

Master : Systèmes d'Information Décisionnels et Imagerie

Module : Traitement Numérique d'images

Année universitaire : 2022/2023

Projet sous le thème :

Segmentation d'images

Réalisé par :

- Sihame BOUTAHRI
- OMAYMA SENHOU

Encadré par :

- Prof. Ahmad EL ALLAOUI

Table de matières

Table de matières	2
Liste de figures.....	3
Introduction :.....	1
I. Définition de traitement d'image :.....	1
II. Définition d'image :	1
III. Types d'images :.....	1
IV. Caractéristiques d'une image numérique :	2
1. Dimension :.....	2
2. Résolution :.....	2
3. Bruit :.....	3
4. Histogramme :	3
5. Contraste :	3
6. Luminance :	4
Chapitre 1 :	5
Transformation et égalisation	5
I. Transformation géométrique :	5
1. Définition :	5
2. Transformations euclidiennes :	5
3. Les homothéties	6
4. Le cisaillement (shear):.....	9
5. Transformations similaire :.....	10
6. Transformations projective :	11
7. Transformations affines :	12
II. Egalisation d'image :	13
1. Définition :	13
2. But :	13
3. Etapes d'égalisation :	14
Chapitre 2 :	17
Mise en œuvre de l'application	17
I. Composantes de l'interface d'application :	17
1. Application d'égalisation sur l'image :	18
2. Application de transformations géométriques sur l'image :	20

Liste de figures

FIGURE 1:EXEMPLES D'IMAGES.....	1
FIGURE 2: IMAGE MATRICIELLE.....	2
FIGURE 3: IMAGE VECTORIELLE.	2
FIGURE 4: HISTOGRAMME D'IMAGE.....	3
FIGURE 5: TRANSFORMATION EUCLIDIENNE (RIGIDE).....	6
FIGURE 6: TRANSFORMATION WINDOW- VIEWPORT.....	7
FIGURE 7: DECOMPOSITION DE TRANSFORMATION WINDOW- VIEWPORT	7
FIGURE 8: ZOOM LOCAL.....	8
FIGURE 9:CISAILLEMENT D'IMAGE.....	10
FIGURE 10: IMAGE ORIGINAL AVANT LA TRANSFORMATION SIMILAIRE.....	10
FIGURE 11: IMAGE APRES LA TRANSFORMATION SIMILAIRE.....	11
FIGURE 12: IMAGE ORIGINAL AVANT L'APPLICATION DE LA TRANSFORMATION PROJECTIVE.....	11
FIGURE 13 : IMAGE ORIGINAL APRES L'APPLICATION DE LA TRANSFORMATION PROJECTIVE.....	12
FIGURE 14: COMPOSITION DES TRANSFORMATIONS AFFINES.	12
FIGURE 15: TRANSFORMATIONS AFFINES.....	13
FIGURE 16: EGALISATION D'HISTOGRAMME.....	14
FIGURE 17 : IMAGE DE 5X5 PIXELS	14
FIGURE 18: HISTOGRAMME DE L'IMAGE SOUS FORME DE TABLEAU.	15
FIGURE 19 : HISTOGRAMME SOUS FORME D'UN DIAGRAMME BATON.....	15
FIGURE 20: INTERFACE DE L'APPLICATION.....	17
FIGURE 21: CONVERSION D'IMAGE EN NIVEAU DE GRIS.....	18
FIGURE 22: RESULTAT DE CONVERSION EN NIVEAU DE GRIS.....	18
FIGURE 23: TRANSFORMATIONS GEOMETRIQUES SUR L'IMAGE.	20
FIGURE 24: TRANSFORMATION RIGIDE.....	21
FIGURE 25: CISAILLEMENT D'IMAGE.	21
FIGURE 26: CHANGEMENT D'ECHELLE D'IMAGE.....	22
FIGURE 27: TRANSFORMATION AFFINE SUR L'IMAGE.	22
FIGURE 28: EGALISATION D'HISTOGRAMME DE L'IMAGE.	20
FIGURE 29: CALCUL D'HISTOGRAMME DE L'IMAGE ORIGINAL.....	19
FIGURE 30: CALCUL D'HISTOGRAMME EGALISE.....	19

Introduction :

I. Définition de traitement d'image :

Le traitement d'images est une branche du traitement de signal dédiée aux images et vidéo.

Le traitement d'images numériques désigne l'ensemble des techniques permettant de modifier une image numérique afin d'améliorer ou d'en extraire des informations.

De ce fait, le traitement d'images est l'ensemble des méthodes et techniques opérant sur celles-ci, dans le but de rendre cette opération possible, plus simple, plus efficace et plus agréable, d'améliorer l'aspect visuel de l'image et d'en extraire des informations jugées pertinentes.

II. Définition d'image :

Une image est une représentation planaire d'un objet quelconque.

Mathématiquement, c'est une fonction bidimensionnelle de la forme $f(x, y)$, où l'amplitude de f est appelée intensité (ou niveau de gris) de l'image au point de coordonnées (x, y) .

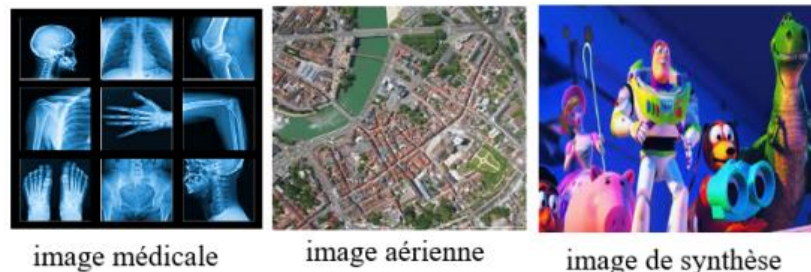


FIGURE 1:EXEMPLES D'IMAGES.

III. Types d'images :

✚ **Images matricielles** : C'est une image numérique formée d'une multitude de points de couleur (pixels), et représentée sur une grille dotée de deux axes, X et Y. Ce type d'image est adapté à l'affichage sur écran mais peu adapté pour l'impression car bien souvent la résolution est faible.

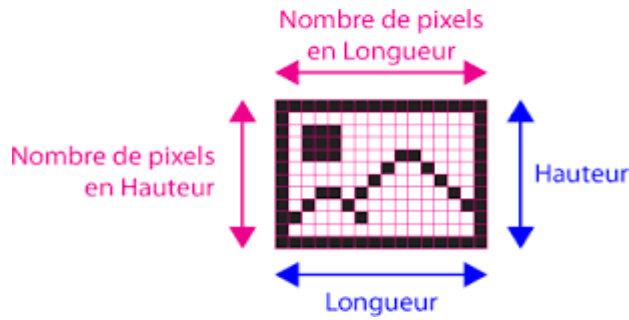


FIGURE 2: IMAGE MATRICIELLE.

- Images vectorielles :** C'est une image numérique composée de plusieurs objets géométriques individuels (droites, polygones, arcs de cercle). L'image vectorielle est créée à partir d'équations mathématiques. Chaque forme dépend de plusieurs paramètres (hauteur, largeur, rayon) donnés à des vecteurs. Cela permet alors d'agrandir l'image indéfiniment sans perte de qualité et d'obtenir un faible encombrement.

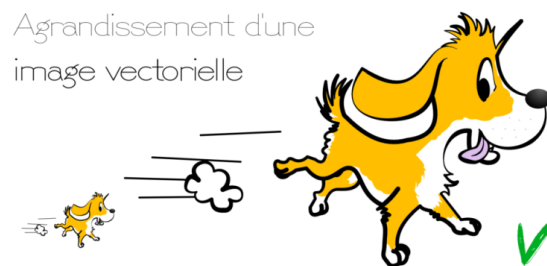


FIGURE 3: IMAGE VECTORIELLE.

IV. Caractéristiques d'une image numérique :

L'image est un ensemble structuré d'informations caractérisé par les paramètres suivants :

1. Dimension :

Les dimensions d'une image correspondent à sa taille, exprimée en pixel, par exemple : 600px x 200px.

Pour rappel, les pixels sont un ensemble de points qui constituent une image.

2. Résolution :

C'est la clarté de détails atteinte dans la production d'images. Sur les moniteurs d'ordinateurs, la résolution est exprimée en nombre de pixels par unité de mesure (pouce ou centimètre). Aussi le mot résolution désigne le nombre total de pixels affichables horizontalement ou verticalement sur un moniteur.

3. Bruit :

C'est un phénomène de brusque variation de l'intensité d'un pixel par rapport à ses voisins, il provient de l'éclairage des dispositifs optiques et électroniques du capteur.

4. Histogramme :

C'est une représentation de la distribution des intensités (ou des couleurs) de l'image. C'est un outil fondamental du traitement d'images, avec de très nombreuses applications. Les histogrammes sont aussi très utilisés en photographie et pour la retouche d'images.

Il peut être utilisé pour améliorer la qualité d'une image (Rehaussement d'image), pour diminuer l'erreur de quantification, pour comparer deux images obtenues sous des éclairages différents, ou encore pour mesurer certaines propriétés sur une image, on modifie souvent l'histogramme correspondant.

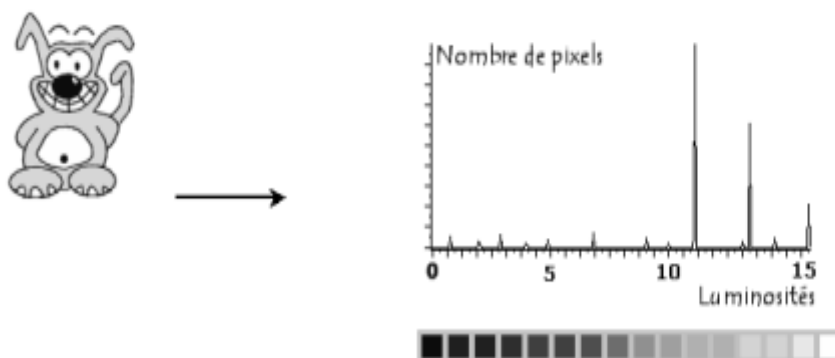


FIGURE 4: HISTOGRAMME D'IMAGE.

5. Contraste :

C'est le rapport entre les luminosités maximale et minimale d'une image ou d'un écran. Concrètement, c'est la luminosité de la zone « la plus blanche » divisée par celle de la zone « la plus noire ». Si $L1$ et $L2$ sont les degrés de luminosité respectivement de deux zones voisines $A1$ et $A2$ d'une image, le contraste C est défini par le rapport :

$$C = \frac{L1 - L2}{L1 + L2}$$

6. Luminance :

C'est le degré de luminosité des points de l'image. Elle est définie comme étant le quotient de l'intensité lumineuse d'une surface par l'aire apparente de cette surface. Une bonne luminance se caractérise par :

- ♣ **Des images lumineuses** (brillantes) ;
- ♣ **Un bon contraste** : il faut éviter les images où la gamme de contraste tend vers le blanc ou le noir ; ces images entraînent des pertes de détails dans les zones sombres ou lumineuses.
- ♣ **L'absence de parasites.**

Chapitre 1 :

Transformation et égalisation

Introduction :

Le traitement d'image est une discipline qui consiste à manipuler les images numériques pour améliorer leur qualité, extraire des informations ou les adapter à des besoins spécifiques en utilisant différentes techniques, parmi eux la transformation géométrique et l'égalisation qui sont deux techniques fondamentales qui permettent de modifier l'apparence d'une image en ajustant sa géométrie et sa distribution de luminosité.

I. Transformation géométrique :

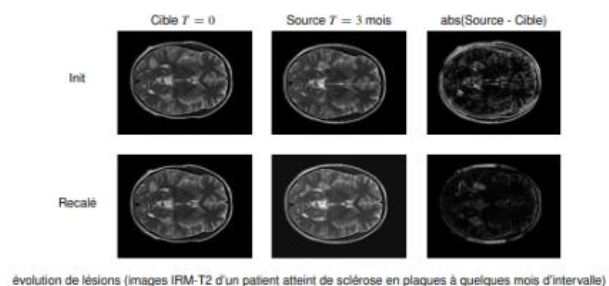
1. Définition :

La transformation géométrique d'une image est une technique qui permet de modifier sa géométrie, sa taille et sa position dans l'espace en appliquant des transformations mathématiques. Cette technique est largement utilisée en traitement d'image pour corriger les distorsions d'images, aligner des images, ajuster les tailles d'images, effectuer des panoramas, recaler les images...

Exemples :



Création de panoramas

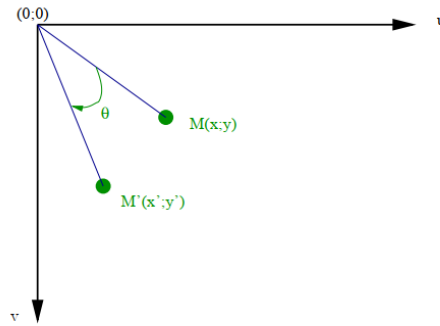


Recalage d'images

2. Transformations euclidiennes :

La transformation euclidienne ou rigide est une transformation qui préserve les distances et les angles. Ces transformations sont les compositions de rotations et translations.

Une rotation est déterminée par un centre de coordonnées (u_0, v_0) et un angle. Si un point (x, y) subit une rotation d'angle θ et de centre (u_0, v_0) , sa nouvelle position (x', y') est la suivante :



$$\begin{cases} x' = x_0 + (x - x_0) \cos(\theta) + (y - y_0) \sin(\theta) \\ y' = y_0 - (x - x_0) \sin(\theta) + (y - y_0) \cos(\theta) \end{cases}$$

Une translation est définie par un vecteur à deux coordonnées. Si un point (x,y) subit une translation (t_x, t_y) , sa nouvelle position (x',y') vérifie :

$$\begin{cases} x' = x + t_x \\ y' = y + t_y \end{cases}$$



Transformation rigide (rotation, translation)

FIGURE 5: TRANSFORMATION EUCLIDIENNE (RIGIDE).

3. Les homothéties

Les homothéties sont des changements d'échelle selon l'axe des x et l'axe des y, à partir d'une origine donnée. Une homothétie de rapports λ_x , et λ_y s'exprime par :

$$\begin{cases} x' = \lambda_x x \\ y' = \lambda_y y \end{cases}$$

Pour exprimer une homothétie de centre M_0 , on se translate à l'origine du repère puis on effectue une homothétie de centre 0 puis on effectue à nouveau une translation opposée à la première.

a) Exemple d'application :

- la transformation Window- Viewport :

C'est une application très couramment employée et qui consiste à visualiser dans une portion d'écran (Viewport) une portion du monde (Window).

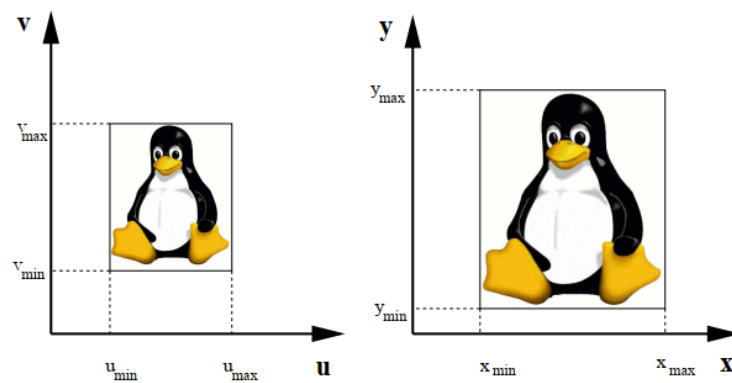


FIGURE 6: TRANSFORMATION WINDOW- VIEWPORT.

La figure ci-dessus un changement de repère et changement d'échelle. Nous allons décomposer ce changement en trois étapes (voir figure ci-dessous) :

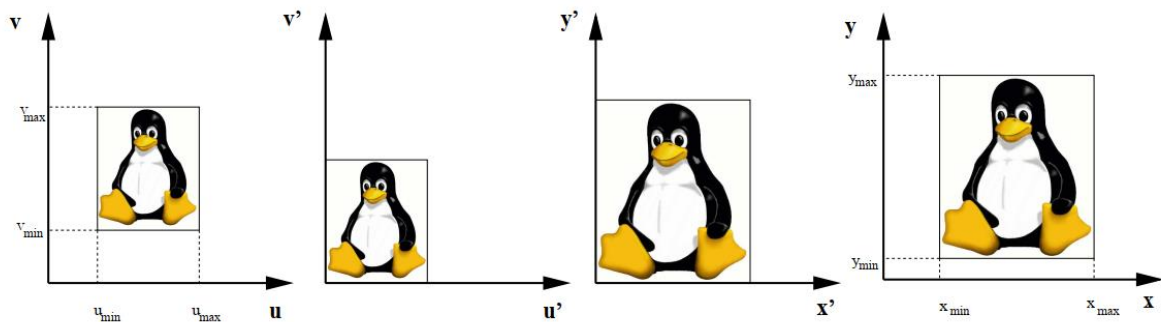


FIGURE 7: DECOMPOSITION DE TRANSFORMATION WINDOW- VIEWPORT

✚ Translation à l'origine :

$$\begin{cases} u' = u - u_{min} \\ v' = v - v_{min} \end{cases}$$

✚ Changement d'échelle :

$$\begin{cases} x' = \frac{x_{max}-x_{min}}{u_{max}-u_{min}} u' \\ y' = \frac{y_{max}-y_{min}}{v_{max}-v_{min}} v' \end{cases}$$

✚ Translation au point de coordonnées (x_{min}, y_{min}) :

$$\begin{cases} x = x' + x_{min} \\ y = y' + y_{min} \end{cases}$$

✚ Transformation complète :

Il suffit de composer les transformations précédentes.

$$\begin{cases} x = x_{min} + \frac{x_{max}-x_{min}}{u_{max}-u_{min}} (u - u_{min}) \\ y = y_{min} + \frac{y_{max}-y_{min}}{v_{max}-v_{min}} (v - v_{min}) \end{cases}$$

• Zoom local autour d'un point sélectionné :

Dans cet exemple, on désire agrandir l'image sur une fenêtre donnée (dimensions DxD) autour d'un point sélectionné (x_s, y_s) . Le facteur de zoom est prédéterminé et a pour valeur λ .

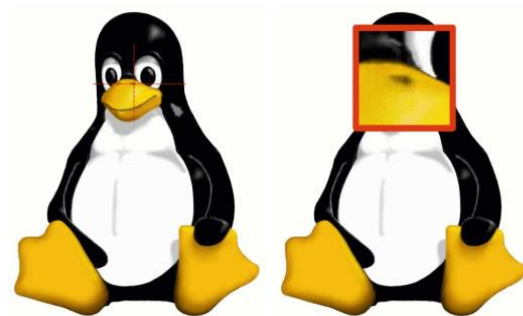


FIGURE 8: ZOOM LOCAL.

Pour déterminer l'expression de la transformation, il est nécessaire d'effectuer la composition :

✚ translation pour amener le point fixe à l'origine :

$$\begin{cases} x' = x - x_s \\ y' = y - y_s \end{cases}$$

✚ Zoom de facteur λ :

$$\begin{cases} x'' = \lambda x' \\ y'' = \lambda y' \end{cases}$$

✚ Translation pour amener l'origine au point cliqué :

$$\begin{cases} x''' = x'' + x_s \\ y''' = y'' + y_s \end{cases}$$

✚ Transformation globale :

$$\begin{cases} x''' = x_s + \lambda(x - x_s) \\ y''' = y_s + \lambda(y - y_s) \end{cases}$$

4. Le cisaillement (shear):

Le cisaillement est un étirement selon un axe. Le cisaillement selon l'axe des x ne modifie pas la coordonnée en y, et le même principe pour l'axe des y.

✚ Cisaillement selon les abscisses :

$$\begin{cases} x' = x + shx * y \\ y' = y \end{cases}$$

✚ Cisaillement selon les ordonnées :

$$\begin{cases} x' = x \\ y' = shy * x + y \end{cases}$$

✚ Cisaillement général :

$$\begin{cases} x' = x + shx * y \\ y' = shy * x + y \end{cases}$$

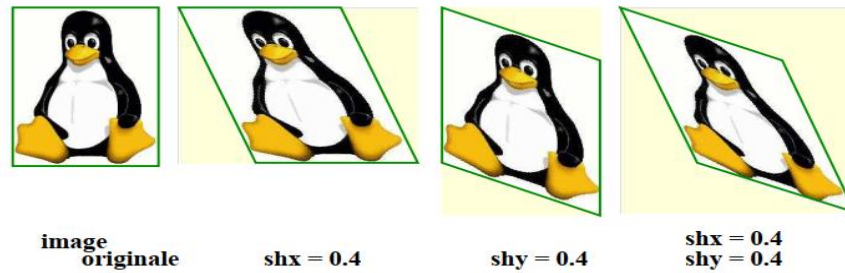


FIGURE 9: CISAILLEMENT D'IMAGE.

5. Transformations similaire :

Les transformations de similarité peuvent inclure la rotation, la mise à l'échelle isotrope et la translation, mais pas la réflexion. Les formes et les angles sont préservés. Les lignes parallèles restent parallèles et les lignes droites restent droites.

Pour Créer un objet de transformation géométrique de similarité, on spécifie l'angle de rotation, le facteur d'échelle et les montants de translation dans les directions x et y. Et le résultat de cette transformation est le suivant :

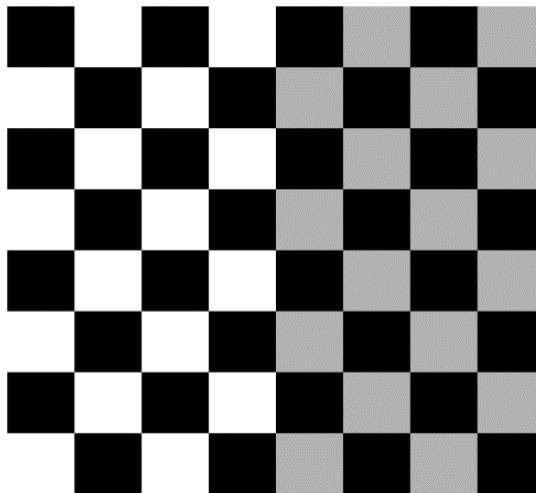


FIGURE 10: IMAGE ORIGINAL AVANT LA TRANSFORMATION SIMILAIRE.

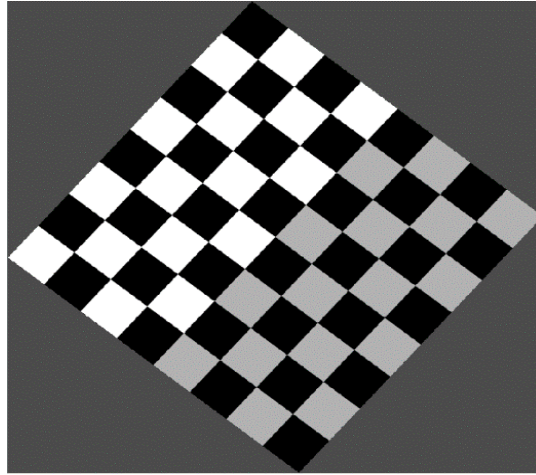


FIGURE 11: IMAGE APRES LA TRANSFORMATION SIMILAIRE.

6. Transformations projective :

Dans une transformation projective, les quadrilatères correspondent aux quadrilatères. Les lignes droites restent droites, mais les lignes parallèles ne restent pas nécessairement parallèles.

La création d'un objet de transformation géométrique projectif à partir de la matrice de transformation géométrique s'effectue en spécifiant une matrice de transformation projective générale dont les éléments de la matrice peuvent être différents, sans contrainte sur la dernière ligne.

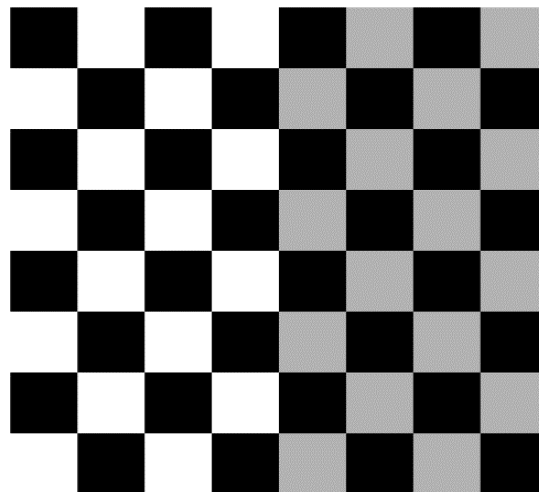


FIGURE 12: IMAGE ORIGINAL AVANT L'APPLICATION DE LA TRANSFORMATION PROJECTIVE.

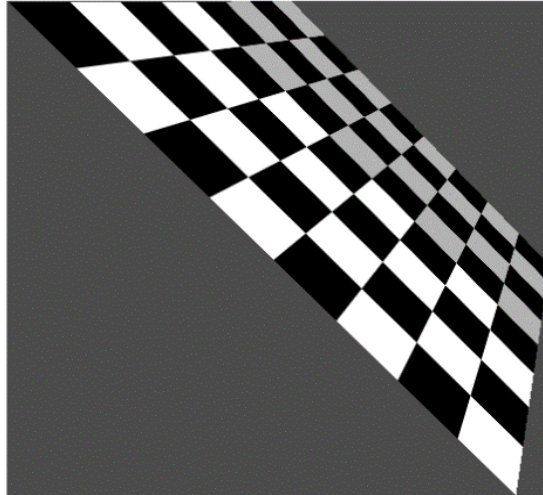


FIGURE 13 : IMAGE ORIGINAL APRES L'APPLICATION DE LA TRANSFORMATION PROJECTIVE.

7. Transformations affines :

Les transformations affines préservent le plan affine et le parallélisme de droites. Elles sont composées de translation, rotation, changement d'échelle (scaling) et cisaillement (shear).

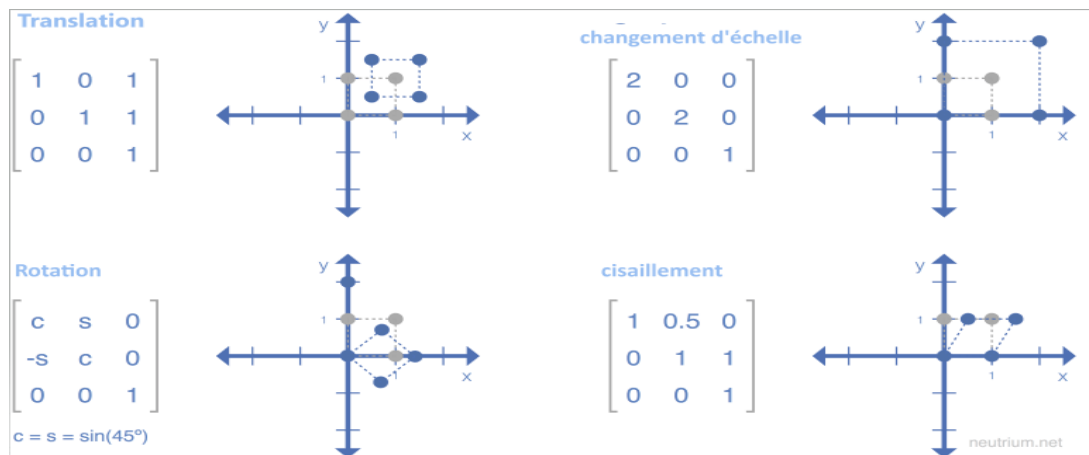


FIGURE 14: COMPOSITION DES TRANSFORMATIONS AFFINES.

Les transformations affines sont généralement appliquées par l'utilisation d'une matrice de transformation M et de son inverse M^{-1} . Par exemple, pour appliquer une transformation affine à un point tridimensionnel, P pour la transformer en point Q , nous avons la relation suivante :

$$\begin{pmatrix} Q_x \\ Q_y \\ Q_z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Avec :

Q : Un point transformé avec des coordonnées (Qx,Qy,Qz).

P : Un point avant la transformation qui a des coordonnées (Px,Py,Pz).

M : La matrice de transformation.

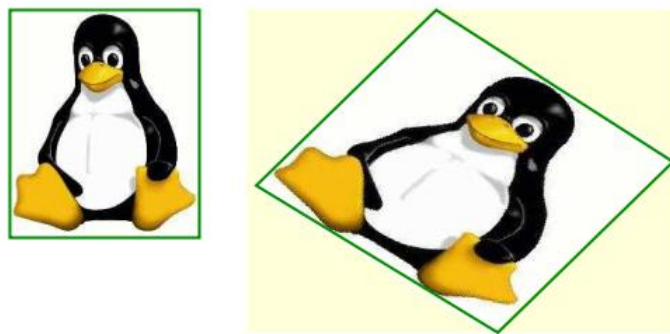


FIGURE 15: TRANSFORMATIONS AFFINES.

II. Egalisation d'image :

1. Définition :

L'égalisation d'histogramme est une méthode d'ajustement du contraste d'une image numérique qui utilise l'histogramme. Elle consiste à appliquer une transformation sur chaque pixel de l'image, et donc d'obtenir une nouvelle image à partir d'une opération indépendante sur chacun des pixels.

2. But :

L'égalisation d'histogramme a pour but de mieux répartir les intensités sur l'ensemble de la plage de valeurs possibles, en « étalant » l'histogramme pour qu'il devienne constant après l'égalisation.

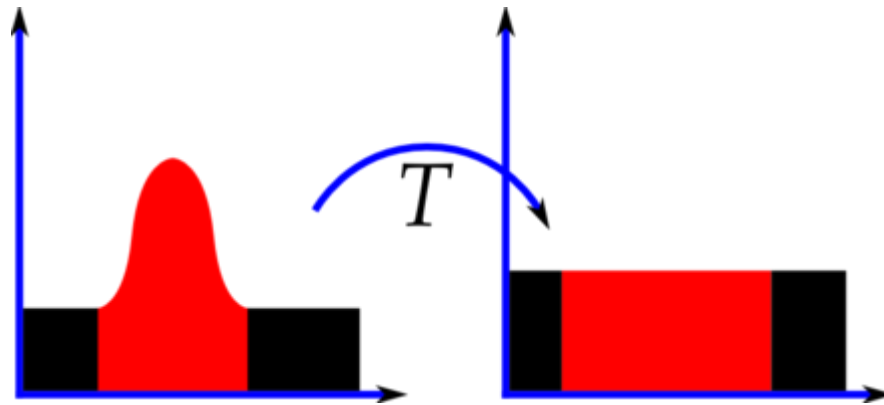


FIGURE 16: EGALISATION D'HISTOGRAMME.

3. Etapes d'égalisation :

Pour améliorer le contraste global d'une image. La technique d'égalisation redistribue les valeurs de luminosité dans l'image de manière à ce que l'histogramme résultant soit uniforme. Pour appliquer cette technique voici les étapes détaillées avec les relations mathématiques correspondantes :

1. Calcul de l'histogramme :

L'histogramme de l'image d'entrée est calculé en comptant le nombre de pixels pour chaque niveau de gris (0-255). On peut le représenter sous forme de tableau ou de graphique.

Par exemple, soit l'image de 5 pixels par 5 pixels de côté avec des valeurs comprises entre 0 et 4 :

0	1	2	2	3
0	1	2	2	3
0	1	2	2	4
0	1	2	2	4
0	1	2	2	4

FIGURE 17 : IMAGE DE 5x5 PIXELS

Son histogramme est une fonction qui, à chaque valeur de niveau de gris compris entre 0 et 4, associe le nombre de pixels ayant cette valeur :

Valeur de niveau de gris	0	1	2	3	4
Nombre de pixels	5	5	10	2	3

FIGURE 18: HISTOGRAMME DE L'IMAGE SOUS FORME DE TABLEAU.

Où bien, sous forme de diagramme bâton :

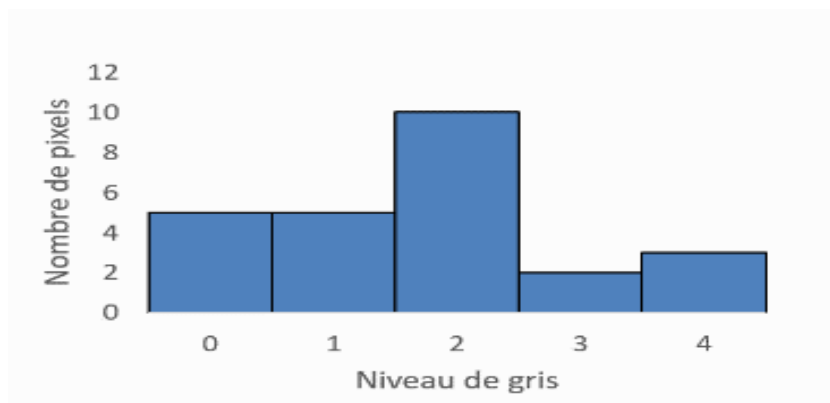


FIGURE 19 : HISTOGRAMME SOUS FORME D'UN DIAGRAMME BATON.

2. La normalisation de l'histogramme :

C'est une étape souvent utilisée dans le processus d'égalisation d'histogramme pour garantir que la transformation soit applicable à tous les pixels de l'image. La normalisation ajuste les valeurs de l'histogramme de sorte qu'elles soient dans la plage des valeurs de luminosité de l'image.

Pour une image x codée sur L niveaux, on définit n_k le nombre d'occurrences du niveau n_k . La probabilité d'occurrence d'un pixel de niveau n_k dans l'image est :

$$p_x(x_k) = p(x = x_k) = \frac{n_k}{n}, \quad 0 \leq k < L$$

Avec :

n : le nombre total de pixels de l'image.

p_x : l'histogramme normalisé sur $[0,1]$.

3. Calcul de la fonction de distribution cumulative (CDF) :

La CDF représente la probabilité cumulative d'avoir un niveau de luminosité inférieur ou égal à une certaine valeur. Elle est calculée en appliquant une transformation T qui à chaque pixel de valeur x_k de l'image d'origine associe une nouvelle valeur s_k :

$$s_k = T(x_k)$$

Avec :

$$T(x_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^{\kappa} p_x(x_j), \text{ où } \sum_{j=0}^{\kappa} p_x(x_j) \text{ est l'histogramme cumulé.}$$

4. Application de la transformation :

Pour chaque pixel de l'image d'origine, remplacez sa valeur de luminosité par la valeur correspondante dans la CDF normalisée. Cela se fait en utilisant la formule :

$$I'(x,y) = T(I(x,y)) * (L - 1)$$

Chapitre 2 :

Mise en œuvre de l'application

I. Composantes de l'interface d'application :

L'application nous permet d'améliorer la qualité visuelle et le contraste des images. Elle permet également de modifier les propriétés d'une image en appliquant diverses transformations et en ajustant la distribution des niveaux de luminosité par l'application des techniques de traitement d'images « transformation et égalisation ».

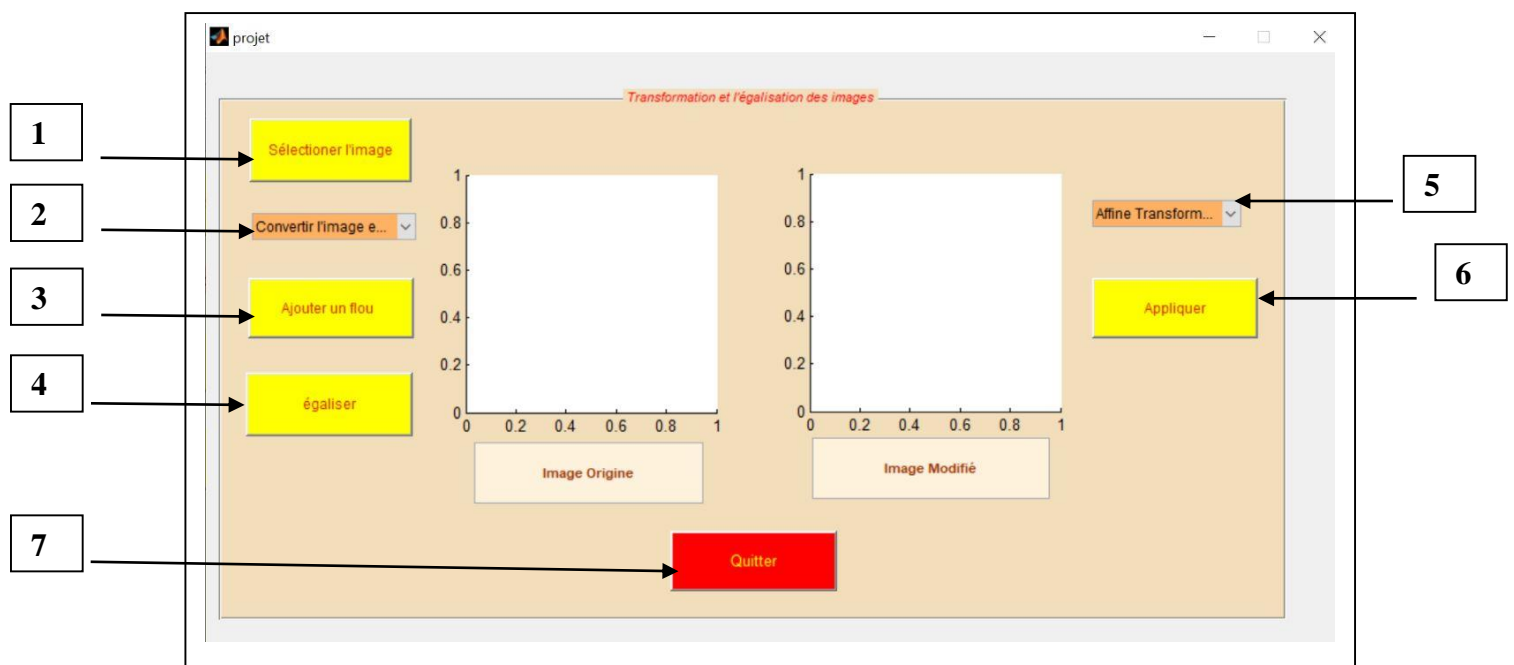


FIGURE 20: INTERFACE DE L'APPLICATION.

1 : Bouton sélectionner l'image : le bouton nous permet de sélectionner l'image à traiter, cette dernière s'affiche dans la zone blanche d'image origine.

2 : Liste de choix de traitement : la liste nous permet de choisir le traitement à appliquer sur l'image sélectionnée.

3 : Bouton ajouter un flou : le bouton nous permet d'ajouter un flou sur l'image sélectionnée.

4 : Bouton égaliser : le bouton nous permet d'appliquer la technique d'égalisation sur l'image.

5 : Liste de types de transformations géométrique : la liste nous permet de choisir le type de transformation géométrique à appliquer sur l'image.

6 : Bouton appliquer : le bouton nous permet d'appliquer la transformation choisi dans la liste sur l'image sélectionnée.

7 : *Bouton quitter* : le bouton nous permet de quitter l'application.

1. Application d'égalisation sur l'image :

Après avoir sélectionné l'image on choisit « convertir l'image en niveau de gris ».

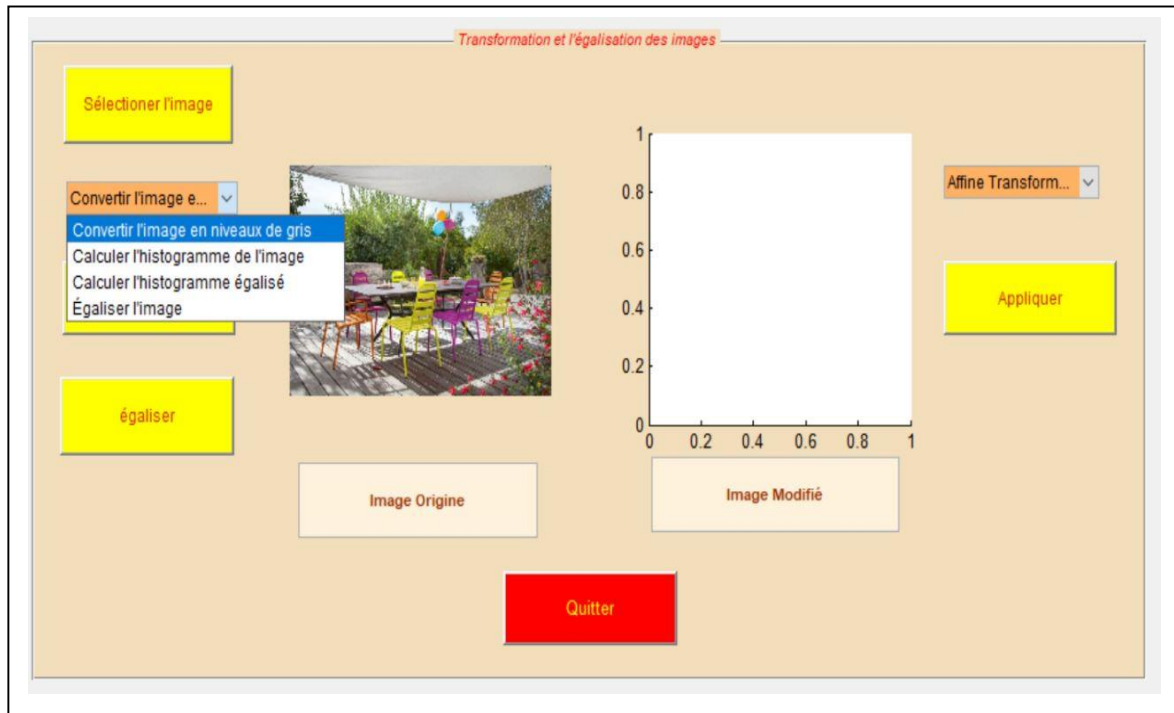


FIGURE 21: CONVERSION D'IMAGE EN NIVEAU DE GRIS.

Et le résultat c'est une image en niveau de gris comme présenté ci-dessous :

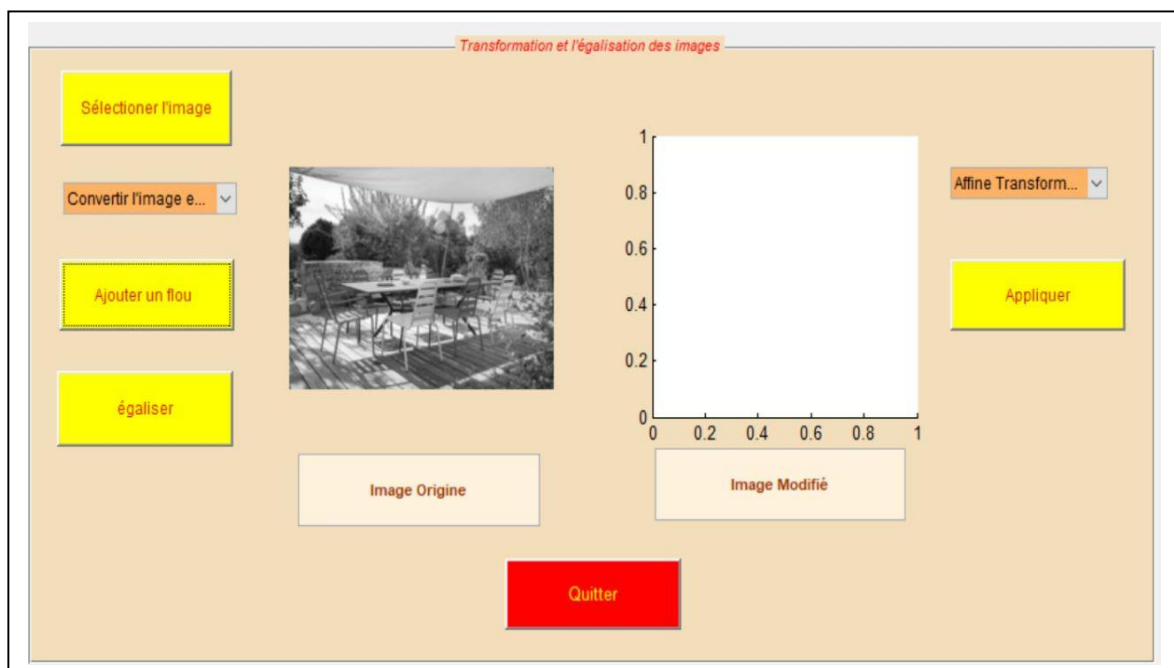


FIGURE 22: RESULTAT DE CONVERSION EN NIVEAU DE GRIS.

○ Calcul d'histogramme de l'image original :

On calcule l'histogramme de l'image.

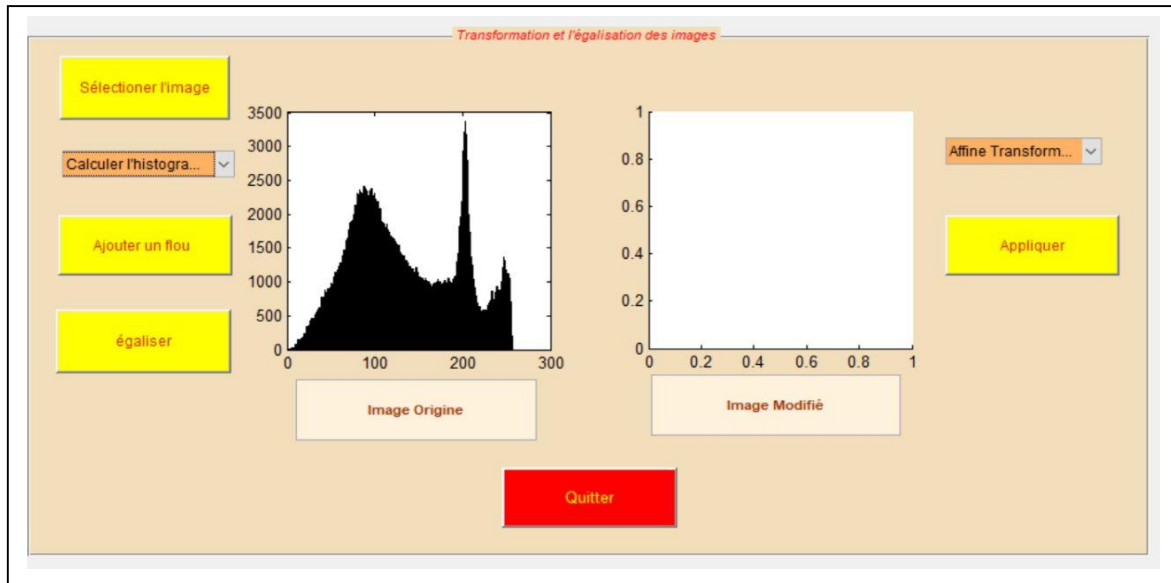


FIGURE 23: CALCUL D'HISTOGRAMME DE L'IMAGE ORIGINAL.

○ Calcul d'histogramme égalisé :

Puis on calcule l'histogramme égalisé de l'image.

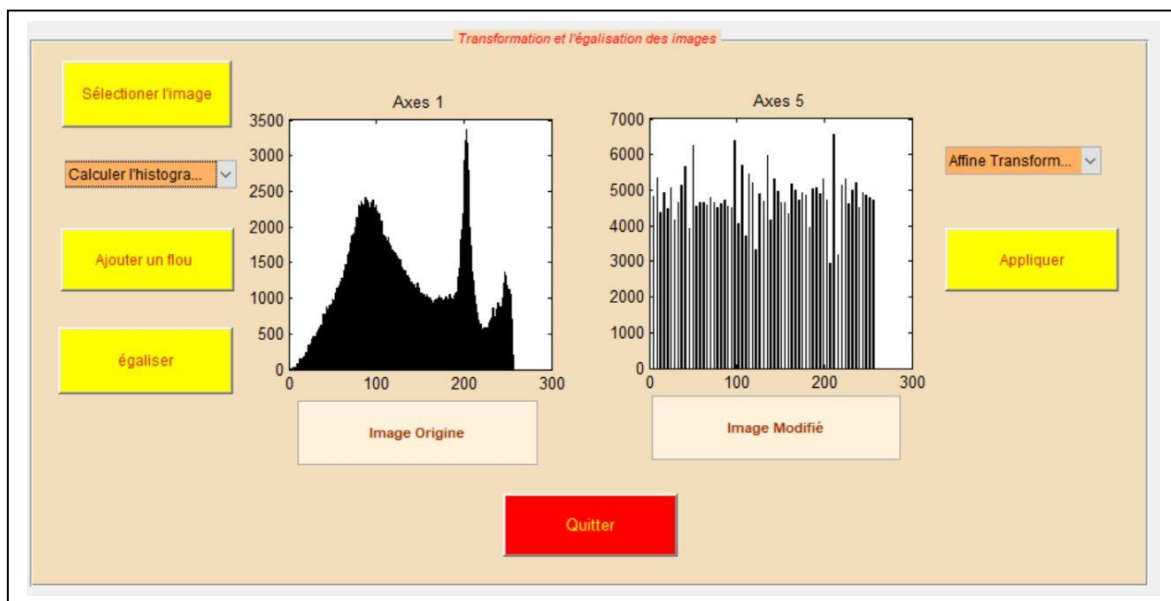


FIGURE 24: CALCUL D'HISTOGRAMME EGALISE.

○ Egalisation d'histogramme de l'image :

Et finalement l'égalisation de l'image.



FIGURE 25: EGALISATION D'HISTOGRAMME DE L'IMAGE.

2. Application de transformations géométriques sur l'image :

Après la sélection de l'image on choisit le type de transformation à appliquer sur cette dernière dans la liste.

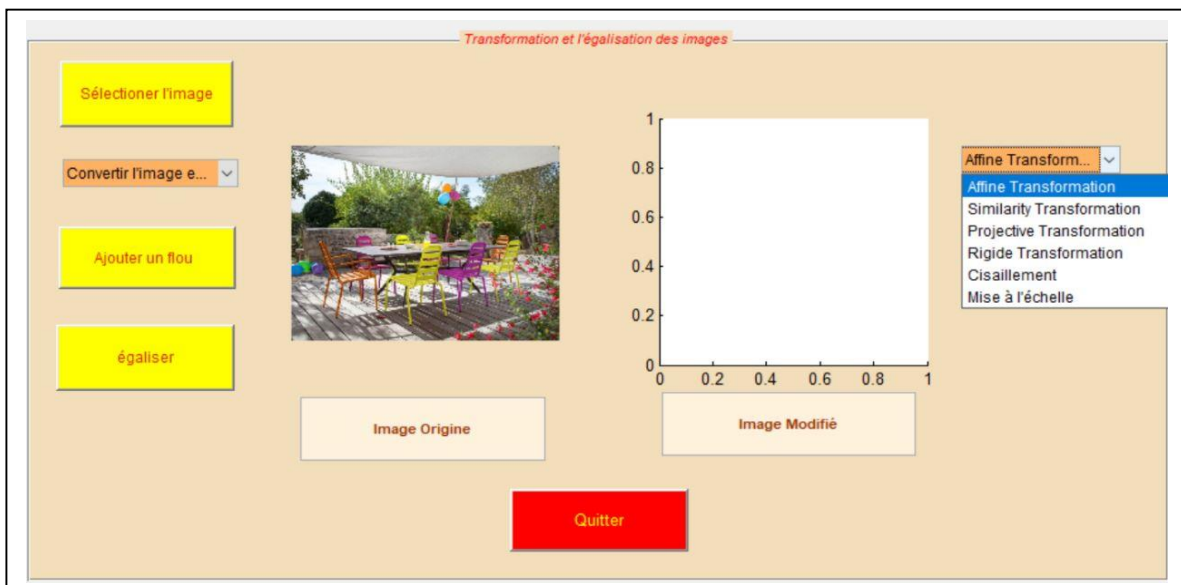


FIGURE 26: TRANSFORMATIONS GEOMETRIQUES SUR L'IMAGE.

○ Transformation rigide :

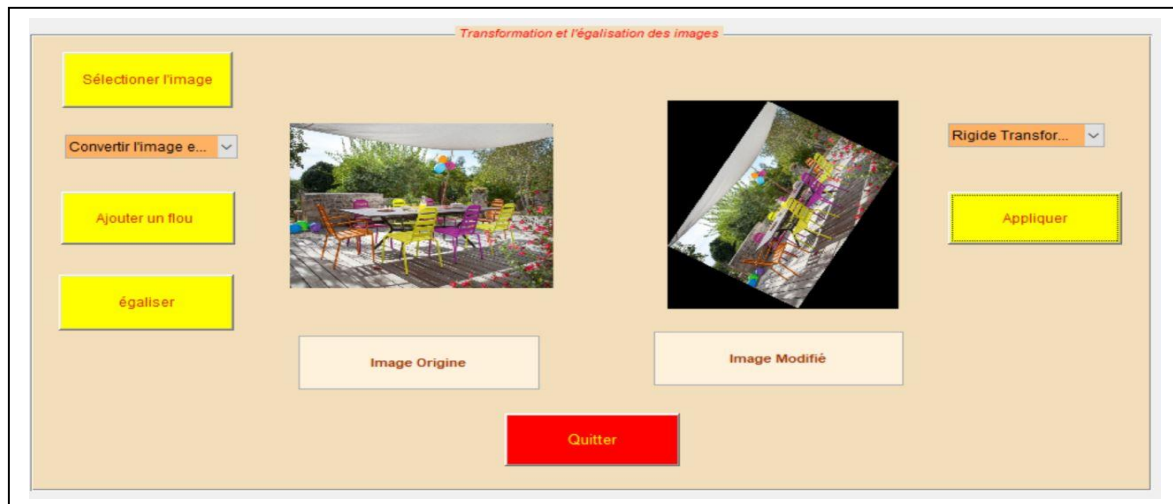


FIGURE 27: TRANSFORMATION RIGIDE.

○ Cisaillement :



FIGURE 28: CISAILLEMENT D'IMAGE.

Changement d'échelle :



FIGURE 29: CHANGEMENT D'ECHELLE D'IMAGE.

○ Transformation affine :



FIGURE 30: TRANSFORMATION AFFINE SUR L'IMAGE.