



**INSTITUT FRANCOPHONIE INTERNATIONAL (IFI)**



## Traitement d'images

Transformée de Fourier

### RAPPORT DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

**Rédigé par :**  
**Hugues Kanda**

**SUPERVISEUR**  
Mme NGUYEN Thi Oanh

**PROMOTION 22**  
**Année Académique 2018– 2019**

Dans le cadre du cours il est demandé dans chaque module du cours d'implémenter un programme pour mettre en pratique le module du cours donc dans le rapport si présent nous allons présenter notre TP2. Nous allons suivre les étapes de manière exigeante qui seront soulignées dans l'intitulé de ce travail. Pour cela nous retrouvons deux parties à savoir comme suite : Premièrement dans cette partie, il est demandé de calculer la transformée de Fourier et la transformée de Fourier inverse pour différents d'images. Dans la deuxième partie de ces travaux, il est en plus demandé de calculer la transformée de Fourier, nous mettrons certaines applications de transformations sur le spectre obtenu à l'instar des filtres passe-bas et passe-haut.

Dans le cadre de nos travaux, un seul programme sera mis en œuvre pour les deux parties à savoir : **Calcul de la Transformée de Fourier et Transformée de Fourier inverse d'une image, Traitements fréquentiels à partir du spectre de Fourier**

### **I) Calcul de la Transformée de Fourier et Transformée de Fourier inverse d'une image.**

Dans ces modules il est demandé de faire le calcul de la transformée de Fourier de 2 images, la visualisation, l'interprétation du spectre et finalement le calcul de la transformée de Fourier inverse de ces mêmes images à partir du spectre obtenu. Nous avons implémenté avec la librairie d'*opencv* dans le langage C++ un programme.

#### **Exécution et fonctionnalité du programme**

Nous avons mis un programme pour déterminer la transformée de Fourier d'une image donnée en entrée et la transformée de Fourier Inverse du spectre obtenu a pour nom « FourierTrans.cpp ».

Pour le compiler et l'exécuter il suffit de suivre les paramètres suivants :

Le fichier principal *huguesti.cpp* et deux autres fichiers *fonctions.h* et *fonctions.cpp*. Tout d'abord une phase de compilation du programme s'avère nécessaire avant toute manipulation et utilisation de ce dernier : pour cela à l'aide de la console, se positionner dans le bon répertoire contenant les sources et les autres fichiers nécessaires au bon fonctionnement du programme et exécuter le code source. Le programme étant compilé, par chaque étapes **nous allons insérer une image à partir du code source puis exécute le programme**. Une fois le programme lancé, un menu vous propose de faire un choix entre **1** et **2** selon le traitement que vous voulez faire. Dans le cas de ce module nous devons choisir **1** pour le calcul de la transformée de Fourier.

Les différents types d'images ci-dessous illustrent les résultats des expérimentations réalisées avec notre programme:

- a. **Calcul de la Transformée de Fourier, du spectre et de la transformée inverse de l'image numéro 1**

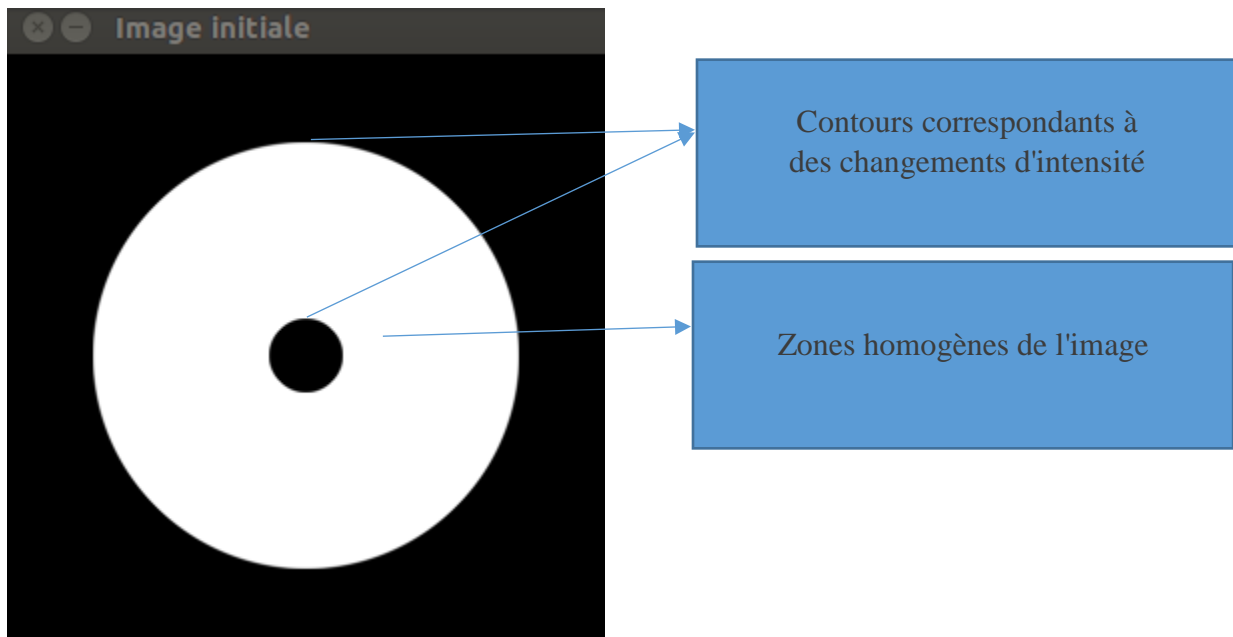
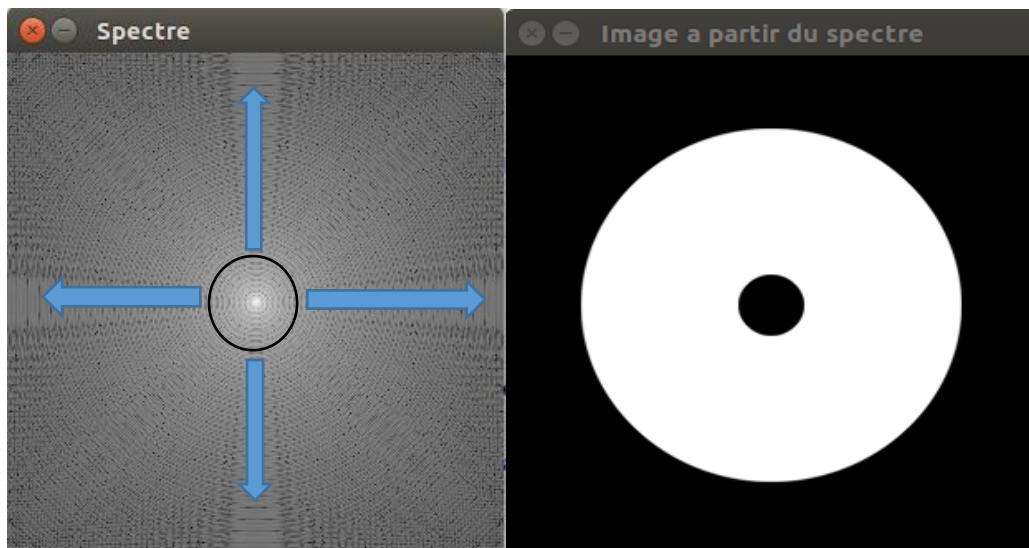


Figure1 : Image Originale



### Explication

Dans l'**Image 2** qui correspond à celle de la transformée de Fourier de l'image initiale, le cercle de couleur noir indique le centre de l'image, cela veut dire l'origine du spectre de l'image obtenue par transformée de Fourier. Cette origine correspond également à la valeur moyenne des pixels de l'image.

Nous pourrions en ce cas affirmer d'après ce observation que la majeure partie de l'énergie de l'image se trouve dans les fréquences basses, c'est-a-dire que dans le domaine spatial les parties correspondant aux zones homogènes seront beaucoup plus présentes dans l'image.

Les flèches bleu dans l'image présentes pour indiquer les zones plus éloignées du centre de l'image, c'est-a-dire celles correspondantes aux hautes fréquences ou aux changements d'intensité brusques et rapides dans l'image. De plus, la forme du spectre de Fourier de l'image laisse apercevoir une symétrie. En effet, en regardant notre image de départ qui présente un ensemble de disques ou cercles concentriques, nous remarquons cette proportionnalité et cette symétrie dans notre image de spectre.

Pour conclusion, cette disposition au niveau de la forme de notre image de départ est également traduite dans l'image de sa transformée de Fourier.

### b) Calcul de la Transformée de Fourier, du spectre et de la transformée inverse de l'image numéro 2

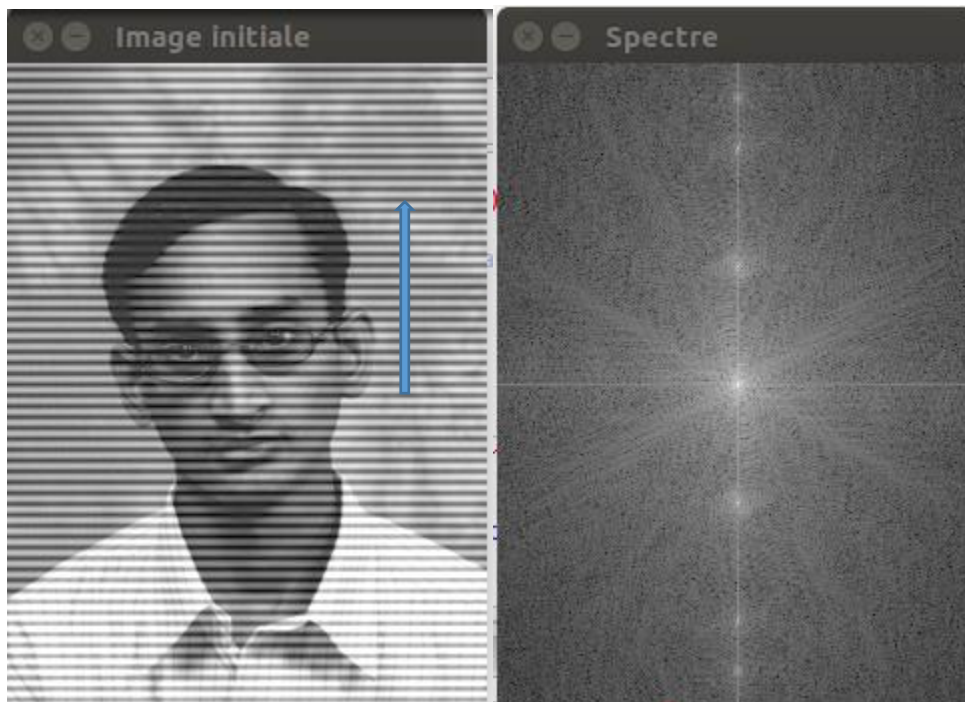


Image 1

Image 2



**Image 3**

Les trois images ci-dessus ont été obtenues en effectuant le même traitement sur une image ayant des imperfections (**Image 1**). La flèche bleu dessinée sur l'image est une illustration en guise d'exemple pour indiquer un exemple de perturbations (causées par la camera dans l'étape d'acquisition de l'image) dans l'image de départ.

En constats que dans le cas précédent, c'est-à-dire que le centre de l'image correspond à l'origine du spectre et à la moyenne des pixels de l'image. Les basses fréquences, de même que dans le cas précédent sont la région située aux alentours de ce centre. Les hautes fréquences sont les zones éloignées de ce centre. Contrairement au cas de la première image, le spectre de celle-ci présente une particularité : nous pouvons effectivement remarquer la présence de deux points symétriques par rapport à l'origine du spectre et disposés verticalement (conformément à l'orientation des bandes dans l'image initiale associée). Ces points représentent les pics symétriques.

Ces pics symétriques qui symbolisent les perturbations dans l'image sont d'autant plus proches de l'origine du centre c'est-à-dire dans la région basse fréquence parce que les perturbations qui parasitent l'image initiale constituent des bandes horizontales assez larges et floues:

Ce qui correspond à un changement d'intensité assez lent.

Dans les deux, cas en fin de compte nous remarquons que l'image retrouvée à partir du spectre en lui appliquant la transformée inverse est la même que l'image d'origine, c'est-à-dire celle avant application de la transformée de Fourier. Ceci est dû au fait que après avoir obtenu le



spectre de Fourier, nous n'avons appliqué aucun filtre dans le domaine fréquentiel à ce spectre. La transformation inverse donne en ce sens le même résultat.

## II) Traitements fréquentiels à partir du spectre de Fourier

### Exécution et fonctionnalité du programme

Dans cette partie nous allons suivre la même procédure du programme du premier module, chaque fois que nous lançons le programme on doit insérer l'image au code. **Puis faire le choix 2.** Dans le choix proposé par le menu pour les traitements fréquentiels. Nous allons à nouveau faire un autre choix : **1 pour filtre passe-bas** et **2 pour filtre passe-haut.** Considérons le filtre passe-bas dans un premier temps et appliquons-le sur une image.

#### a) Filtre passe-bas (fréquence de coupure 0.3)

Après avoir choisi le 1 pour filtre passe-bas, on doit faire un choix de fréquence de coupure (nombre flottant doit être pris entre 0 et 1).

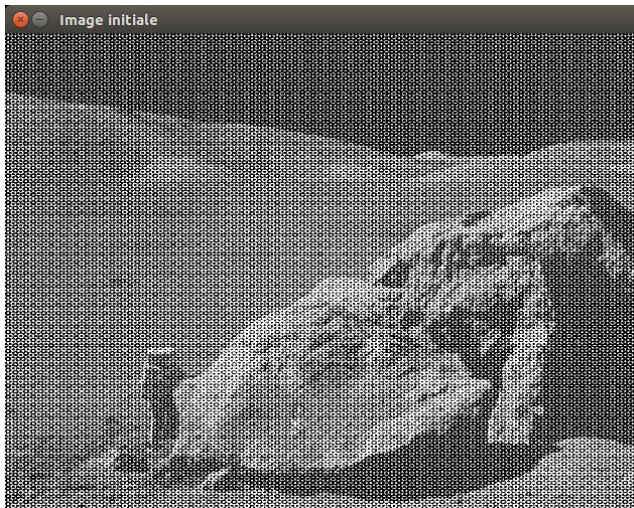


Image 1

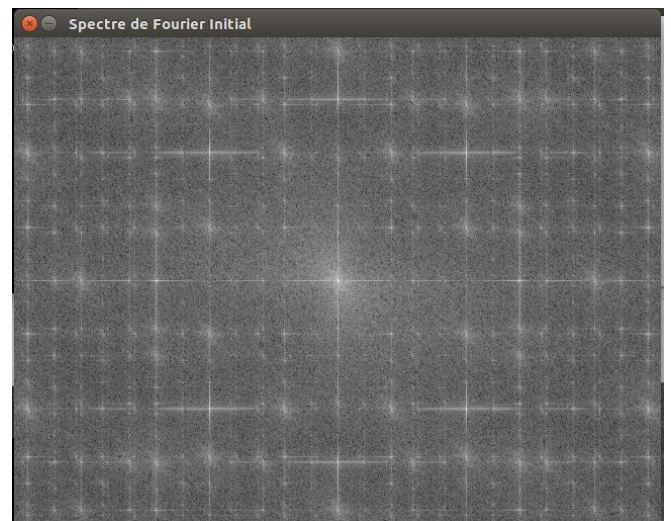
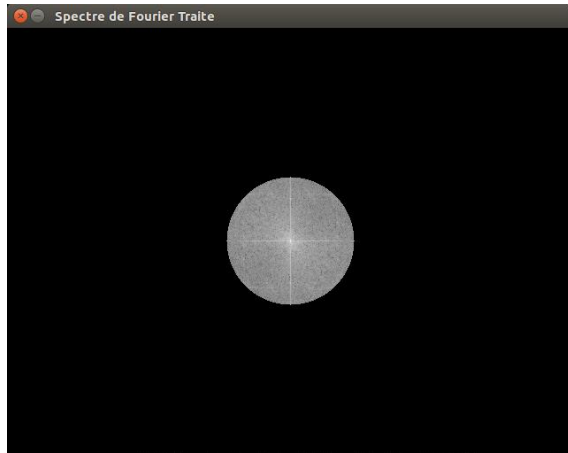


Image 2



**Image 3**



**Image 4**

### **Analyse et explication des résultats**

L'image 1; 2 correspondent respectivement à l'image initiale et à sa transformée de Fourier. Nous allons remarquer une très forte présence de bruit dans l'image qui nuit à l'appréciation de la scène globale et cachent les détails importants dans l'image. Nous retrouvons également la prise en compte ou la matérialisation de ces fréquences parasites dans le spectre de Fourier de l'image : effectivement nous remarquons dans son spectre la présence de beaucoup de points lumineux ou de pics se trouvant loin du centre de l'image, en l'occurrence de l'origine du spectre, dans le voisinage lointain du centre ou au-delà de la zone de basse fréquence.

Nous pouvons conclure que ceci correspond aux bruits dans l'image. Dans l'image 3 et 4 sont respectivement l'image du spectre après application du filtre passe-bas avec une coupure de 0.3 et l'image finale après application de la transformée de Fourier inverse sur le spectre filtré. Les fréquences supérieures ont été mises à 0, en l'occurrence les hautes fréquences et les bruits notamment. Les bruits présents dans l'image initiale ont été nettement atténués et la visualisation de l'image est donc plus agréable pour l'utilisateur : les fréquences parasites étant éliminés.

#### **b) Filtre passe-bas (fréquence de coupure de 0.8)**

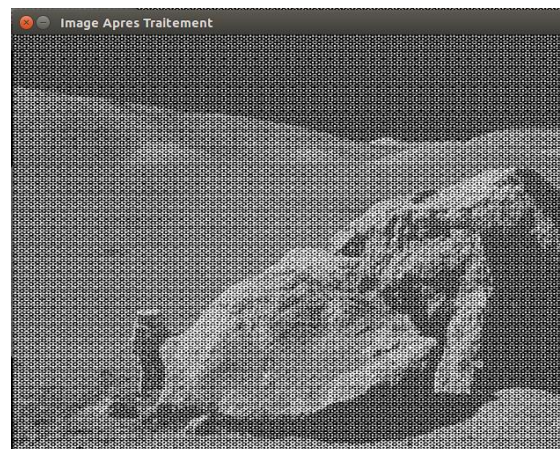
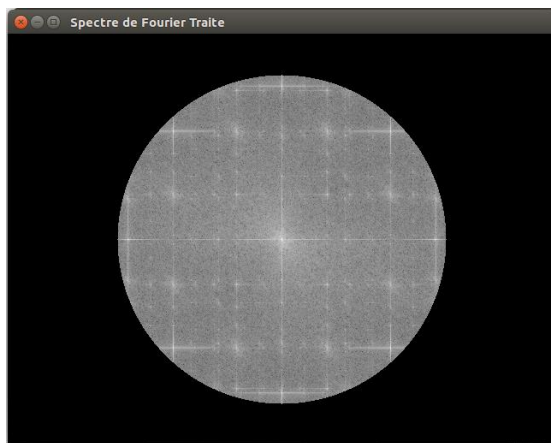
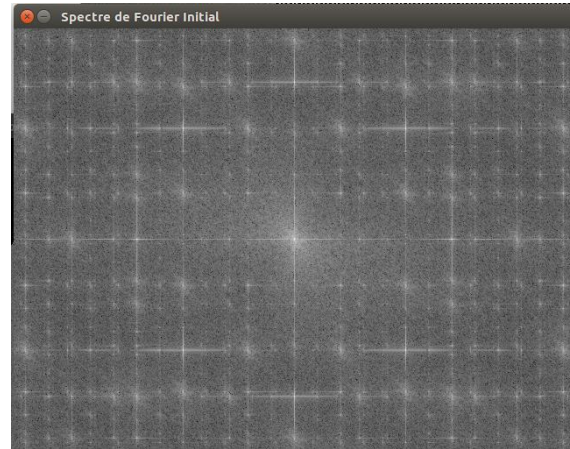
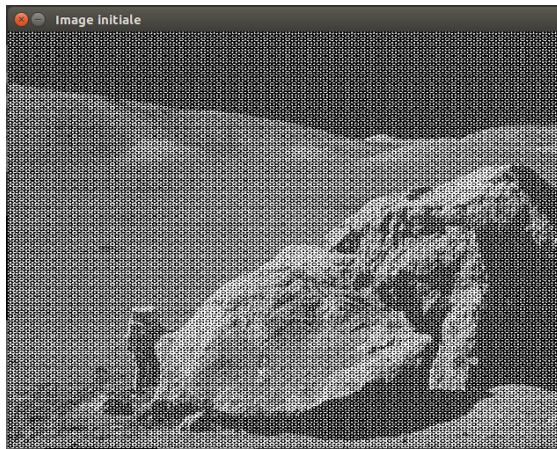
### **Analyse et explication des résultats**

Avec la même philosophie du précédemment nous allons appliquer cette fois-ci une fréquence de coupure de 0.8 au spectre de l'image. Elle permettra d'avoir un rayon de coupure au niveau du filtre de plus grande dimension. Cela va permettre en outre de conserver les basses fréquences mais également une partie sinon la majeure partie des fréquences hautes. Dans notre expérimentation sur l'image, les bruits dans l'image originale étant trop nombreux et beaucoup



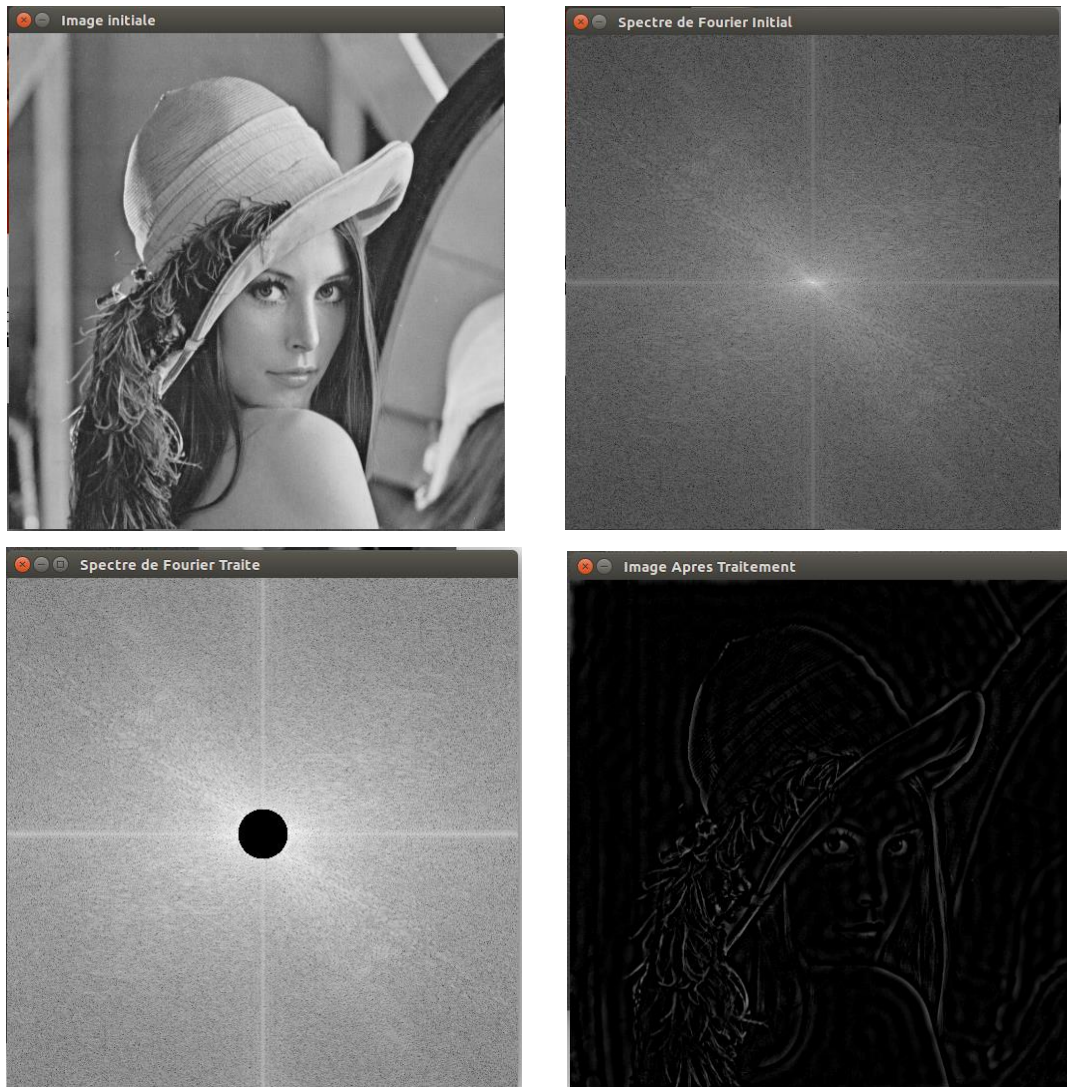
trop intense nous voyons que l'image obtenue par transformée de Fourier inverse à partir du filtre n'est que très peu différente de l'image originale.

Les bruits ont été conservés et la visualisation de l'image est toujours difficile : cela prouve bien que les bruits font partie de la plage de fréquences hautes dans une image et que pour une image ayant un tel niveau de bruit la fréquence de coupure nécessaire pour la traiter doit être judicieusement choisie à l'instar de ce que nous avons fait plus haut avec une fréquence de coupure de 0.3 assez bas (assez proche de zéro) pour atténuer les bruits dans l'image.



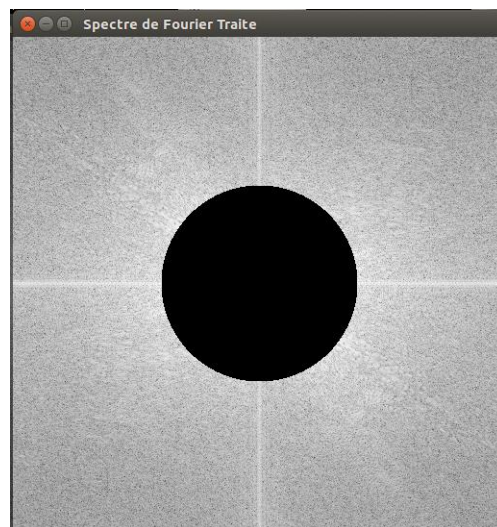
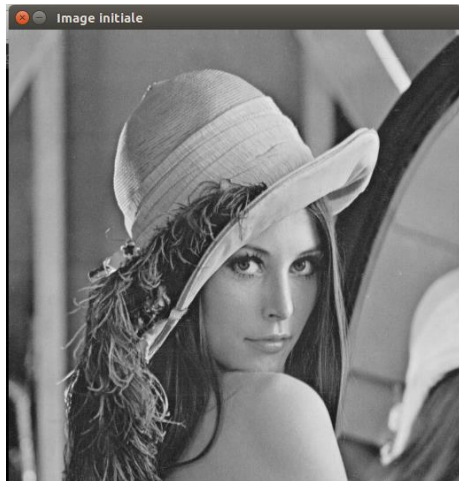
**c) Filtre passe-haut (fréquence de coupure égale 0.1)**

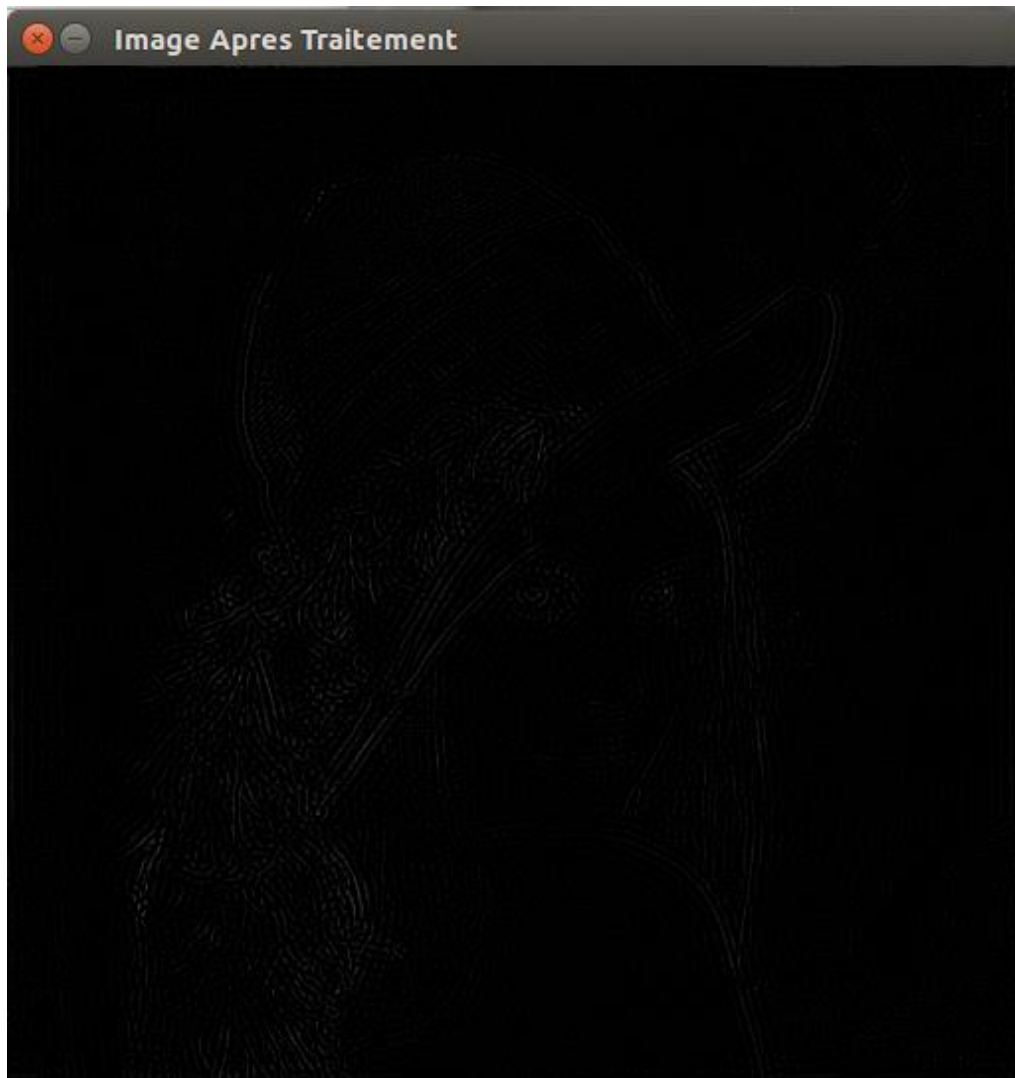




A partir des images plus haut nous voyons qu'en appliquant une fréquence de coupure assez basse proche de la valeur 0 nous obtenons les contours de l'image, c'est-à-dire que les zones homogènes de l'image et les zones où les changements d'intensité lents et graduels sont pratiquement éliminés de notre image, ce qui représente bien le travail effectué par le filtre passe haut à savoir bloquer les fréquences basses et ne laisser passer que les fréquences hautes (contours, bruits éventuels). Cependant, nous remarquons que certaines parties correspondant aux zones homogènes sont quand gardées. Ci-dessous la même image avec une fréquence de coupure de 0.4 pour le filtre passe-haut

**d) Filtre passe-haut(fréquence de coupure égale 0.4)**





La fréquence de coupure 0.4 appliquée au spectre permet d'éliminer cette fois-ci complètement les zones homogènes. En contrepartie, nous perdons aussi certaines fréquences hautes puisque le rayon du cercle de coupure a été élargi. Ceci se matérialise dans l'image par des contours moins nets et une image qui tend à s'effacer et devenir complètement noire.

## Conclusion

Pour mettre fin à notre travaux réalisation, sur la transformée de Fourier et les traitements fréquentiels sur le spectre d'une image ont permis de mieux cerner les concepts vus durant le module en classe. La représentation fréquentielle d'une image permet d'avoir son spectre et permet d'avoir une idée de sa concentration en énergie. Ainsi nous pouvons déduire les éventuels bruits qui existent dans une image et la nature de ces bruits. Cela peut permettre en outre de voir les contours dans une image et les zones homogènes (zone situées autour du centre de l'image de la transformée de Fourier ou de l'origine). Cependant, outre cet aspect d'analyse du spectre et l'analyse de la constitution de l'image au niveau fréquentiel, des traitements peuvent s'appliquer dans ce nouvel espace ou domaine fréquentiel tel que les filtrages passe-haut et passe-bas, soit pour éliminer les bruits parasites dans l'image ou garder les zones homogènes (filtre passe-bas), soit pour avoir les contours dans l'image (zone où les changements d'intensité sont très forts) ou accentuer les détails.

## Reference

<http://www.f-legrand.fr/scidoc/docmml/numerique/tfd/tfdimage/tfdimage.html>

<https://humbert-florent.developpez.com/algorithme/traitement/fourier/>

<http://www.tangentex.com/AnalyseFourier.htm>

[https://etud.insa-toulouse.fr/~bouvot/Cours/3IMACS/Filtrage\\_num/54159631-Traitement-Signal.pdf](https://etud.insa-toulouse.fr/~bouvot/Cours/3IMACS/Filtrage_num/54159631-Traitement-Signal.pdf)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Transformation\\_de\\_Fourier\\_discr%C3%A8te](https://fr.wikipedia.org/wiki/Transformation_de_Fourier_discr%C3%A8te)

[https://moodle.insa-rouen.fr/pluginfile.php/6091/mod\\_resource/content/0/sujettdtds.pdf](https://moodle.insa-rouen.fr/pluginfile.php/6091/mod_resource/content/0/sujettdtds.pdf)