# 1 Quantification et nombre de bits

Un convertisseur analogique numérique a une dynamique $U_{\max} - U_{\min} = 10$ V. On envisage de quantifier ce signal sur $B = 8$, $B = 12$ ou $B = 16$ bits.

1. Comparer les valeurs du pas de quantification $q$ dans les trois cas.
2. Quel est le plus petit écart détectable entre deux valeurs d'un signal $u_e$ à l'entrée du quantificateur ? Application numérique : peut-on avec les trois valeur $B$ proposées mesurer un écart de $1,0\,\text{mV}$ sur $u_e$ pour une dynamique de 10 V ?

# 2 CD et repliement de spectre

Le but est de graver sur un CD une chanson issue d'un microphone dans un studio d'enregistrement. Cependant, sur ce signal musical se superpose un bruit électronique parasite sinusoïdal de fréquence $f_0 = 42{,}1$ kHz sans que personne ne le remarque lors de l'enregistrement.

**Donnée** : Les spécifications de l'industrie du CD imposent une opération d'échantillonnage du signal à la fréquence $f_e = 44{,}1$ kHz.

1. Pourquoi personne n'a-t-il remarqué ce bruit parasite lors de l'enregistrement ? Pourquoi l'industrie du CD a-t-elle choisi cette fréquence d'échantillonnage ?
2. Montrer que dans le spectre échantillonné au studio apparaît une fréquence audible. Est-elle gênante à l'oreille ? Quelle solution proposez-vous pour résoudre ce problème ?
3. Sachant que l'échantillonnage se fait avec une résolution de 16 bits avec deux voies (gauche et droite) séparées en stéréo, calculer la taille minimale en mégaoctets (un octet correspond à 8 bits) du fichier musical, de durée $\Delta t = 74$ minutes à graver sur le CD .

   En réalité, les fichiers sont un peu plus lourds, pourquoi ?
4. Par ailleurs, il est possible de compresser le signal pour l'enregistrer au format MP3. La fréquence d'échantillonnage et la quantification sont inchangées, mais un traitement numérique du signal repère les redondances pour ne les écrire qu'une seule fois, et enlève les signaux peu audibles. Le taux de compression peut aller de 4 à 20. Quelle durée de musique peut-on alors enregistrer sur 700 Mo ?

# 3 Oscilloscope numérique

La structure d'un oscilloscope numérique comprend un étage d'entrée atténuateur qui possède une impédance d'entrée de 1MΩ, un échantillonneur fonctionnant à la fréquence $F_e$, un convertisseur qui quantifie les données et les envoie dans la mémoire et un système de traitement pour fournir l'image sur l'écran de l'oscilloscope.

1. En supposant qu'un échantillon occupe 2 octets d'une mémoire qui possède une capacité de 256 ko, quelle fréquence d'échantillonnage $F_e$ permettrait d'observer 10 périodes d'un signal sinusoïdal de fréquence 10 kHz ?
2. On restreint la cadence à $F_e = 100$ MHz. Quelle est la capacité mémoire occupée par 10 périodes du signal sinusoïdal 10 kHz ? Combien cela représente-t-il d'échantillons par période ?
3. Lorsque la condition de Shannon est respectée, combien d'échantillons sont prélevés au minimum par période d'un signal sinusoïdal ?