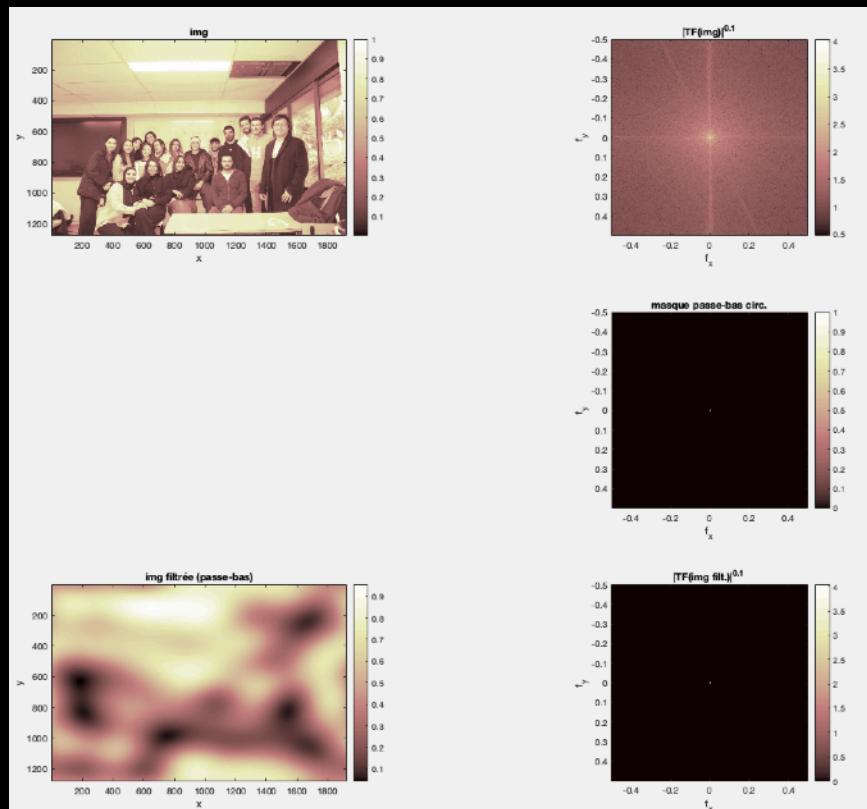


Exercice 12bis : Filtrer une image de votre choix (votre photo de groupe?) par un filtre qui ne laisse passer qu'une partie des fréquences (passe-bande). Prenez une bande de fréquences par binôme puis vérifier que l'on retrouve bien l'image initiale en additionnant toutes les images filtrées en une image composite. Vérifier à l'aide de la FFT de l'image composite que l'on retrouve bien une couverture complète du plan des fréquences.

```

1  clear
2  close all
3
4  % image et FFT(image)
5  I=imread('/Users/marcel/Documents/MATLAB/M2-GBM.2025.jpg');
6  I=rgb2gray(I);
7  I=double(I)/255;
8  dimx=size(I,1); dimy=size(I,2);
9
10 fx=((0:dimx-1)-dimx/2)/(dimx*1); % ici Δx=Δy=1
11 fy=((0:dimy-1)-dimy/2)/(dimy*1);
12
13 Ichap=fft2(I);
14 Ichapmod=abs(fftshift(Ichap));
15
16 % (1) 1er filtrage (passe-bas circulaire)
17 f1=5; h1=fspecial('disk',f1); h1=h1/max(max(h1));
18 hchap=zeros(dimx,dimy);
19 hchap(dimx/2+1-f1:dimx/2+1+f1,dimy/2+1-f1:dimy/2+1+f1)=h1;
20
21 Ichapfilt=fftshift(hchap).*Ichap;
22 Ichapfiltmod=abs(fftshift(Ichapfilt));
23
24 Ifilt_BF=ifft2(Ichapfilt); % real() si besoin...
25
26 figure(1), colormap('pink') % représentation
27
28 subplot(3,2,1), imagesc(I), colorbar, axis('image')
29 title('img'), xlabel('x'), ylabel('y')
30
31 subplot(3,2,2), imagesc(fx,fy,Ichapmod.^1), colorbar, axis('image'),
32 title('|TF(img)|^{0.1}'), xlabel('f_x'), ylabel('f_y')
33
34 subplot(3,2,4), imagesc(fx,fy,hchap), colorbar, axis('image')
35 title('masque passe-bas circ.'), xlabel('f_x'), ylabel('f_y')
36
37 subplot(3,2,6),imagesc(fx,fy,Ichapfiltmod.^1), colorbar, axis('image')
38 title('|TF(img filt.)|^{0.1}'), xlabel('f_x'), ylabel('f_y')
39
40 subplot(3,2,5), imagesc(Ifilt_BF), colorbar, axis('image')
41 title('img filtrée (passe-bas)'), xlabel('x'), ylabel('y')

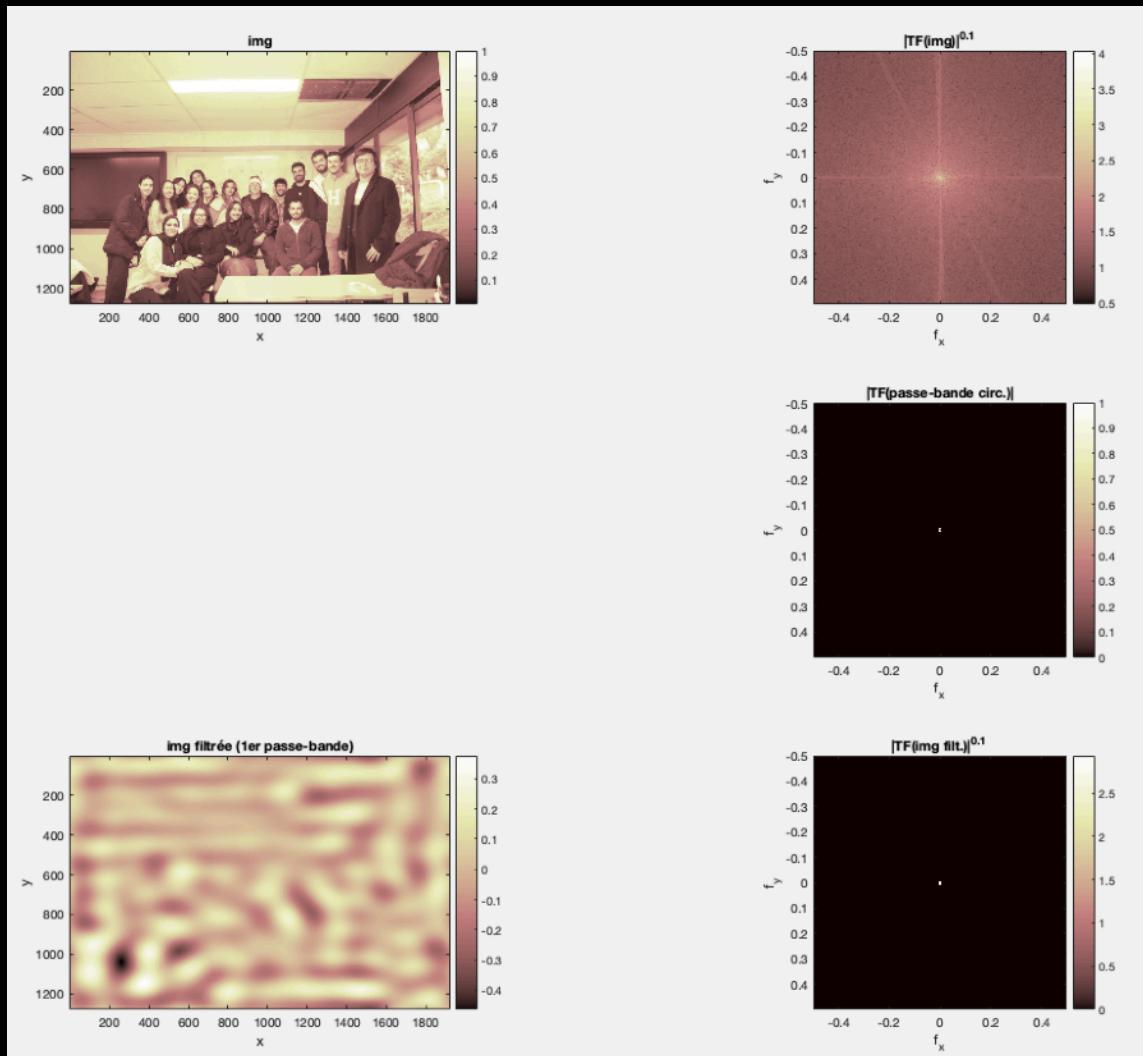
```

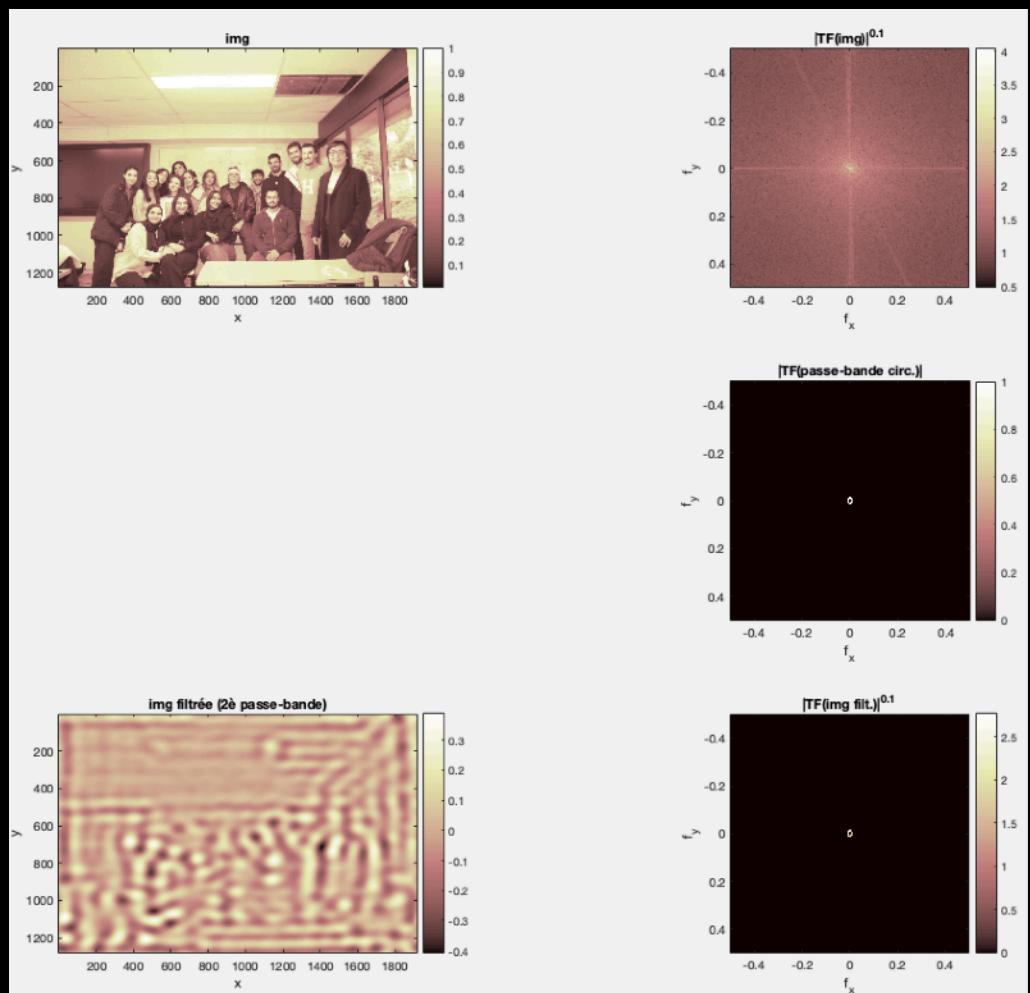
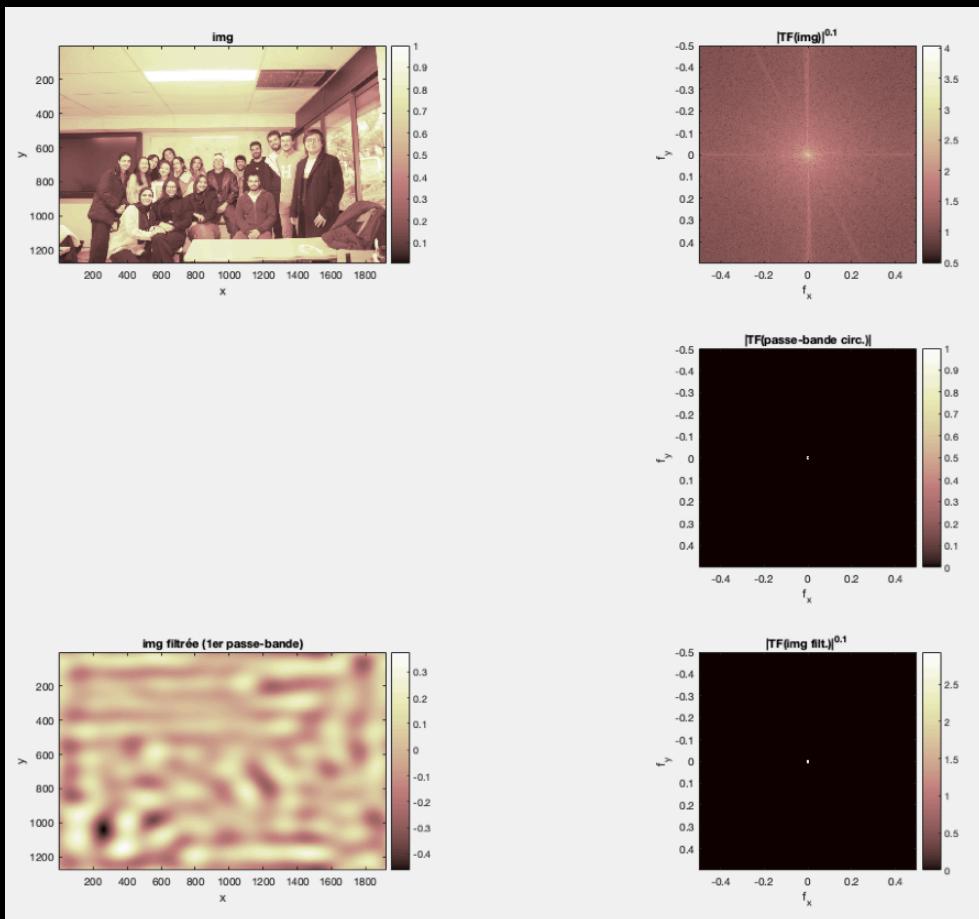


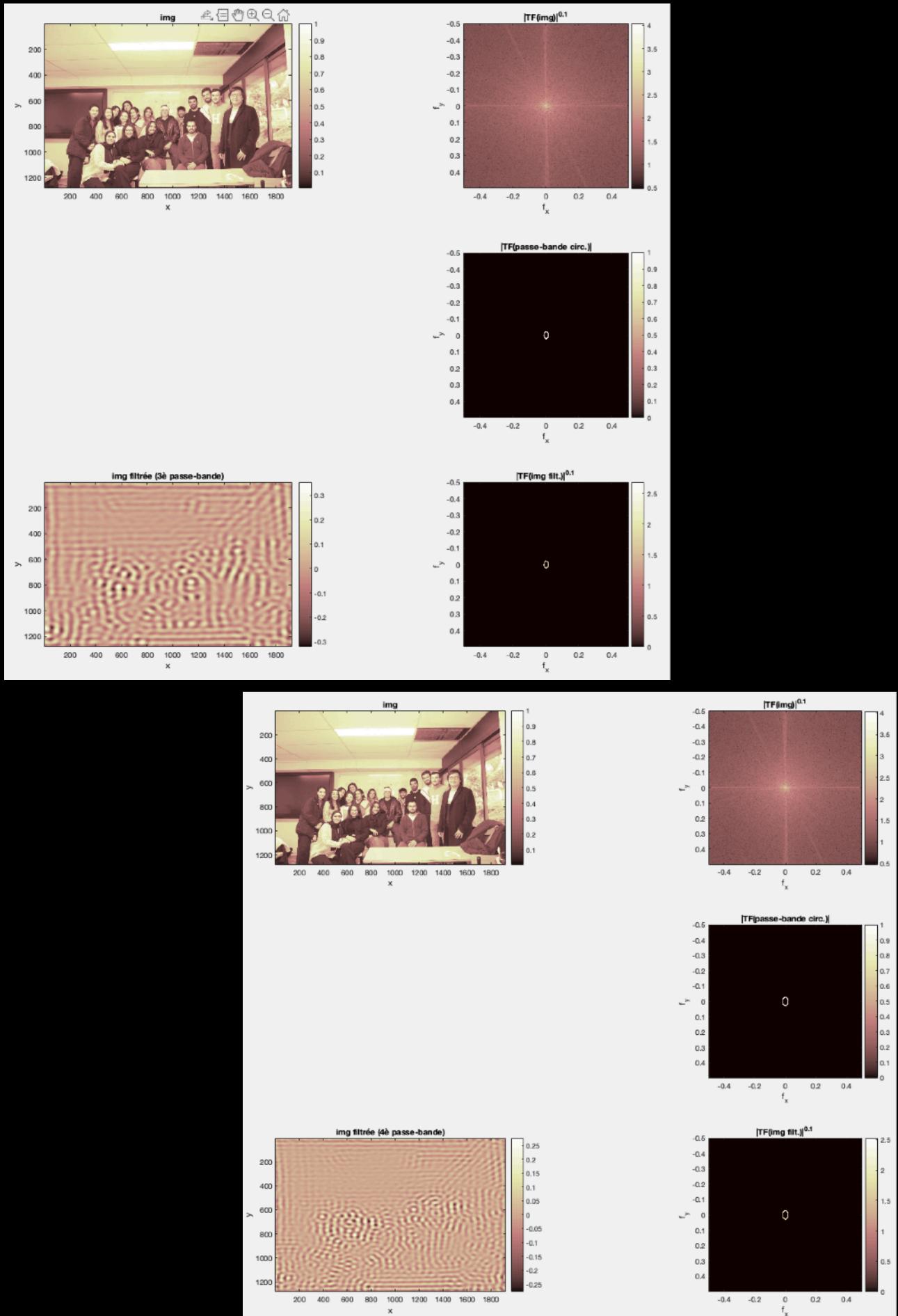
```

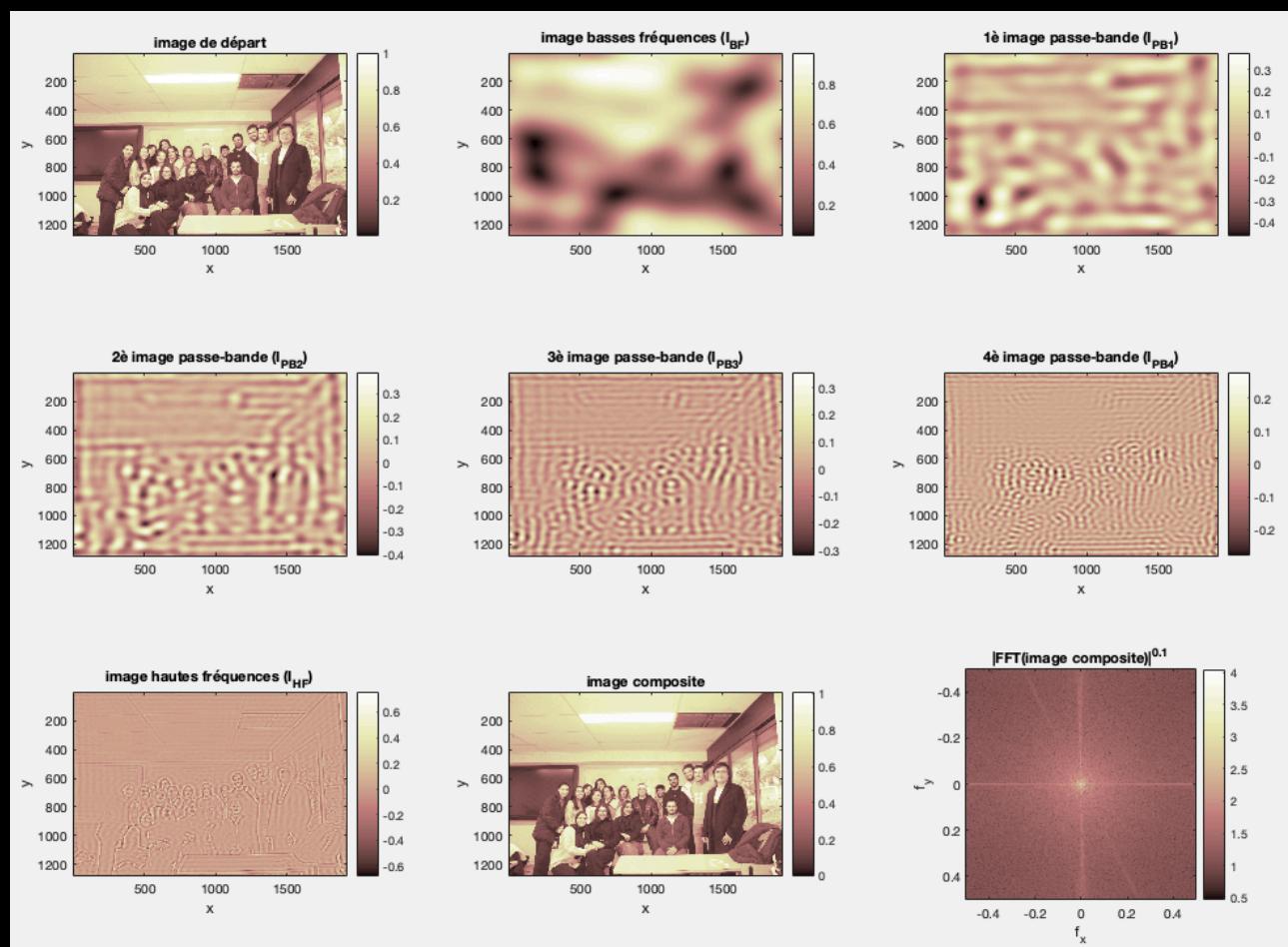
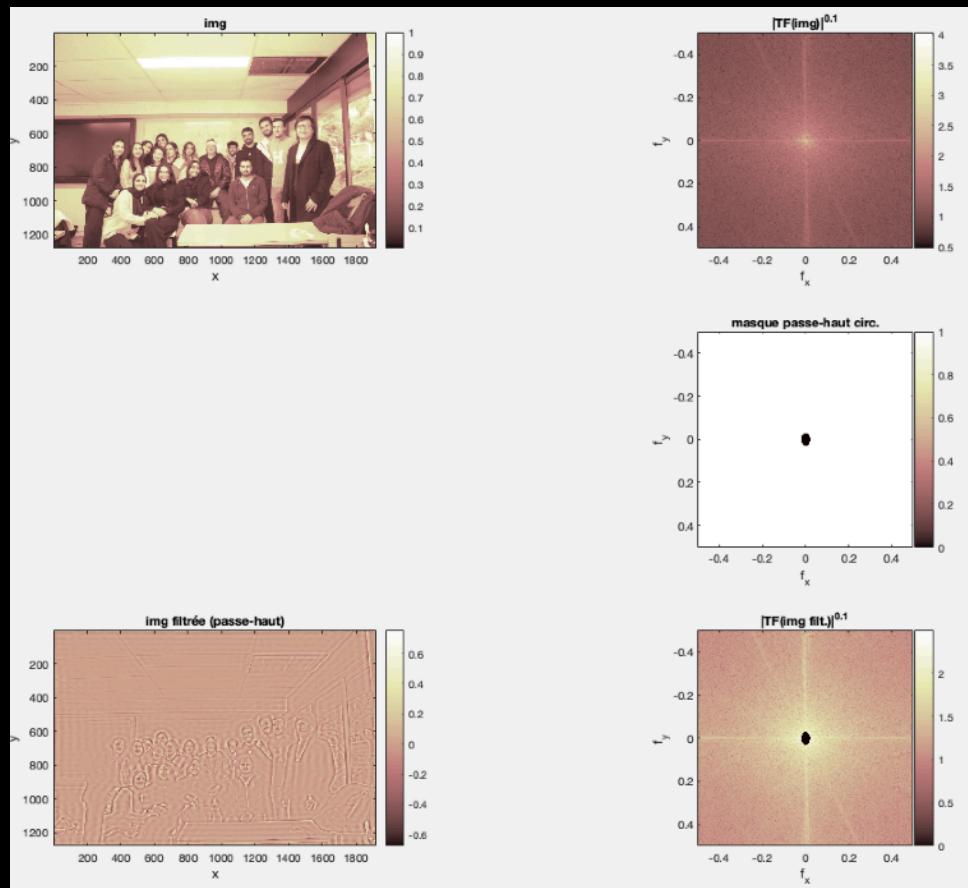
43 % (2) 2è filtrage (passe-bande circulaire)
44 hchap=zeros(dimx,dimy);
45 f2=10; h2=fspecial('disk',f2); h2=h2/max(max(h2));
46 hchap(dimx/2+1-f2:dimx/2+1+f2,dimy/2+1-f2:dimy/2+1+f2)=h2;
47 hchap(dimx/2+1-f1:dimx/2+1+f1,dimy/2+1-f1:dimy/2+1+f1)=1-h1;
48
49 Ichapfilt=fftshift(hchap).*Ichap;
50 Ichapfiltmod=abs(fftshift(Ichapfilt));
51
52 Ifilt_PB1=ifft2(Ichapfilt); % real() si besoin...
53
54 figure(2), colormap('pink') % représentation
55
56 subplot(3,2,1), imagesc(I), colorbar, axis('image')
57 title('img'), xlabel('x'), ylabel('y')
58
59 subplot(3,2,2), imagesc(fx,fy,Ichapmod.^1), colorbar, axis('image')
60 title('|TF(img)|^{0.1}'), xlabel('f_x'), ylabel('f_y')
61
62 subplot(3,2,4), imagesc(fx,fy,hchap), colorbar, axis('image')
63 title('|TF(passe-bande circ.)|'), xlabel('f_x'), ylabel('f_y')
64
65 subplot(3,2,6), imagesc(fx,fy,Ichapfiltmod.^1), colorbar, axis('image')
66 title('|TF(img filt.)|^{0.1}'), xlabel('f_x'), ylabel('f_y')
67
68 subplot(3,2,5), imagesc(Ifilt_PB1), colorbar, axis('image')
69 title('img filtrée (1er passe-bande)'), xlabel('x'), ylabel('y')

```









3 - Restoration d'images

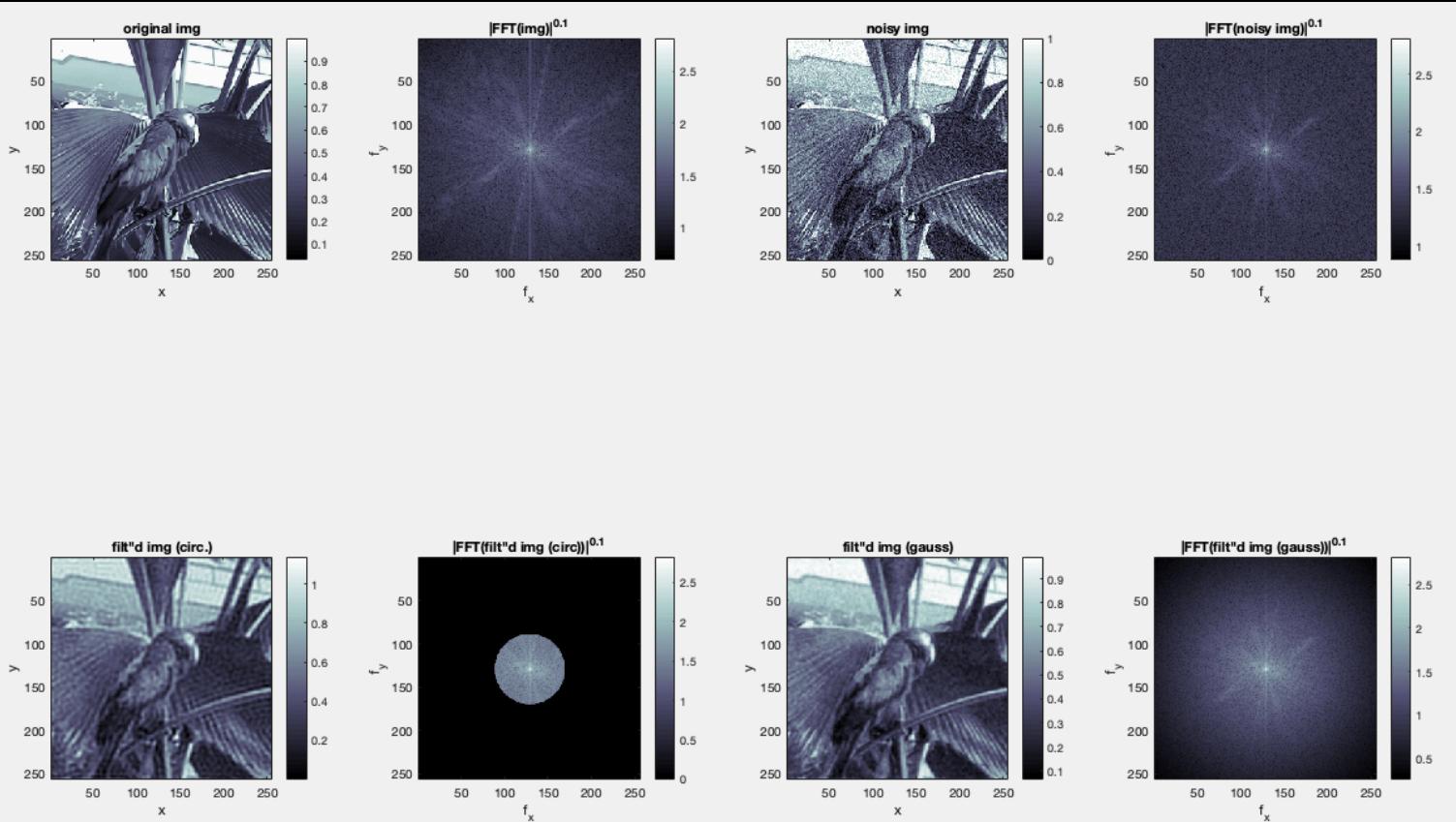
- **Exercice 13 :** Bruiter (bruit Gaussien additif de variance 1 %) une image de votre choix (e.g. *bird.jpeg*), puis atténuer ce bruit à l'aide d'un filtre passe-bas adapté par vos soins (circulaire et/ou gaussien). Quelle est la fréquence de coupure optimale pour ce filtre ?

```
1    %% préliminaires
2    clear
3    close all
4    %pkg load image      % si utilisation d'Octave
5
6    %% préparation image
7    img=imread('../0-images/bird.jpg');
8    img=rgb2gray(img); img=double(img)/255.;
9    dim=size(img); dimx=dim(1); dimy=dim(2);
10   fx=((0:dimx-1)-dimx/2)/dimx;
11   fy=((0:dimy-1)-dimy/2)/dimy;
12
13   %% FFT(image) - pour comparaison
14   img_chap = fft2(img);
15   img_chapmod = abs(fftshift(img_chap));
16
17   %% figure
18   figure, colormap('bone')
19
20   subplot(241)
21   imagesc(img), colorbar, axis('image')
22   title('original img'), xlabel('x'), ylabel('y')
23
24   subplot(242)
25   imagesc(img_chapmod.^1), colorbar, axis('image')
26   title('|FFT(img)|^{0.1}'), xlabel('f_x'), ylabel('f_y')
27
28   %% bruitage
29   varg = 0.01;
30   imgn = imnoise(img, 'gaussian', 0., varg);
31
32   %% FFT(image bruitée)
33   imgn_chap=fft2(imgn);
34   imgn_chapmod=abs(fftshift(imgn_chap));
35
36   subplot(243)
37   imagesc(imgn), colorbar, axis('image')
38   title('noisy img'), xlabel('x'), ylabel('y')
39
40   subplot(244)
41   imagesc(imgn_chapmod.^1), colorbar, axis('image')
42   title('|FFT(noisy img)|^{0.1}'), xlabel('f_x'), ylabel('f_y')
```

```

44 %% filtre passe-bas (débruitage)
45 hchap=zeros(dim);
46 %%
47 % (1) masque circulaire
48 ff=40; hh=fspecial('disk',ff);
49 hh=hh/max(max(hh));
50 hchap(dimx/2+1-ff:dimx/2+1+ff,dimy/2+1-ff:dimy/2+1+ff)=hh;
51
52 imgn_chap_filt=fftshift(hchap).*imgn_chap;
53 imgn_chap_filtmod=abs(fftshift(imgn_chap_filt));
54 imgn_filt=real(ifft2(imgn_chap_filt));
55
56 subplot(245)
57 imagesc(imgn_filt), colorbar, axis('image')
58 title('filt"¢ img (circ.)'), xlabel('x'), ylabel('y')
59
60 subplot(246)
61 imagesc(imgn_chap_filtmod.^0.1), colorbar, axis('image')
62 title('|FFT(filt"¢ img (circ.))|^{0.1}'), xlabel('f_x'), ylabel('f_y')
63 %%
64 % (2) masque gaussien
65 ff=2*ff; sig=ff/(2*sqrt(2*log(2))); hh=fspecial('gaussian',dim,sig);
66 hchap=hh/max(max(hh));
67
68 imgn_chap_filt=fftshift(hchap).*imgn_chap;
69 imgn_chap_filtmod=abs(fftshift(imgn_chap_filt));
70 imgn_filt=real(ifft2(imgn_chap_filt));
71 |
72 subplot(247)
73 imagesc(imgn_filt), colorbar, axis('image')
74 title('filt"¢ img (gauss)'), xlabel('x'), ylabel('y')
75
76 subplot(248)
77 imagesc(imgn_chap_filtmod.^0.1), colorbar, axis('image')
78 title('|FFT(filt"¢ img (gauss))|^{0.1}'), xlabel('f_x'), ylabel('f_y')

```



Exercice 14 : Détramage

Tramer (avec une haute fréquence), puis atténuer le tramage dans l'image de votre choix (ou a priori *bird.jpeg*) en filtrant dans le plan de Fourier.

[Tramage avec un cosinus tel que :

$tramage = 1 + \cos(2\pi x/T) * coeff$, $T=12.8$ px, $coeff=0.2$,
puis faire : $image = image + tramage$]

```
1  %%% (0) PRÉLIMINAIRES
2
3  %%% préliminaires
4  clear
5  close all
6  %pkg load image
7
8  %%% préparation image
9  img=imread('/Users/marcel/Documents/MATLAB/GBM/0-images/bird.jpg');
10 img=rgb2gray(img); img=double(img)/255.;
11 dim=size(img); dim=dim(1);
12 fx=((0:dim-1)-dim/2)/dim; fy=((0:dim-1)-dim/2)/dim;
13
14  %%% FFT(image) - pour comparaison
15 img_chap = fftshift(fft2(img)); % on se place dans un plan de Fourier
16 % cette fois-ci ré-ordonné !
17
18  %%% (1) TRAMAGE
19
20 Tx=12.8; % Tx=12.8 [px]
21 % => fc [en px^-1] = 1/Tx ≈ 0.08 px^(-1)
22 % => fc [en frequels] = 1/Tx*dim = 20 frequels
23 x=0:(dim-1); coeff=.2;
24 tram=ones(dim,1)*(1+cos(2*pi*x/Tx))*coeff;
25 imgt=img+tram;
26 imgt_chap = fftshift(fft2(imgt));
```

