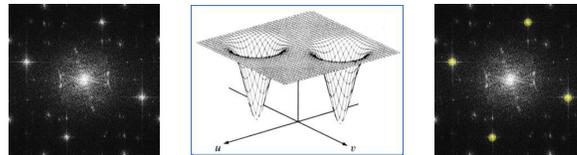

CES PAGES SONT DESTINÉES À FACILITER LA PRISE DE NOTES. ELLES SONT PRODUITES AUTOMATIQUEMENT À PARTIR DU SOURCE L^AT_EX/BEAMER DU DIAPORAMA SERVANT DE SUPPORT DE COURS. LA PRÉSENTATION ET LA MISE EN PAGE SONT PAR CONSÉQUENT APPROXIMATIVES.

Partie C — thème 7

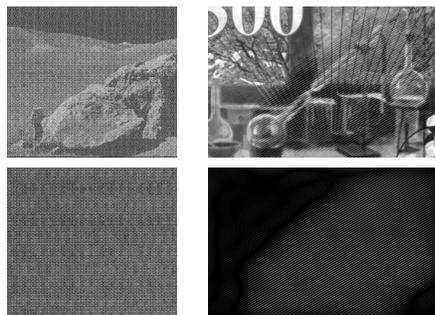
Débruitage (1) : bruit périodique



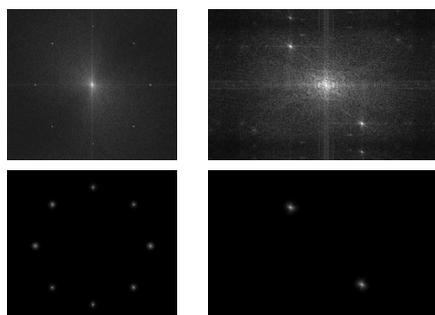
- famille des méthodes de restauration d'image
- causes : acquisition, reconstruction, transmission, compression, etc.
- caractérisation : *périodique* ou aléatoire
- bruit périodique : traitement fréquentiel

1 Caractérisation

- se présente sous la forme de **trames** régulières (défaut d'acquisition, interférences, tramage d'impression, etc.)



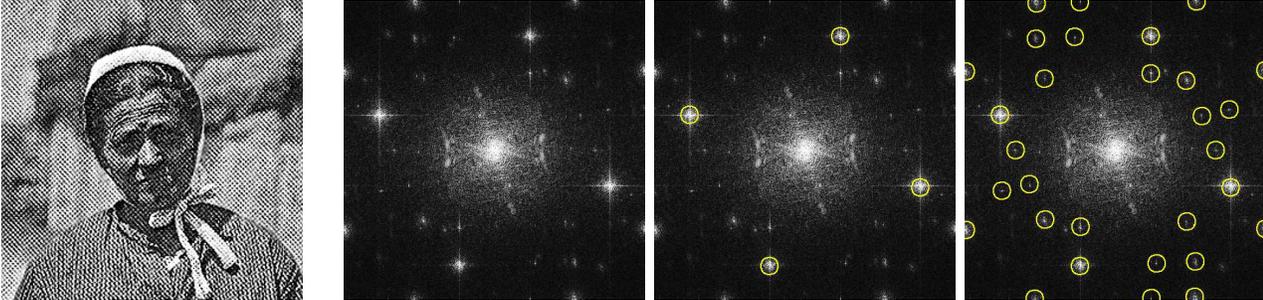
- caractérisation fréquentielle : fréquences isolées



2 Traitement par filtrage fréquentiel

2.1 Principe du filtrage

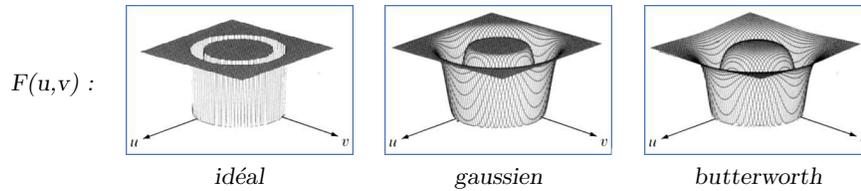
- identification de fréquences «surabondantes» dans le spectre d'amplitude
- suppression de ces fréquences
 - rejet de bande (*band reject*)
 - rejet d'encoche (*notch filter*)
 - masque *ad hoc*



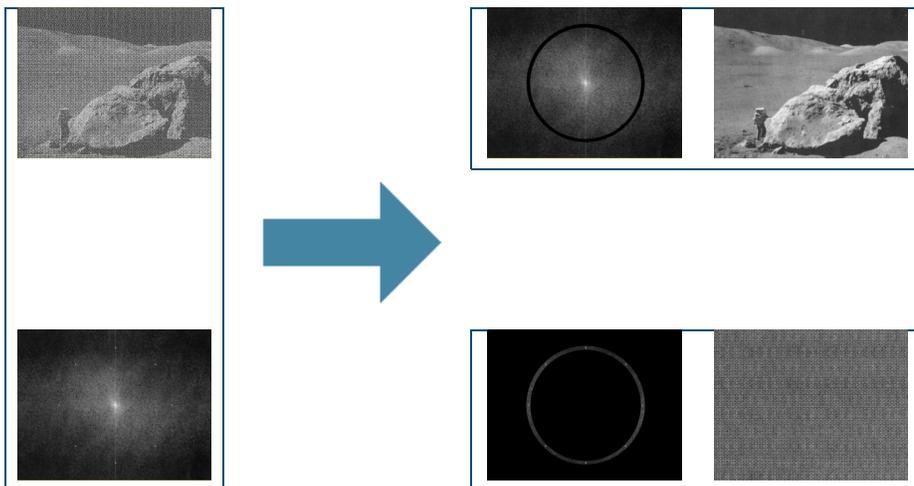
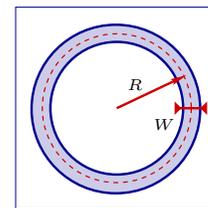
2.2 Filtres à rejet de bande et d'encoche

Rejet de la bande de **rayon** R et de **largeur** W

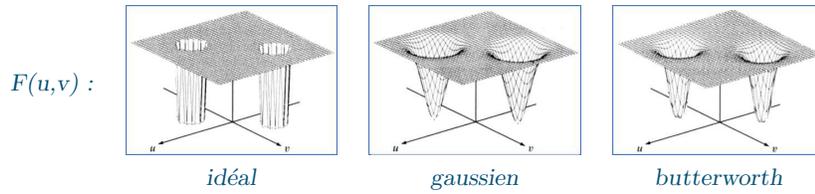
$$- I \rightarrow \mathcal{F}(I) \rightarrow (A, H) \rightarrow A' = F \times A \rightarrow \mathcal{F}^{-1}(A', H) \rightarrow I'$$



- $(u, v) \rightarrow D(u, v) = \sqrt{u^2 + v^2}$
- idéal : $F(u, v) = \begin{cases} 0 & \text{si } D(u, v) > R - \frac{W}{2} \\ & \text{ou } D(u, v) < R + \frac{W}{2} \\ 1 & \text{sinon.} \end{cases}$
- autres : voir annexe A



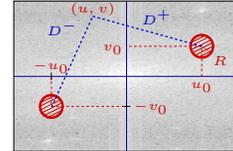
Rejet des disques de centre (u_0, v_0) et $(-u_0, -v_0)$ et de rayon R



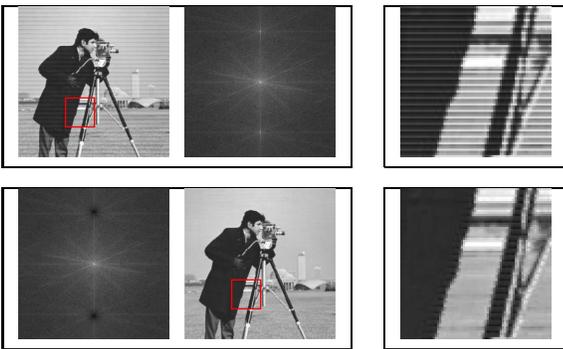
— $D^+(u, v)$: distance de (u, v) à (u_0, v_0)

$D^-(u, v)$: distance de (u, v) à $(-u_0, -v_0)$

— idéal : $F(u, v) = \begin{cases} 0 & \text{si } D^+(u, v) \leq R \\ & \text{ou } D^-(u, v) \leq R \\ 1 & \text{sinon.} \end{cases}$

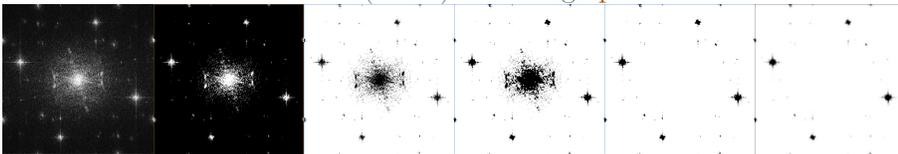


— autres : voir annexe A

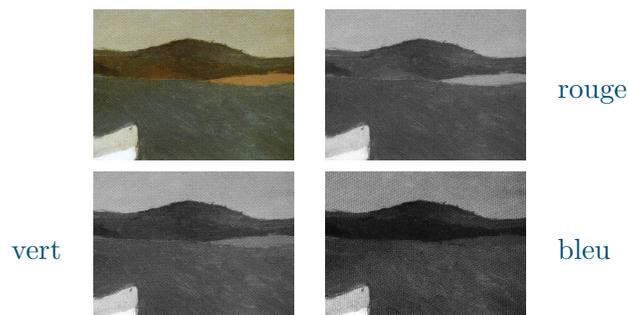


2.3 Filtrage par construction d'un masque ad hoc

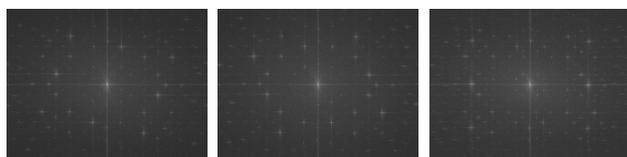
- construction à partir du spectre d'amplitude
- **seuillage** : sélection des fréquences les plus élevées
- **inversion** : fréquences élevées \rightarrow valeurs nulles du filtre
- nettoyage morphologique : **érosion**
- suppression de la partie centrale
- défaut d'un filtre idéal (**échos**) \rightarrow filtrage **passé-bas**



Exemple : traitement de la numérisation en 600 DPI d'une impression couleur



Calcul des spectres d'amplitudes des différents canaux



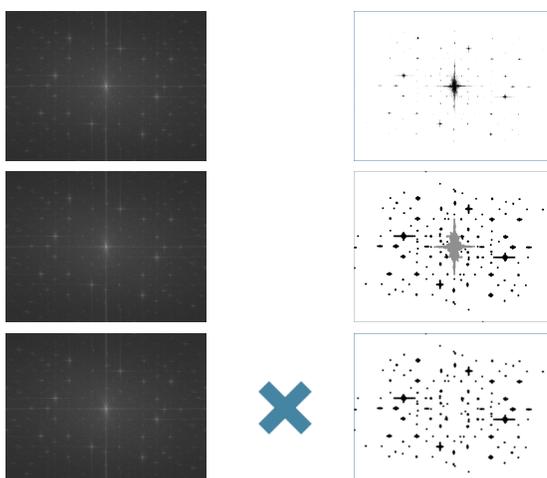
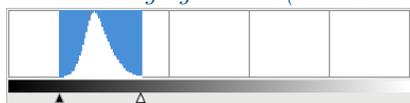
$AS(I_r)$

$AS(I_g)$

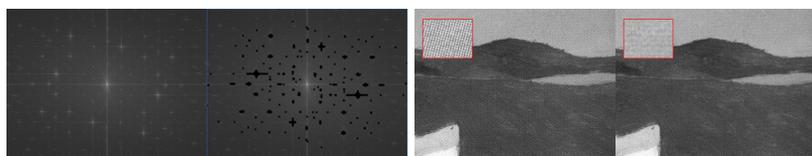
$AS(I_b)$

Construction du masque M_r du canal rouge

- seuillage de l'image du spectre d'amplitude autour du mode de l'histogramme
- « nettoyage » du masque par érosion
- suppression de la partie centrale
- lissage gaussien (éviter les échos d'un filtre idéal)



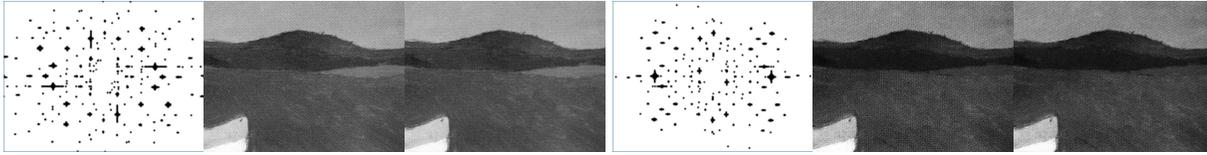
Application du masque M_r sur $AS(I_r)$



$AS(I_r)AS(I_r) \times M_r$

$I_r \mathcal{F}^{-1}(AS(I_r) \times M_r)$

Traitement des canaux verts et bleus

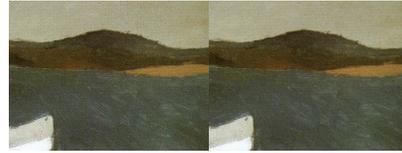


$$M_g I_g \mathcal{F}^{-1}(AS(I_g) \times M_g)$$

$$M_b I_b \mathcal{F}^{-1}(AS(I_b) \times M_b)$$

Recombinaison des canaux filtrés

- supprime la trame d'impression quadrichromie
- révèle la trame du papier
- itération du traitement en recherchant les pics associés à la trame du papier



ANNEXE A

Filtres à rejet de bande et d'encoche

Rejet de la bande de rayon R et de largeur W

— idéal

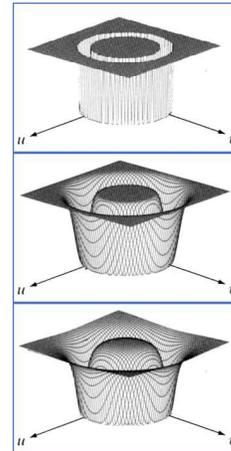
$$F(u, v) = \begin{cases} 0 & \text{si } R - \frac{W}{2} < D(u, v) < R + \frac{W}{2} \\ 1 & \text{sinon} \end{cases}$$

— gaussien

$$F(u, v) = 1 - e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{D^2(u, v) - R^2}{D(u, v) W} \right)^2}$$

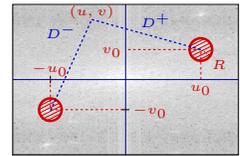
— butterworth

$$F(u, v) = \frac{1}{1 + \left(\frac{D(u, v) W}{D^2(u, v) - R^2} \right)^{2n}}$$



Filtre à rejet d'encoches

- rejet des fréquences dans un **disque** de centre (u_0, v_0)
(resp. $(-u_0, -v_0)$) et de rayon R
- $D^+(u, v)$ (resp. $D^-(u, v)$) : distance de (u, v) à (u_0, v_0) (resp. à $(-u_0, -v_0)$)



- **idéal** :
$$H(u, v) = \begin{cases} 0 & \left\{ \begin{array}{l} \text{si } D^+(u, v) \leq R \\ \text{ou } D^-(u, v) \leq R \end{array} \right. \\ 1 & \text{sinon.} \end{cases}$$
- **gaussien** :
$$H(u, v) = \left(1 - e^{-\frac{D^+(u, v)^2}{2R^2}}\right) \times \left(1 - e^{-\frac{D^-(u, v)^2}{2R^2}}\right)$$
- **butterworth** :
$$H(u, v) = \frac{1}{1 + \left(\frac{R}{D^+(u, v)}\right)^{2n}} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{R}{D^-(u, v)}\right)^{2n}}$$

