



# Codage et compression multimédia

## Compte-rendu TP3

### Codage prédictif et code d'Huffman

Louis Jean  
Master 1 IMAGINE  
Université de Montpellier  
N° étudiant : 21914083

06 février 2023

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Espace des pixels</b>	<b>3</b>
2.1	Histogramme, entropie et Huffman . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Espace de prédiction</b>	<b>4</b>
3.1	Première prédiction . . . . .	4
3.1.1	Histogramme, entropie et Huffman . . . . .	5
3.2	Seconde prédiction . . . . .	6
3.2.1	Histogramme, entropie et Huffman . . . . .	7
3.3	Comparaison des deux méthodes . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Comparaison et conclusion</b>	<b>9</b>

# 1 Introduction

Le but de ce TP est de comparer la compression sans perte d'une image avec ou sans décorrélation. Dans ce TP la décorrélation consiste à prédire la valeur d'un pixel par rapport à ses voisins et à ne transmettre que l'erreur de prédiction. À travers tout ce TP, nous utiliserons une photo de paysage, de taille 512x512 pixels et de format pgm, nommée *paysage.pgm*.



Figure 1: paysage.pgm

## 2 Espace des pixels

### 2.1 Histogramme, entropie et Huffman

La première étape consistait à faire des mesures et à appliquer l'algorithme de Huffman à l'image de base *paysage.pgm*.

L'histogramme ci-dessous illustre la répartition des niveaux de gris dans l'image *paysage.pgm*.

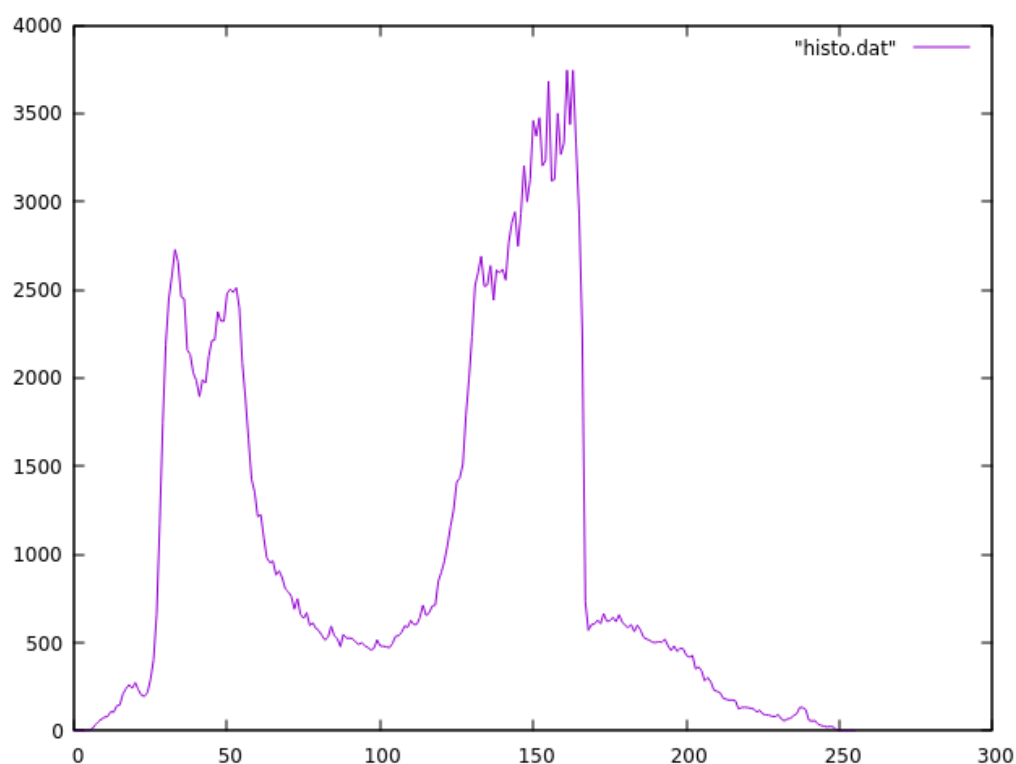


Figure 2: Histogramme de paysage.pgm

À partir de cet histogramme, on déduit une entropie  $\mathcal{H} = 7.28622$ .

L'image originale pèse 256Ko. Après application de l'algorithme d'Huffman, on constate que l'image compressée pèse 235,3Ko, ce qui donne un taux de compression  $\tau = \frac{256}{235,3} \approx 1.09$ .

## 3 Espace de prédiction

### 3.1 Première prédiction

La méthode de création de la carte des différences repose sur la prédiction des valeurs de pixels à partir de leurs voisins.

Pour cette première prédiction, voici ce que j'ai choisi de faire. Pour chaque pixel  $p_{i,j}$  de l'image, à l'exception du premier pixel de chaque ligne, la valeur prédite  $\hat{p}_{i,j}$  est déterminée à partir de la valeur du pixel précédent  $p_{i,j-1}$ . Pour le premier pixel de chaque ligne, la prédiction peut être faite à partir du pixel immédiatement au-dessus  $p_{i-1,j}$ . Pour le tout premier pixel de l'image, une valeur par défaut (ici, j'ai choisi 0) est utilisée. La différence  $d_{i,j}$  entre la valeur réelle du pixel  $p_{i,j}$  et sa valeur prédite  $\hat{p}_{i,j}$  est calculée comme suit :

$$d_{i,j} = p_{i,j} - \hat{p}_{i,j}$$

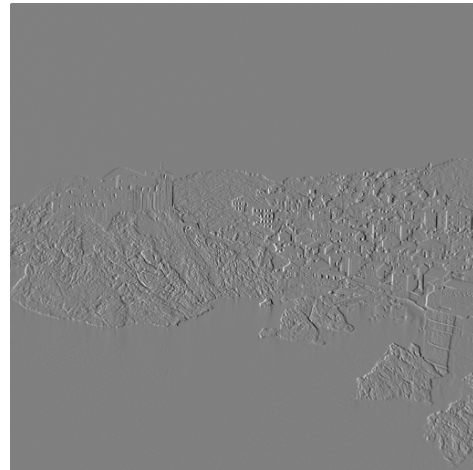
Pour gérer les valeurs négatives dans la carte des différences et assurer une représentation uniforme, on ajoute 128 à chaque différence :

$$d'_{i,j} = d_{i,j} + 128$$

La valeur ajustée  $d'_{i,j}$  est ensuite enregistrée dans la carte des différences.



(a) Image témoin



(b) Carte des différences de la première méthode

### 3.1.1 Histogramme, entropie et Huffman

Cette carte, reflétant les différences entre les valeurs de pixels réelles et prédites, est ensuite utilisée pour l'analyse de la distribution des différences et la compression de l'image via Huffman.

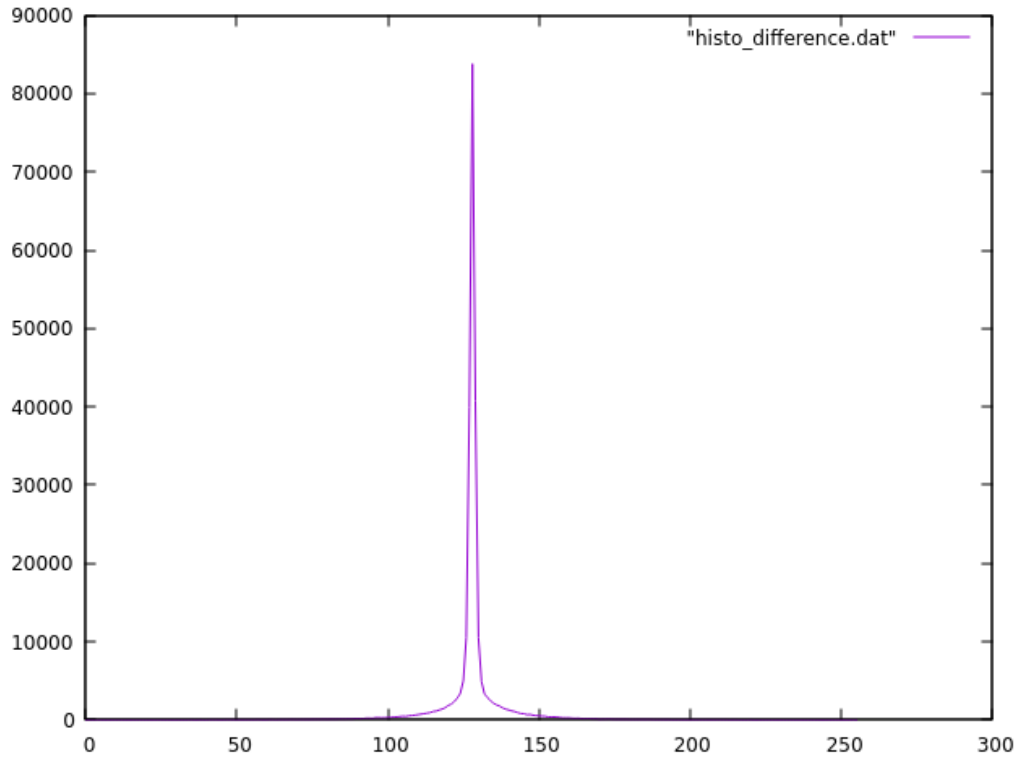


Figure 4: Distribution de la carte des différences de la première méthode

On trouve une entropie  $\mathcal{H} = 4.00174$ , bien plus faible que pour l'image originale, ce qui indique une meilleure capacité de compression, car **l'entropie est inversement proportionnelle au taux de compression**.

Après avoir appliqué l'algorithme d'Huffman à la carte des différences, on remarque que l'image originale pèse 256Ko et que l'image compressée pèse 131,1Ko soit un taux de compression  $\tau = \frac{256}{131,1} \approx 1.95$ , un bien meilleur taux de compression que celui obtenu pour l'image originale.

### 3.2 Seconde prédiction

Dans cette seconde méthode de prédiction pour créer la carte des différences, chaque valeur de pixel  $p_{i,j}$  est prédite en utilisant la moyenne des valeurs des voisins disponibles. Pour un pixel donné, les voisins considérés incluent le pixel directement à gauche ( $p_{i,j-1}$ ), le pixel directement au-dessus ( $p_{i-1,j}$ ), et le pixel en diagonale au-dessus à gauche ( $p_{i-1,j-1}$ ). La valeur prédite  $\hat{p}_{i,j}$  est calculée comme la moyenne de ces voisins :

$$\hat{p}_{i,j} = \frac{1}{n} \sum_{k \in \text{voisins}} p_k$$

où  $n$  est le nombre de voisins disponibles pour le pixel considéré, et  $p_k$  représente les valeurs des voisins. Si un pixel se trouve sur le bord de l'image et manque de certains voisins, seul un sous-ensemble des voisins disponibles est utilisé pour la prédiction.

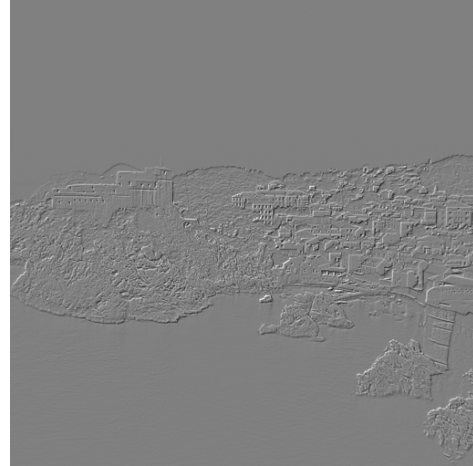
La différence  $d_{i,j}$  entre la valeur réelle du pixel  $p_{i,j}$  et sa valeur prédite  $\hat{p}_{i,j}$  est ensuite calculée. Comme dans la première méthode, pour assurer une représentation uniforme des valeurs de différence, y compris celles qui sont négatives, une constante de 128 est ajoutée à chaque différence calculée :

$$d'_{i,j} = d_{i,j} + 128$$

De la même manière, cette valeur ajustée  $d'_{i,j}$  est stockée dans la carte des différences. Cette méthode de prédiction, tenant compte d'un contexte plus large autour de chaque pixel, vise à fournir une base plus précise en cherchant à réduire la variance des différences.



(a) Image témoin



(b) Carte des différences de la seconde méthode

### 3.2.1 Histogramme, entropie et Huffman

De la même façon, on analyse cette carte en traçant son histogramme et en calculant son entropie et taux de compression.

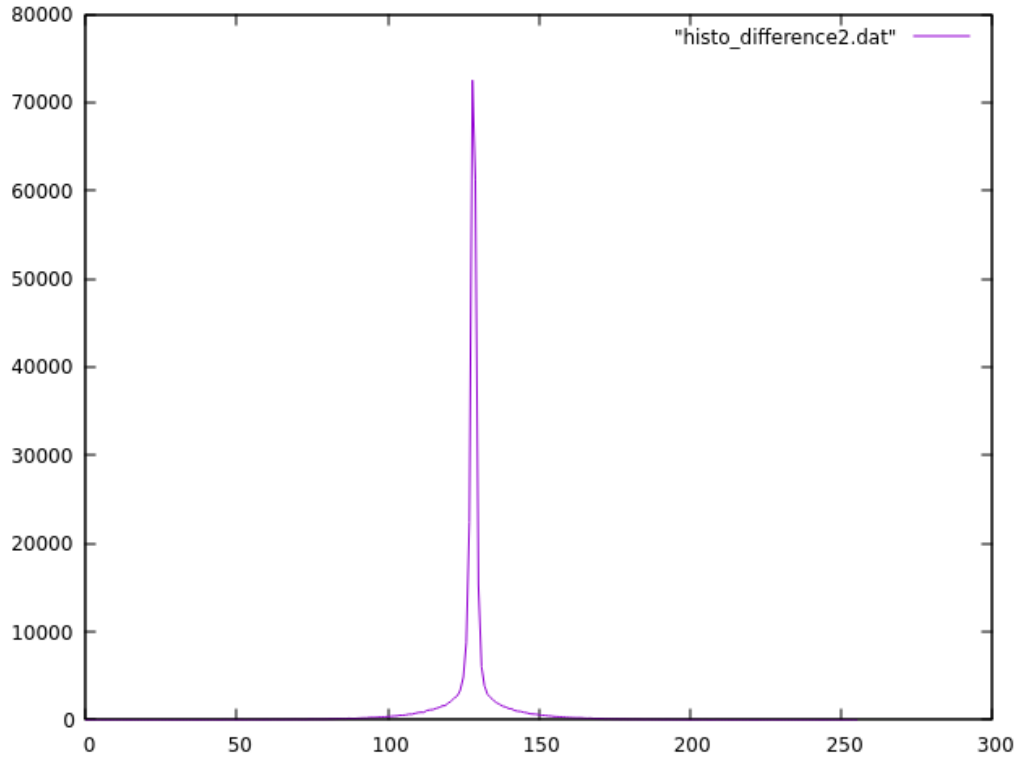
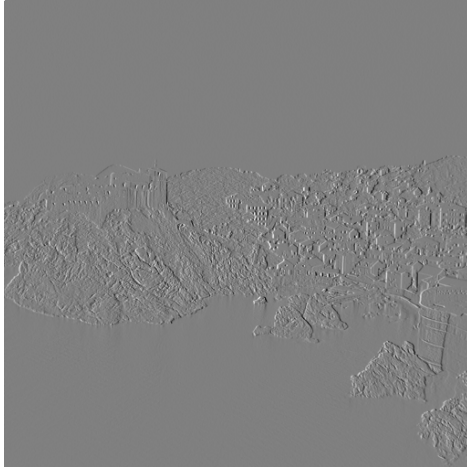


Figure 6: Distribution de la carte des différences de la seconde méthode

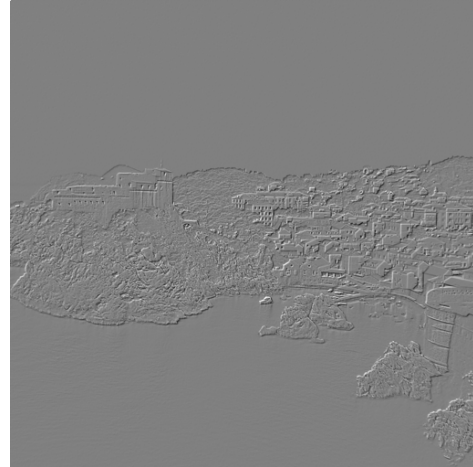
On trouve une entropie  $\mathcal{H} = 4.09629$ , assez similaire à l'entropie trouvée lors de la première méthode.

Après avoir appliqué l'algorithme d'Huffman à la carte des différences, on remarque que l'image originale pèse 256Ko et que l'image compressée pèse 132,8Ko soit un taux de compression  $\tau = \frac{256}{132,8} \approx 1.92$ .

### 3.3 Comparaison des deux méthodes

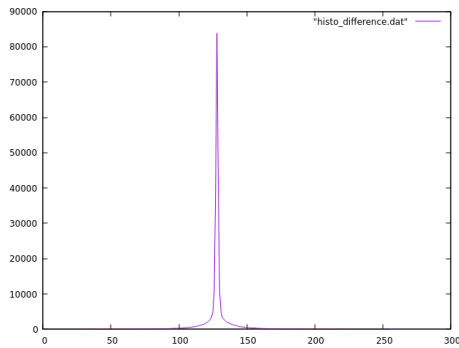


(a) Carte des différences de la première méthode

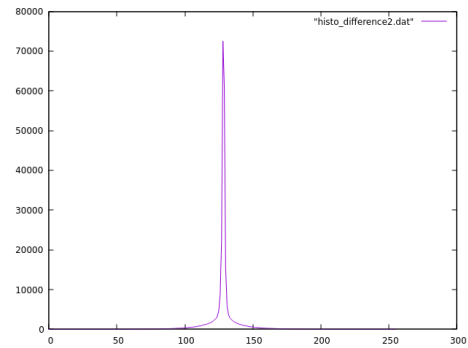


(b) Carte des différences de la seconde méthode

Figure 7: Comparaison des deux cartes des différences



(a) Distribution de la carte des différences de la première méthode



(b) Distribution de la carte des différences de la seconde méthode

Figure 8: Comparaison des deux distributions des différences

On observe que le taux de compression est moins bon pour la seconde méthode que pour la première méthode, ce qui indique que la seconde méthode est moins adaptée pour cette image. Cela peut être dû à l'arrangement des pixels dans l'image *paysage.pgm*. Au niveau des histogrammes, on ne note qu'une très subtile différence, en remarquant que la distribution de la seconde méthode est très légèrement plus évasée.



## 4 Comparaison et conclusion

Dans l'espace des pixels, l'application directe de l'algorithme d'Huffman sur les pixels de l'image a produit un taux de compression d'environ 1.09. Cependant, en passant à l'espace de prédiction et en utilisant la méthode de prédiction sur les voisins, nous avons observé une amélioration significative du taux de compression, atteignant environ 1.95 avec la première méthode de prédiction et 1.92 avec la seconde méthode.

Ces résultats mettent en évidence l'effet bénéfique de la réduction de la redondance entre les pixels voisins pour la compression des images. La prédiction basée sur les voisins, en ne transmettant que l'erreur de prédiction, permet de réduire l'entropie de l'image et de fait augmente l'efficacité de l'algorithme de Huffman.

En conclusion, le choix de la méthode de prédiction doit être adapté aux caractéristiques spécifiques de l'image. Pour de meilleures performances, des approches plus avancées comme le DPCM (Differential Pulse Code Modulation) ou LOCO-I (Low Complexity Lossless Compression for Images) pourraient être explorées. De ce que j'en ai compris en faisant quelques recherches sur internet, ces méthodes permettent d'ajuster dynamiquement la stratégie de prédiction ou d'utiliser des modèles plus complexes, entraînant une réduction encore plus grande de la redondance et une amélioration du taux de compression. Cependant, je n'ai pas réussi à trouver des informations sur MED, je ne sais donc pas ce qu'est cette méthode de compression.

Merci pour le temps et l'attention que vous avez consacrés à la lecture de ce compte-rendu.