentiellement moins perceptibles car masquées par le contenu vocal
- L'oreille humaine est plus tolérante aux artefacts dans la parole que dans les tons purs

Conclusion : Le DPCM à 8 bits est adapté pour la compression de la parole, mais un taux d'erreur de 10^{-2} introduit des dégradations audibles. Pour des applications critiques (téléphonie, streaming), un taux d'erreur $< 10^{-3}$ est recommandé, avec des mécanismes de protection (codes correcteurs d'erreurs, réinitialisation périodique du prédicteur).