



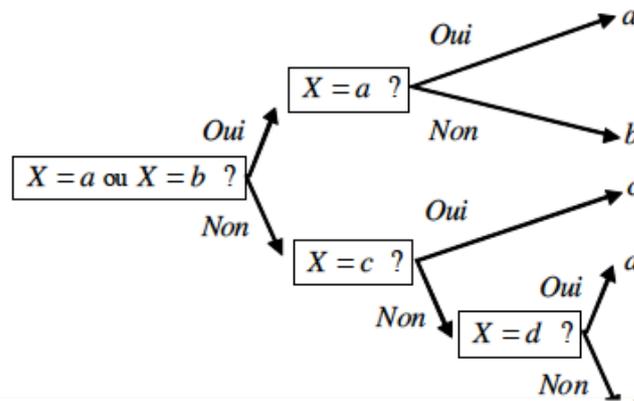
Corrigé-Type de L'Examen Final
UE: Codage et Compression –S2 (14/06/2022)

I. Exercice 1: (10 pts)

Afin de mesurer l'entropie d'une source d'information, on élabore un test qui permet de déterminer les symboles à sa sortie. A l'aide d'un jeu de "questions-réponses" dont on ne peut répondre que par: 1 pour (OUI) et par: 0 pour (NON).

1. **Etablir l'algorithme qui permet de deviner en sortie ces symboles sous la forme d'une variable aléatoire (X) et calculer son entropie ? (2 pts)**

Entropie comme mesure du nombre de bits de codage. Imaginons que l'on essaie de deviner le symbole observé à la sortie de la source. Pour ce faire on peut poser des questions à un automate qui ne répond que par "oui" ou par "non". Voici un schéma représentant le déroulement du jeu :



Si l'on utilise 1 bit pour coder la réponse à chaque question (arbitrairement, bit 1 pour *Oui*, bit 0 pour *Non*), cela nous permet de coder les symboles de cette source :

<i>a</i>	<i>Oui – Oui</i>	11
<i>b</i>	<i>Oui – Non</i>	10
<i>c</i>	<i>Non – Oui</i>	01
<i>d</i>	<i>Non – Non – Oui</i>	001
<i>e</i>	<i>Non – Non – Non</i>	000

- **Le calcul de l'entropie** se fera par exemple en fonction des probabilités d'apparition supposées : de a, b, c, d, e respectivement égales : (0.3, 0.2, 0.2, 0.15, 0.15) on obtient : **$H(x) = 2.27$** .
2. **Calculer l'entropie d'une source binaire équiprobable. (2 pts)**
 - Celle-ci se calcule en posant la probabilité **P** et la probabilité **Q=1-P**.
 - Pour des espaces équiprobables on obtient tout calcul fait : **$H(1/2) = 1$ (bit/s)**
 3. **Quelles sont les différences entre le codage source et le codage canal ? (2 pts)**
 - **le codage source** représente le message sous sa **forme la plus économique** possible en terme de bit compressé (**pas de redondance**)
 - **le codage canal ajoute** des informations qui vont permettre au récepteur de reconstituer le signal malgré les erreurs.
 4. **Que signifie: codage entropique ? Est-ce que l'entropie est une mesure quantitative ou qualitative de l'information ? Dites pourquoi ? (2 pts)**
 - **Le codage entropique** utilise des statistiques sur la source pour construire un code.
 - **L'entropie** est une mesure **quantitative** de l'information car elle **dépend seulement des probabilités des symboles émis**, et non pas de leur nature.
 5. **Quels sont les différents types de sous-échantillonnage de chrominance ? (2 pts)**

sous-échantillonnage de la chrominance :

- 4:4:4 : pas d'échant.
- 4:2:2 : échant. horizontal d'un facteur 2
- 4:1:1 : échant. horizontal d'un facteur 4
- 4:2:0 :
 - échant. horizontal et vertical d'un facteur 4
 - positionnement du pixel de chrominance

Y+Cr+Cb :

Cr+Cb :

Y :

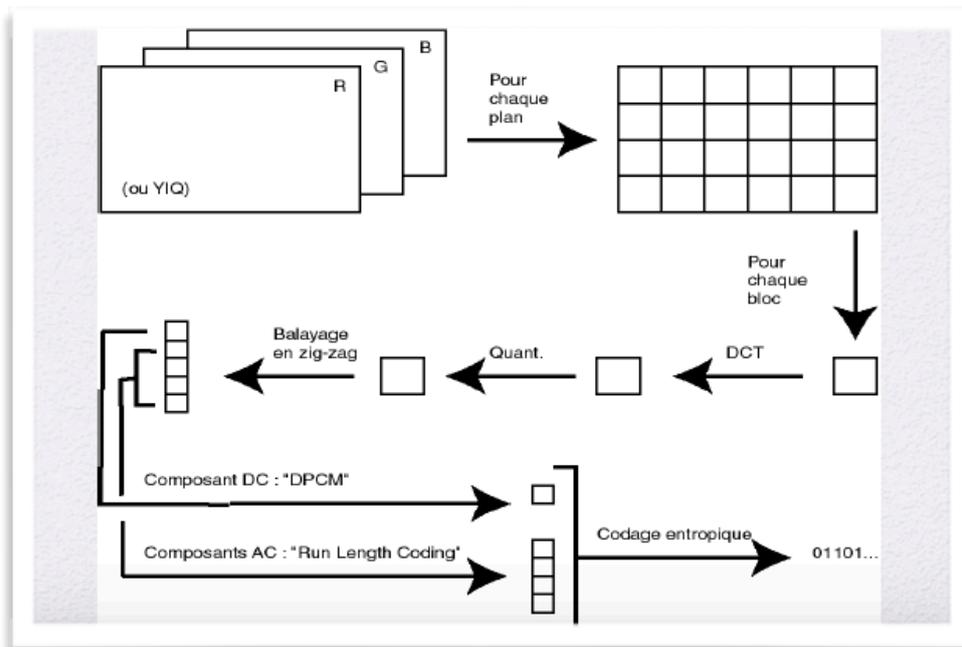
20

II. Exercice 2: (10 pts)

1. Quel est l'intérêt de l'entropie conjointe, l'entropie conditionnelle, et la quantité d'information mutuelle ? (1.5 points)

- **l'entropie conjointe : $H(X,Y)$** représente l'incertitude du système de communication dans son ensemble. (quantité d'info moyenne pour une paire de symboles émis et reçu).
- **l'entropie conditionnelle : $H(X/Y)$** représente l'incertitude moyenne sur le symbole émis lorsqu'on connaît le symbole reçu. Elle représente aussi l'entropie conditionnelle de la source sachant le symbole reçu.
- **la quantité d'information mutuelle : $I(X,Y)$** représente la quantité d'informations mutuelle par symbole transmis sur le canal.

2. Quelles sont les principales étapes du JPEG ? (1.5 pts)



3. Donnez l'expression de la DCT-1D et de la DCT2-D. Quel est son rôle dans l'algorithme de la compression JPEG. (2 pts) (02 points)

*La transformée en cosinus Discrète DCT :
En 1D*

$$F(u) = \sqrt{\frac{2}{M}} c(u) \sum_{m=0}^{M-1} f(m) \cos\left(\pi \frac{(2m+1)u}{2M}\right)$$

$$f(m) = \sqrt{\frac{2}{M}} c(u) \sum_{u=0}^{M-1} F(u) \cos\left(\pi \frac{(2m+1)u}{2M}\right)$$

$$c(\alpha) = \begin{cases} 1/\sqrt{2} & \text{si } \alpha = 0 \\ 1 & \text{si } \alpha \neq 0 \end{cases}$$

En 2D

$$F(u, v) = \frac{2}{\sqrt{MN}} c(u) c(v) \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) \cos\left(\pi \frac{(2m+1)u}{2M}\right) \cos\left(\pi \frac{(2n+1)v}{2N}\right)$$
$$f(m, n) = \frac{2}{\sqrt{MN}} c(u) c(v) \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u, v) \cos\left(\pi \frac{(2m+1)u}{2M}\right) \cos\left(\pi \frac{(2n+1)v}{2N}\right)$$

4. Appliquer la DCT pour une image (4x4) en fixant au début une matrice originale avec des pixels de chrominance-luminance de votre choix. (3 pts)

- **Faire le choix des valeurs** de pixels luminance-chrominances de la matrice originale.
- **Application de la DCT** sur les **blocs (4x4)**
- **changement d'espace couleurs** et sous échantillonnage de la chroma.
- **Implémentation et formation** des séquences intermédiaires
- **Codage** entropique.

5. Comment et avec quels codages obtient-on les coefficients AC et DC ?(2 points)

On regroupe les coefficients DCT quantifiés et arrondis, les coefficients AC et DC vont subir des codage différents après avoir appliqué **le codage prédictif DPCM-MICDA** qui permet de prédire la valeur des coefficients DC de chaque sous-bloc sachant la nature des pixels voisins.