

TP3 BINP

Histogramme et quantification

11 OCTOBRE 2024

Classe : ESIR 2 IN

Axel PLESSIS
Damien VAILLAND

Introduction

Dans le cadre des cours de base de l'imagerie numérique, nous réalisons des travaux pratiques. L'objectif de ce TP est de réaliser des opérations élémentaires sur des images. Ainsi il s'agit de se demander comment agit différentes anamorphoses sur une image, et comment ses statistiques en sont modifiées par rapport à l'image originale.

Dans un premier temps nous aborderons le développement d'une fonction qui détermine l'histogramme et l'histogramme cumulé d'une image donnée ainsi que ses statistiques ; puis nous ferons des méthodes de seuil et de pente ; par la suite nous développerons une fonction d'égalisation de l'histogramme ; enfin nous aboutirons par une méthode de quantification.

1. Modification d'histogramme sur une image de votre choix

Histogrammes et statistiques (10)

Nous programmons des méthodes pour calculer les données suivantes :

- L'histogramme
- L'histogramme cumulé
- La moyenne
- L'écart-type
- La dynamique
- Le nombre de niveaux de gris

Diverses images nous sont fournies, nous décidons d'utiliser l'image baboon.ppm qui présente une grande plage de couleurs et beaucoup de nuances.

L'image étant en couleurs, il est nécessaire de la passer en noir et blanc :

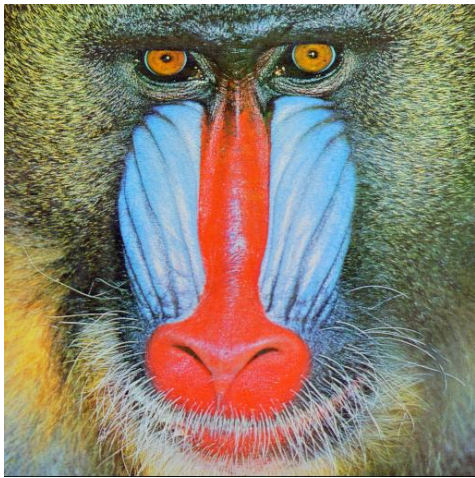
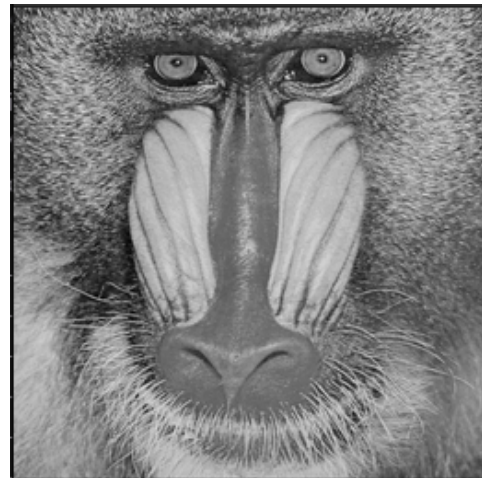


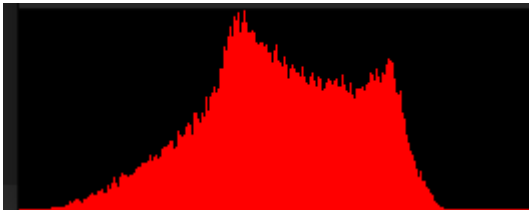
Image en couleurs



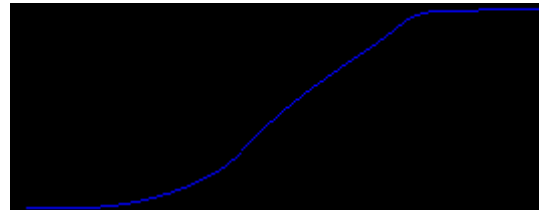
Images en niveaux de gris

Lorsque nous convertissons notre image en niveaux de gris, chaque niveau est déterminé par la luminosité de chaque pixel. Cette méthode diffère des filtres noir et blanc classiques que nous connaissons. En effet, ces filtres, utilisés au cinéma ou en photographie sont davantage basés sur la perception humaine des couleurs, rendent souvent les tons jaunes plus clairs que les bleus, même si leur luminance est identique.

Puis nous passons cette image en niveaux de gris dans nos fonctions :



Histogramme



Histogramme cumulé

Sur cet histogramme, nous reconnaissons bien le spectre de l'image en niveaux de gris. Celle-ci n'affiche pas de valeurs très basses ou très hautes, toute l'image a peu de contraste et reste dans une dynamique restreinte.

L'histogramme cumulé le montre également, la courbe évolue bien plus vite au milieu qu'aux extrémités.

À l'aide de l'histogramme, nous déterminons les statistiques de l'image :

- Moyenne : 129,76
- Variance σ^2 : 1565,21
- Écart-type σ : 39.56
- Dynamique : [4,225]
- Nombre de niveaux de gris : 216

La moyenne est de 129. Celle-ci indique la luminosité globale de l'image qui, comme évoqué plus tôt, se positionne dans des niveaux de gris centraux peu contrastés.

Cette petite quantité de contraste se remarque également par la valeur de l'écart-type. Celui-ci indique la dispersion globale entre 2 niveaux de gris par rapport à la moyenne. Un écart type de 40 est relativement peu élevé et reflète le faible contraste.

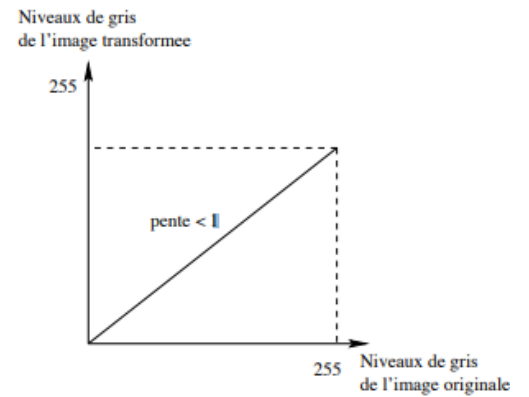
La dynamique et le nombre de niveaux de gris nous rappellent pourtant que des gris très foncés sont présents, mais ils ne le sont qu'en très faible quantité.

Ces algorithmes étant maintenant implémentés et essayés avec une première image, nous complétons les programmes de pente et de seuil.

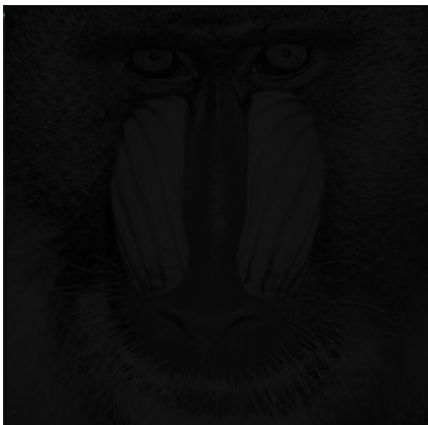
Pente (II)

Ce premier programme permet de réduire la hauteur de la pente en donnant un coefficient inférieur à 1.

De cette manière, plus la pente sera basse plus l'image sera sombre.



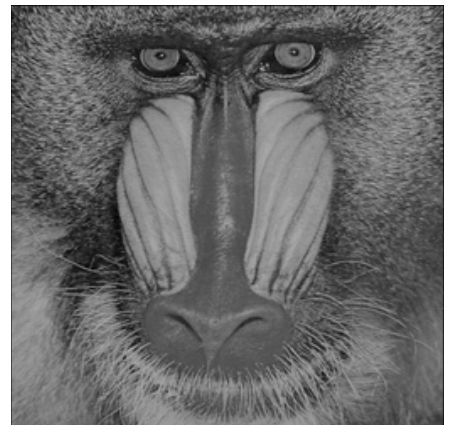
Nous testons notre code avec différentes valeurs et obtenons les résultats ci-dessous :



0.1



0.4

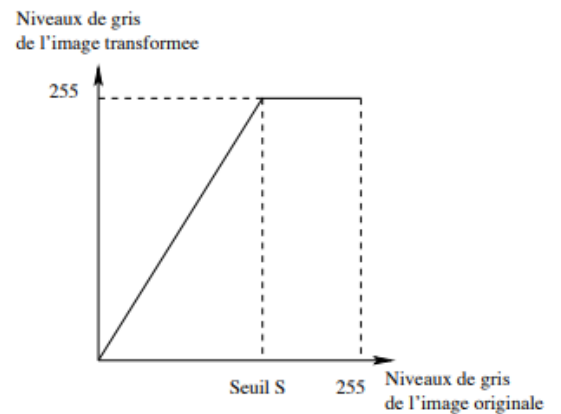


0.8

Nous reconnaissons très clairement que plus la valeur est élevée moins les pixels sont assombris, ce qui est cohérents avec le principe voulu. Ce filtre permet notamment de remarquer pixels les plus claires de l'image car ils sont ceux que nous réussissons à discerner malgré la faible luminosité de l'image.

Seuil (I2)

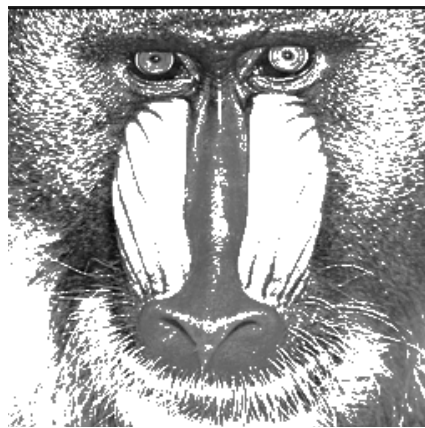
Pour ce second algorithme, l'utilisateur entre une valeur entre 0 et 255 (le nombre de niveaux de gris). Les pixels inférieurs à cette valeur gardent leur valeur initiale tandis que tous les pixels supérieurs à cette valeur deviennent blancs.



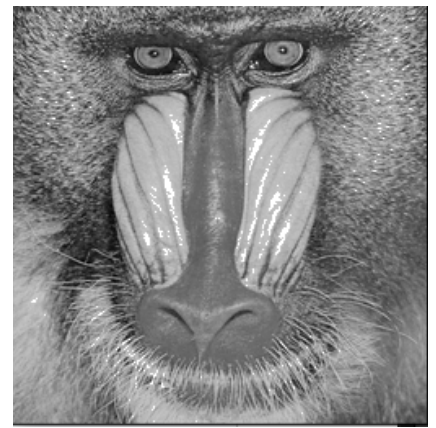
Nous testons notre code avec différentes valeurs et obtenons les résultats ci-dessous :



60



140



200

Nous relevons que plus la valeur est élevée, plus l'image se rapproche de l'image originale. Le seuil de 60 nous permet de visualiser les parties sombres de l'image tandis qu'au contraire, le seuillage à 200 (très proche de la borne supérieure de la dynamique) nous permet de visualiser les derniers pixels les plus clairs.

2. Égalisation d'histogramme

Nous nous attaquons désormais à l'égalisation de l'image. La méthode d'égalisation consiste en la répartition uniforme des intensités de pixels.

Nous implémentons notre code et obtenons le résultat suivant :

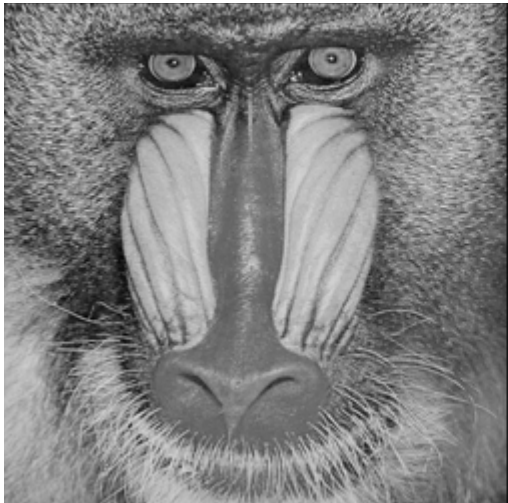


Image originale

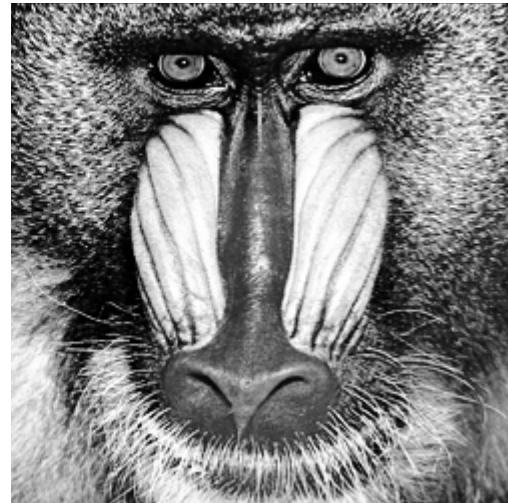
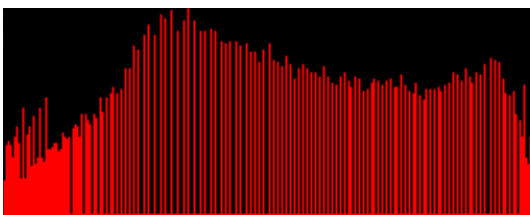


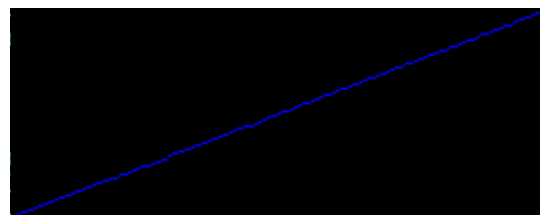
Image égalisée

Après égalisation, nous voyons que l'image, qui jusque là était restreinte dans les gris, a vu ses contrastes augmenter drastiquement. Les niveaux gris les plus foncés sont assombris et les niveaux de gris les plus hauts sont éclaircis. Cet algorithme permet de mieux discerner les nuances d'une image ou les contrastes peuvent manquer.

Nous pouvons également générer les histogrammes de l'image égalisée qui adoptent désormais ces formes :



Histogramme



Histogramme cumulé

Nous retrouvons clairement l'histogramme cumulé typique de l'égalisation, proche d'une fonction linéaire.

- Moyenne : 128.37
- Variance σ^2 : 5428,37
- Écart-type σ : 73,68
- Dynamique : [0,255]
- Nombre de niveaux de gris : 150

Il est intéressant de voir que l'égalisation n'a eu quasiment aucune influence sur la moyenne, contrairement à l'écart-type qui a quasiment doublé. Cela est entièrement cohérent avec l'objectif de cette transformation. L'écart entre chaque valeur par rapport à la moyenne est plus grand, car l'image considère un contraste plus élevé.

Aussi, la dynamique a beau être remise à [0,255], le nombre de niveaux de gris a, lui, diminué. Cela s'explique par le fait que l'égalisation reconsidère la couleur de certains pixels de gris différents (mais proches) et leur attribue une même valeur.

3. Quantification uniforme

Le principe de la quantification est de définir un nombre de niveaux de gris pour une image selon un certain nombre de bits. Pour n bits de niveaux de luminance, le nombre total de niveaux de gris après la quantification est 2^n . L'algorithme classe les pixels dans chaque niveau de gris, définis au préalable en fonction de l'histogramme de l'image.

L'algorithme implémenté, nous l'appliquons selon différentes valeurs. Pour chaque valeur, nous afficherons l'image originale, l'image égalisée, les histogrammes et les statistiques de l'image égalisée. Nous commenterons cette partie à la fin de celle-ci.

1 bit - 2 niveaux de gris

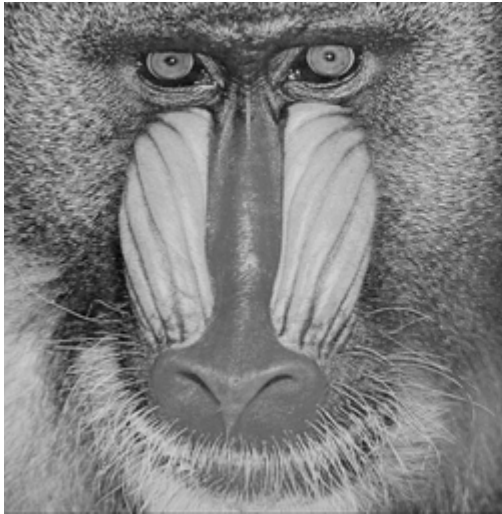


Image originale

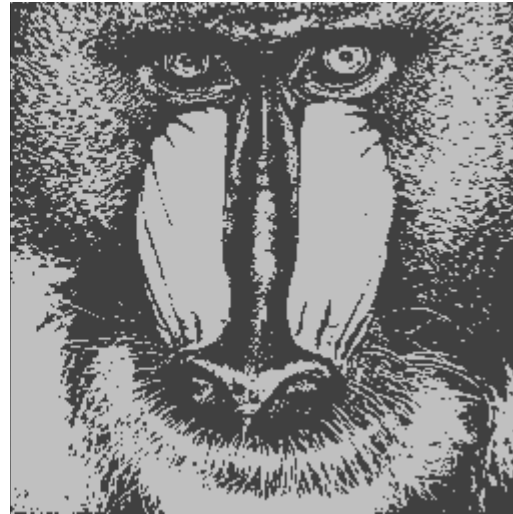
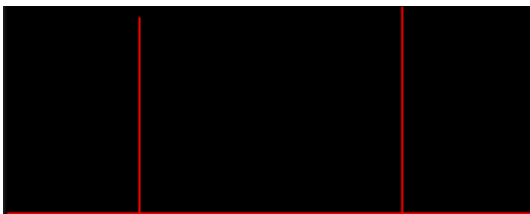
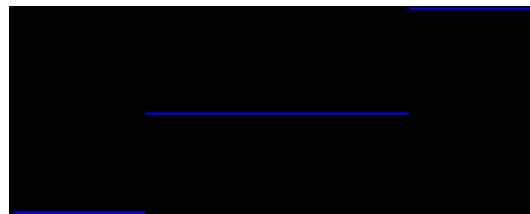


Image égalisée



Histogramme



Histogramme cumulé

- Moyenne : 129,516
- Variance σ^2 : 4093,7
- Écart-type σ : 63,98
- Dynamique : [64,192]
- Nombre de niveaux de gris : 2

2 bits - 4 niveaux de gris

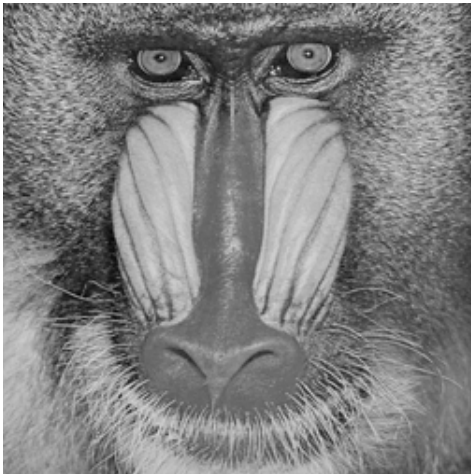


Image originale

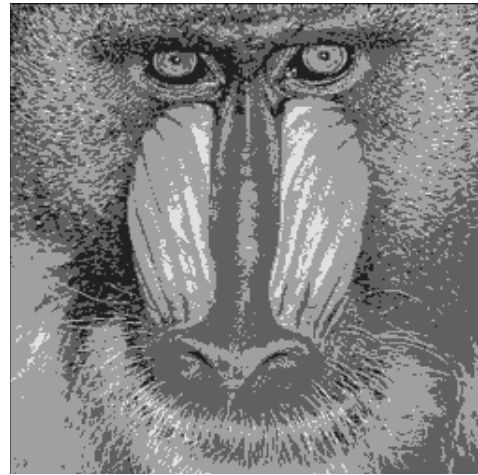
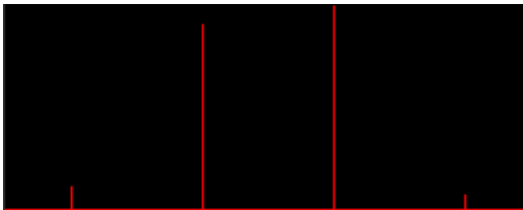
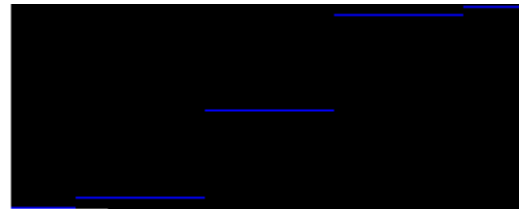


Image égalisée



Histogramme



Histogramme cumulé

- Moyenne : 127,595
- Variance σ^2 : 1798,21
- Écart-type σ : 42,41
- Dynamique : [32,224]
- Nombre de niveaux de gris : 4

3 bits - 8 niveaux de gris

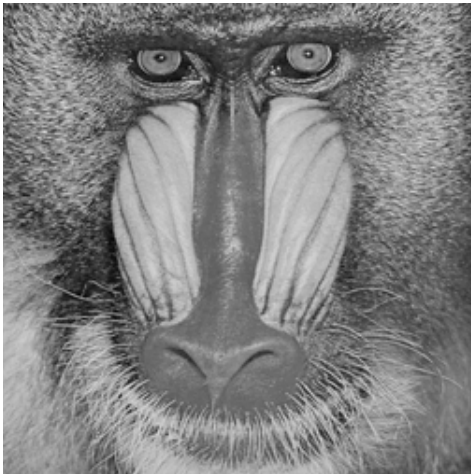


Image originale

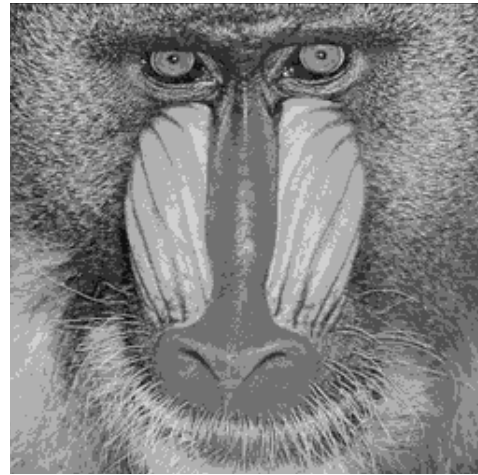
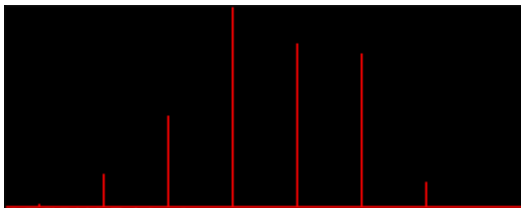
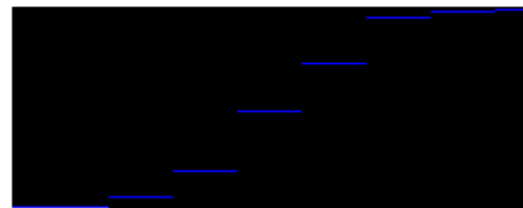


Image égalisée



Histogramme



Histogramme cumulé

- Moyenne : 130,08
- Variance σ^2 : 1615,03
- Écart-type σ : 40,19
- Dynamique : [16,240]
- Nombre de niveaux de gris : 8

Avec 2 niveaux de gris, la quantification est flagrante. Pour autant à partir de 3 bits, soit 8 niveaux de gris, la différence est moins discernable. Il est intéressant de noter que plus le nombre de niveaux de gris augmente, plus l'écart-type se rapproche de celui de l'image originale. Cette évolution est logique puisqu'un nombre de gris élevé se rapproche de l'image originale.

La quantification peut être une manière de compresser une image, comme nous l'avons suggéré plus haut, 8 niveaux de gris peuvent être suffisants à la bonne lecture de l'image alors que le poids de celle-ci a diminué par rapport à l'image originale. Elle peut aussi être utile pour étudier une image donnée pour, par exemple, détecter certains contours.

Conclusion

Ce TP nous a permis d'explorer des méthodes d'analyse et de transformation d'images à travers la manipulation des histogrammes, les méthodes de seuil et de pente, ainsi que l'égalisation d'histogramme et la quantification. En étudiant les statistiques des images à chaque étape, nous avons constaté l'influence de chacune des transformations.