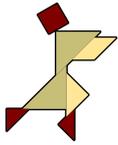
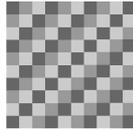


À PROPOS D'IMAGES : Fiche professeur



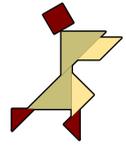
Danseuse

Damier



Eventail

Assiette



Danseuse

1 FICHE ÉLÈVE (1)



Que devient une image lorsqu'on la grossit ?

Ouvrir (par exemple avec l'application « Aperçu »), les deux images de la « danseuse » : *Tangram-danse004.jpg* et *Tangram-danse004.pdf*.

En grossissant suffisamment la première, on peut obtenir une image comme ci-contre qui met en évidence que cette image est un tableau constitué de petits carrés. En revanche, en grossissant la deuxième image à la même échelle, aucun carré n'apparaît.



Tangram-danse004.jpg



Tangram-danse004.pdf

Nous nous intéressons dans la suite de ce document uniquement à des images constituées, comme la première image, de petits carrés. Le format de ce type d'images est dit « matriciel », alors que le format de la seconde image est dit « vectoriel ».

Les « petits carrés » sont appelés des **pixels**, qui est l'abréviation de « picture elements ».

Les images obtenues quand on prend des photos avec un appareil photo numérique sont ainsi au format matriciel. Par exemple, la photo de l'éventail est constituée de de 1 920 000 pixels (1600 × 1200).

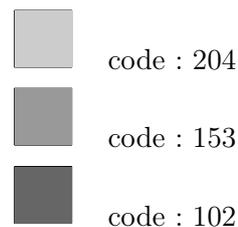
Chaque pixel est caractérisé par sa couleur et sa luminosité. Nous nous intéressons dans un premier temps uniquement à des images « en niveaux de gris ». Chaque pixel est alors caractérisé par son niveau de gris qui est codé par un nombre entier compris entre 0 et 255, le noir étant associé à 0 et le blanc à 255.



Le damier a été réalisé avec le logiciel Geogebra, et les trois niveaux de gris utilisés pour colorier les carrés ont pour codes 102 ; 153 et 204.

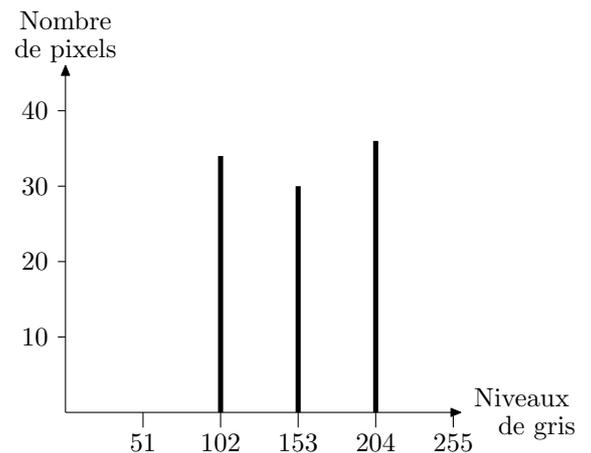
Associer son code à chaque niveau de gris.

Le noir est associé à 0, le blanc à 255, le gris le plus clair a le code le plus grand, le gris le plus foncé a le code le plus petit.



Tracer le diagramme en bâtons donnant les effectifs des différents niveaux de gris de l'image du damier (constituée de 100 pixels : 10 × 10).

Le damier est constitué de 36 carrés gris clair (code 204), 30 carrés gris moyen (code 153) et 34 carrés gris foncé (code 102), on obtient donc le diagramme ci-contre.

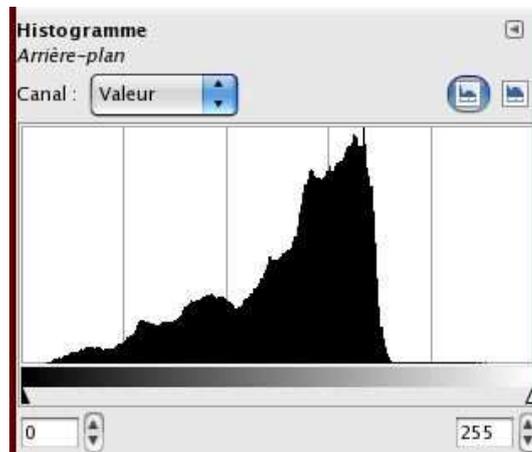




En ouvrant une image avec le logiciel de traitement d'images GIMP (logiciel libre et multiplateformes), on peut faire afficher le diagramme en bâtons de ses niveaux de gris, appelé histogramme dans le logiciel. Voici l'histogramme des niveaux de gris associé à l'éventail.

Pour l'obtenir :

- Ouvrir le fichier « Eventail.eps » avec le logiciel de traitement d'images GIMP.
- Mettre cette image en niveaux de gris (menu « Image/Mode »).
- Dans le menu Couleurs, choisir « Informations », puis « Histogramme ».



Histogramme associé à l'éventail

L'axe des abscisses, qui correspond aux différents niveaux de gris est gradué de 0 à 255 (avec un trait vertical toutes les 51 unités).

Les niveaux de gris non représentés ici sont ceux qui ont un code supérieur à 200, c'est à dire les gris très clairs. Les niveaux de gris les plus représentés sont ceux qui ont un code entre 140 et 170 environ, des gris encore assez clairs. Cela correspond au papier peint et au fond de l'éventail. Nous verrons un peu plus loin comment vérifier cette conjecture à l'aide de courbes fournies par le logiciel.

Le logiciel fait en sorte que l'effectif maximum soit représenté par une barre allant jusqu'« en haut ». La surface totale de l'histogramme n'est alors pas la même d'une image à l'autre, même si les deux images contiennent le même nombre de pixels.



Voici une série de quatre histogrammes et de quatre photos : retrouver les paires

- Il est clair que l'histogramme D est associé à une photo où n'interviennent que peu de niveaux de gris, ces gris étant de niveau « moyen », alors que dans les autres histogrammes presque tous les niveaux de gris sont utilisés, allant quasiment du blanc au noir.

Dans les histogrammes A et C, apparaissent des « pics », un pic nettement du côté blanc (ou gris très clair), un autre du côté foncé, alors que dans l'histogramme B, les différents niveaux de gris sont utilisés de manière relativement homogène.

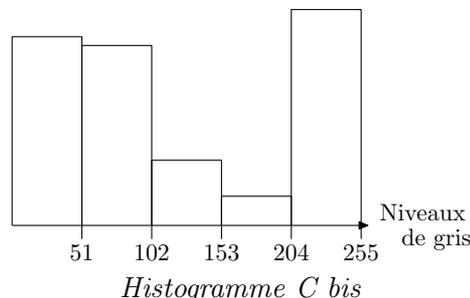
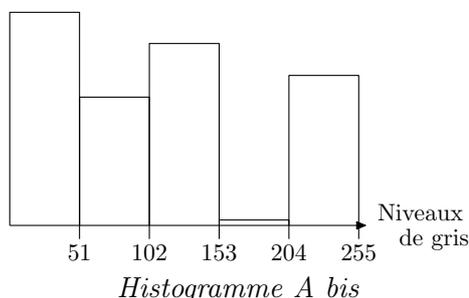
Ces deux premières remarques suggèrent que l'histogramme D est associé à la photo du tissu (presque monochrome), et l'histogramme B à celle du pommier (des fleurs très claires aux branches foncées, sans qu'aucune couleur ne soit vraiment dominante).

- Les histogrammes A et C sont donc associés aux photos de l'assiette et des pions : effectivement dans les deux cas, les couleurs vont du très clair (papier peint derrière l'assiette dans un cas, pions blancs dans l'autre) au très foncé (bord de l'assiette ou pions noirs).

Pour une comparaison plus quantitative de ces deux histogrammes, une des difficultés est liée à l'unité utilisée : l'aire totale n'est pas la même dans les deux cas. En effet, l'unité est calculée de façon à ce que l'histogramme ne dépasse pas en hauteur le cadre donné. Il peut être utile de refaire ces deux histogrammes en harmonisant les unités.



Pour chacune de ces deux images, tracer le nouvel histogramme, obtenu après regroupement des niveaux de gris par classes d'amplitude 51.



Les niveaux « moyens » de gris sont plus représentés dans l'histogramme A que dans l'histogramme C, ce qui amène à penser que l'histogramme A est associé à la photo des pions, les niveaux « moyens » de gris correspondant au fond de la planche de jeu.

 **D'après les données précédentes, l'image associée à l'histogramme A contient 26,8% de gris avec des niveaux compris entre 102 et 153. À votre avis, à quelle partie de l'image cela correspond-il ?**

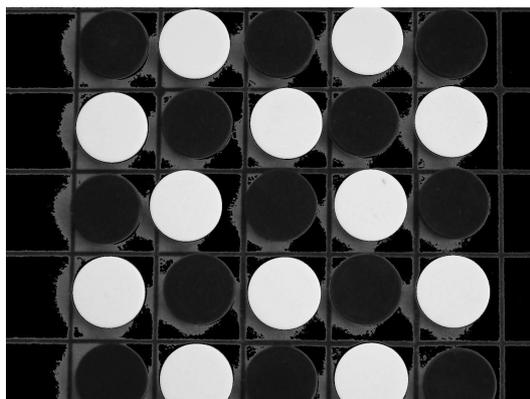
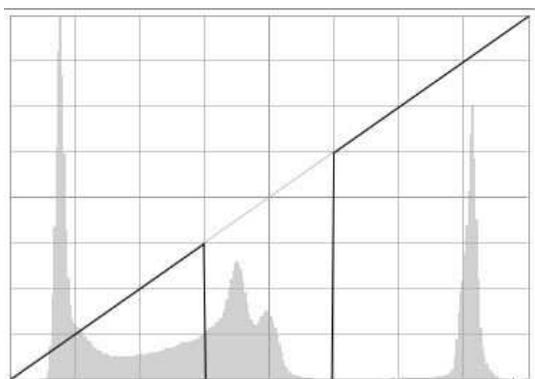
Pour vérifier que les niveaux « moyens » de gris correspondent bien au fond de la planche de jeu, nous allons transformer, dans l'image des pions, tous les pixels ayant un niveau de gris moyens en des pixels noirs (de code 0). Pour cela :

- Ouvrir le fichier « Pions1.eps » avec le logiciel de traitement d'images GIMP.
- Mettre cette image en niveaux de gris (menu « Image/Mode »).
- Dans le menu Couleurs, choisir « Courbes ».

Il apparaît alors l'histogramme des niveaux de gris de l'image, ainsi qu'une courbe superposée à l'histogramme. Les différents niveaux de gris (de 0 à 255) sont en abscisse, un trait vertical étant tracé toutes les 32 unités. La courbe (initialement un segment de droite qui se superpose à la diagonale du rectangle) a pour équation $y = f(x)$, où la variable x représente les niveaux de gris de la photo initiale, et $f(x)$ les niveaux de gris de l'aperçu sur l'écran.

Au début, la courbe a pour équation $y = x$, ainsi, ce que l'on voit sur l'aperçu est strictement identique à la photo. Pour transformer les niveaux de gris en noir, on transforme la courbe de façon à ce que tous les niveaux de gris moyens (de code compris entre 96 et 160) deviennent noirs (de code 0).

On obtient ainsi l'aperçu ci-dessous qui confirme que les niveaux moyens de gris correspondent au fond de la planche de jeu :



 **En annexe 2 sont données quatre fonctions et quatre images : retrouver les paires.**

• **Remarques sur les fonctions associées aux différentes courbes proposées :**

- Courbe A : la fonction éclaircit chaque pixel puisque la courbe A se situe au-dessus de la droite d'équation $y = x$. En particulier, les niveaux de gris très clairs (associés au papier peint) sont transformés en blanc (niveau 255).
- Courbe B : la fonction noircit les pixels déjà foncés, et éclaircit légèrement le reste.
- Courbe C : la fonction transforme le blanc en noir, le noir en blanc, ..., elle transforme une image en son négatif.
- Courbe D : la fonction atténue les contrastes puisque tous les pixels initialement compris entre 32 et 210 sont transformés en des pixels compris entre 96 et 160.

• Ces remarques préliminaires permettent d'associer courbes et aperçus de la façon suivante :

Courbe A : Aperçu 1 - Courbe B : Aperçu 4 - Courbe C : Aperçu 2 - Courbe D : Aperçu 3

2 FICHE ÉLÈVE (2)



Une image donnée par sa matrice

- L'image « MIRE » est composée de 64×20 , soit 1280 pixels.
 - La résolution est donnée ici en « Points par Pouce », ou en anglais « Dots per Inch » (DPI en abrégé). Un pouce correspond à environ 2,54 cm.
La longueur de l'image serait donc égale à $\frac{64 \times 2,54}{72}$ cm, soit environ 2,3 cm, et la « hauteur » serait égale à $\frac{20 \times 2,54}{72}$ cm, soit environ 0,7 cm.
 - Les dimensions de l'image sont des fonctions décroissantes de la résolution en DPI.
 - L'image « MIRE » est un dégradé de bandes verticales, allant d'un gris très foncé presque noir, à un gris très clair, presque blanc.
- Chacune des 8 classes a ici le même effectif, égal à 160.
 - L'histogramme est donc constitué de rectangles tous de la même hauteur.



Transformation d'une image

1. Premier exemple

En gardant les mêmes classes que précédemment, chacune des 8 classes a encore le même effectif, égal à 160, et l'histogramme est à nouveau constitué de rectangles tous de la même hauteur.

La fonction f_1 transforme le blanc en noir, le noir en blanc, ..., c'est la fonction représentée par la courbe C (annexe 2) qui transforme une image en son négatif.

2. Deuxième exemple

La fonction est ici donnée par sa courbe, il n'y a plus que 4 niveaux de gris utilisés après transformation. On obtient quatre rectangles, d'un gris assez foncé à gauche, à un gris très clair à droite.

Pour écrire la matrice de MIRE-2, on peut utiliser une formule avec la fonction « SI » du tableur. Mais il est plus simple pour les élèves de traiter séparément les 4 cas.



Visualisation de l'image associée à une matrice avec le logiciel SCILAB

En utilisant la fonction « imshow », on peut visualiser l'image associée à une matrice : voir le document intitulé « MIRE.sce ».

Pour avoir accès à cette fonction, avec la version 5.2 de Scilab, il faut avoir au préalable installé le module SIVP (Scilab Images and Video Processing), et l'activer au démarrage de Scilab. À l'heure où ce document est écrit, ceci n'est pas encore possible avec le système MacOS.

3. Autres exemples

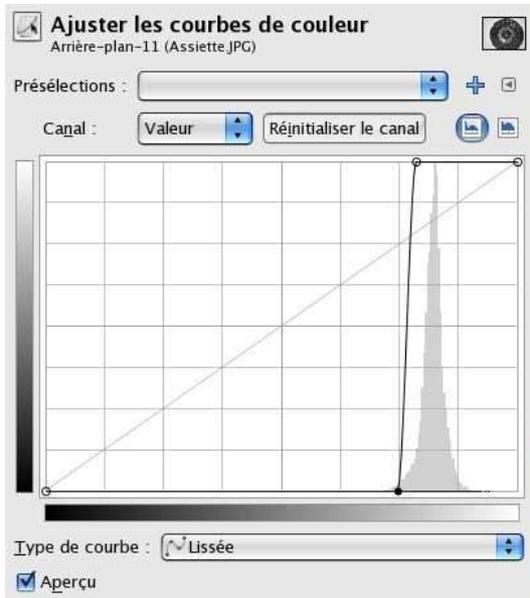
- La fonction f_3 définie par $f_3(x) = x$, représentée par la première diagonale a ici un rôle intéressant : elle apparaît lorsque l'on fait apparaître les histogrammes dans le menu « Couleurs/Courbes ». Lorsque l'on applique une fonction dont la courbe se situe au dessus de celle-ci, on éclaircit l'image, alors que si l'on applique une fonction dont la courbe se situe au dessous de celle-ci, on assombrit l'image.
- Le fait de tracer la représentation graphique de f_4 dans le repère précédent permet de se rendre compte que la courbe de f_4 se situe en dessous de celle de f_3 et donc que cette fonction assombrit l'image. Le coefficient $(\frac{1}{255})$ a été mis de façon à ce que les images des nombres compris entre 0 et 255 soient comprises entre 0 et 255. Pour que ces images soient des nombres entiers, il faudrait prendre la partie entière de $\frac{x^2}{255}$.
- Cette fonction atténue les contrastes, puisque toutes les images sont comprises dans l'intervalle [101 ; 153].
- Il suffit de choisir une fonction dont la représentation graphique se situe au dessus de celle de f_3 . Si l'on veut donner une expression possible, on peut par exemple prendre la fonction affine par morceaux définie par $g(x) = 2x$ sur $[0 ; 102]$, puis $g(x) = \frac{1}{3}x + 170$ sur $[102 ; 255]$.

3 FICHE ÉLÈVE (3)

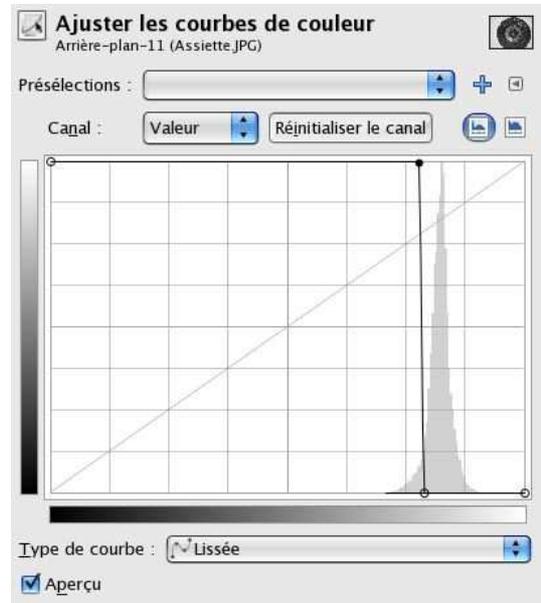


Augmenter le contraste pour mieux voir les détails

En faisant afficher l'histogramme, puis en déplaçant les curseurs, on peut voir que les niveaux de gris des 20 000 pixels sélectionnés sont compris entre 180 et 239. Les niveaux de gris les plus petits (les plus foncés) correspondent à la trace. Pour accentuer les contrastes, on peut utiliser une fonction qui transforme en noir (ou gris très foncé) la trace, et en blanc (ou gris très clair) le fond de l'image. Ou bien le contraire, une fonction qui transforme en blanc (ou gris très clair) la trace, et en noir (ou gris très foncé) le fond de l'image.



Fonction donnant une trace sombre sur fond clair



Fonction donnant une trace claire sur fond sombre



Jouer avec les couleurs

Il s'agit ici d'un premier contact avec le codage d'une image en couleurs. À chaque pixel est associé non plus un nombre, mais un triplet de trois nombres, et donc ce n'est plus une matrice, mais trois matrices qui sont associées à chaque image. Les deux systèmes de codage les plus utilisés pour les ordinateurs sont le système RVB (Rouge/Vert/Bleu) et le système TSL (Teinte/Saturation/Luminosité). Les imprimeurs utilisent plutôt le système CMJN (Cyan/Magenta/Jaune/Noir).

Dans le système RVB, chacun des trois nombres est un entier compris entre 0 et 255, donnant le niveau de rouge, de vert et de bleu de chaque pixel. Dans le système TSL, le premier nombre est un entier compris entre 0 et 360; les deux autres sont compris entre 0 et 100. Des formules linéaires permettent de passer de l'un à l'autre des systèmes. Pour visualiser la couleur associée à un triplet donné, dans un système ou dans l'autre, on peut, dans la boîte à outils du logiciel GIMP, changer les couleurs de premier plan et d'arrière plan (accessibles depuis la boîte à outils).



Un message secret

En affichant les trois histogrammes associés à cette image, on peut se rendre compte que les 1 920 000 pixels qui la constituent ont le même niveau de vert (128) et le même niveau de bleu (193). En revanche, en rouge, 2091 pixels ont le niveau 127, et les autres le niveau 128. On peut appliquer à cette image une fonction qui transforme en 0 tous les niveaux de bleu, puis une autre fonction qui transforme également tous les niveaux de vert en 0. L'image devient alors rouge, et pour différencier les pixels de niveaux 127 de ceux de niveaux 128, on peut utiliser une fonction qui transforme en 0 tous les pixels compris entre 0 et 127, et en 255, tous ceux compris entre 128 et 255. Un message apparaît alors, signé « CESAR25 » pour signifier qu'il a été codé avec un décalage des lettres de l'alphabet de 25. Il ne reste plus qu'à le décoder.