Giovanni Benedetti da Rosa

TP1- IMA 201

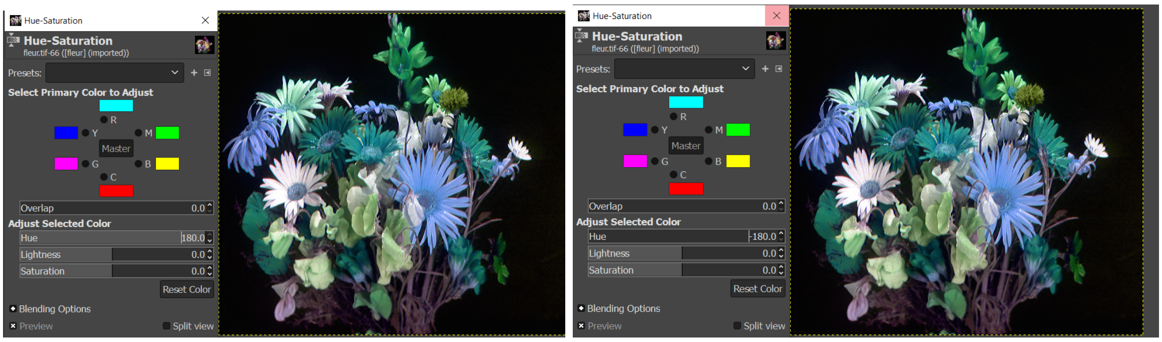
Comparaison d'images par interpolation

2.1 Zooms

Quelle hypothèse pouvez-vous faire sur la petite maison?

C'est visible que l'image sans méthode d' interpolation est plus "pixeled". Dans l'image sans interpolation (en utilisant la méthode du voisin le plus proche, par exemple), le logiciel duplique ou omet simplement des pixels pour obtenir la taille souhaitée. Alors, chaque pixel de l'image zoomée correspond directement à un pixel de l'image originale. Quand on utilise l'interpolation, le logiciel crée de nouveaux pixels en faisant la moyenne des valeurs des pixels proches. Le processus visualisé est connu comme "Downsampling".

2.2 Espace couleurs



Visualisation de l'espace colorimétrique

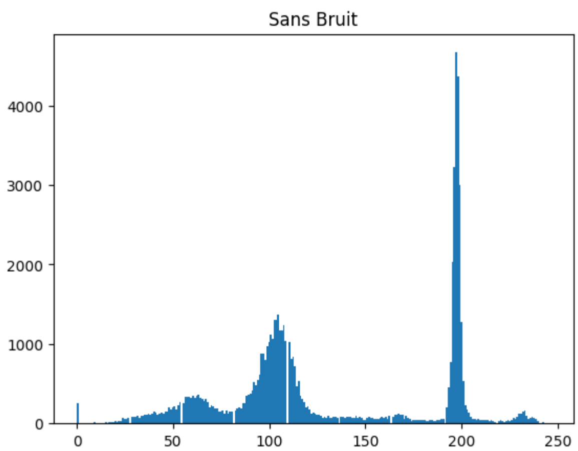
a) Comprenez-vous pourquoi les deux positions extrêmes de ce boutons font, en fait, la même transformation?

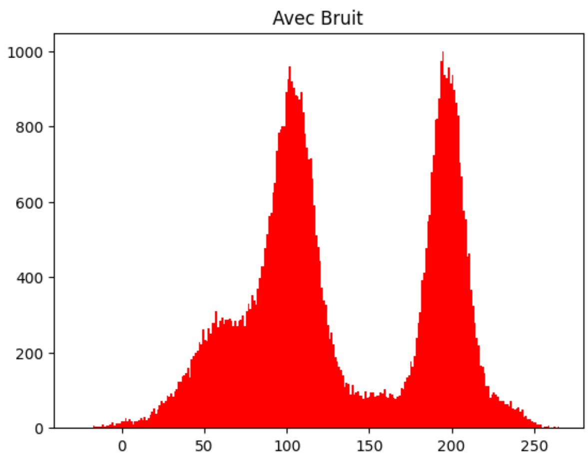
Parce qu' on fait une rotation dans le HSV cilinder, donc quand on fait 180 degrees positives et 180 degrés négatives, on finisse à la même place.

b)A quoi correspond la saturation (essayez-100% et +100%)?

La saturation détermine l’intensité de la couleur, donc c’est équivalent à multiplier pour un constant. On peut noter ça dans la différence entre l’image à gauche(saturation à +100%) et à droite(saturation à -100%).

3.1 Histogramme et bruit





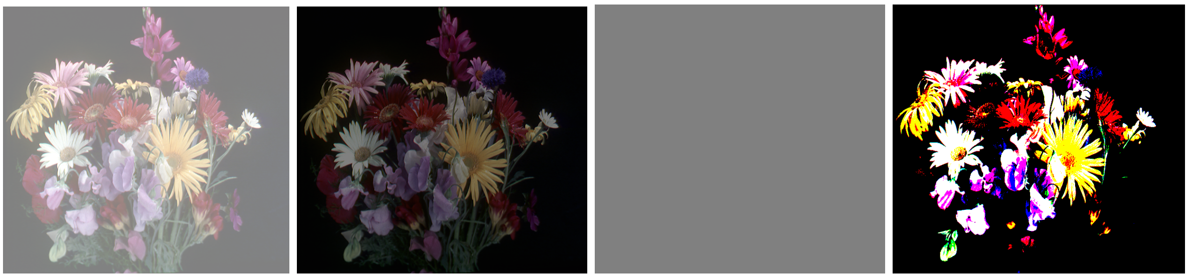
Le résultat de l'histogramme avec bruit vient de la convolution de l'image avec le bruit, dite d'autre façon, d' une gaussienne avec l'histogramme originale. Comme il est plus probable de se obtenir des valeurs in the neighborhood of the peak, l' histogramme originale est devenu plus large et moins raide.

3.2 Changement de contraste

L'aspect global de l'image est-il modifié par l'application de fonctions croissantes ? Que se passe-t-il si l'on applique une transformation non-croissante des niveaux de gris?
Les fonctions croissantes permettant d'observer le même motif que l'image originale, tandis que les fonctions décroissantes produisent l'effet de a négatif.

à gauche le résultat de la multiplication par une fonction croissante et à droite par une fonction non croissante

Effets de luminosité et contraste



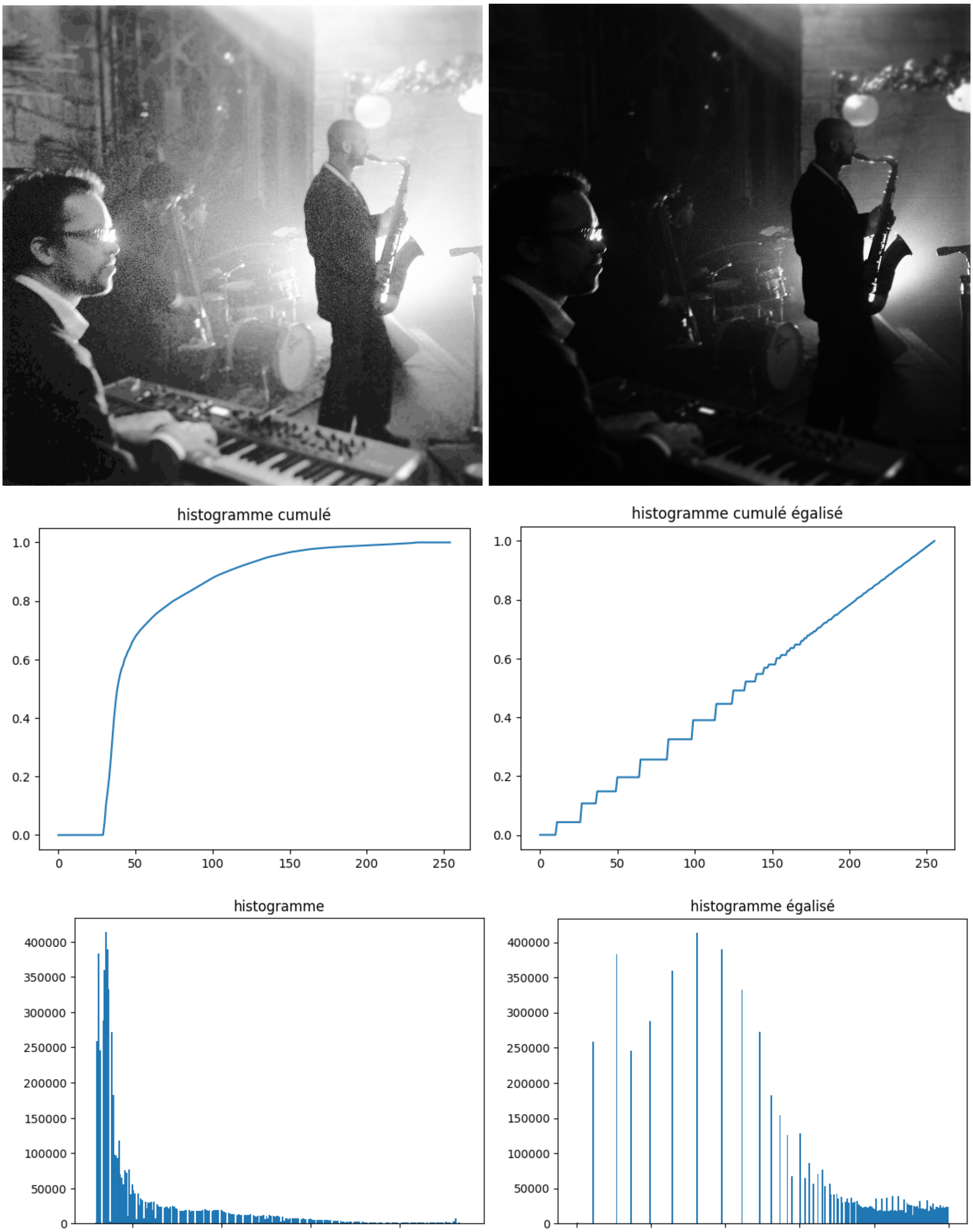
Luminosité et Contraste minimum et maximum respectivement

3.3 Égalisation d'histogramme

Égalisation

Dans la égalisation d‘histogramme, l’objectif est d'uniformiser les fréquences de pixels. Si on considère les densités des probabilités des images continues, différentiables et croissantes. $p_x(x)$ densités des probabilités de l’image originale et e $p_s(s)$ après l'égalisation. $p_s(s) = p_x(x)\left|\frac{dx}{ds}\right|$, soit x une variable aléatoire entre [0,L] et T, la fonction de répartition:

$T(x) = \frac{1}{L-1}\int_0^x p_x(w)dw$, comme $p_s(s)$ est une constante, on peut dire qu' après la transformation la densité de probabilité devient uniforme. C'est-à-dire que son intégrale (histogramme accumulé) donnerait une fonction linéaire. Comme l'image n'est pas continue, ces étapes (irrégularités) apparaissent.



Égalisation d’histogramme

3.4 Prescription d'histogramme

Visualisez la valeur absolue de la différence des images, qu'observe-t-on. Même question après avoir donné à l'une des images l'histogramme de l'autre. Sachant que ces images ont été obtenues à partir d'images RAW (donc avec une réponse proportionnelle à la quantité de photon mesurée), a-t-on un moyen plus simple d'obtenir le même résultat (donner le même histogramme aux deux images) ? En vous inspirant du code proposé pour la prescription d'histogramme, donnez un code simple permettant d'égaliser l'histogramme d'une image (le rendre aussi proche que possible d'une fonction constante).

Avant le prescription

Différence après le prescription

Avant de la prescription des histogrammes, on ne peut pas voir de différences majeures entre les images, puisque globalement elles sont très similaires. Par contre, si on fait la prescription d'histogrammes, cela fonctionne comme une normalisation des valeurs de pixels dans une certaine image. Alors, ça rendre les différences relatives dans les valeurs de pixels locales plus visibles

Une manière simple de faire ça en MATLAB:
[x,index] = sort(u(:));
u(index) = sort(v(:));

De même, en Python:
ind=np.unravel_index(np.argsort(u, axis=None), u.shape) #unravel donne les index 2D a #partir des index 1d renvoyés par argsort (axis=None)
unew=np.zeros(u.shape,u.dtype)#création de une nouvelle empty image
unew[ind]=np.sort(v,axis=None)#attribue les valeurs de v à chaque index collecté

3.5 Dithering

Pour comprendre la méthode du dithering, commencez par sélectionner une image (avec seuil) et visualisez le résultat. Appliquez le même seuillage à une version bruitée de l'image originale et visualisez. Que constatez vous?

Le dithering est une technique qui ajoute du bruit à une image avant de la quantifier en niveaux de gris. Cela permet de réduire l'apparence d'artefacts visuels, de lisser les transitions entre les niveaux de gris et de donner l'impression d'une image de meilleure qualité. Alors, ça a clairement amélioré l'image.

Lena avec l'effet de quantification equal a:2, 8, 16, respectivement.

Lena avec l'effet de bruit: sans bruit, 25 et 75

En considérant un pixel de niveau x dans l'image initiale, donnez la probabilité pour que ce pixel soit blanc après ajout de bruit et seuillage. Pourquoi l'image tramée ressemble-t-elle plus à l'image de départ que l'image simplement seuillée?

L'ajout de bruit a amélioré la qualité de l'image détramée parce que nous avons ajouté des pixels avec une variabilité de valeurs aléatoires entre noir e blanche, tandis que quand on seuillez une image sans bruit, la décision binaire fait perdre des informations. Par conséquent, ajouter du bruit à une image seuillée ont une probabilité non négligeable de devenir blancs ou noirs.

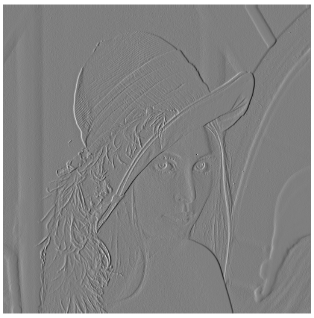
En consideránt que nous avons l' image X et nous avons ajouté un bruite gaussienne Y $\sim N(0,\ \sigma^2)$, le résultat de l'image serait Z. Soit aussi b le valeur limite de binarization, on a que:

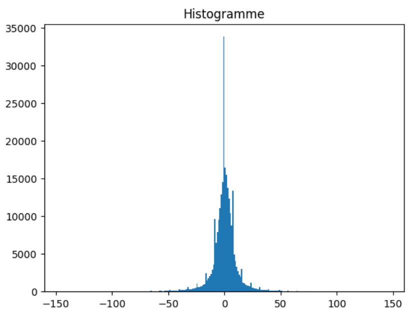
$$P(X + Y \geq b) = \int_{-\infty}^{\infty} P(X \geq b - y)P(Y = y)dy = (P(X) * P(Y))(b)$$

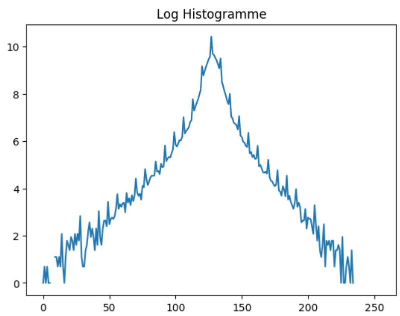
En plus, on peut vérifier facilement que la ajoute de bruit change la variation de valeures de pixels, une fois que, pour linéarité: $Var(Z) \ = \ Var(X) \ + \ Var(Y) \ = \ Var(X) \ + \sigma^2$.
De façon similaire avec l'espérance $E(Z) \ = \ E(X) \ + \ E(Y) \ = \ E(X)$, donc on peut affirmer qu’il n ' y pas de variations globales de luminosité.

3.6) La distribution des di érences vous semble-t-elle obéir à une loi gaussienne ? Pourquoi ? Quelle aurait été la forme de l'histogramme si l'on avait considéré la différence entre pixels plus éloignés?

Je dirais que ça ressemble à une loi Gaussienne parce que les multiples possibilités qu' une image naturelle peut représenter faisant ça ressemble à une somme de beaucoup de variables aléatoires. Ainsi, le théorème central limite stipule que la somme d'un grand nombre de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées s’approche d’une distribution gaussienne. Le résultat du histogramme fait du sens parce que les pixels voisins ont des valeurs similaires.ils se rapprochent de zéro, tandis que dans la différence avec les voisins plus éloignés, l'occurrence diminue. Cela ressemble à une loi gaussienne, puisqu’il s’agit de la différence de deux valeurs aléatoires. Si nous l'avons fait la différence entre pixels plus éloignés, la courbe normale s'aplatir et, en devenant plus lisse et plus uniforme.

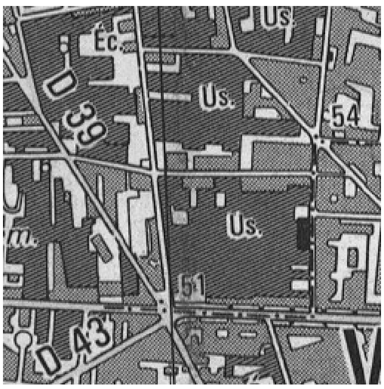


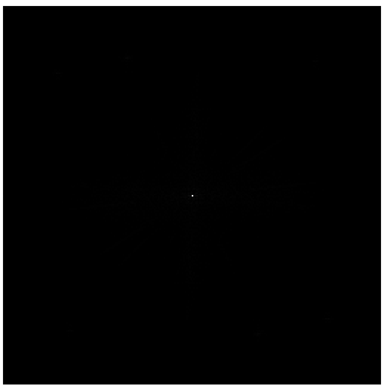


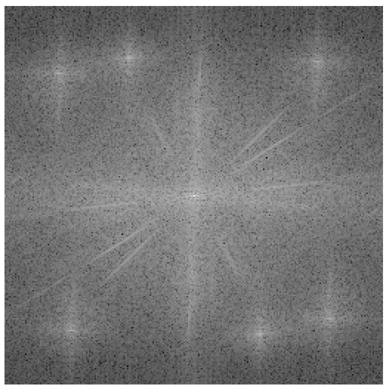


4. Spectre des images et transformation de Fourier

4.1 Visualisation de spectres
Que constatez-vous? Qu'en déduisez-vous par rapport au spectre d'une image? (Pour la suite on visualise toujours avec l'option 2)

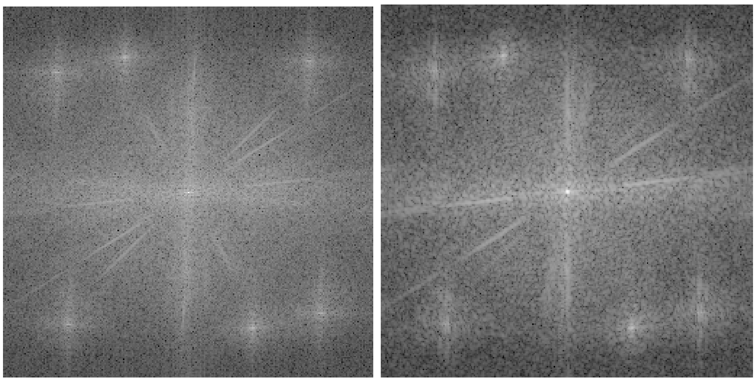






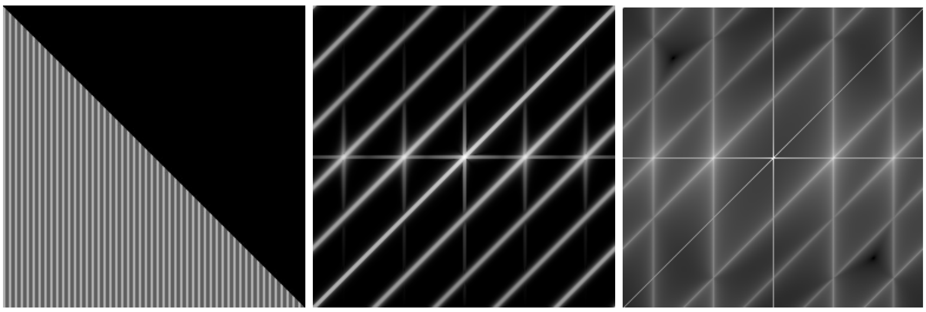
On peut constater dans la figure dessous qu' en utilisant un échelle linéaire, on ne peut pas obtenir beaucoup d' informations sur l'image, parce qu' il y a une grande concentration dans le basse fréquences et peu d'informations dans les spectres d'énergie les plus élevés. Par contre, une représentation logarithmique du spectre de Fourier permet de mettre en évidence les composants de plus basse fréquence qui s'organisent des transitions lentes et progressives dans les valeurs de pixels d'une image réelle.

Comment diminuer l'option hamming sur le spectre de l'image? (multiplication de l'image originale par une fonction très lisse qui s'annule aux bords de l'image) Visualisez le spectre de l'image synthétique rayures.tif.
La multiplication de l'image originale par une fonction très lisse qui s'annule aux bords réduit le problèmes de "spectral leakage", effet qui cause distorsions dans le spectres de fourier d'une image à cause de sa taille fine.



On peut observer les effets de Hamming dans l'image au-dessus, oú les effets des bords de l'image sont considérablement réduits, en diminuant les fuites spectrales.

Visualisez le spectre de l'image synthétique rayures.tif. Que constatez-vous? Peut-on retrouver les caractéristiques des rayures de l'image à partir de son spectre? Expliquez la différence entre la 3 visualisation avec et sans l'option hamming?



On peut constater facilement une symétrie hermitienne dans le spectre, en raison de la définition de la transformée de Fourier. On peut constater que les lignes(fréquence) dans le spectre sont orthogonal à l'image originelle et que fortes concentrations d'énergie dans le spectre ont des relations avec des motifs dans l'image originelle. Conforme expliquée avant, les hamming ont réduit le "spectral leakage".

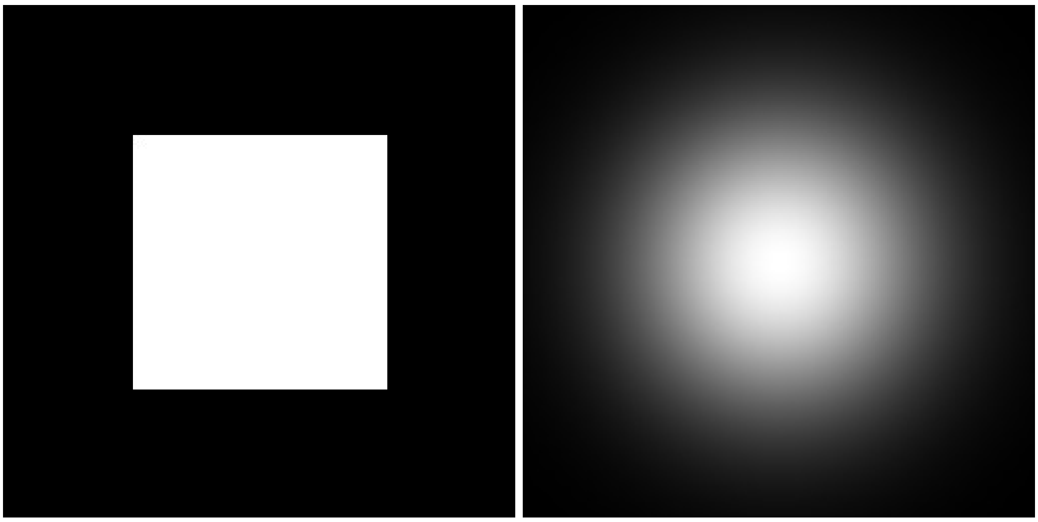
Quel effet a le sous-échantillonnage sur le spectre (on peut utiliser une image synthétique et une image naturelle (Par exemple carte nb.tiff)).

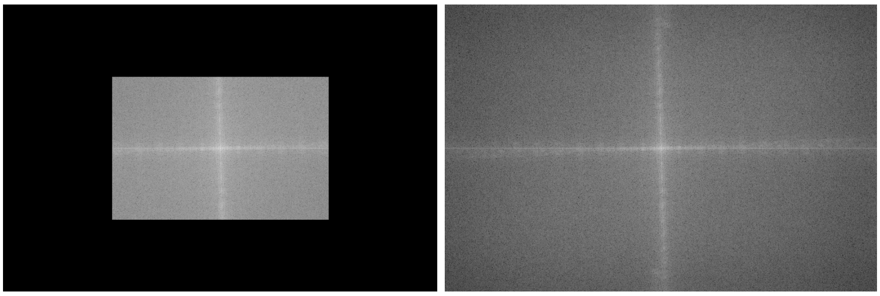
Le sous-échantillonnage nous ferait perdre des informations sur l'image des régions les plus éloignées du centre de l'image, c'est-à-dire à des fréquences plus élevées dans le spectre de Fourier.

4.2 Ringing

A l'aide de la fonction filter low , appliquez un Filtre passe bas parfait à une image. Visualisez l'image résultante, ainsi que son spectre. Que constatez-vous? Mêmes questions en utilisant la commande Filter Gauss.Visualisez les deux masques (sous le répertoire images) masque bas centre.tif (pour le tirage passe-bas parfait) et masque gauss centre.tif (pour le filtrage gaussien). Quelle différence constatez-vous, en particulier quelle conséquence a la discontinuité de la transformée de Fourier sur la vitesse de décroissance du filtre spatial correspondant?

Image et son spectre respectif sur une échelle logarithmique





Filtre passe-bas (à gauche) et Gaussien (à droite)

Dans les images ci-dessus, nous pouvons voir les effets des filtres respectifs. Le filtre passe-bas coupe les fréquences plus élevées, cela se ferait en reconstruisant l'image originale, en la rendant plus grossière et en reproduisant les motifs sinusoïdaux cardinaux, effet connu comme “Ringing”. En utilisant le filtre Gaussienne, l' effet de ringing est réduit, grâce au fait qu'il filtre plus doucement les hautes fréquences.