

# Rapport - Signal Image et Histogramme

TANG Elody

Octobre 2022

# 1 Calcul d'histogrammes sur une image de Mickey

## 1.1 Histogramme cumulé normalisé et entropie

La figure 1 (sur le sujet du TP1) représente une image en niveaux de gris. Les valeurs de niveaux de gris sont indiquées par des flèches et les dimensions totales de l'image sont de 32 x 32 pixels carrés.

Nous allons tracer un histogramme pour connaître la distribution des valeurs de niveaux de gris de l'image. Pour un niveau de gris  $n$ , l'histogramme permet de connaître la probabilité de tomber sur un pixel de valeur  $n$  en tirant un pixel au hasard dans l'image. Pour cela, commençons par compter le nombre de pixels pour chaque niveau de gris à la main, tout en sachant que le visage de Mickey est symétrique.

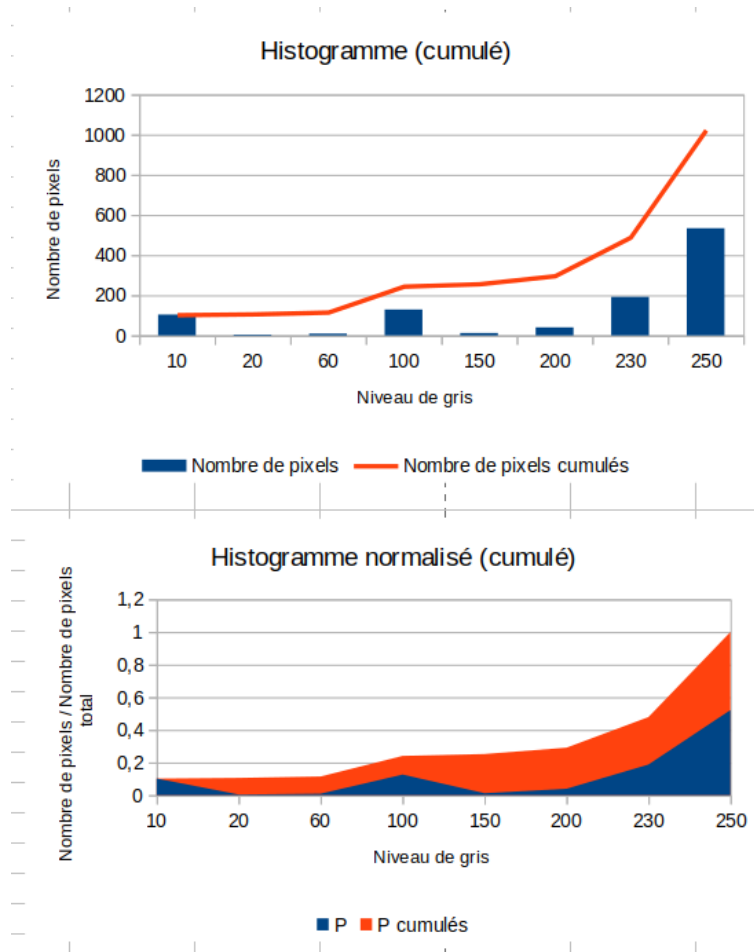
Le tableau ci-dessous représente l'ensemble des fréquences d'apparition des niveaux de gris dans l'image.

5	Tableau pour tracer l'histogramme de l'image		
6			
7	Niveau de gris	Nombre de pixels	Nombre de pixels cumulés
8	10	104	104
9	20	4	108
10	60	9	117
11	100	129	246
12	150	12	258
13	200	40	298
14	230	192	490
15	250	534	1024

En divisant chaque valeur de l'histogramme par le nombre total de pixels dans l'image (ici, P), nous obtenons ainsi des valeurs comprises entre 0 et 1.

20	Tableau pour tracer l'histogramme normalisé de l'image		
21			
22	Niveau de gris	P	P cumulés
23	10	0,1015625	0,1015625
24	20	0,00390625	0,10546875
25	60	0,0087890625	0,1142578125
26	100	0,1259765625	0,240234375
27	150	0,01171875	0,251953125
28	200	0,0390625	0,291015625
29	230	0,1875	0,478515625
30	250	0,521484375	1

Traçons les histogrammes cumulés et les histogrammes normalisés cumulés.



Les histogrammes permettent d'obtenir rapidement une information générale sur l'apparence de l'image : si les histogrammes ne sont pas bien centrés et harmonisés, il peut arriver que l'image soit trop sombre, manque de contraste... Nous pouvons ainsi calculer l'entropie de l'image pour avoir des informations sur la dispersion du niveau de gris. Pour calculer cette mesure, appliquons cette formule :

$$E = \sum_n -P(n) * \log_2(P(n))$$

avec  $n$  le niveaux de gris, et  $P(n)$  la probabilité d'avoir un pixel de valeur  $n$  sur l'image.

En utilisant la formule ci-dessus, nous obtenons une valeur de **2,003**.

## 1.2 Expansion de dynamique et égalisation d'histogramme

Les transformations d'histogramme modifient les images en traitant chaque pixel indépendamment. Nous allons utiliser deux manières différentes pour étendre la plage des valeurs des niveaux de gris à l'ensemble des valeurs possibles (donc de 0 à 255). La première est la transformation de normalisation et la deuxième est l'égalisation d'histogramme.

### 1.3 Transformation de normalisation

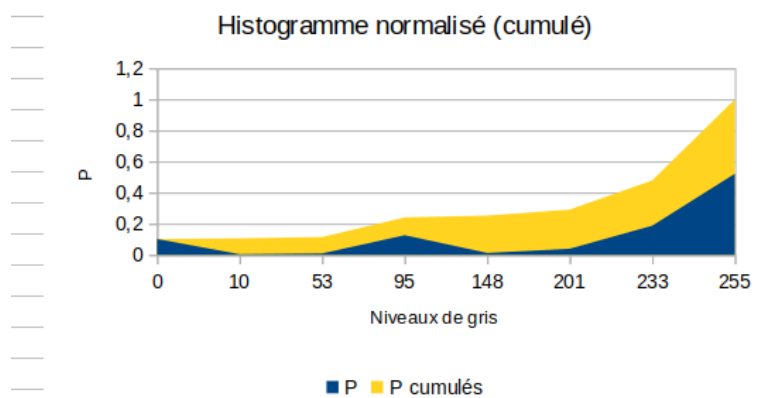
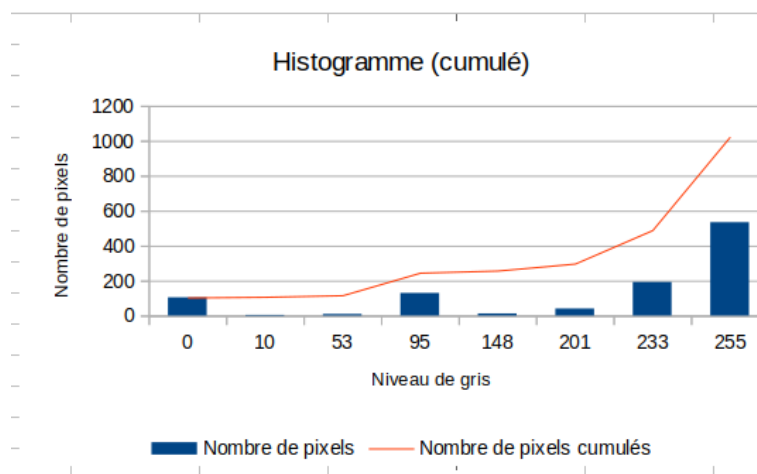
Notons  $f_{min}$  et  $f_{max}$  les valeurs minimales et maximales de l'image. Et utilisons cette formule pour trouver les nouveaux niveaux de gris :

$$normalisation(n) = \lfloor (n - f_{min}) * \frac{255}{f_{max} - f_{min}} \rfloor$$

avec  $n$  le niveau de gris,  $f_{min} = 10$  et  $f_{max} = 250$ .

Nous pouvons ainsi obtenir le tableau suivant et tracer de la même manière les histogrammes cumulés et cumulés normalisés (seuls les niveaux de gris changent, l'allure des histogrammes sont les mêmes).

54	Niveau de gris	Niveaux de gris étendu
55	10	0
56	20	10
57	60	53
58	100	95
59	150	148
60	200	201
61	230	233
62	250	255



## 1.4 Égalisation d'histogramme

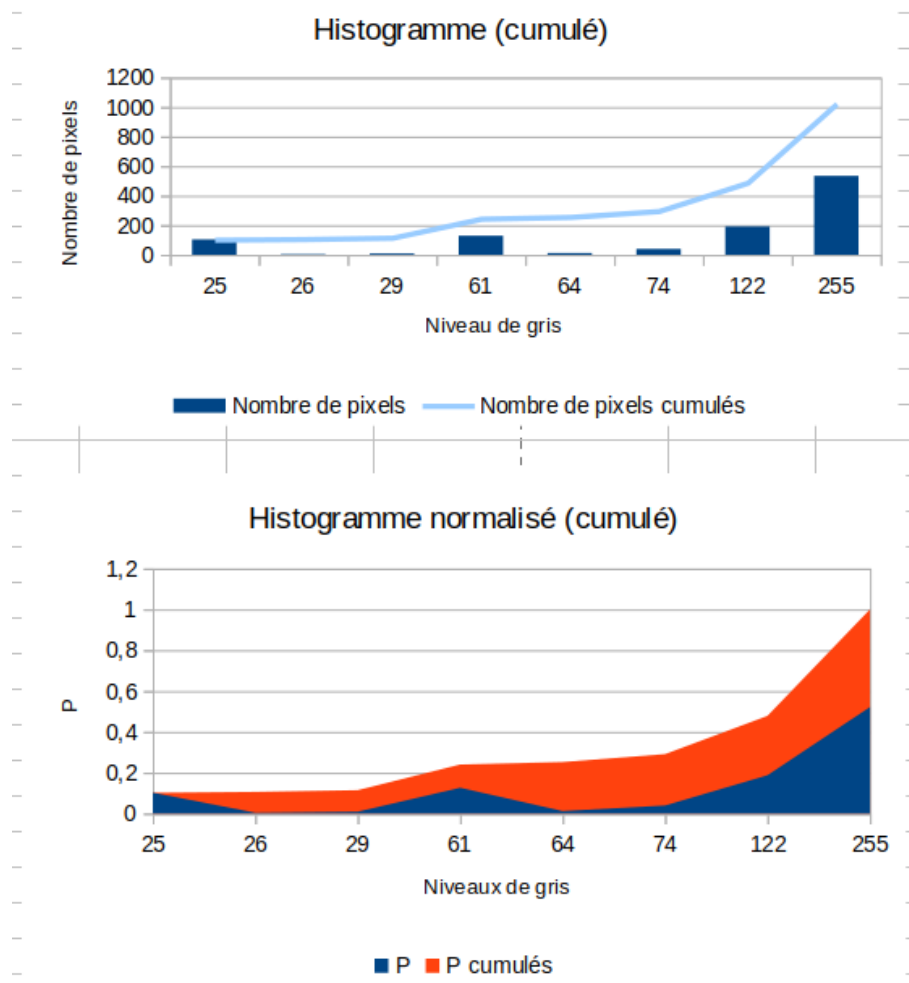
L'objectif de l'égalisation d'histogramme est toujours le même, mais la formule est différente. Il suffit de prendre la probabilité d'obtenir un pixel de valeur  $n$  au hasard cumulé et de le multiplier par la valeur maximale qu'on souhaite avoir (ici, 255). Ainsi, la formule devient :

$$egalisation(n) = \lfloor \sum_{i=0}^n P(i) * 255 \rfloor$$

avec  $n$  le niveau de gris et  $P$  la probabilité d'obtenir un pixel de valeur  $n$  au hasard.

En utilisant cette formule, nous obtenons un tableau avec de nouveaux niveaux de gris, nous pouvons ainsi tracer de la même manière les histogrammes correspondants. (Encore une fois, l'allure des histogrammes ne change pas, seuls les niveaux de gris changent.)

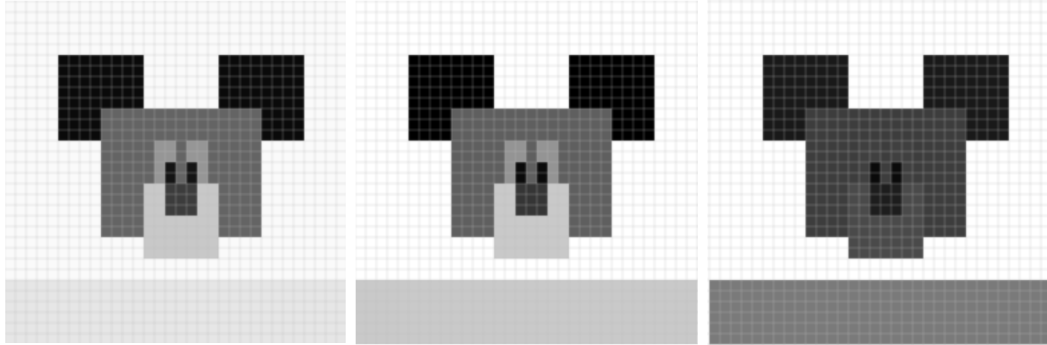
144	Niveaux de gris	Nouveau niveau de gris
145	10	25
146	20	26
147	60	29
148	100	61
149	150	64
150	200	74
151	230	122
152	250	255



## 1.5 Entropie et explications

En calculant de nouveau l'entropie avec la même formule citée précédemment, la valeur ne change pas. Elle reste à **2.003**. Le niveau de gris est le seul facteur qui change, c'est-à-dire que le pixel change de couleur. Le nombre de pixels n'a pas changé, donc les probabilités n'ont plus.

Ainsi, les informations sur l'image restent les mêmes. Voici les trois images du visage de Mickey avec les niveaux de gris calculés.

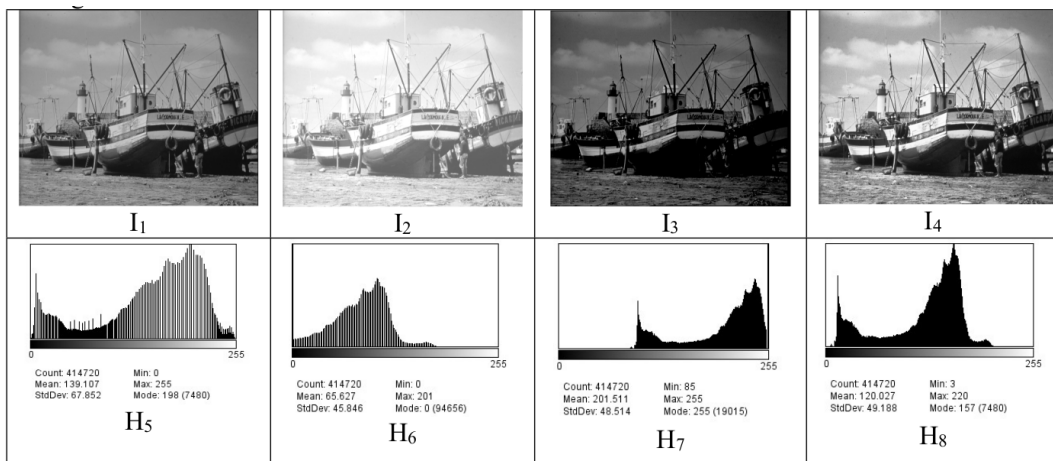


(1) Image d'origine (2) Image normalisée avec l'expansion de dynamique  
(3) Image égalisée avec l'égalisation d'histogramme

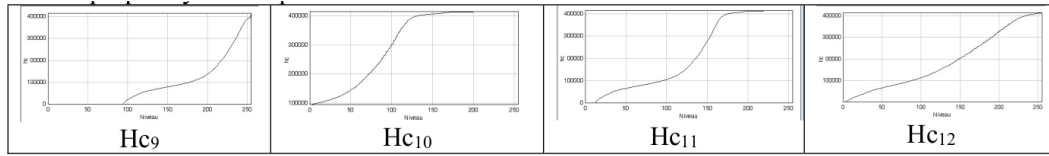
## 2 Interprétation d'histogrammes

### 2.1 Liaison entre histogrammes (cumulés) et images

L'histogramme d'une image donne des informations sur l'image. Avec les images ci-dessus, nous pouvons déduire quel est l'histogramme des différentes images de bateau.



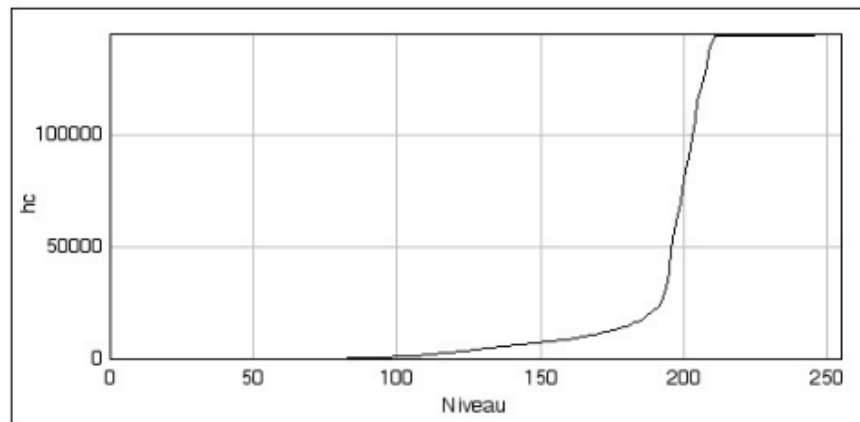




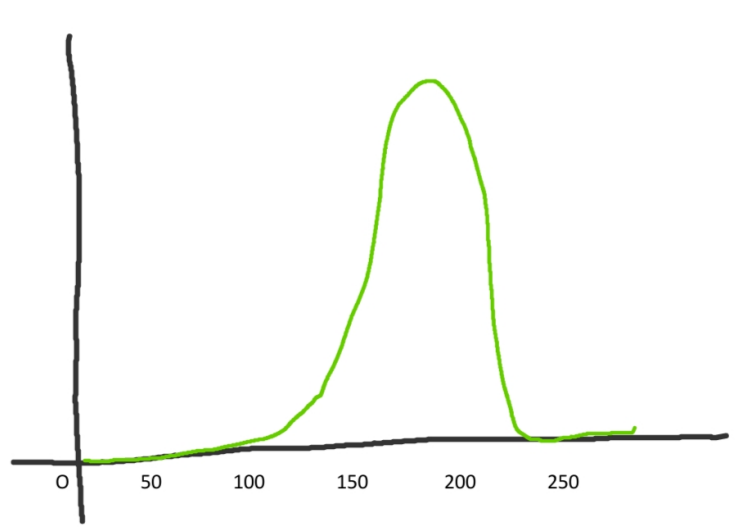
Par déduction, nous pouvons lier les différents histogrammes à leur image respective :

- L'histogramme  $H_6$  n'est pas centré et ses valeurs sont vers à la gauche, on peut en déduire que l'image sera sombre mais assez égalisée, comme l'image  $I_6$ . Son histogramme cumulé va très vite augmenter comme l'histogramme cumulé  $H_{c10}$ .
- En contradiction, les valeurs de l'histogramme  $H_7$  sont centrés vers la droite, ce qui déterminent une image plus claire (plus blanche), comme l'image  $I_2$  et l'histogramme cumulé  $H_{c9}$ .
- Les valeurs des histogrammes  $H_5$  et  $H_8$  sont centrés. Mais les valeurs de l'histogramme  $H_5$  sont distancées : elles utilisent toutes les valeurs des niveaux de gris. Donc on peut en déduire que l'histogramme  $H_5$  est l'histogramme de l'image égalisée  $I_1$  et que l'histogramme  $H_8$  est l'histogramme de l'image  $I_3$ . L'histogramme cumulé de l'image égalisée est donc l'histogramme  $H_{c12}$  et donc l'histogramme cumulé de l'image  $I_1$  est l'histogramme  $H_{c11}$ .

## 2.2 Reconnaître un histogramme depuis son histogramme cumulé



La figure ci-dessus représente un histogramme cumulé d'une image. Avec sa forme, nous pouvons déterminer l'allure de l'histogramme original. La courbe augmente drastiquement vers le niveau de gris **200**, et tend vers **0** tout à gauche de l'histogramme. Nous pouvons en déduire que l'image est plutôt claire : il y a peu, voire pas, de valeurs qui sont entre **0** et **80**. Ainsi, il semble y avoir une grande partie des pixels entre **150** et **210**. Nous pouvons donc ainsi en déduire la forme générale de son histogramme d'origine.



## 2.3 Programme Java pour obtenir les valeurs d'un histogramme cumulé d'une image

```
public static void main(String [] argv) {  
  
    // Tableau avec les valeurs pour chaque niveaux de gris  
    // Imaginons que le tableau est déjà rempli  
    int [] pixels = new int [256];  
    for (int i=0; i<pixels.length; i++) {  
        pixels[i] = i;  
    }  
}
```

```

    }

    // Tableau pour les valeurs cumules
    int [] cumul = new int [256];
    cumul[0] = pixels[0];
    System.out.print(cumul[0] + "␣");

    for(int i=1; i<pixels.length; i++) {
        cumul[i] = cumul[i-1] + pixels[i];
        System.out.print(cumul[i] + "␣");
    }
}

```