

**ESIR2 - IN**  
**Module ACV**  
**O. LE MEUR**

**Durée : 2 heures**

**Documents autorisés : documents des cours, TD et TP, calculatrices autorisées**

**Remarques : Le barème est indicatif. Les exercices sont indépendants.**

**I. Quantification optimale (7 points)**

On souhaite quantifier une imagerie. Les valeurs à encoder sont données à la figure 1 ainsi que la règle de quantification.

0	1	4	4
1	2	5	5
4	5	6	7
4	5	6	7

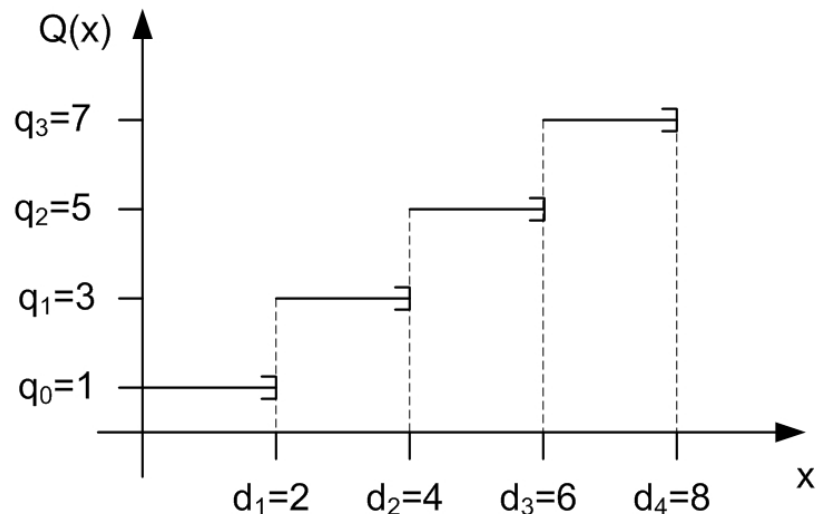


FIGURE 1 – Imagerie à encoder (gauche) et règle de quantification (droite).

1. La règle de quantification  $Q(x)$  est donnée à la figure 1. Les valeurs  $d_i$  et  $q_i$  représentent respectivement les seuils de décisions et les seuils de représentations. De quel type de quantification s'agit-il ?
2. Appliquer cette quantification à l'imagerie de la figure 1 et donner l'imagerie résultante. Calculer l'erreur quadratique moyenne.

3. La règle de quantification  $Q(x)$  donnée à la figure 1 est-elle optimale? Afin de justifier votre réponse, on rappelle que :

$$q_i = \frac{\sum_{x=d_i}^{d_{i+1}-1} h(x) \times x}{\sum_{x=d_i}^{d_{i+1}-1} h(x)}$$

$$d_i = \frac{q_i + q_{i+1}}{2}$$

avec,  $h(x)$  la loi de probabilité associée à la variable discrète  $x$ .

4. Si la règle de quantification  $Q(x)$  n'est pas optimale, effectuer les calculs afin de déterminer la règle de quantification optimale  $Q_{opt}(x)$ . Tracer cette fonction.
5. Appliquer la quantification  $Q_{opt}(x)$  à l'imagette de la figure 1 et donner l'imagette résultante. Calculer l'erreur quadratique moyenne.
6. Concluer.

## II. Estimation et compensation de mouvement (5 points)

Soit l'image reconstruite (après codage et décodage) à l'instant  $t - 1$  :

2	10	22	26
8	24	34	34
36	28	26	30
36	28	12	22

On souhaite reconstruire l'image à l'instant  $t$  sachant les informations suivantes :

- les blocs encodés sont de taille  $2 \times 2$ .
- les modes de codage choisis sont données ci-dessous :

I	P
I	P

- Les vecteurs de déplacement exprimés en pixels pour les blocs codés en mode prédit sont  $(-1, 0)$  et  $(-1, -1)$  (On prendra comme point de référence le coin haut gauche du bloc) pour le bloc du haut et le bloc du bas, respectivement.
- Une information de texture obtenue après décodage composée de l'information Intra et de l'erreur de prédiction pour les blocs prédits :

34	2	2	6
6	2	-2	-2
3	4	-2	-1
6	5	0	1

1. Calculer l'image reconstruite à l'instant  $t$  par le décodeur.
2. Etant donné les modes de codage choisis, quel est le type de l'image traité (on considère la norme de codage MPEG-2).

## III. Codage par bloc (8 points)

Soit l'imagette  $4 \times 4$  suivante :

31	31	31	31
35	30	32	34
33	33	33	34
33	33	33	33

On souhaite encoder cette image en utilisant une transformée et une matrice de pondération :  
– une transformation 1D définie par la matrice  $2 \times 2$  suivante qui est une approximation de la DCT 1D :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

– une matrice de pondération (suivant le principe du standard JPEG) :

$$S = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

1. Expliquer le rôle de la matrice  $S$  et justifier les valeurs  $S_{ij}$  de la matrice  $S$ .
2. Appliquer une transformée 2D sur l'image en utilisant la matrice  $A$ .
3. Appliquer la matrice  $S$  (l'arrondi se fera à l'entier le plus proche).
4. Séparer les coefficients DC et les coefficients AC.
5. Proposer une méthode de codage efficace pour les coefficients DC.
6. Utiliser un codage de Huffman pour coder les coefficients AC. Vous donnerez l'entropie de la source à encoder et la longueur moyenne du code obtenu.
7. On propose de décoder le premier bloc. Appliquer la transformation inverse (attention, ne pas oublier le coefficient multiplicatif  $1/4$ ). Calculer l'erreur quadratique moyenne.