PLAN DE TRAVAIL TD2

1. Rappels

Ondes – Représentation de Fresnel Théorème de Fourier

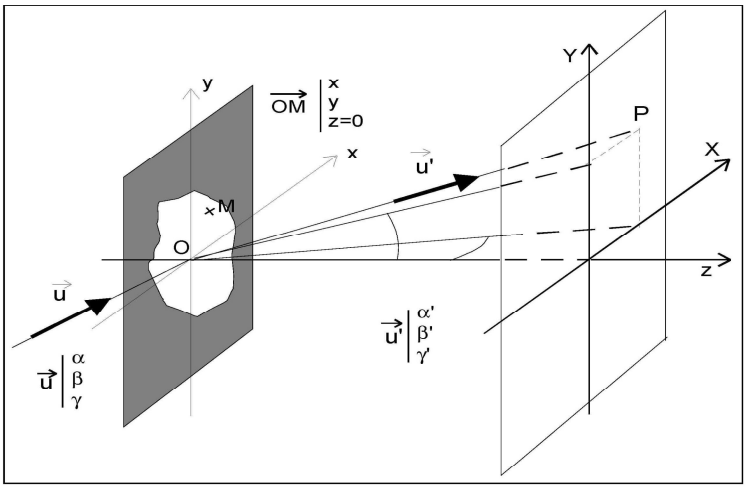
2. Diffraction

2.1 Principe d'Huygens-Fresnel

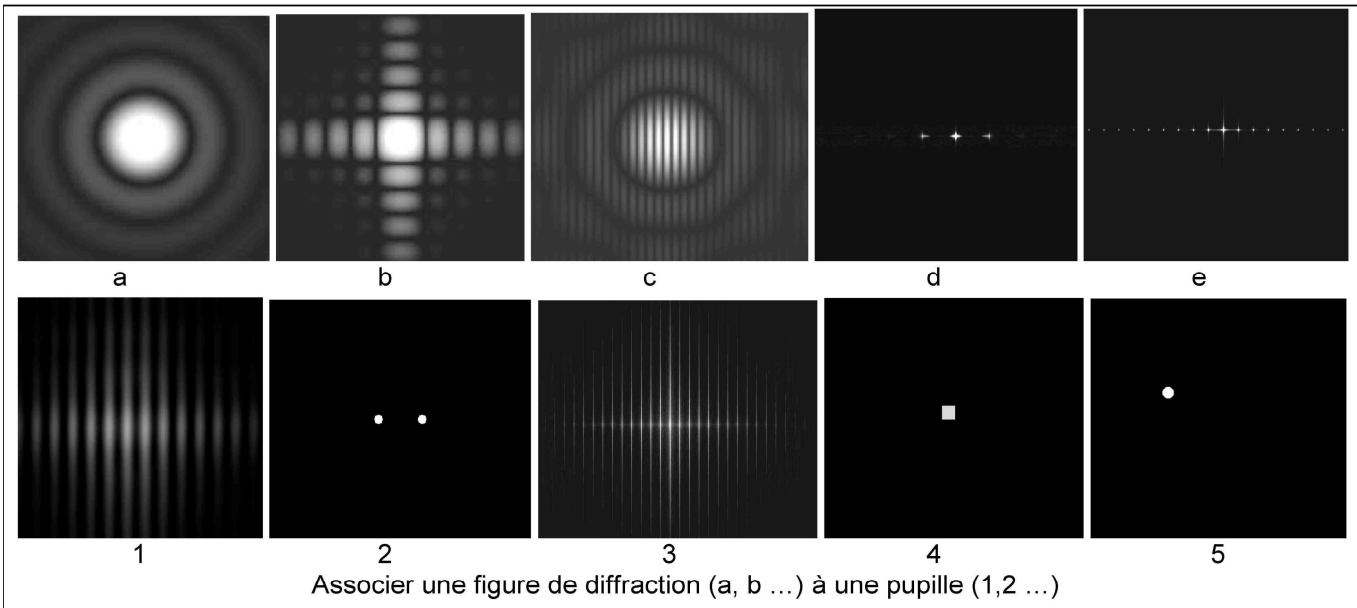
2.2 Amplitude et intensité diffractées

$$A(U,V) = TF(f(x,y))$$

Conclusion :



2.3 Exemples



Associer une figure de diffraction (a, b …) à une pupille (1,2 …)

Cadre 1

2.4 Diffraction par un réseau

2.4.1 Réseau sinusoïdal

Transparence : f(x) =
Diffraction :

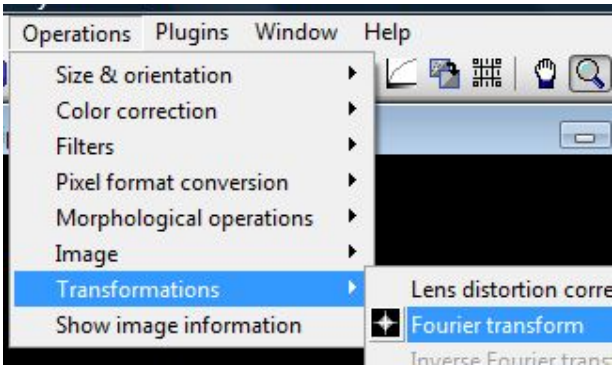
2.4.2 Réseau carré

Transparence : f(x) =
Diffraction :

Propositions	**Vrai**	**Faux**	**Remarques - Justifications** ***(compléter par vos remarques personnelles)***
Une figure de diffraction caractérise (identifie) la forme d'une pupille			
Une pupille et sa pupille complémentaire donnent des figures de diffraction de même forme			*Cette proposition constitue le théorème de Babinet*
Plusieurs motifs identiques, formant une pupille, donnent la même image de diffraction qu'un motif unique et la même intensité de la figure de diffraction			
Plus un trou est large plus la figure de diffraction est large			
L'existence de motifs appariés ou "paires" se caractérise par des franges.			*A comparer aux "franges d'young"*
Plus les franges sont resserrées plus les motifs de chaque paire sont rapprochés			
Un réseau sinusoïdal donne une figure de diffraction caractérisée par deux ordres 1 et -1			
Un réseau carré se comporte comme la superposition de réseaux sinusoïdaux			
Les motifs appariés doivent être identiques pour faire apparaître des franges			

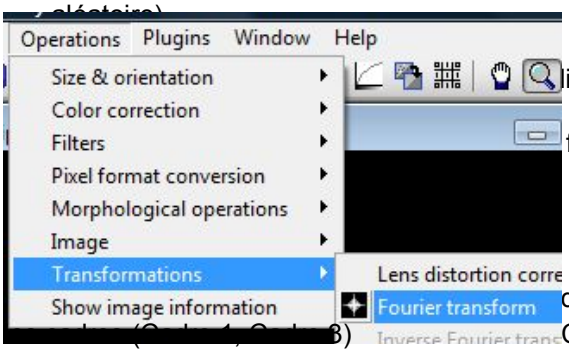
Cadre 3: étude de la diffraction

2.5 Emploi du logiciel Image Analyser



Ouvrir le fichier ***"Analyser".*** Ouvrir les images.tif ou .jpg :

- Triangle, carré, trou
- formes (plusieurs ouvertures de formes différentes)
- trous (plusieurs trous identiques disposés de façon aléatoire)



istants.

formes

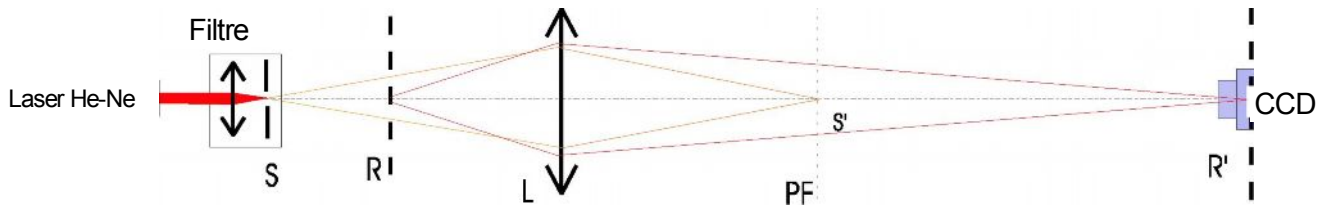
de Fourier (faire *Operation - Transformations - Fourier Transform -*

(Cercles 1, Cercles 3) Commentez et compléter les réponses aux questions posées dans

2.6 Filtrage optique

Expérience d'Abbe

Un objet diffracte la lumière de la source, les images de diffraction de la source sont dans le plan de Fourier.



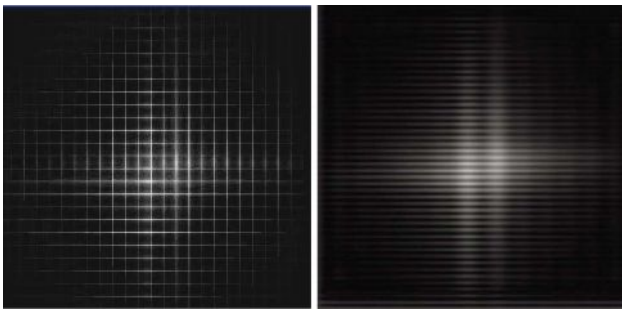
cadre 4 : expérience d'Abbe. Si la distance D (L_1 à R') est très grande, L_2 est inutile.

Expliquez en quelques mots comment se fait l'image de l'objet et à quelle condition cette image sera-t-elle fidèle.

Qu'est-ce qu'un filtre passe bas ? Un filtre passe haut ?

Qu'est-ce qu'un "filtre spatial" utilisé pour "épurer" un faisceau laser ? Expliquez son principe

Réponse



cadre 5: *grille.jpg* et son image *réseau_sinus2* obtenue après filtrage spatial.

3. Filtrage et traitement d'image

3.1 Diffraction par un réseau

Reprendre les cas *réseau-verti.jpg* et *réseau-sinus.jpg*. Demander leur TF. Observer les ordres de diffraction. Revoir la conclusion apportée dans le tableau du cadre 3.

3.2 Filtrage spatial

Ouvrir *grille.jpg*. Utiliser la fonction "filters" "Fréquency domain filter" pour réaliser un filtrage spatial permettant d'obtenir un réseau carré horizontal (utiliser le crayon pour noircir les fréquences spatiales à éliminer). Enregistrer le sous *rés_horiz.jpg.*

Réaliser un filtrage à partir de *rés_horiz.jpg* pour obtenir un réseau sinusoïdal de fréquence double : *rés_sinus2.jpg* (cadre 5).

Travailler ensuite sur une photo tramée pour atténuer la trame.

Ouvrir *MaisonFourier.jpg* et rechercher le filtrage qui permet de ne laisser que le toit de la maison.

Expliquer vos filtrages.

Photo tramée avant et après filtrage

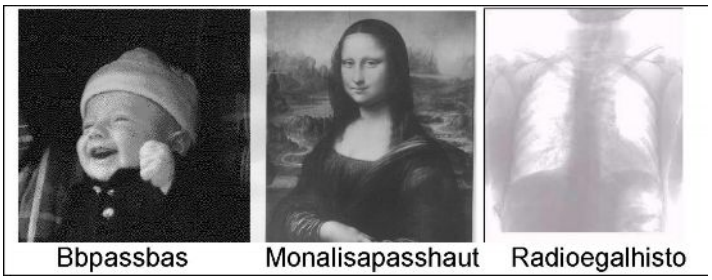
3.3 Filtres de convolutions

Essayez l'effet d'un certains nombres de filtres (passe-bas sur *Bbpassbas*, passe-haut sur *Monalisa*, extraction de contour sur l'*avion*).

Voir annexe pour vous aider à comprendre l'effet de quelques filtres.

Exemple : construire un filtre laplacien pour agir sur la photo *Cameralaplacien*.

Filtrage de Sobel suivi d'un seuillage.



Bbpassbas Monalisapasshaut Radioegalhisto

ANNEXE

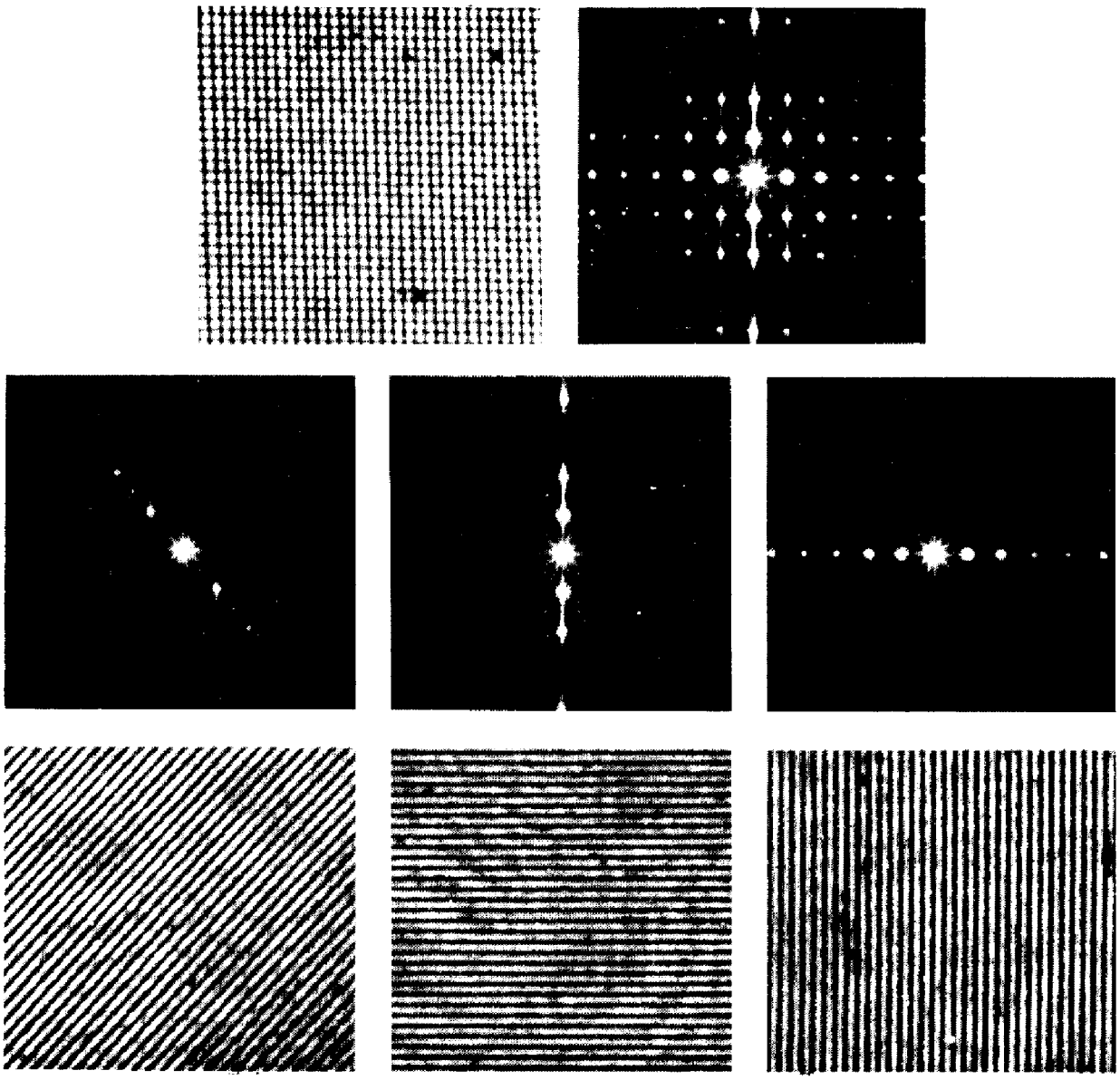


Image d'une trame en fonction de divers filtrages.

Lissage
Opération destinée à éliminer le bruit dans une image. Les lissages sont des filtres passe-bas, ce qui signifie qu'ils éliminent les signaux de haute fréquence, caractérisés par des grandes variations de niveau de gris entre pixels voisins.
Lissage linéaire

```
1 1 1
1 1 1 lissage fort
1 1 1
```

Normalisé par un facteur 1/9 pour ramener les valeurs entre 0 et 255, il remplace chaque pixel par la moyenne des 9 pixels voisins.
Lissage fort.

```
1 2 1
2 4 2 lissage moyen
1 2 1
```

Normalisé par 1/16. Le coefficient plus élevé du pixel central atténue l'effet du lissage. Lissage non-linéaire
Le filtre de la médiane remplace le pixel central par la valeur médiane de la séquence ordonnée des pixels de la fenêtre : une moitié des pixels ont une valeur inférieure, l'autre moitié une valeur supérieure. Ce filtre non linéaire permet d'éliminer des pixels isolés ou les traînées fines noyées dans des zones assez homogènes.

Accentuation et détection de contours
Opérations inverses des lissages. Leur fonction est d'accentuer les différences entre pixels voisins, en particulier pour détecter les contours de zones homogènes.
Rehaussement
Un opérateur de rehaussement remplace le pixel central par la somme des différences avec ses voisins :

```
0 -1 0
-1 5 -1 rehaussement
0 -1 0
```

Le résultat peut atteindre une valeur négative. Après normalisation par un coefficient, il est donc nécessaire d'ajouter une constante (128 pour cette matrice).

Opérateurs de dérivation
Dérivée première
En développant au premier ordre, avec une approximation, la dérivée en un point f'(x) peut s'exprimer par
f'(x) = 1/2 [f(x+1)-f(x-1)]
Appliquée à une image numérique, on peut définir une dérivée partielle df/dx suivant les colonnes par le filtre de matrice suivante :

```
0 0 0
-1 0 -1 dérivée horizontale
0 0 0
```

La dérivée verticale, dérivée partielle df/dy suivant les lignes de l'image, est alors définie par la matrice :

```
0 -1 0
0 0 0 dérivée verticale
0 -1 0
```

Opérateurs de Sobel
La dérivation accentue le bruit de l'image, c'est-à-dire les pixels de valeur parasite et de répartition aléatoire. Les opérateurs de Sobel, qui effectuent une moyenne locale sur trois pixels en largeur, sont moins sensibles au bruit :

```
-1 0 1
-2 0 2 dérivation horizontale
-1 0 1

-1 -2 -1
0 0 0 dérivation verticale
1 2 1

0 1 2
-1 0 1 dérivation oblique
-2 -1 0
```

Ces opérateurs permettent de faire ressortir des directions privilégiés dans une image.
Directionnel Nord-Est

Détection des contours
L'amplitude du gradient en un point est un bon indicateur pour la détection de contours. Le gradient est défini par :
G(x,y) = sqrt((df/dx)[2] + (df/dy)[2])
Le calcul est simplifié avec des formules approchées mises en oeuvre avec les opérateurs de Sobel :
G(x,y) = max(abs(df/dx) , abs(df/dy))
G(x,y) = (abs(df/dx) + abs(df/dy)) / 2
N.B. : Ces deux formules ne sont plus indépendantes de la direction du gradient.
Filtrage de Sobel suivi d'un seuillage. Les contours de plages homogènes sont rehaussés.

Dérivées secondes et laplacien
Avec la même approximation que pour les dérivées premières, on définit une dérivée partielle du second ordre suivant les colonnes de l'image par la matrice suivante :

```
0 0 0
1 -2 1 dérivée horizontale
0 0 0
```

La dérivée seconde selon les lignes :

```
0 1 0
0 -2 0 dérivée verticale
0 1 0
```

L'opérateur laplacien donne une approximation directe de la somme des dérivées secondes, ce qui peut être obtenu avec une matrice qui est la somme des deux précédentes, ainsi qu'avec plusieurs variantes. Bien que très sensible au bruit le laplacien est également utilisé pour détecter des contours, caractérisés par le passage à zéro de la dérivée seconde, .

```
0 1 0
1 -4 1 laplacien
0 1 0 Laplacien
```