



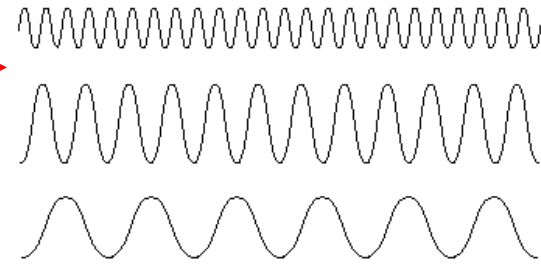
Traitement d'images

Traitements fréquentiels



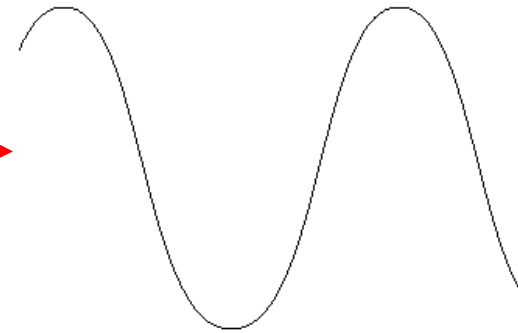
Notions de fréquences dans un signal

Signal haute fréquence →

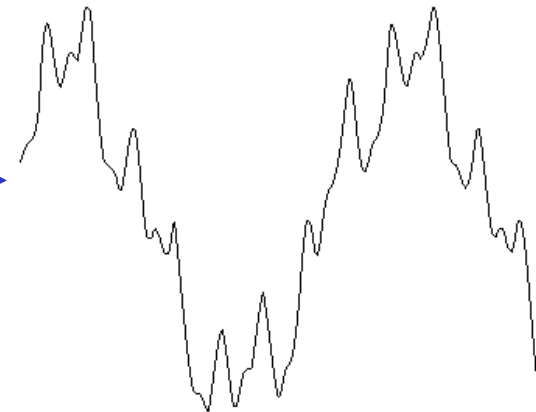


...

Signal basse fréquence →



*Ce signal représente
la somme des quatre
signaux ci-dessus* →



Les fréquences dans l'image

- Qu'est-ce qu'une fréquence dans une image ?
 - Fréquence = changement d'intensité
 - Basses fréquences : régions homogènes, flou
 - Hautes fréquences : contours, changement brusque d'intensité, bruit

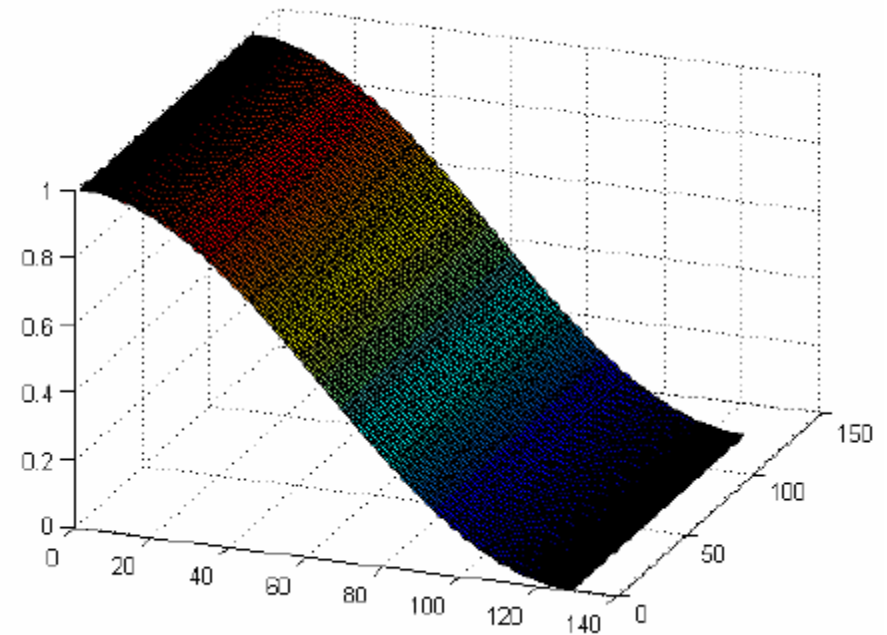
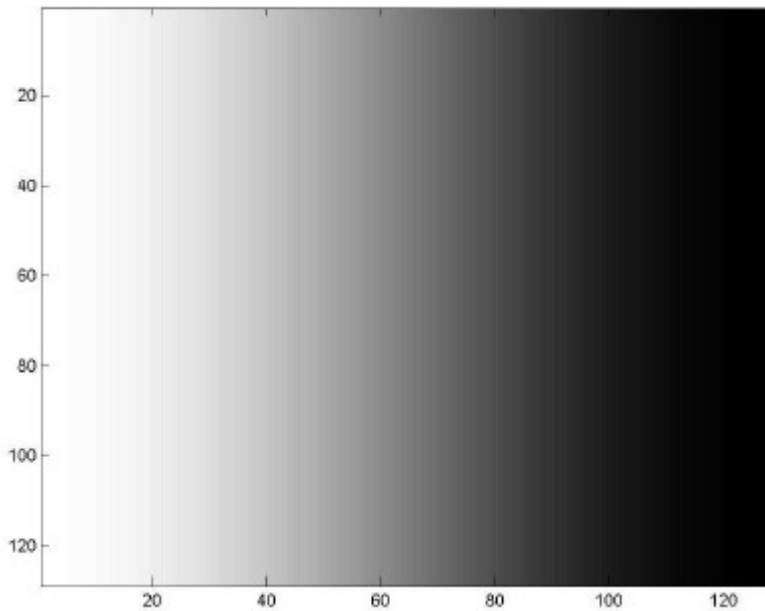


Haute fréquence

Basse fréquence

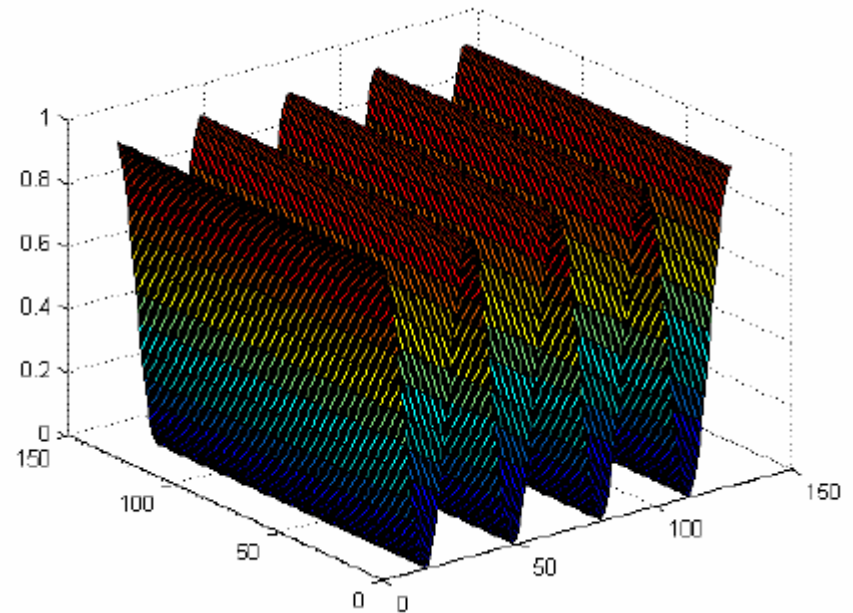
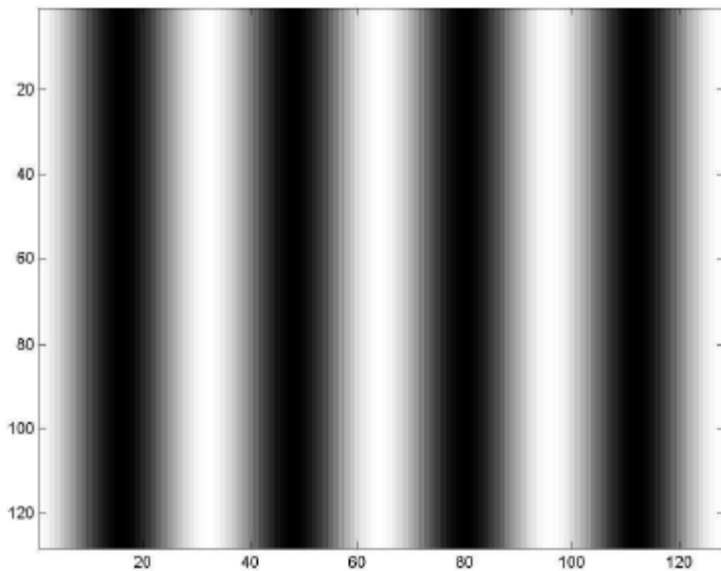
*La plus grande
partie de l'énergie
d'une image se
situe dans les
basses fréquences.*

Basses fréquences



Les basses fréquences correspondent à des changements d'intensité lents

Hautes fréquences



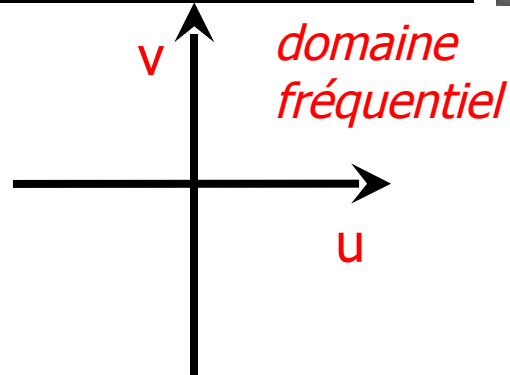
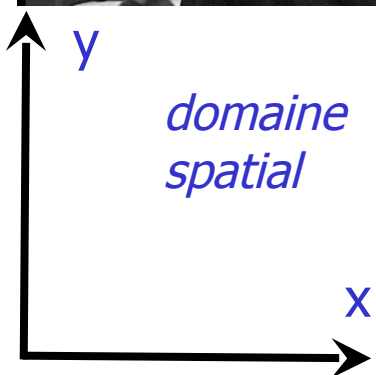
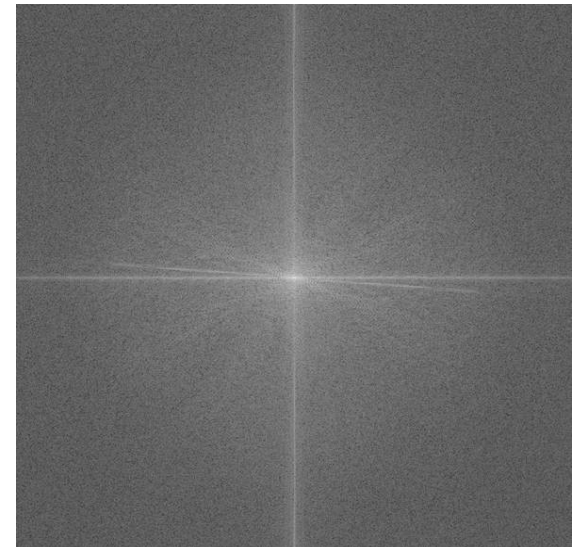
Les hautes fréquences correspondent à des changements d'intensité rapides

Transformée de Fourier (TF)

Image originale

Spectre de Fourier
 $|F(u,v)|$

Spectre rehaussée
 $\log(1 + |F(u,v)|)$





Interprétation de la Transformée 2D

- **Hautes fréquences** : loin du centre de la TF
- **Basses fréquences** : proche du centre de la TF
- **Composante continue** : centre de l'image
 - *fréquence zéro = moyenne de l'image*



Transformée en nombres complexes

- La Transformée de Fourier d'une fonction réelle donne une fonction complexe
 - **Entrée** : une image
 - **Sortie** : image(partie réelle) + image(partie imaginaire)



Codage de la transformée de Fourier

- L'algorithme le plus connu et le plus utilisé est la FFT
 - FFT = Fast Fourier Transform

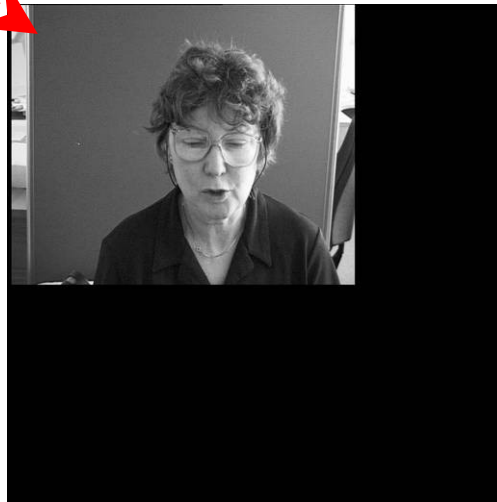
- On le retrouve dans la majorité des bibliothèques existantes
 - *incluant Torch3Vision et LTI-Lib*

Fonctionnement de la FFT



*Image originale
(niveau de gris)*

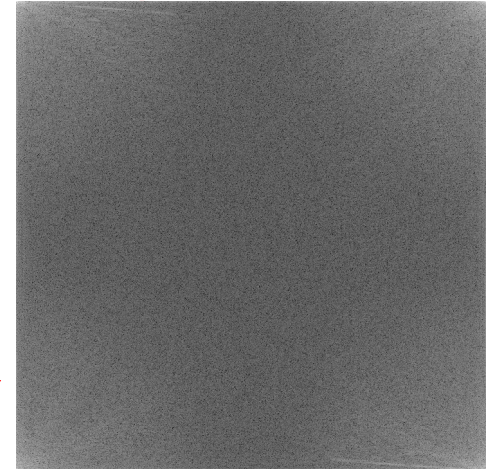
Pré-traitement



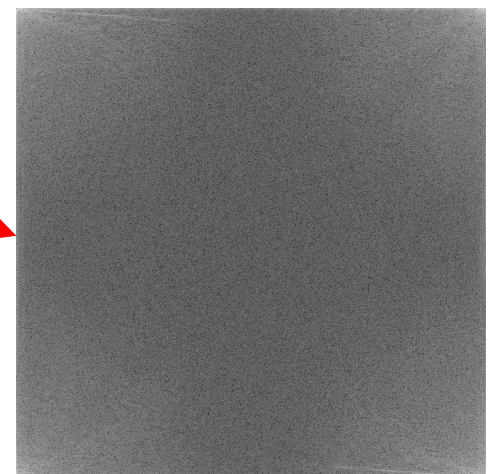
*Changement de taille
pour avoir des tailles
X et Y en puissance
de 2 (on remplit avec
des zéros).*

FFT

FFT partie réelle

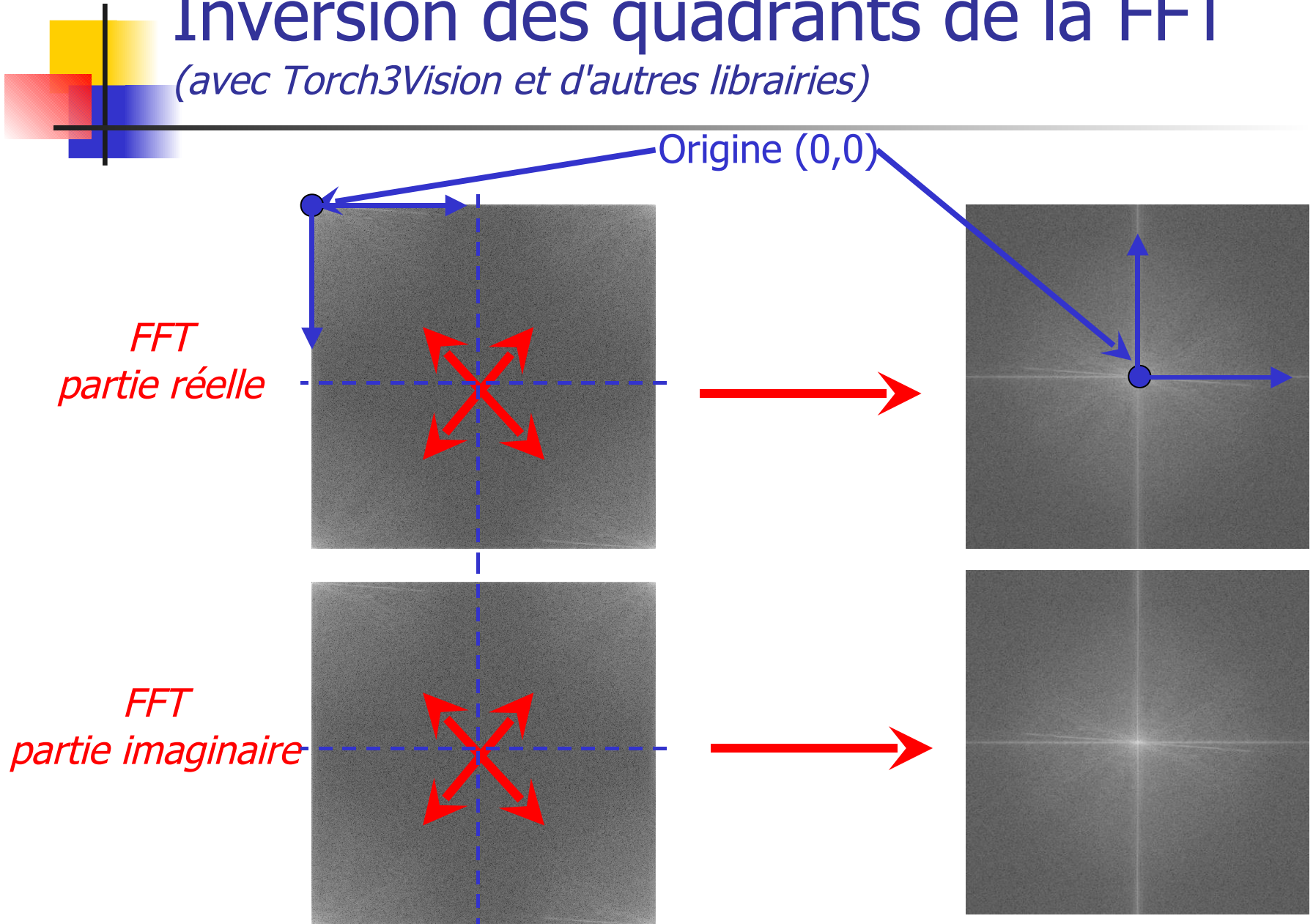


FFT partie imaginaire



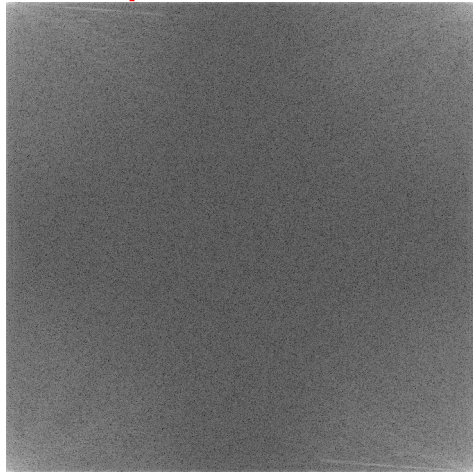
Inversion des quadrants de la FFT

(avec *Torch3Vision* et d'autres librairies)

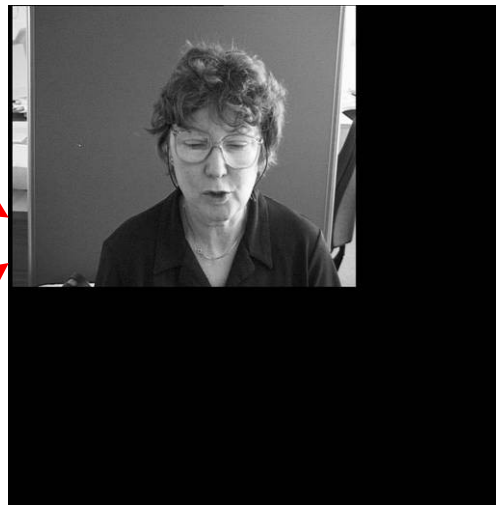
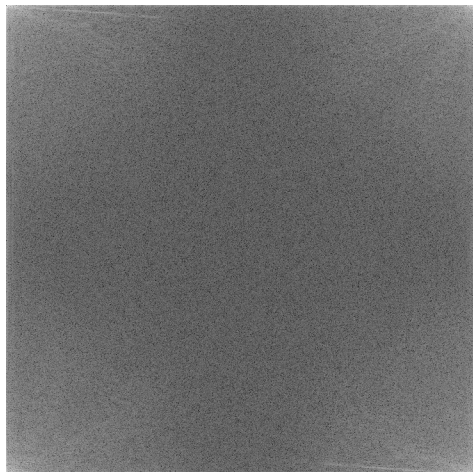


FFT inverse

FFT partie réelle

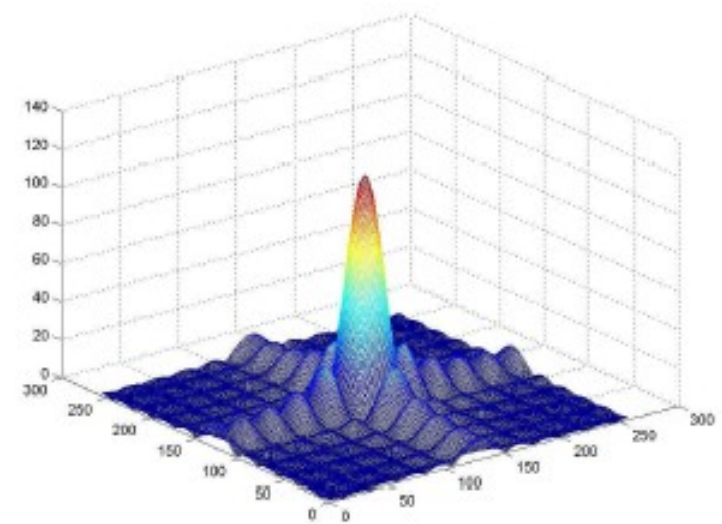
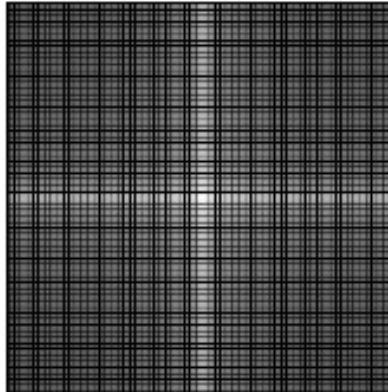
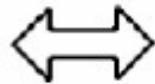
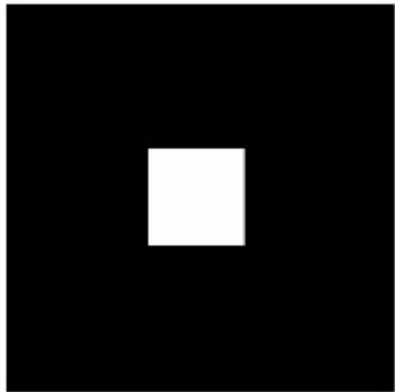
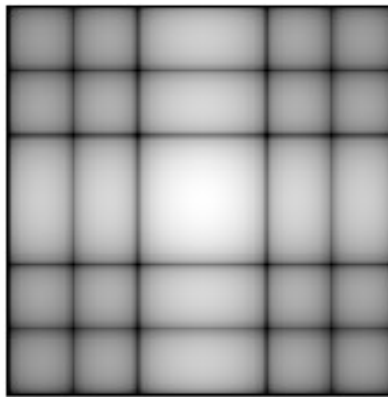
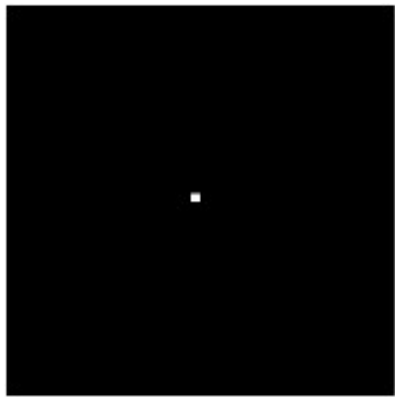


FFT^{-1}



FFT partie imaginaire

Exemples de Transformée de Fourier



Images originales

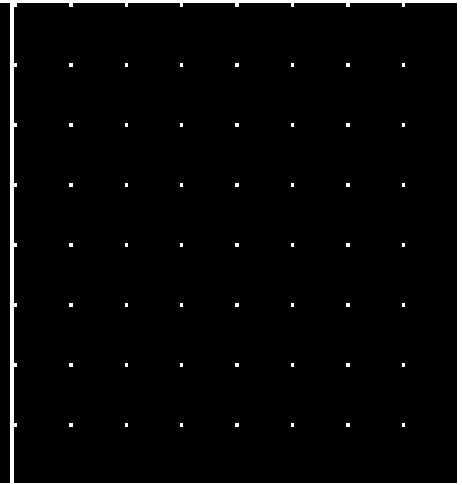
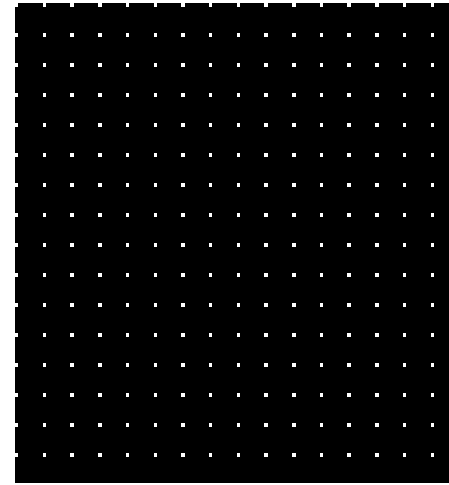
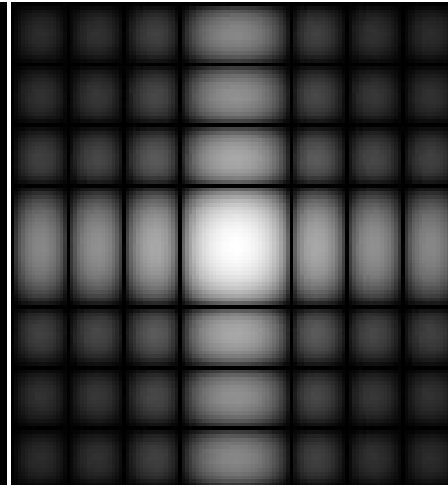
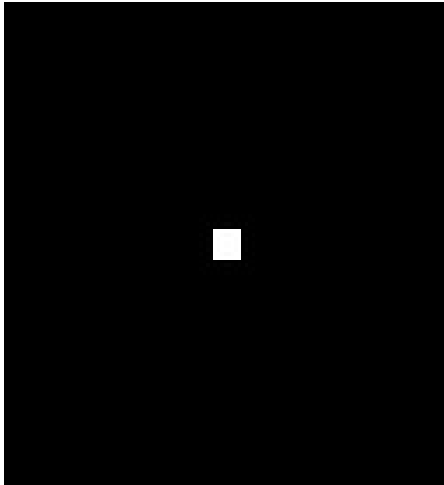
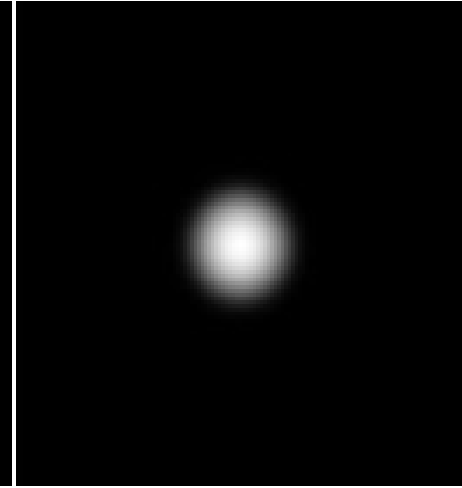
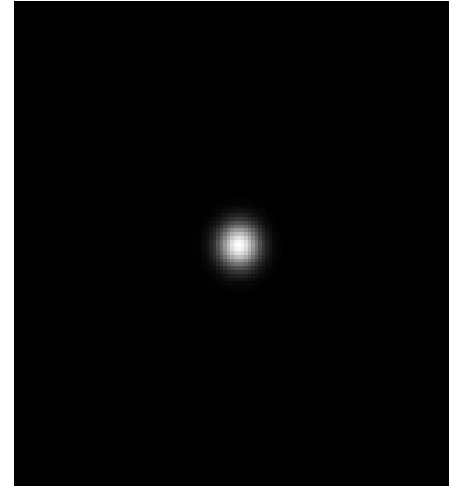
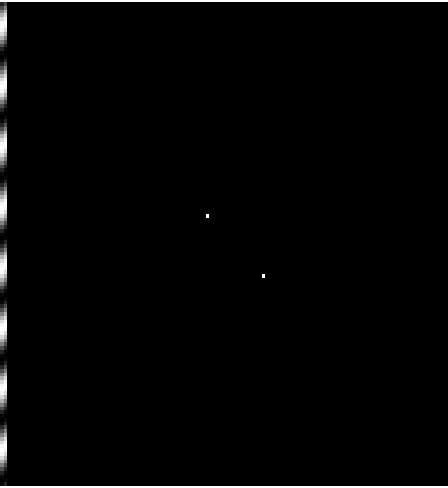
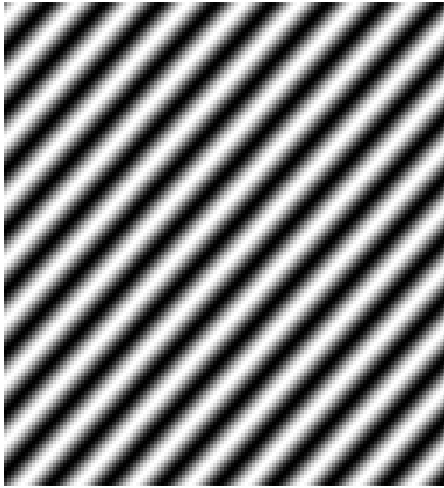
FFT

Vue 3D de la FFT

Quelques TF de base

Sinus

Gaussienne

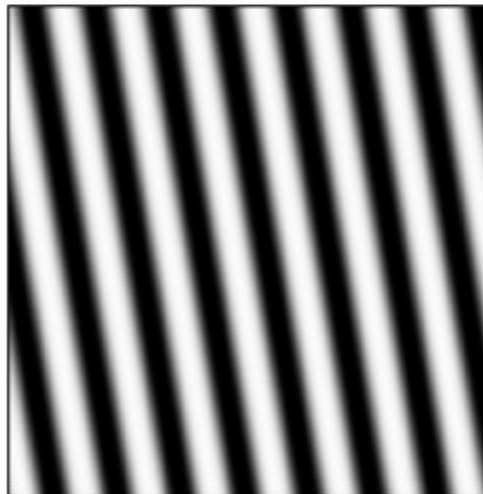
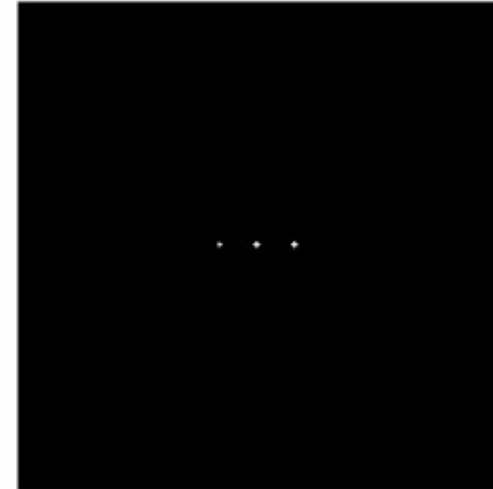
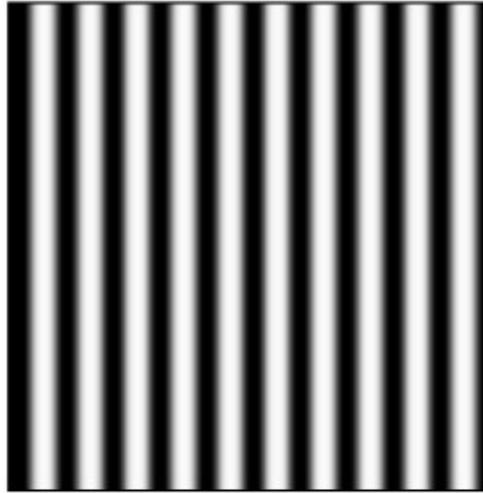


Carré

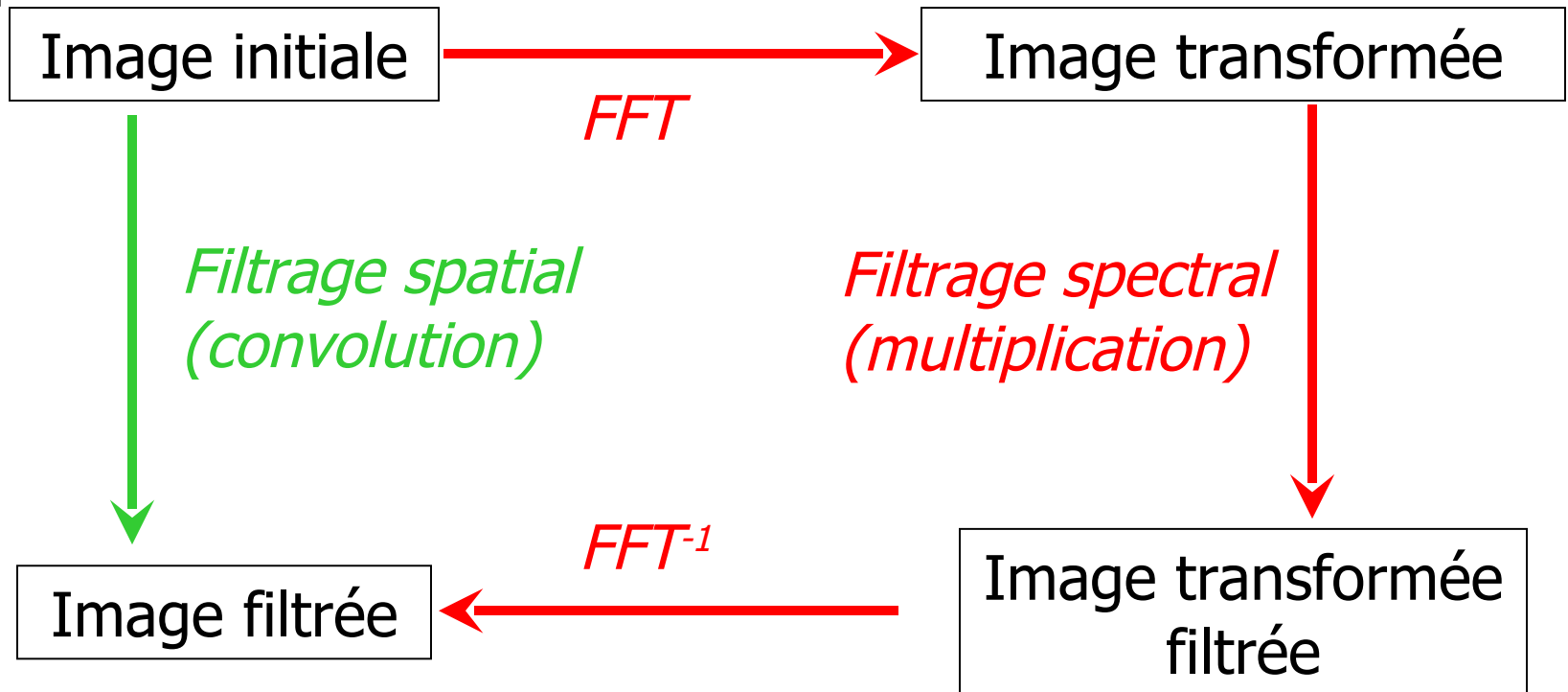
Impulsions

Rotation d'images

*Rotation d'images
→ rotation de la
FFT (même
angle)*



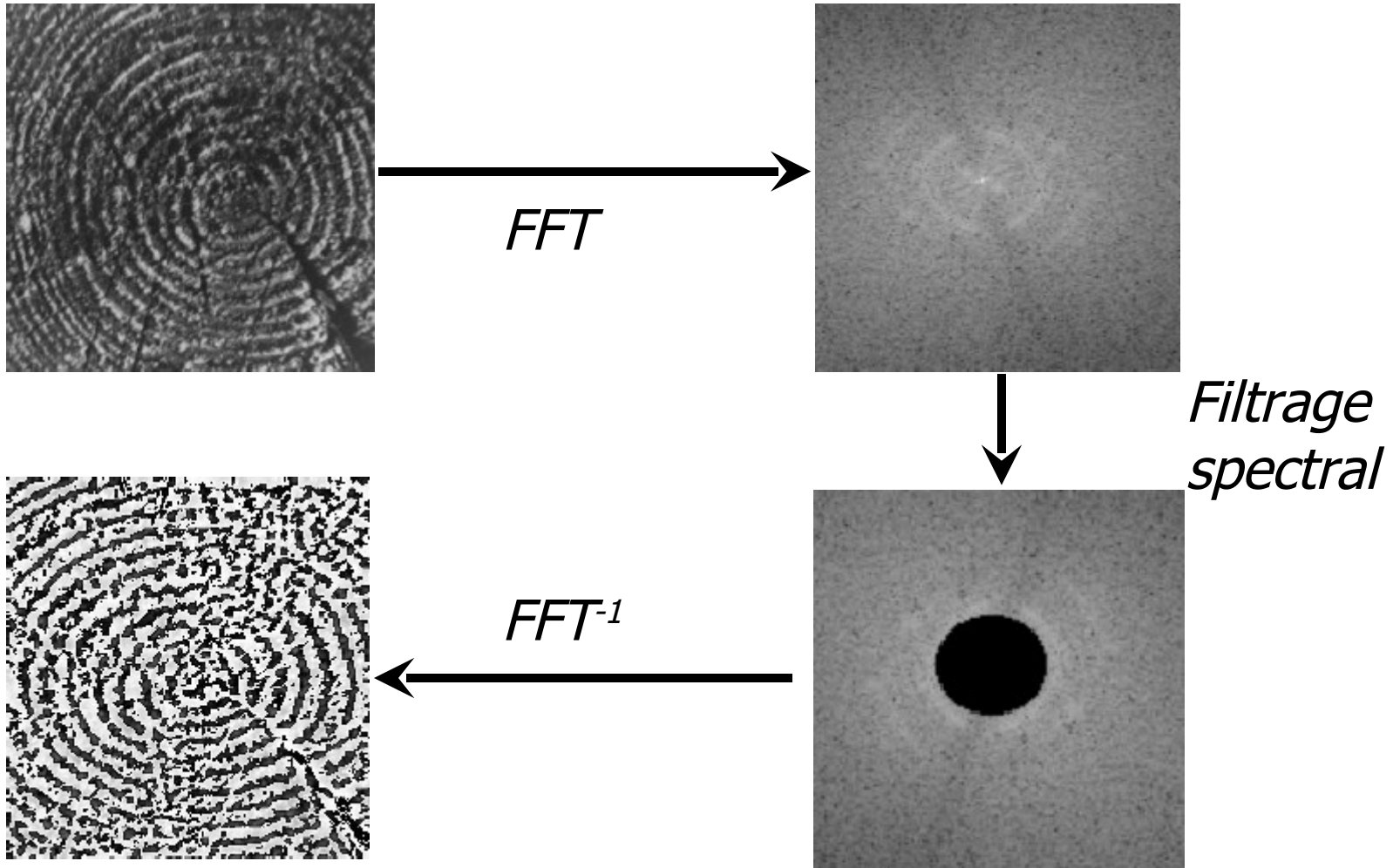
Filtrage dans le domaine spectral



Dans le *domaine spatial*, le filtrage se fait par *convolution*. Dans le *domaine spectral* (ou *fréquentiel*), il se fait par *multiplication* (ou *masquage* de l'image).

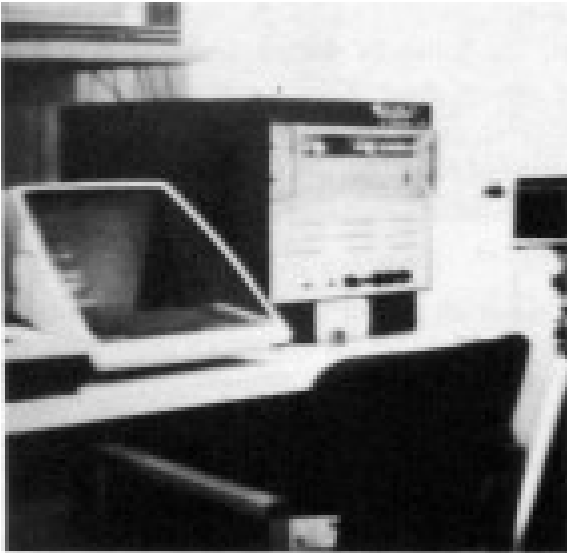
Dans le cas des filtres dans le domaine fréquentiel non-multiplicatif, on ne peut pas obtenir le même résultat par convolution dans le domaine spatial.

Filtrage dans le domaine spectral

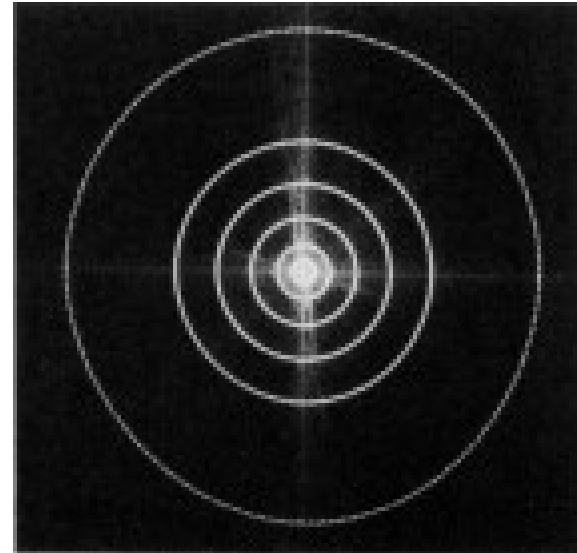


Bandes de fréquences

Image



Spectre de Fourier



Pourcentage de l'information de l'image inclus dans les cercles (plus petit vers le plus grand) :

90%, 95%, 98%, 99%, 99.5%, 99.9%

Filtrage passe-bas

90%



98%



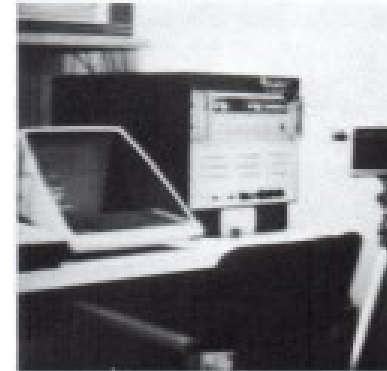
99.5%



95%

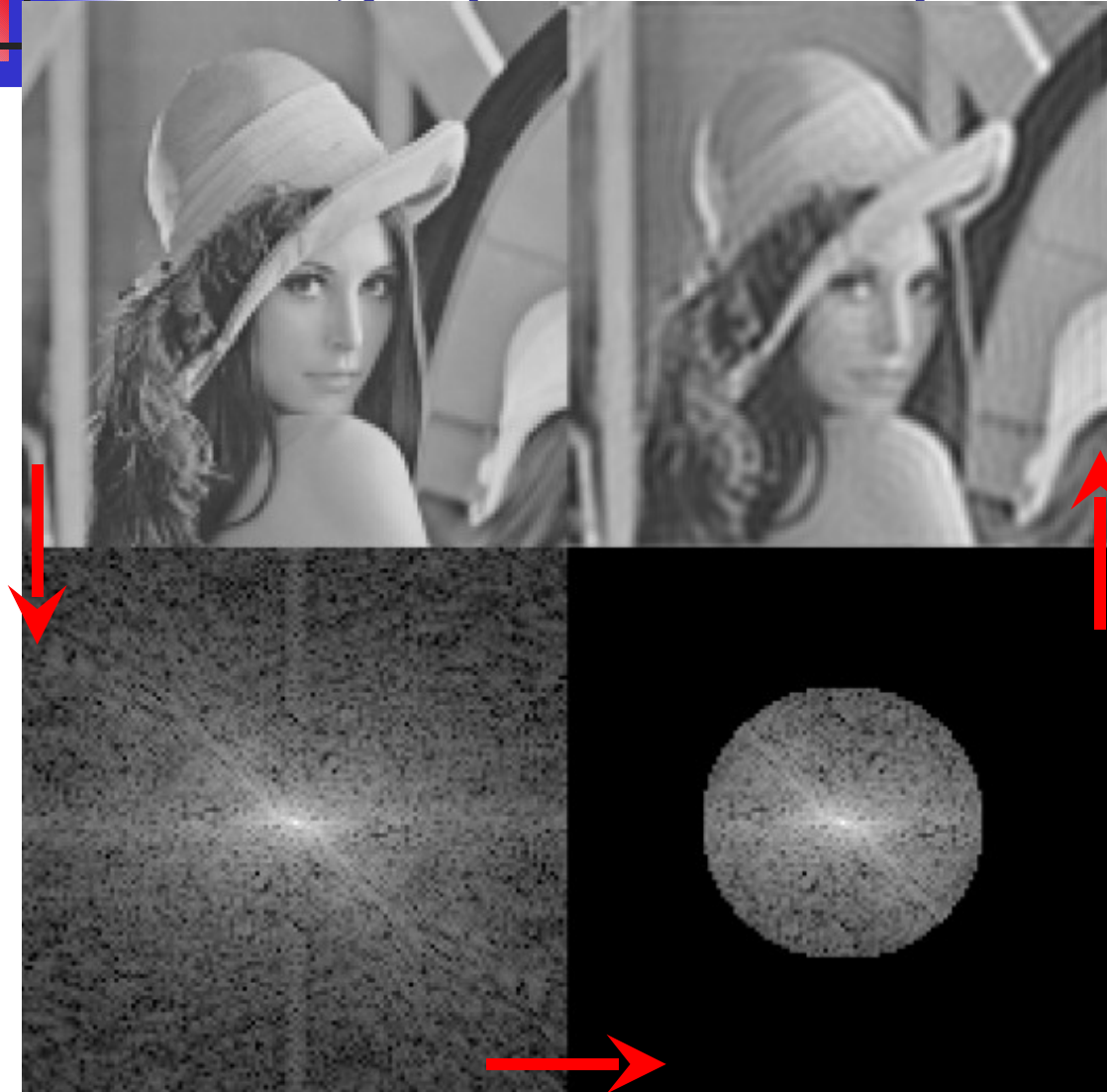


99%



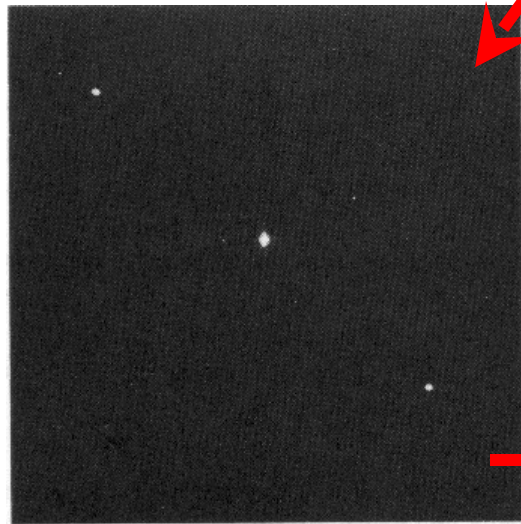
99.9%

Filtrage passe-bas par FFT



*On efface les
hautes fréquences
de la FFT en
mettant les pixels
loin du centre à
zéro*

Réduction du bruit dans une image



Spectre de Fourier

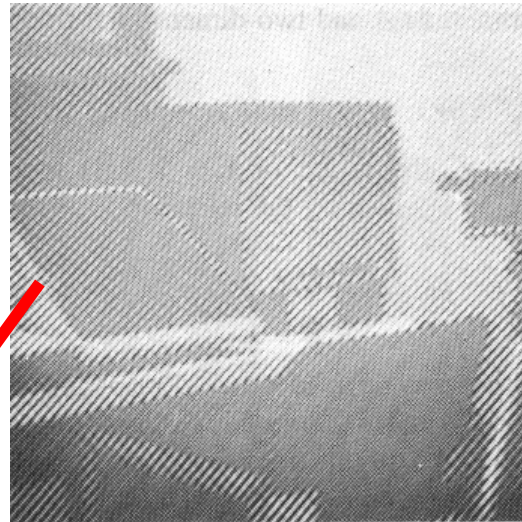


Image bruitée

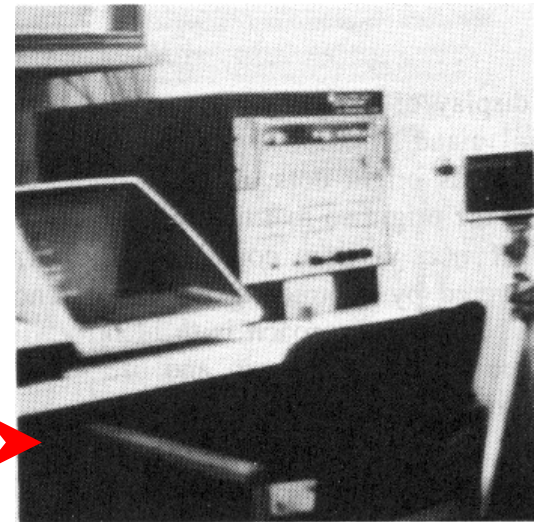


Image filtrée

Réduction du bruit dans une image

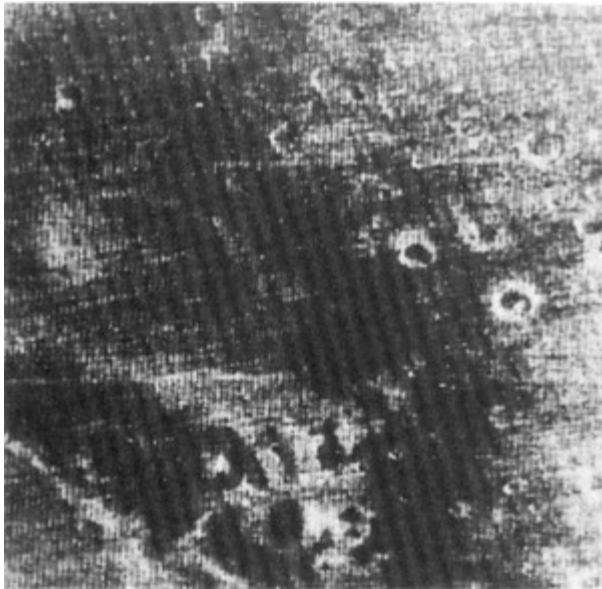
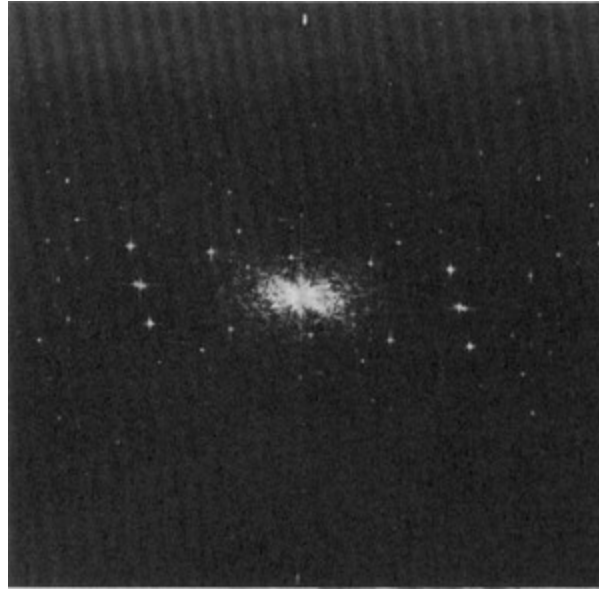


Image bruitée



Spectre de Fourier

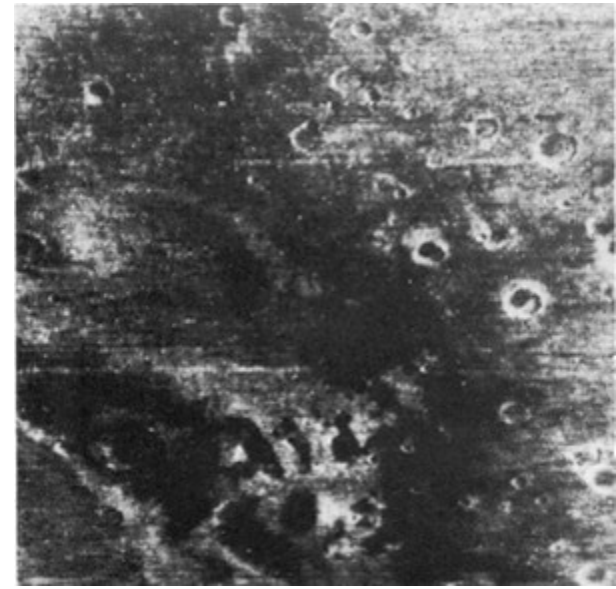


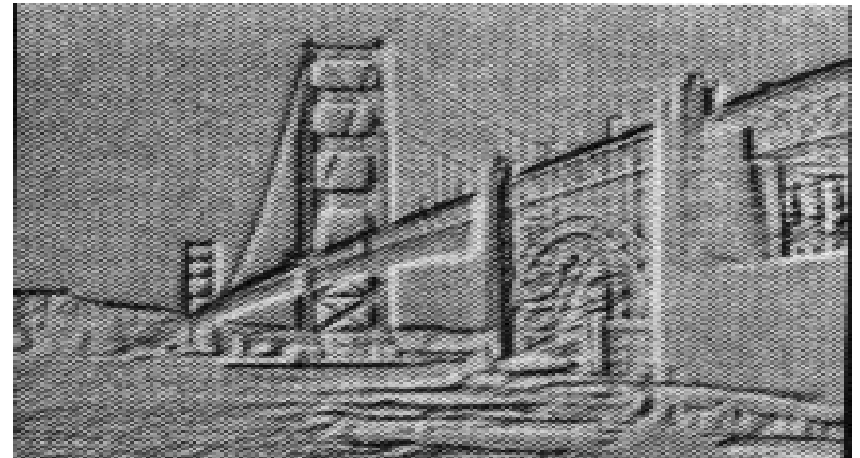
Image filtrée

Filtre passe-haut

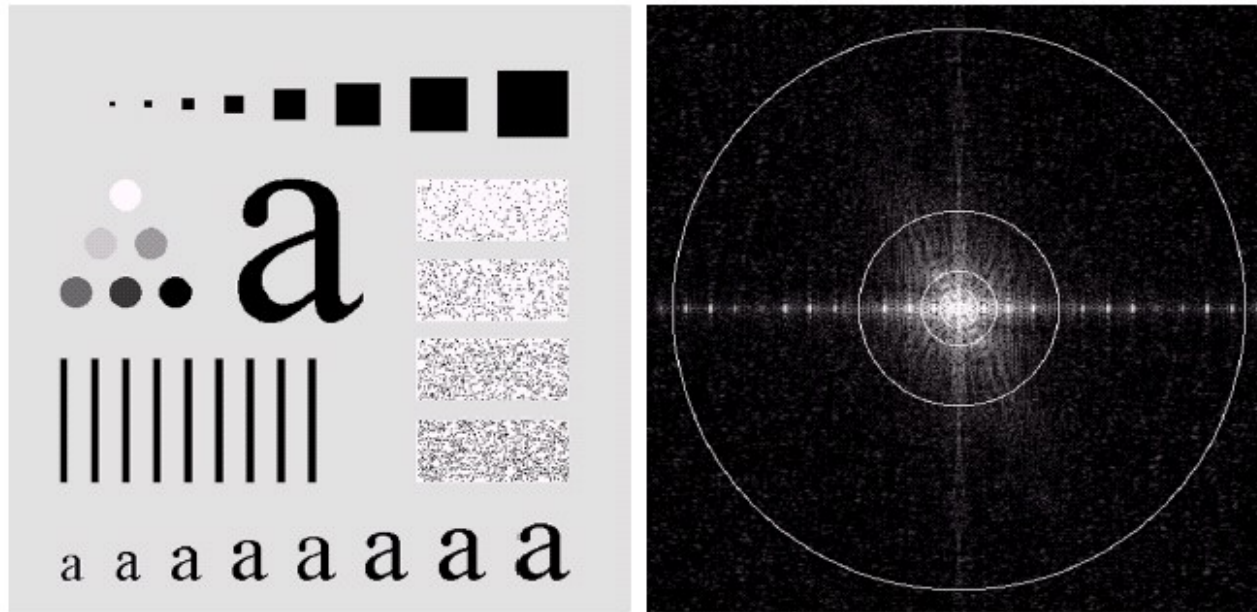
Image originale



Image filtrée passe-haut



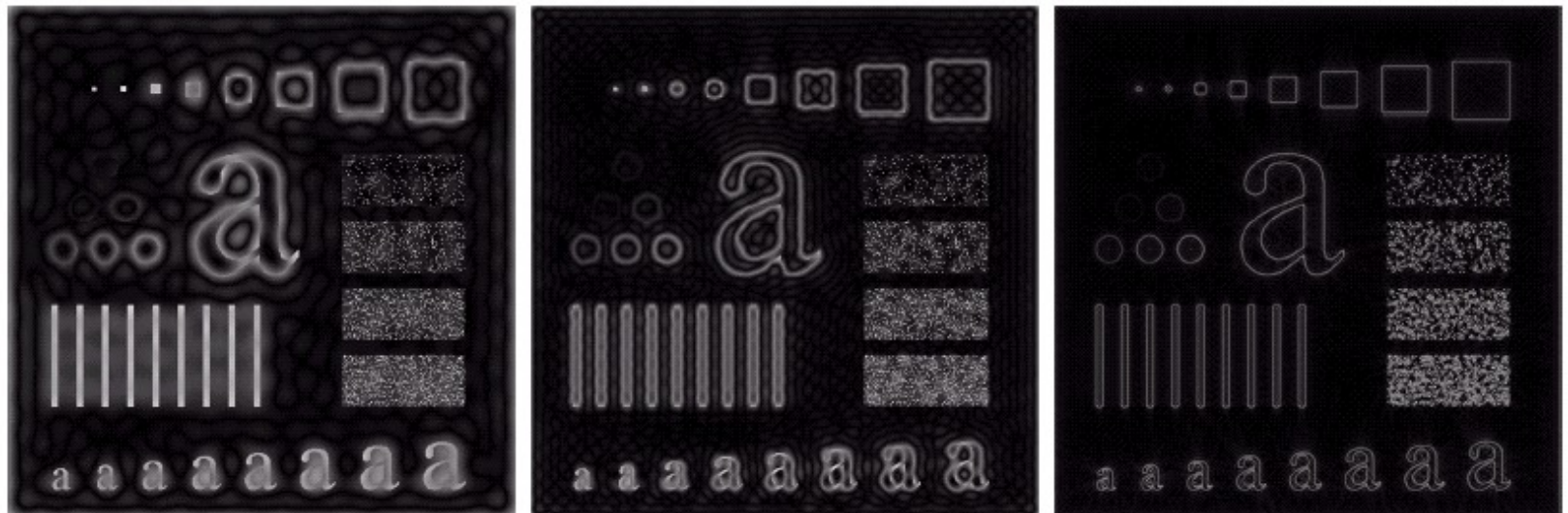
Exemple de filtrage passe-haut (1)



a b

FIGURE 4.11 (a) An image of size 500×500 pixels and (b) its Fourier spectrum. The superimposed circles have radii values of 5, 15, 30, 80, and 230, which enclose 92.0, 94.6, 96.4, 98.0, and 99.5% of the image power, respectively.

Exemple de filtrage passe-haut (2)



a b c

FIGURE 4.24 Results of ideal highpass filtering the image in Fig. 4.11(a) with $D_0 = 15$, 30, and 80, respectively. Problems with ringing are quite evident in (a) and (b).

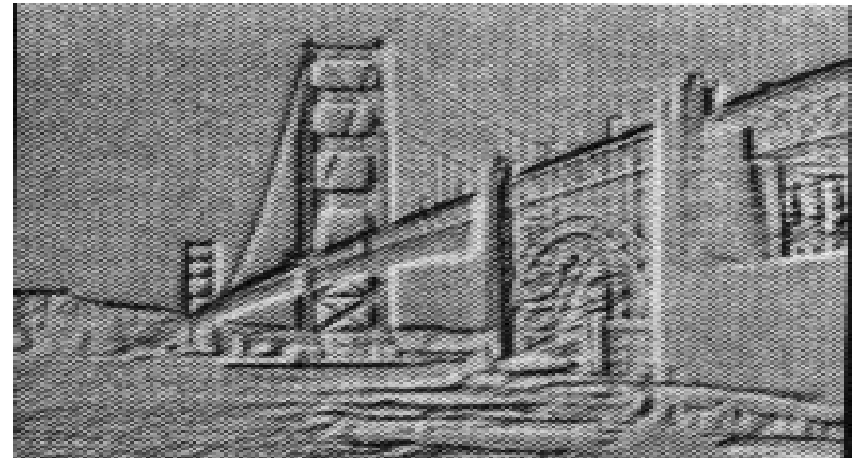
Rehaussement de contraste

Image originale



+

Image filtrée passe-haut



Cette addition vaut autant pour les traitements dans le domaine spectral que dans le domaine spatial.

Rehaussement de contraste



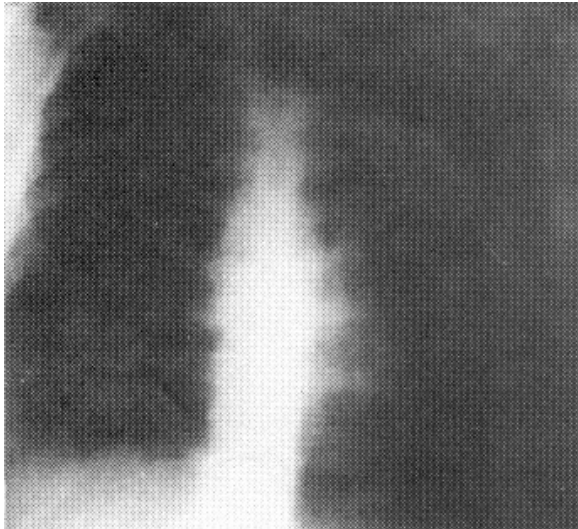
*Images
originales*



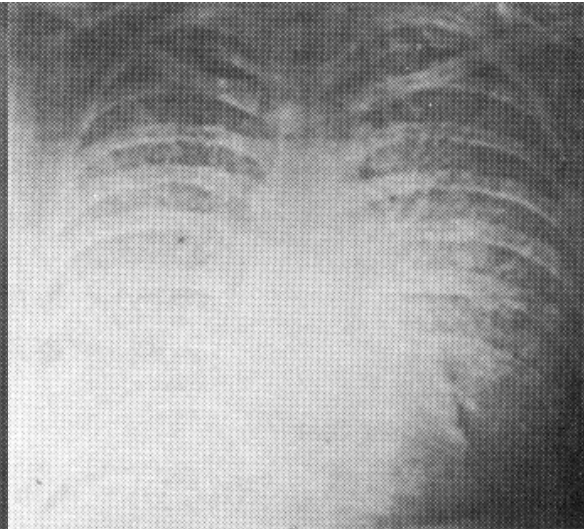
*Images plus
contrastées
(rehaussées)*

Rehaussement de contraste

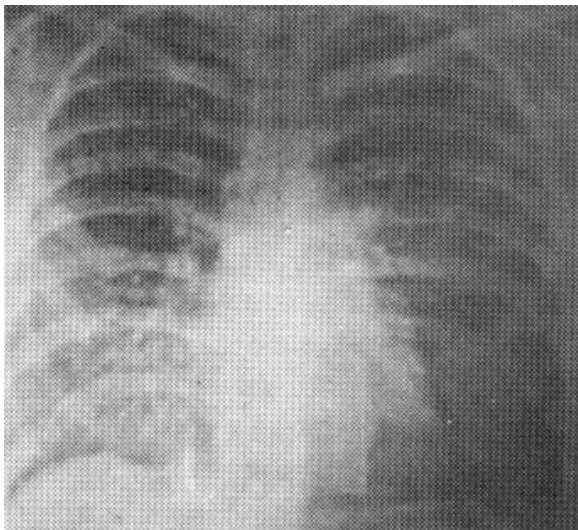
*Image
originale*



*Image filtrée
passe-haut*



*Image
rehaussée*



*Image
rehaussée +
égalisation
d'histogramme*

