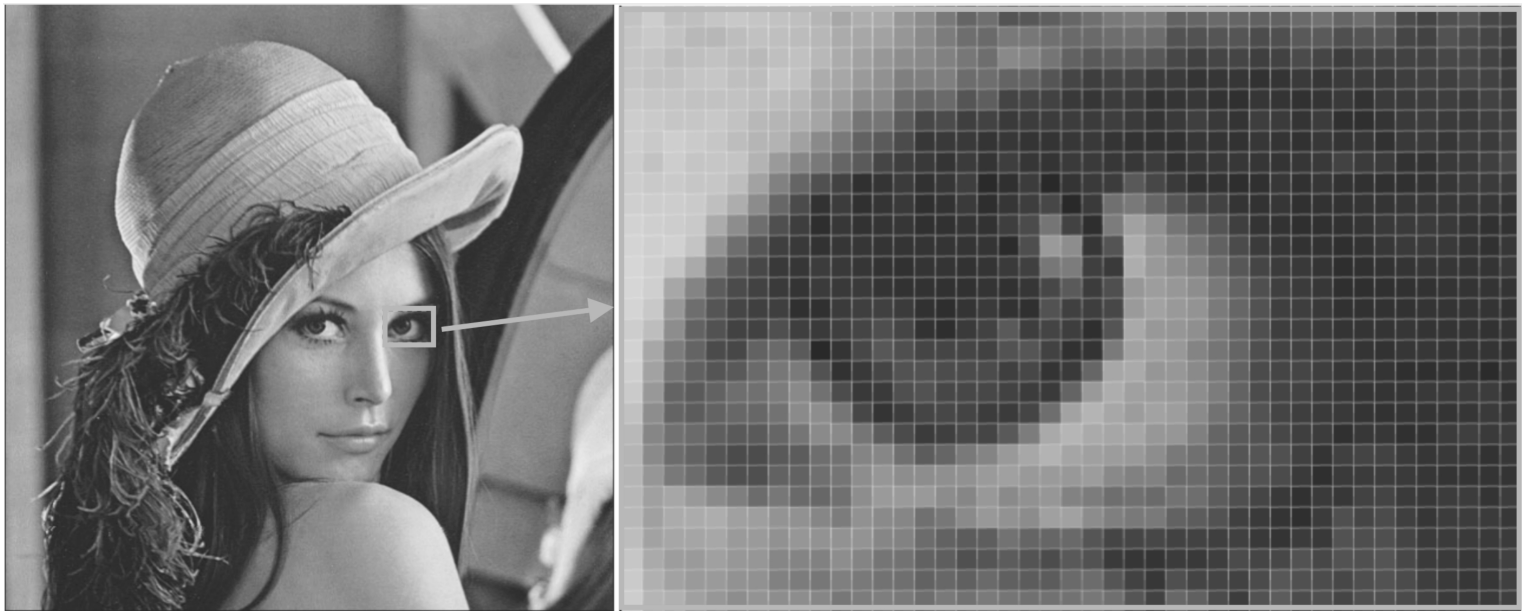
Traitement numérique de l'image
Images en niveau de gris

BCPST1 - Lycée Fénelon

Images Bitmaps

• Sur les écrans numériques modernes, une image est constituée d'un quadrillage de **pixels**, c'est à dire de petits motifs carrés de couleurs uniformes.



• Par exemple le format Full HD (ou 1080p), est constitué d'une image en 16 :9 de 1080 lignes, soit 1920×1080 pixels colorés.

Images Bitmaps

• La représentation numérique des images la plus employée, nommée **Bitmap**, consiste à stocker le tableau des pixels : sa taille ((L, H) nombres de pixels en largeur et en hauteur), son mode de représentation des couleurs, et le tableau des valeurs de ses $L \times H$ pixels.

Images Bitmaps

- La représentation numérique des images la plus employée, nommée **Bitmap**, consiste à stocker le tableau des pixels : sa taille ((L, H) nombres de pixels en largeur et en hauteur), son mode de représentation des couleurs, et le tableau des valeurs de ses $L \times H$ pixels.
- L'image peut être en **mode** (de représentation des couleurs) :

  Noir et blanc. Dans ce cas chaque pixel est représenté sur un bit, 0 pour noir, 1 pour blanc. C'est de ce mode que vient le nom "bitmap".

Images Bitmaps

- La représentation numérique des images la plus employée, nommée **Bitmap**, consiste à stocker le tableau des pixels : sa taille ((L, H) nombres de pixels en largeur et en hauteur), son mode de représentation des couleurs, et le tableau des valeurs de ses $L \times H$ pixels.
- L'image peut être en **mode** (de représentation des couleurs) :

  Noir et blanc. Dans ce cas chaque pixel est représenté sur un bit, 0 pour noir, 1 pour blanc. C'est de ce mode que vient le nom "bitmap".

  Niveau de gris. Chaque pixel est représenté sur un octet (256 valeurs) dont la valeur varie du plus obscur 0 (noir) au plus clair 255 (blanc) en passant par 254 nuances de gris.

Images Bitmaps

- La représentation numérique des images la plus employée, nommée **Bitmap**, consiste à stocker le tableau des pixels : sa taille ((L, H) nombres de pixels en largeur et en hauteur), son mode de représentation des couleurs, et le tableau des valeurs de ses $L \times H$ pixels.
- L'image peut être en **mode** (de représentation des couleurs) :

  Noir et blanc. Dans ce cas chaque pixel est représenté sur un bit, 0 pour noir, 1 pour blanc. C'est de ce mode que vient le nom "bitmap".

  Niveau de gris. Chaque pixel est représenté sur un octet (256 valeurs) dont la valeur varie du plus obscur 0 (noir) au plus clair 255 (blanc) en passant par 254 nuances de gris.

  Couleur RGB. Chaque pixel est représenté par 3 octets, chacun donnant l'amplitude des 3 couleurs fondamentales additives : R (rouge), G (vert), B (bleu). Le noir est alors $(0, 0, 0)$ et le blanc $(255, 255, 255)$.

Images Bitmaps

• La représentation numérique des images la plus employée, nommée **Bitmap**, consiste à stocker le tableau des pixels : sa taille ((L, H) nombres de pixels en largeur et en hauteur), son mode de représentation des couleurs, et le tableau des valeurs de ses $L \times H$ pixels.

• L'image peut être en **mode** (de représentation des couleurs) :

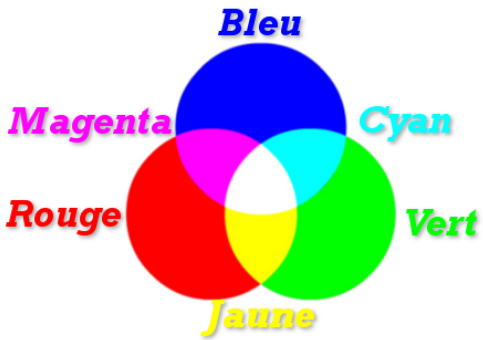
Noir et blanc. Dans ce cas chaque pixel est représenté sur un bit, 0 pour noir, 1 pour blanc. C'est de ce mode que vient le nom "bitmap".

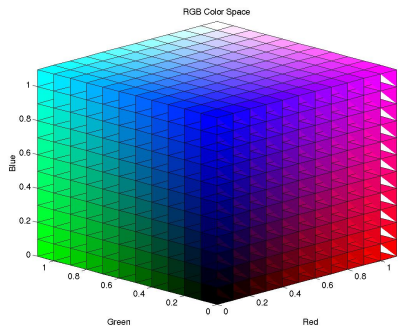
Niveau de gris. Chaque pixel est représenté sur un octet (256 valeurs) dont la valeur varie du plus obscur 0 (noir) au plus clair 255 (blanc) en passant par 254 nuances de gris.

Couleur RGB. Chaque pixel est représenté par 3 octets, chacun donnant l'amplitude des 3 couleurs fondamentales additives : R (rouge), G (vert), B (bleu). Le noir est alors $(0, 0, 0)$ et le blanc $(255, 255, 255)$.

Autres modes :

Couleurs CMYK. Couleurs soustractives : Cyan, Magenta, Jaune et Noir ; notamment pour l'impression. **etc...**





• Une image Bitmap peut être stockée sous divers formats de fichiers : BMP, PNG, GIF, JPEG, etc.. compressés ou non.

Le module Pillow pour le traitement d'image

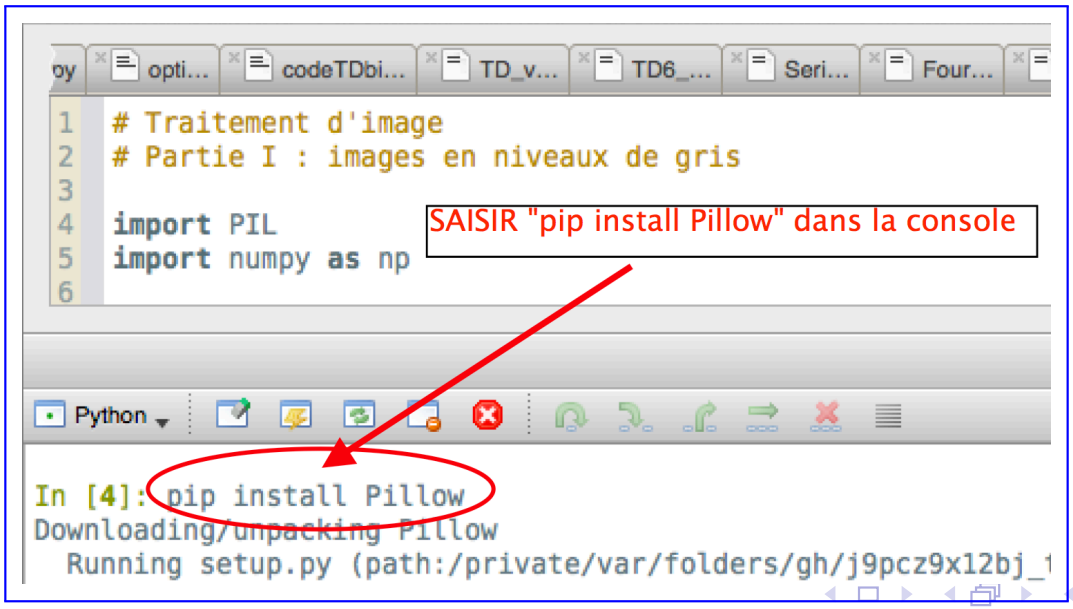
Sous python, pour le traitement d'images :

- Nous utiliserons le module Pillow (compatible python 3). C'est le successeur du module PIL qui lui n'est compatible qu'avec python 2.
- S'il n'est pas fourni dans la distribution utilisée, il faudra l'installer :
  - **Sous Windows** : package à télécharger avant de l'installer, à l'adresse :

    https://pypi.python.org/pypi/Pillow/2.0.0#downloads

  - **Sous Mac OS-X/Linux** Saisir dans la console de l'EDI :

```
pip install Pillow
```



Chargement d'une image

Voici une image en couleur au format PNG,

Que l'on stockera, selon son EDI, soit dans le répertoire courant (celui contenant le fichier du programme `python`), soit dans le répertoire utilisateur (celui portant le nom de l'utilisateur), à la racine.

Chargement d'une image

- On commence par importer le sous-module PIL.Image qui contient toutes les fonctions et méthodes qui nous seront nécessaires.

```
from PIL import Image    # Importer le sous-module PIL.Image
```

Chargement d'une image

• On commence par importer le sous-module PIL.Image qui contient toutes les fonctions et méthodes qui nous seront nécessaires.

```
from PIL import Image    # Importer le sous-module PIL.Image
```

• On crée alors un objet image à partir du fichier .png à l'aide de l'instruction :

```
img = Image.open('LenaGris.png')    # Sa fonction open() permet le chargement
```

Chargement d'une image

• On commence par importer le sous-module PIL.Image qui contient toutes les fonctions et méthodes qui nous seront nécessaires.

```
from PIL import Image    # Importer le sous-module PIL.Image
```

• On crée alors un objet image à partir du fichier .png à l'aide de l'instruction :

```
img = Image.open('LenaGris.png')    # Sa fonction open() permet le chargement
```

• L'objet-image img contient toutes les informations de l'image du fichier image.png.

```
>>> print(img)
<PIL.PngImagePlugin.PngImageFile image mode=L size=512x512 at 0x112569400>
```

Chargement d'une image

• On commence par importer le sous-module PIL.Image qui contient toutes les fonctions et méthodes qui nous seront nécessaires.

```
from PIL import Image    # Importer le sous-module PIL.Image
```

• On crée alors un objet image à partir du fichier .png à l'aide de l'instruction :

```
img = Image.open('LenaGris.png')    # Sa fonction open() permet le chargement
```

• L'objet-image img contient toutes les informations de l'image du fichier image.png.

```
>>> print(img)
<PIL.PngImagePlugin.PngImageFile image mode=L size=512x512 at 0x112569400>
>>> img.size
(512, 512)
```

L'image a pour taille 512×512 pixels (largeur $\times$ hauteur)

Chargement d'une image

• On commence par importer le sous-module PIL.Image qui contient toutes les fonctions et méthodes qui nous seront nécessaires.

```
from PIL import Image    # Importer le sous-module PIL.Image
```

• On crée alors un objet image à partir du fichier .png à l'aide de l'instruction :

```
img = Image.open('LenaGris.png')    # Sa fonction open() permet le chargement
```

• L'objet-image img contient toutes les informations de l'image du fichier image.png.

```
>>> print(img)
<PIL.PngImagePlugin.PngImageFile image mode=L size=512x512 at 0x112569400>
>>> img.size
(512, 512)
>>> img.format
'PNG'
```

L'image a pour taille 512×512 pixels (largeur $\times$ hauteur)

Le fichier est au format .png

Chargement d'une image

• On commence par importer le sous-module PIL.Image qui contient toutes les fonctions et méthodes qui nous seront nécessaires.

```
from PIL import Image    # Importer le sous-module PIL.Image
```

• On crée alors un objet image à partir du fichier .png à l'aide de l'instruction :

```
img = Image.open('LenaGris.png')    # Sa fonction open() permet le chargement
```

• L'objet-image img contient toutes les informations de l'image du fichier image.png.

```
>>> print(img)
<PIL.PngImagePlugin.PngImageFile image mode=L size=512x512 at 0x112569400>
>>> img.size
(512, 512)
>>> img.format
'PNG'
>>> img.mode
'L'
```

L'image a pour taille 512×512 pixels (largeur $\times$ hauteur)

Le fichier est au format .png

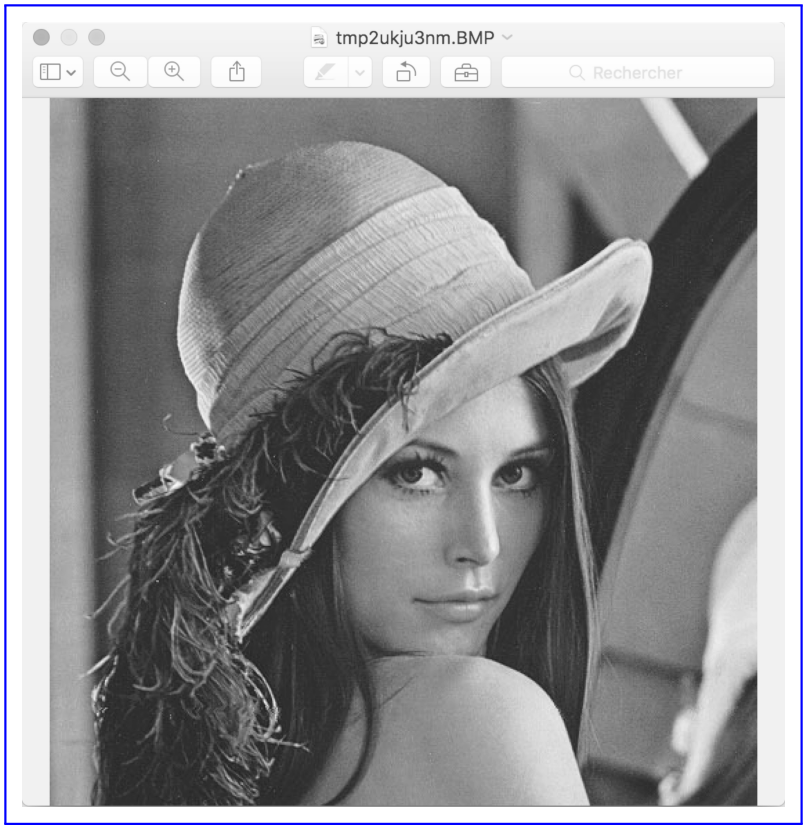
Le mode de l'image est niveau de gris (greyscaLe) : chaque pixel est constitué d'une valeur entre 0 et 255.

Chargement d'une image

Pour afficher l'image à partir de l'objet-image `img` :

```
>>> img.show()
```

affiche la fenêtre graphique :



Chargement d'une image

Les pixels de l'image sont obtenus grâce à la méthode `getdata()` ; il faut effectuer une conversion pour récupérer le tableau des valeurs de ses pixels :

```
>>> pixels_img = list(img.getdata())
```

Chargement d'une image

Les pixels de l'image sont obtenus grâce à la méthode `getdata()` ; il faut effectuer une conversion pour récupérer le tableau des valeurs de ses pixels :

```
>>> pixels_img = list(img.getdata())
>>> pixels_img[:10]
[160, 166, 162, 161, 167, 166, 164, 167, 162, 164]
```

Voila ses 10 premières valeurs : chacun est un entier entre 0 et 255 (Niveau de Gris).

Chargement d'une image

Les pixels de l'image sont obtenus grâce à la méthode `getdata()` ; il faut effectuer une conversion pour récupérer le tableau des valeurs de ses pixels :

```
>>> pixels_img = list(img.getdata())
>>> pixels_img[:10]
[160, 166, 162, 161, 167, 166, 164, 167, 162, 164]
```

Voila ses 10 premières valeurs : chacun est un entier entre 0 et 255 (Niveau de Gris).

- Les pixels sont représentés dans un tableau unidimensionnel, ligne après ligne. Le premier pixel est celui en haut à gauche de l'image, et le dernier est celui en bas à droite.

Chargement d'une image

Les pixels de l'image sont obtenus grâce à la méthode `getdata()` ; il faut effectuer une conversion pour récupérer le tableau des valeurs de ses pixels :

```
>>> pixels_img = list(img.getdata())
>>> pixels_img[:10]
[160, 166, 162, 161, 167, 166, 164, 167, 162, 164]
```

Voila ses 10 premières valeurs : chacun est un entier entre 0 et 255 (Niveau de Gris).

- Les pixels sont représentés dans un tableau unidimensionnel, ligne après ligne. Le premier pixel est celui en haut à gauche de l'image, et le dernier est celui en bas à droite.

Ainsi les 512 premiers pixels constituent la première ligne, les 512 suivants la deuxième ligne, etc..., les 512 derniers la dernière ligne.

```
>>> len(pixels_img)
262144
>>> 512 * 512
262144
```

Création d'un nouvel objet-image et sauvegarde

- Copions (slicing) la moitié de l'image du bas pour créer un nouvel objet image :

```
pixels_img_bas = pixels_img[ 512 * 256 : ]    # Copie de la moitié des lignes
```

Création d'un nouvel objet-image et sauvegarde

- Copions (slicing) la moitié de l'image du bas pour créer un nouvel objet image :

```
pixels_img_bas = pixels_img[ 512 * 256 : ]    # Copie de la moitié des lignes
demiimg = Image.new('L', (512, 256))    # Création d'un nouvel objet image
```

- La fonction `new()` prend deux paramètres : le mode (ici L) et la taille ; à ce stade elle ne contient encore aucun pixel.

Création d'un nouvel objet-image et sauvegarde

- Copions (slicing) la moitié de l'image du bas pour créer un nouvel objet image :

```
pixels_img_bas = pixels_img[ 512 * 256 : ]    # Copie de la moitié des lignes
demiimg = Image.new('L', (512, 256))    # Création d'un nouvel objet image
demiimg.putdata(pixels_img_bas)    # Insertion de son tableau de pixels
```

- La fonction `new()` prend deux paramètres : le mode (ici L) et la taille ; à ce stade elle ne contient encore aucun pixel.
- La méthode `putdata()` permet de définir les pixels d'une image.

Création d'un nouvel objet-image et sauvegarde

- Copions (slicing) la moitié de l'image du bas pour créer un nouvel objet image :

```
pixels_img_bas = pixels_img[ 512 * 256 : ]    # Copie de la moitié des lignes
demiimg = Image.new('L', (512, 256))    # Création d'un nouvel objet image
demiimg.putdata(pixels_img_bas)    # Insertion de son tableau de pixels
demiimg.show()    # Affichage
```

- La fonction `new()` prend deux paramètres : le mode (ici L) et la taille ; à ce stade elle ne contient encore aucun pixel.
- La méthode `putdata()` permet de définir les pixels d'une image.
- L'affichage produit :

Création d'un nouvel objet-image et sauvegarde

- Copions (slicing) la moitié de l'image du bas pour créer un nouvel objet image :

```
pixels_img_bas = pixels_img[ 512 * 256 : ]    # Copie de la moitié des lignes
demiimg = Image.new('L', (512, 256))    # Création d'un nouvel objet image
demiimg.putdata(pixels_img_bas)    # Insertion de son tableau de pixels
demiimg.show()    # Affichage
```

- La fonction `new()` prend deux paramètres : le mode (ici L) et la taille ; à ce stade elle ne contient encore aucun pixel.
- La méthode `putdata()` permet de définir les pixels d'une image.
- L'affichage produit :

- On peut alors sauvegarder un nouveau fichier image, `Demi_img.png` :

```
demiimg.save('Demi_img.png', format='PNG')
```

Obtention de l'image en négatif

Obtention de l'image "en négatif" :

Pour cela changer la valeur de chaque pixel en 255-pixel : 0 (noir) devient 255 (blanc) et réciproquement : (*i.e.* appliquer la bijection $x \mapsto 255 - x$ de $[[0, 255]]$ sur lui-même).

```
pixels_negatif = pixels_img[:]
for k in range(len(pixels_negatif)):
    pixels_negatif[k] = 255 - pixels_negatif[k]
img_negatif = Image.new('L', (512,512))
img_negatif.putdata(pixels_negatif)
img_negatif.show()
```

Obtention de l'image en négatif

Obtention de l'image "en négatif" :

Pour cela changer la valeur de chaque pixel en 255-pixel : 0 (noir) devient 255 (blanc) et réciproquement : (*i.e.* appliquer la bijection $x \mapsto 255 - x$ de $[[0, 255]]$ sur lui-même).

```
pixels_negatif = pixels_img[:]
for k in range(len(pixels_negatif)):
    pixels_negatif[k] = 255 - pixels_negatif[k]
img_negatif = Image.new('L', (512,512))
img_negatif.putdata(pixels_negatif)
img_negatif.show()
```

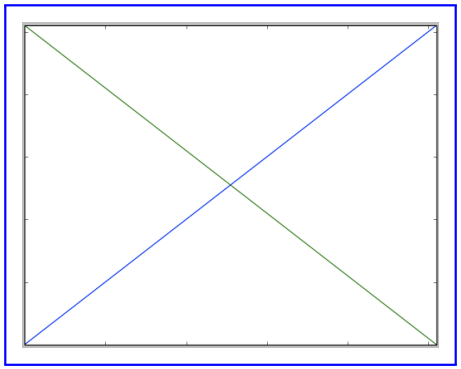
- ou plus simplement en appliquant la méthode point() qui permet d'appliquer au tableau de ses pixels une fonction mathématique pixel par pixel :

```
# Application x --> 255 - x appliquée à chaque pixel ;
def inversion(x):     return 255-x
# Le résultat est affecté à un nouvel objet-image
img_negatif = img.point(inversion)
img_negatif.show()
```

Image "en négatif"

Image originale

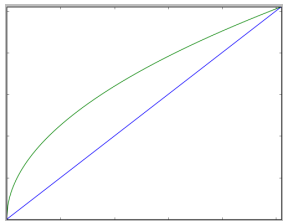
Image en négatif : $x \mapsto 255 - x$



Eclaircissement de l'image

- Pour éclaircir une image il faut augmenter la valeur de chaque pixel.
- Il faut considérer une bijection de $[0, 255]$ dans lui même qui soit croissante et concave (c'est à dire à dérivée positive et décroissante), par exemple :

$$x \mapsto 255 \cdot \sqrt{\frac{x}{255}}$$



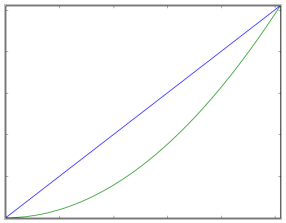
```
def eclaircir(x):
    return 255*(x/255)**0.5

imgEclaircie = img.point(eclaircir)
imgEclaircie.show()
```

Obscurcissement de l'image

• Pour obscurcir l'image appliquons à ses pixels un bijection croissante et convexe (à dérivée positive et croissante), par exemple :

$$x \mapsto 255 \cdot \left(\frac{x}{255}\right)^2$$

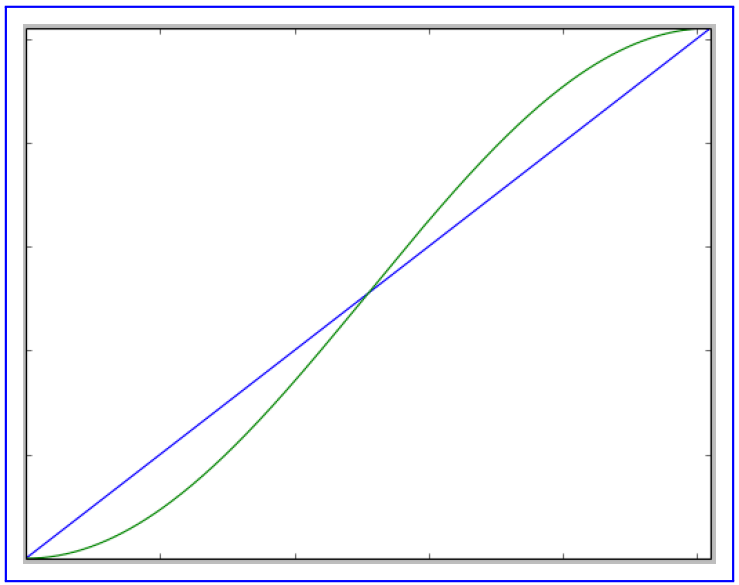


```
def obscurcir(x):
    return 255*(x/255)**2
imgObscurcie = img.point(obscurcir)
imgObscurcie.show()
```

Contraste de l'image

• Pour augmenter le contraste de l'image il faut éclaircir les clairs et obscurcir les foncés : en partant de la bijection de $[0,1]$ sur lui-même : $x \mapsto \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \sin\left(\left(x - \frac{1}{2}\right) \cdot \pi\right)$, on construit la bijection de $[0,255]$ sur lui-même :

$$x \mapsto 255 \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \sin\left(\left(\frac{x}{255} - \frac{1}{2}\right) \cdot \pi\right)\right)$$



Contraste de l'image

- Augmentation du contraste :

```
def f(x):
    return 0.5 + 0.5 * np.sin((x-0.5)*np.pi)

def F(x):
    return 255 * f(x/255)

imgContraste = img.point(F)
imgContraste.show()
```

Contraste de l'image

- Plus grande augmentation du contraste :

```
def G(x):
    return F(F(x))

imgContraste = img.point(G)
imgContraste.show()
```

Contraste de l'image

- Pour diminuer le contraste appliquer sa bijection réciproque :

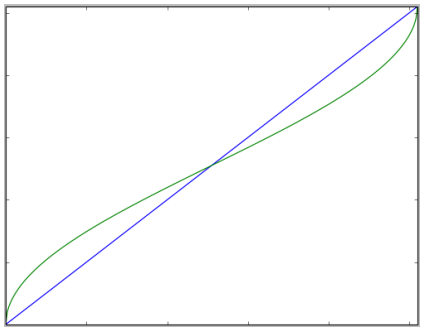
$$\forall\, x \in [0,1], \quad y = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \sin\left(\left(x - \frac{1}{2}\right) \cdot \pi\right) \iff x = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \cdot arcsin(2y - 1)$$

Contraste de l'image

- Pour diminuer le contraste appliquer sa bijection réciproque :

$$\forall x \in [0,1], \quad y = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \sin\left(\left(x - \frac{1}{2}\right) \cdot \pi\right) \iff x = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \cdot arcsin(2y - 1)$$

$$x \mapsto 255 \cdot \left(\frac{1}{2} + arcsin\left(\frac{2x}{255} - 1\right)\right)$$

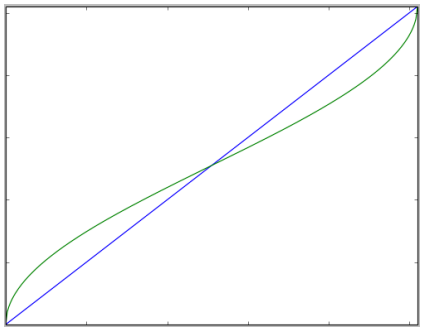


Contraste de l'image

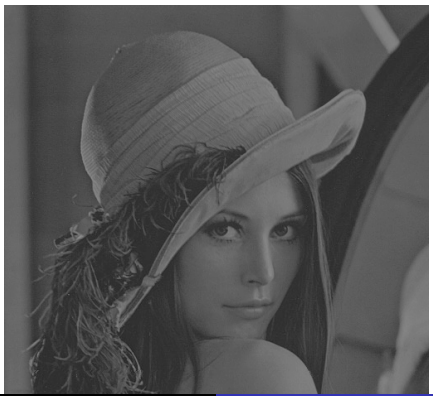
- Pour diminuer le contraste appliquer sa bijection réciproque :

$$\forall x \in [0,1], \quad y = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \sin\left(\left(x - \frac{1}{2}\right) \cdot \pi\right) \iff x = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \cdot arcsin(2y - 1)$$

$$x \mapsto 255 \cdot \left(\frac{1}{2} + arcsin\left(\frac{2x}{255} - 1\right)\right)$$



```
def f(x): return 0.5 + np.arcsin(2*x -1)/np.pi)
def F(x): return 255 * f(x/555)
imgDecontraste = img.point(F)
imgDecontraste.show()
```



Traitement local de l'image : floutage

• Prenons le cas du floutage d'une image :

On remplace la valeur de chaque pixel par la moyenne des valeurs de ses pixels voisins :

A l'aide d'une "convolution avec le noyau" :

$$\begin{pmatrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{pmatrix}$$

C'est la matrice des pondérations appliquées aux pixels voisins.

• Pour une image de taille (N, M) : Pour tout $0 < i < N-1$ et $0 < j < M-1$:

Changer `pixel[i,j]` en :

```
( pixel[i-1,j-1]   + pixel[i-1,j]   + pixel[i-1,j+1]
+ pixel[i,j-1]     + pixel[i,j]     + pixel[i,j+1]
+ pixel[i+1,j-1]   + pixel[i+1,j]   + pixel[i+1,j+1]) / 9
```

Traitement local de l'image : floutage

• Prenons le cas du floutage d'une image :

On remplace la valeur de chaque pixel par la moyenne des valeurs de ses pixels voisins :

A l'aide d'une "convolution avec le noyau" :

$$\begin{pmatrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{pmatrix}$$

C'est la matrice des pondérations appliquées aux pixels voisins.

• Pour une image de taille (N, M) : Pour tout $0 < i < N-1$ et $0 < j < M-1$:

Changer `pixel[i,j]` en :

```
( pixel[i-1,j-1]   + pixel[i-1,j]   + pixel[i-1,j+1]
+ pixel[i,j-1]     + pixel[i,j]     + pixel[i,j+1]
+ pixel[i+1,j-1]   + pixel[i+1,j]   + pixel[i+1,j+1]) / 9
```

• Pour un floutage plus important appliquer plutôt une convolution avec le noyau 5×5 :

$$\begin{pmatrix} 1/25 & 1/25 & 1/25 & 1/25 & 1/25 \\ 1/25 & 1/25 & 1/25 & 1/25 & 1/25 \\ 1/25 & 1/25 & 1/25 & 1/25 & 1/25 \\ 1/25 & 1/25 & 1/25 & 1/25 & 1/25 \\ 1/25 & 1/25 & 1/25 & 1/25 & 1/25 \end{pmatrix}$$

Module numpy

Pour faciliter la programmation on utilise le module numpy : il permet de manipuler des tableaux bidimensionnels :
La fonction `np.array()` permet de convertir une liste en tableau numpy unidimensionnel, une liste de listes en tableau numpy bidimensionnel :

```
import numpy as np

A = np.array([[1,2,3],[4,5,6]])
```

a défini le tableau A bidimensionnel (matrice) $\begin{pmatrix}1 & 2 & 3\\4 & 5 & 6\end{pmatrix}$.

Module numpy

Pour faciliter la programmation on utilise le module numpy : il permet de manipuler des tableaux bidimensionnels :
La fonction `np.array()` permet de convertir une liste en tableau numpy unidimensionnel, une liste de listes en tableau numpy bidimensionnel :

```
import numpy as np

A = np.array([[1,2,3],[4,5,6]])
```

a défini le tableau A bidimensionnel (matrice) $\begin{pmatrix}1 & 2 & 3\\4 & 5 & 6\end{pmatrix}$.

L'élément ligne i colonne j s'obtient grâce à :

```
>>> A[0,0]
1
>>> A[1,2]
6
```

Module numpy

Pour faciliter la programmation on utilise le module numpy : il permet de manipuler des tableaux bidimensionnels :
La fonction `np.array()` permet de convertir une liste en tableau numpy unidimensionnel, une liste de listes en tableau numpy bidimensionnel :

```
import numpy as np

A = np.array([[1,2,3],[4,5,6]])
```

a défini le tableau A bidimensionnel (matrice) $\begin{pmatrix}1 & 2 & 3\\4 & 5 & 6\end{pmatrix}$.

L'élément ligne i colonne j s'obtient grâce à :

```
>>> A[0,0]
1
>>> A[1,2]
6
```

La fonction `np.zeros((n,p))` renvoie un tableau de taille (n, p) rempli de zéros :

```
>>> np.zeros((2,3))
array([[ 0., 0., 0.],
       [ 0., 0., 0.]])
```

Module numpy

Pour faciliter la programmation on utilise le module numpy : il permet de manipuler des tableaux bidimensionnels :
La fonction `np.array()` permet de convertir une liste en tableau numpy unidimensionnel, une liste de listes en tableau numpy bidimensionnel :

```
import numpy as np

A = np.array([[1,2,3],[4,5,6]])
```

a défini le tableau A bidimensionnel (matrice) $\begin{pmatrix}1 & 2 & 3\\4 & 5 & 6\end{pmatrix}$.

L'élément ligne i colonne j s'obtient grâce à :

```
>>> A[0,0]
1
>>> A[1,2]
6
```

La fonction `np.zeros((n,p))` renvoie un tableau de taille (n, p) rempli de zéros :

```
>>> np.zeros((2,3))
array([[ 0., 0., 0.],
       [ 0., 0., 0.]])
```

La fonction `np.ones((n,p))` renvoie un tableau de taille (n, p) rempli de uns :

```
>>> np.ones((2,3))
array([[ 1., 1., 1.],
       [ 1., 1., 1.]])
```

Module numpy

La fonction `np.shape(A)` renvoie la taille de A sous forme d'un couple :

```
>>> np.shape(A)
(2,3)
```

Module numpy

La fonction np.shape(A) renvoie la taille de A sous forme d'un couple :

```
>>> np.shape(A)
(2,3)
```

La fonction np.reshape() permet de redimensionner un tableau : son deuxième argument est un couple d'entiers ou un entier :

```
>>> A
A = np.array([[1,2,3],[4,5,6]])

>>> np.reshape(A,(3,2))
np.array([[1, 2],
     [3, 4]
     [5, 6]]

>>> np.reshape(A,6)
np.array([1,2,3,4,5,6])

>>> A
A = np.array([[1,2,3],[4,5,6]])
```

Traitement local de l'image : floutage

- Ecrivons la fonction qui effectue la convolution de l'image (tableau de pixels) avec un noyau :

```
import numpy as np    # Module pour utiliser des tableaux 2d (matrices)

def convolution(pixels, noyau):
    # S'assurer que le noyau est une matrice carrée avec nbre impair de lignes :
    (n1, n2) = np.shape(noyau)    # Taille de noyau
```

Traitement local de l'image : floutage

- Ecrivons la fonction qui effectue la convolution de l'image (tableau de pixels) avec un noyau :

```
import numpy as np    # Module pour utiliser des tableaux 2d (matrices)

def convolution(pixels, noyau):
    # S'assurer que le noyau est une matrice carrée avec nbre impair de lignes :
    (n1, n2) = np.shape(noyau)    # Taille de noyau
    k = n1 // 2                  # n1 = n2 = 2 * k + 1
    (n, m) = np.shape(pixels)     # Taille du tableau
    pixels2 = np.zeros((n, m))     # Nouveau tableau de pixels
```

Traitement local de l'image : floutage

- Ecrivons la fonction qui effectue la convolution de l'image (tableau de pixels) avec un noyau :

```
import numpy as np    # Module pour utiliser des tableaux 2d (matrices)

def convolution(pixels, noyau):
    # S'assurer que le noyau est une matrice carrée avec nbre impair de lignes :
    (n1, n2) = np.shape(noyau)    # Taille de noyau
    k = n1 // 2                  # n1 = n2 = 2 * k + 1
    (n, m) = np.shape(pixels)     # Taille du tableau
    pixels2 = np.zeros((n, m))     # Nouveau tableau de pixels
    # Parcours des pixels de l'image
    for i in range(k, n-k):
        for j in range(k, m-k):
```

Traitement local de l'image : floutage

- Ecrivons la fonction qui effectue la convolution de l'image (tableau de pixels) avec un noyau :

```
import numpy as np    # Module pour utiliser des tableaux 2d (matrices)

def convolution(pixels, noyau):
    # S'assurer que le noyau est une matrice carrée avec nbre impair de lignes :
    (n1, n2) = np.shape(noyau)    # Taille de noyau
    k = n1 // 2                  # n1 = n2 = 2 * k + 1
    (n, m) = np.shape(pixels)     # Taille du tableau
    pixels2 = np.zeros((n, m))     # Nouveau tableau de pixels
    # Parcours des pixels de l'image
    for i in range(k, n-k):
        for j in range(k, m-k):
            # Nouvelle valeur du pixel (i,j) :
            for iN in range(n1):
                for jN in range(n1):
                    pixels2[i,j] += noyau[iN,jN] * pixels[i-k+iN, j-k+jN]
    return pixels2
```

La fonction retourne un tableau de pixels après convolution par le noyau.
L'image obtenue sera bordée par une bande de k pixels noirs.

Traitement local de l'image : floutage

```
pixels_img = np.array(img.getdata())
pixels_img = np.reshape(pixels_img, (512,512))
```

Traitement local de l'image : floutage

```
pixels_img = np.array(img.getdata())
pixels_img = np.reshape(pixels_img, (512,512))
noyau = np.ones((5,5)) / 25
pixels2 = convolution(pixels_img, noyau)
```

Traitement local de l'image : floutage

```
pixels_img = np.array(img.getdata())
pixels_img = np.reshape(pixels_img, (512,512))

noyau = np.ones((5,5)) / 25
pixels2 = convolution(pixels_img, noyau)
pixels_flou = np.reshape(pixels2, 512*512)

imgFloute = Image.new('L',(512,512))
imgFloute.putdata(pixels_flou)
imgFloute.show()
```

Traitement local de l'image : floutage

```
pixels_img = np.array(img.getdata())
pixels_img = np.reshape(pixels_img, (512,512))

noyau = np.ones((5,5)) / 25
pixels2 = convolution(pixels_img, noyau)
pixels_flou = np.reshape(pixels2, 512*512)

imgFloute = Image.new('L',(512,512))
imgFloute.putdata(pixels_flou)
imgFloute.show()
```

Sur la gauche l'image obtenue ; sur la droite celle obtenue avec un floutage plus important, utilisant comme noyau : `noyau = np.ones((7,7)) / 49`

Netteté - Accentuation de contours

• Pour augmenter la netteté de l'image on peut appliquer un traitement local à l'aide d'une convolution avec le noyau :

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Netteté - Accentuation de contours

• Pour augmenter la netteté de l'image on peut appliquer un traitement local à l'aide d'une convolution avec le noyau :

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

```
# Récupération du tableau des pixels :
pixels_img = np.array(img.getdata())
pixels_img = np.reshape(pixels_img, (512,512))

# Convolution :
noyau = np.array([[0,-1,0],[-1,5,-1],[0,-1,0]])
pixels_net = convolution(pixels_img, noyau)

# Construction de l'image nette :
imgNet = Image.new('L',(512,512))
imgNet.putdata(np.reshape(pixels_net, 512*512))
imgNet.show()
```

Netteté - Accentuation de contours

• Pour augmenter la netteté de l'image on peut appliquer un traitement local à l'aide d'une convolution avec le noyau :

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

```
# Récupération du tableau des pixels :
pixels_img = np.array(img.getdata())
pixels_img = np.reshape(pixels_img, (512,512))

# Convolution :
noyau = np.array([[0,-1,0],[-1,5,-1],[0,-1,0]])
pixels_net = convolution(pixels_img, noyau)

# Construction de l'image nette :
imgNet = Image.new('L',(512,512))
imgNet.putdata(np.reshape(pixels_net, 512*512))
imgNet.show()
```

On peut aussi utiliser le filtre :

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

Netteté - Accentuation de contour

Détection de contour. (Hors programme)

- Pour la détection de contour :

Appliquer une convolution avec pour noyau :

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Les pixels ne variant pas de leurs voisins directs deviendront noirs (0), les pixels sombres sur fond clair deviendront plus clairs.

Puis passer l'image obtenue en négatif grâce à l'application $x \mapsto 255 - x$.

```
# Récupération du tableau des pixels :
pixels_img = np.array(img.getdata())
pixels_img = np.reshape(pixels_img, (512,512))

# Convolution :
noyau = np.array([[1,1,1],[1,-8,1],[1,1,1]])
pixels2 = convolution(pixels_img, noyau)
pixels2 = 255 - pixels2    # Passer au négatif

pixels_contour = np.reshape(pixels2, 512*512)
imgContour = Image.new('L',(512,512))
imgContour.putdata(pixels_contour)
imgContour.show()
```

Détection de contours. (Hors programme)

Détection de contours. (Hors programme)

Reéssayer avec les noyaux :

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -24 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 24 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$