# IV. Détection de contours

- **EXERCICE 3 : Comparer quantitativement les filtrages de Prewitt, Sobel et Roberts sur une image 128x128 composée d'une première moitié grise légèrement foncée (à gauche), à 45% de luminosité, et d'une autre moitié grise plus claire à droite (à 55% de luminosité), puis bruitée (bruit Gaussien additif de moyenne nulle et de variance 0.001).**

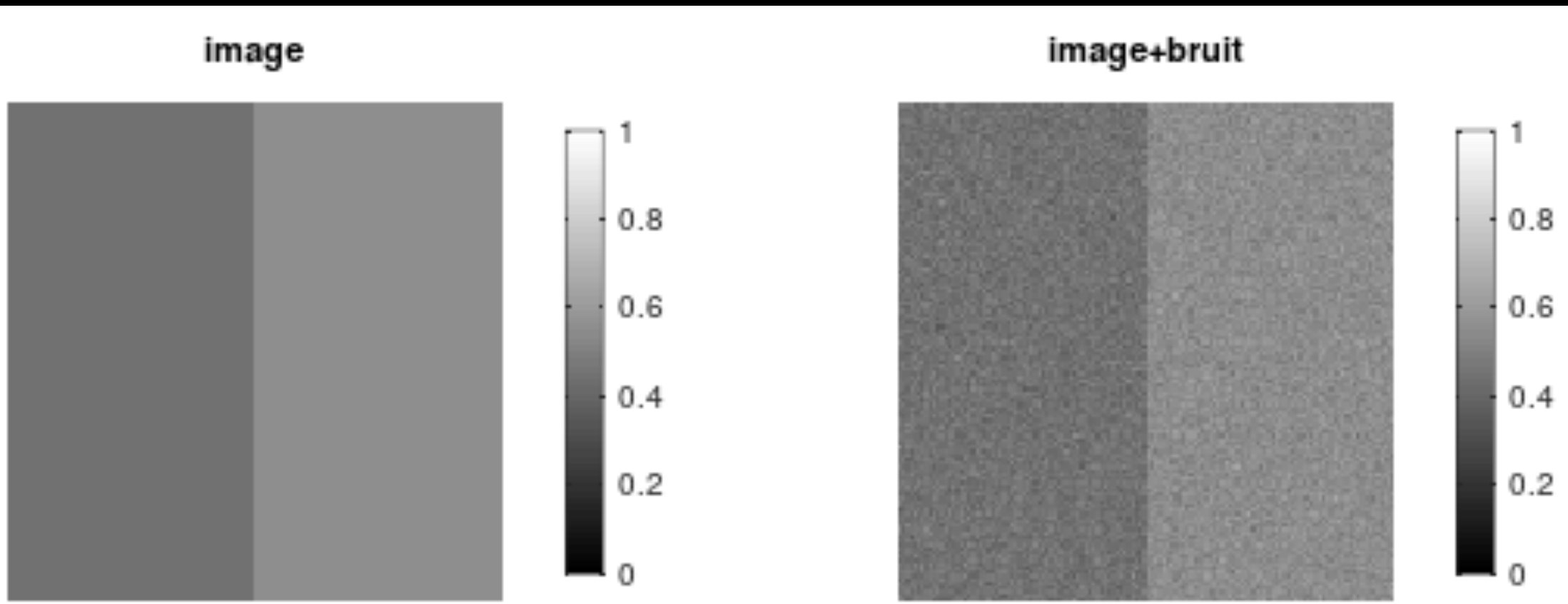
  **(Commencer par un seuil de, par exemple, 0.25 pour Prewitt, sauver l'image bruitée afin de ne pas la changer à chaque exécution du programme => faire donc deux routines : une pour créer l'image bruitée, l'autre pour la traiter.)**

  **(Faire ça en 3 étapes : (a) générer l'image bruitée (1è routine) ; (b) en déduire les images de contour binaires pour un nombre fixé de fausses alarmes (2è routine) ; (c) compléter la 2è routine par le calcul de la probabilité de détection pour chacun des 3 cas de paire de filtres.)**

**(Discuter la taille des images filtrées « valides » avec Prewitt ou Sobel d'une part et Roberts d'autre part…)**

# IV. Détection de contours

```
clear
close all

% image test
dim=128; I=.55*ones(dim,dim); I(:,1:dim/2)=.45;
figure, colormap(gray)
subplot(1,2,1), imshow(I), title('image'), colorbar

% bruit gaussien additif
J=imnoise(I, 'gaussian', 0., 1e-3);
subplot(1,2,2), imshow(J), title('image+bruit'), colorbar

% sauver l'image de test bruitée
save image_bruit J
```

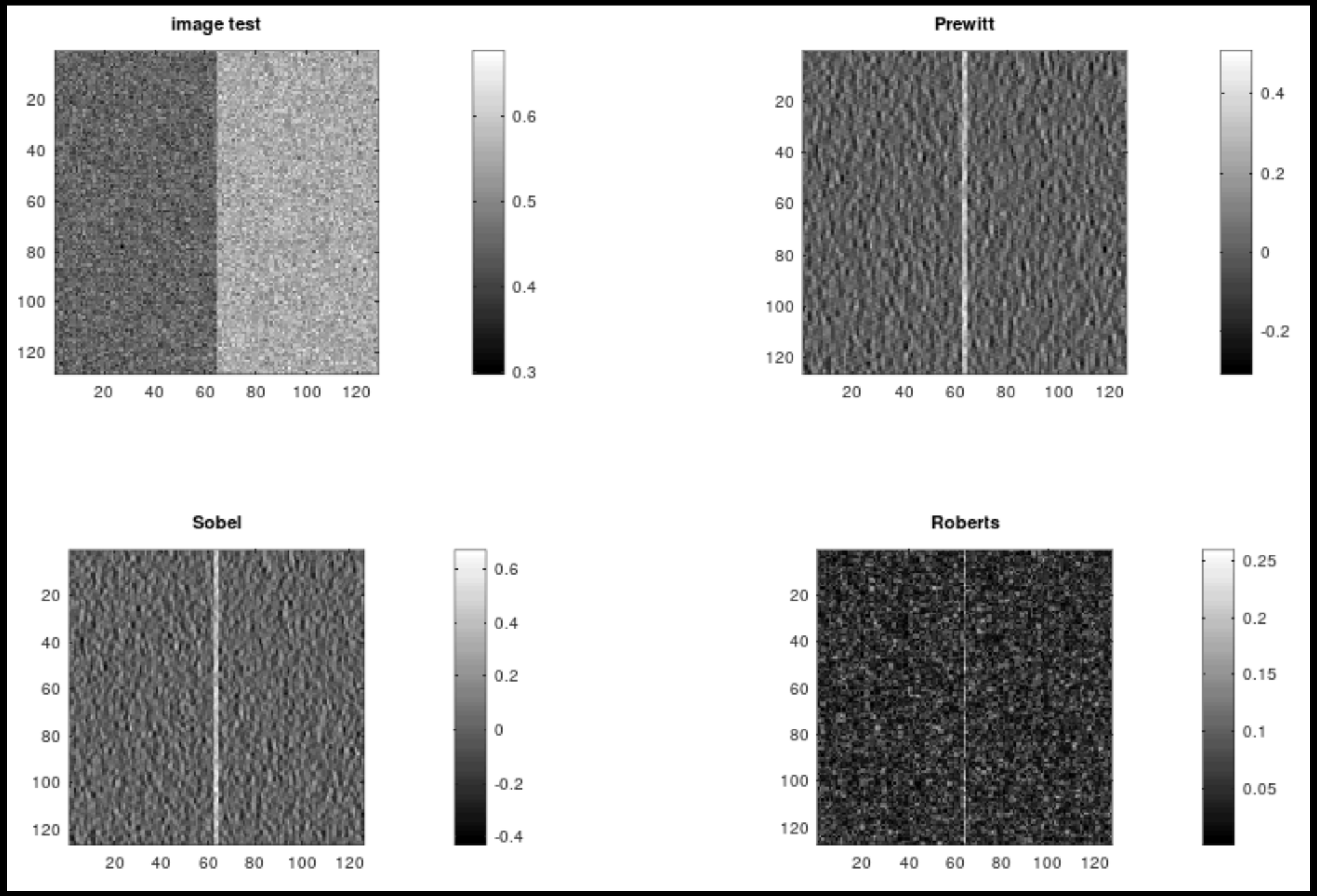


# IV. Détection de contours

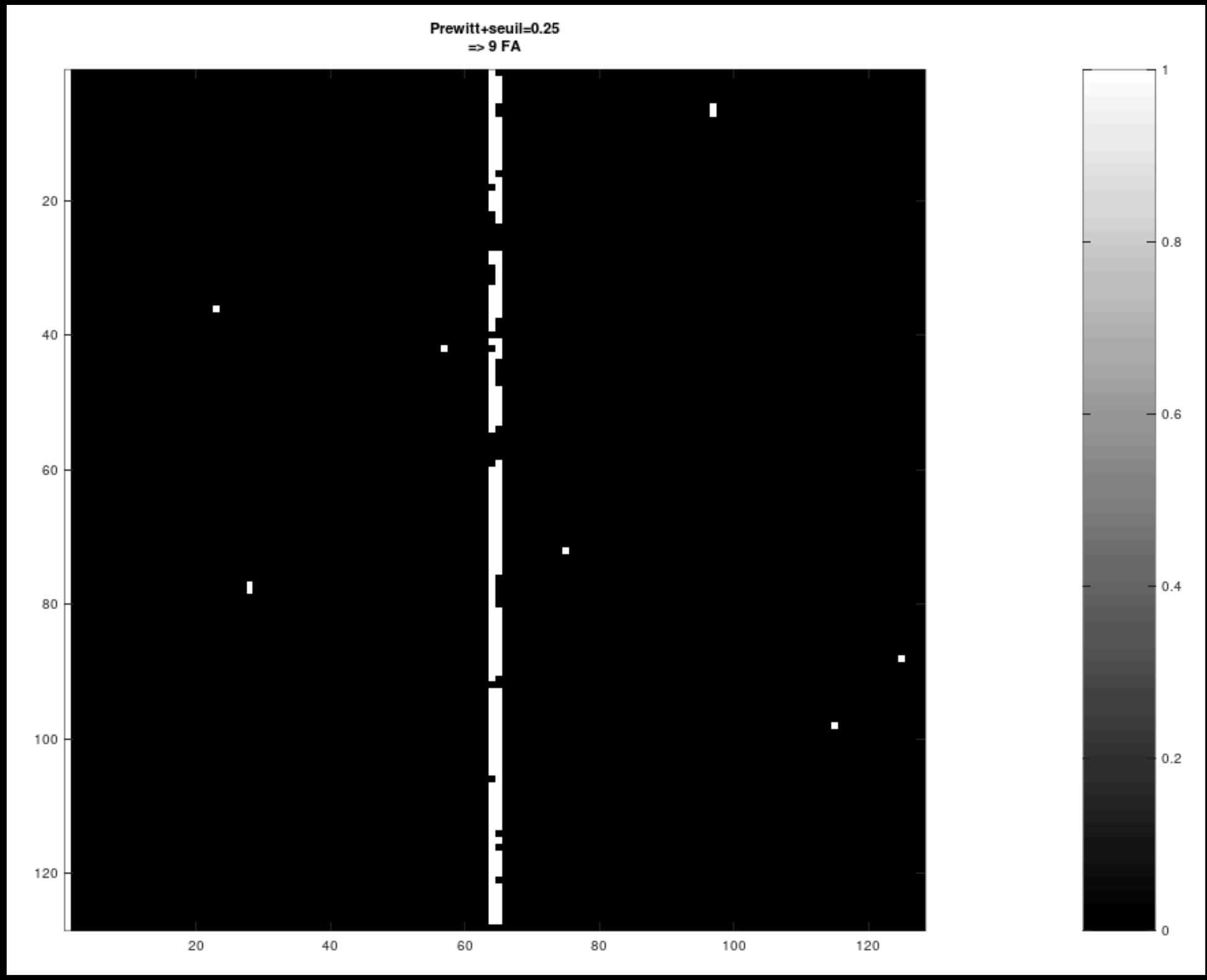
```
clear
close all
pkg load image

%---
% load image from disk
load image_bruit, whos J
% figure 1
figure(1), colormap(gray)
subplot(2,2,1), imagesc(J), title('image test'), colorbar, axis('square')
%---
% Prewitt
Ph=fspecial('prewitt'); Pv=-Ph'; JP=filter2(Pv,J, 'valid');
subplot(2,2,2), imagesc(JP), title('Prewitt'), colorbar, axis('square')
%---
% Sobel
Sh=fspecial('sobel'); Sv=-Sh'; JS=filter2(Sv,J, 'valid');
subplot(2,2,3), imagesc(JS), title('Sobel'), colorbar, axis('square')
%---
% Roberts
Ra=[1 0;0 -1]; Rb=rot90(Ra,-1);
JRa=filter2(Ra,J, 'valid'); JRb=filter2(Rb,J, 'valid');
JR=sqrt(JRa.*JRa+JRb.*JRb);
subplot(2,2,4), imagesc(JR), title('Roberts'), colorbar, axis('square')
%---
% comparaison des images uniques de contours seuillées
% seuillages
seuilP=.25; JPs=JP>seuilP;
seuilS=.362; JSs=JS>seuilS;
seuilR=.175; JRs=JR>seuilR;
```

```
% figure 2
figure(2), colormap(gray)
imagesc(JPs), title({['Prewitt+seuil=',num2str(seuilP)];'=> 9 FA'}), colorbar
   axis('square')
% figure 3
figure(3), colormap(gray)
imagesc(JSs), title({['Sobel+seuil=',num2str(seuilS)]  ;'=> 9 FA'}), colorbar
   axis('square')
% figure 4
figure(4), colormap(gray)
imagesc(JRs), title({['Roberts+seuil=',num2str(seuilR)];'=> 9 FA'}), colorbar
   axis('square')
```

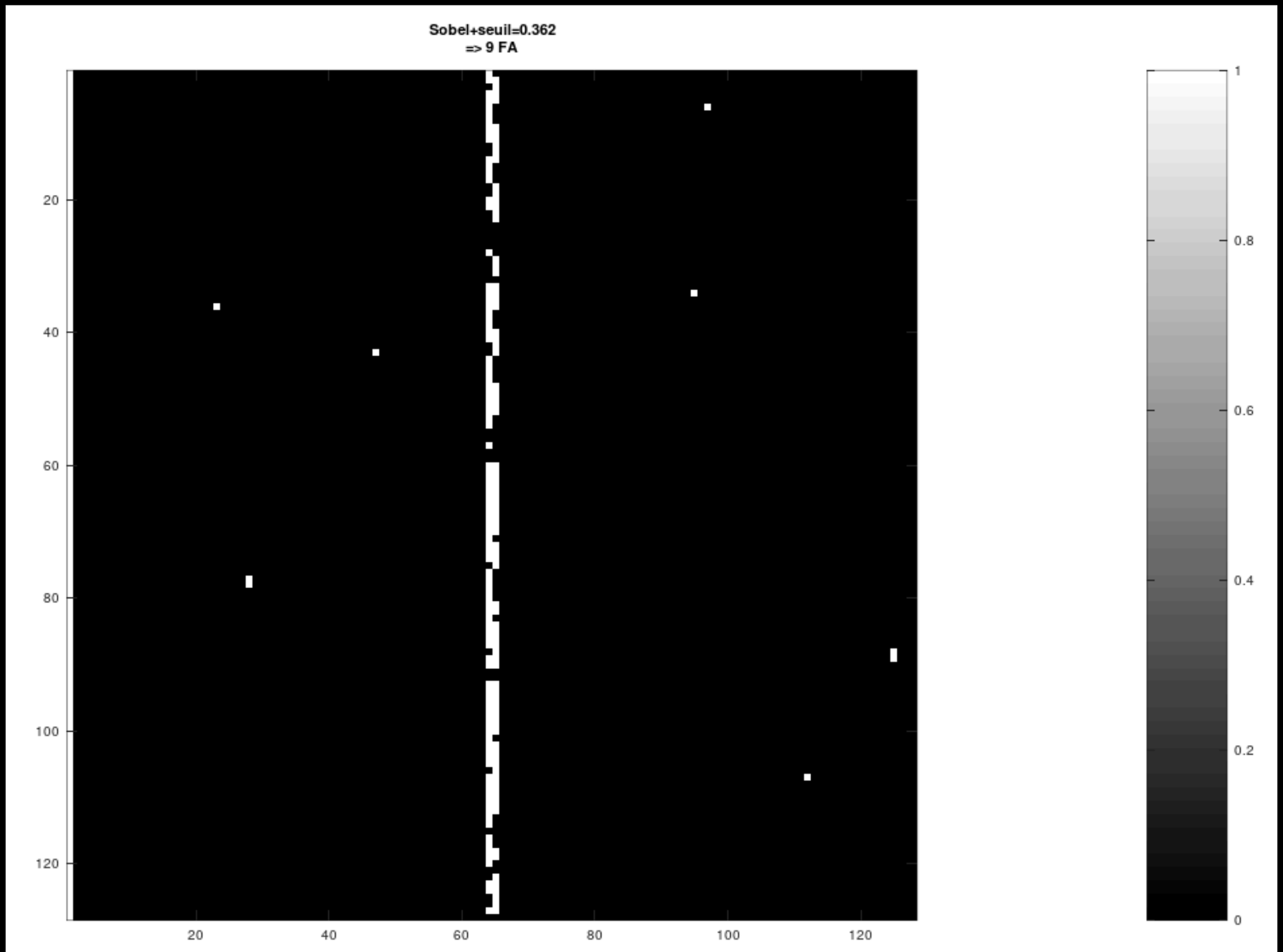
# IV. Détection de contours



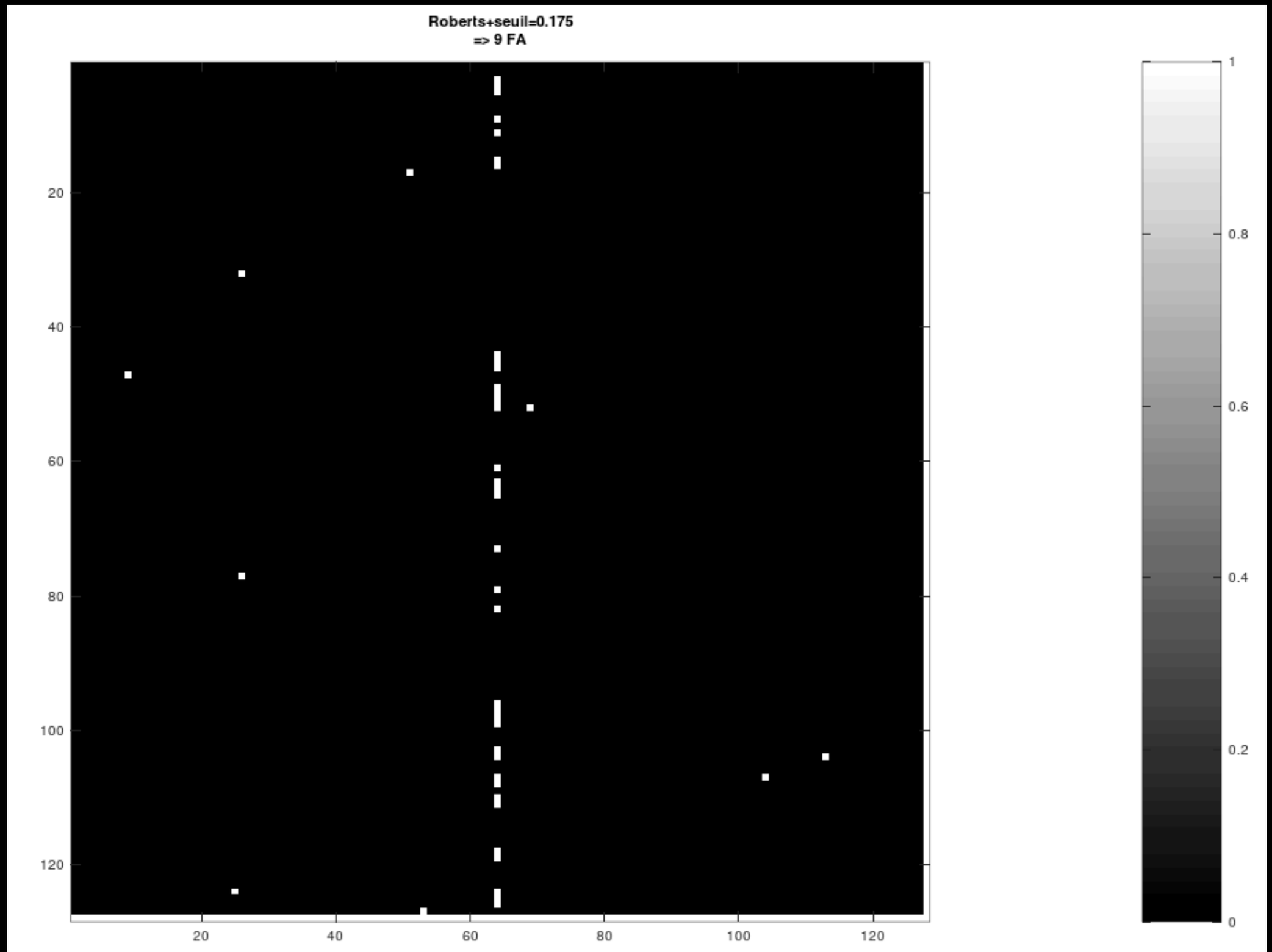
# IV. Détection de contours



# IV. Détection de contours



# IV. Détection de contours



# IV. Détection de contours

```
43  %---
44  % mise en évidence du contour
45  % somme sur les colonnes
46  sumP=sum(JPs); sumS=sum(JSs); sumR=sum(JRs);
47  % détection du contour
48  dimP = (size(JPs))(1);
49  dimS = (size(JSs))(1);
50  dimR = (size(JRs))(1);
51  gooP = sumP(dimP/2:dimP/2+1);
52  gooS = sumS(dimS/2:dimS/2+1);
53  gooR = sumR((dimR+1)/2);
54
55  {'----------------------' ;
56   'Détection du contour...' ;
57   '----------------------' ;
58   ['Prewitt : ', num2str(dimP), '   ', num2str(gooP)] ;
59   ['Sobel   : ', num2str(dimS), '   ', num2str(gooS)] ;
60   ['Roberts : ', num2str(dimR), '   ', num2str(gooR)] ;
61   '------------------------' }
62  % => probabilités de détection
63  {'-----------------------------' ;
64   '=> Probabilités de détection...' ;
65   '-----------------------------' ;
66   ['Prewitt : ', num2str(sum(gooP)/(2*dimP))] ;
67   ['Sobel   : ', num2str(sum(gooS)/(2*dimS))] ;
68   ['Roberts : ', num2str(sum(gooR)/dimR)] ;
69   '-----------------------------' }
```

```
dummy=size(JPs), dimP = dummy(1);
dummy=size(JSs), dimS = dummy(1);
dummy=size(JRs), dimR = dummy(1);
```

```
ans =
{
  [1,1] = ----------------------
  [2,1] = Détection du contour...
  [3,1] = ----------------------
  [4,1] = Prewitt : 126  107   97
  [5,1] = Sobel   : 126  95  83
  [6,1] = Roberts : 127  36
  [7,1] = ------------------------
}

ans =
{
  [1,1] = -----------------------------
  [2,1] = => Probabilités de détection...
  [3,1] = -----------------------------
  [4,1] = Prewitt : 0.80952
  [5,1] = Sobel   : 0.70635
  [6,1] = Roberts : 0.28346
  [7,1] = -----------------------------
}
```

- **Conclusion : Prewitt > Sobel >> Roberts**
- **Mais : Roberts détecte un « vrai » bord, de 1 pixel de large (pas 2)…**

# IV. Détection de contours

| | $\Delta_P$ | FA | $\Delta_S$ | $\Delta_R$ | $P_d^P$ | $P_d^S$ | $P_d^R$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Paul-Antoine | 0,25 | 5 | 0,355 | 0,181 | 76% | 62% | 30% |
| Zina | 0,25 | 9 | 934 | 0,171 | 77% | 72% | 33% |
| Sara | 0,25 | 9 | 0,34 | 0,1716 | 76% | 74% | 35% |
| Olivier | 0,25 | 12 | 0,365 | 0,1713 | 73% | 51% | 25% |
| Mohamed | 0,25 | 11 | 0,355 | 0,178 | | | |
| Sandra | 0,25 | 4 | 0,36 | 0,22 | | | |
| Jennifer | 0,25 | 8 | 0,375 | 0,174 | 73 | 57 | 31 |
| Noar | 0,299 | 9 | 0,42 | 0,165 | | | |
| Herica | 0,257 | 12 | 0,3492 | 0,167 | 74 | 67 | 29 |

# IV. Détection de contours

- **EXERCICE 3 (suite) : Calculer les $P_{fa}$ correspondantes « à la main ». Puis coder ce calcul de $P_{fa}$ de manière à le rendre automatique.**

# IV. Détection de contours

**Théoriquement, on doit avoir :**

$$P_{\text{fa}}^{P} = P_{\text{fa}}^{S} = 9/(126 \times 124) \simeq 5.7604\,10^{-4}$$

$$P_{\text{fa}}^{R} = 9/(127 \times 126) \simeq 5.6243\,10^{-4}$$

**Et en effet :**

```
71  %---
72  % probabilité de fausse alarme
73  FA_ga_P = sum(sumP(1:dimP/2-1));
74  FA_dr_P = sum(sumP(dimP/2+2:dimP));
75  FA_ga_S = sum(sumS(1:dimS/2-1));
76  FA_dr_S = sum(sumS(dimS/2+2:dimS));
77  FA_ga_R = sum(sumR(1:(dimR+1)/2-1));
78  FA_dr_R = sum(sumR((dimR+1)/2+1:dimR));
79  {'---------------------------' ;
80   'Probabilité de fausse alarme' ;
81   '---------------------------' ;
82   ['Prewitt : ', num2str((FA_ga_P+FA_dr_P)/((dimP-2)*dimP))] ;
83   ['Sobel   : ', num2str((FA_ga_S+FA_dr_S)/((dimS-2)*dimS))] ;
84   ['Roberts : ', num2str((FA_ga_R+FA_dr_R)/((dimR-1)*dimR))] ;
85    '---------------------------' }
```

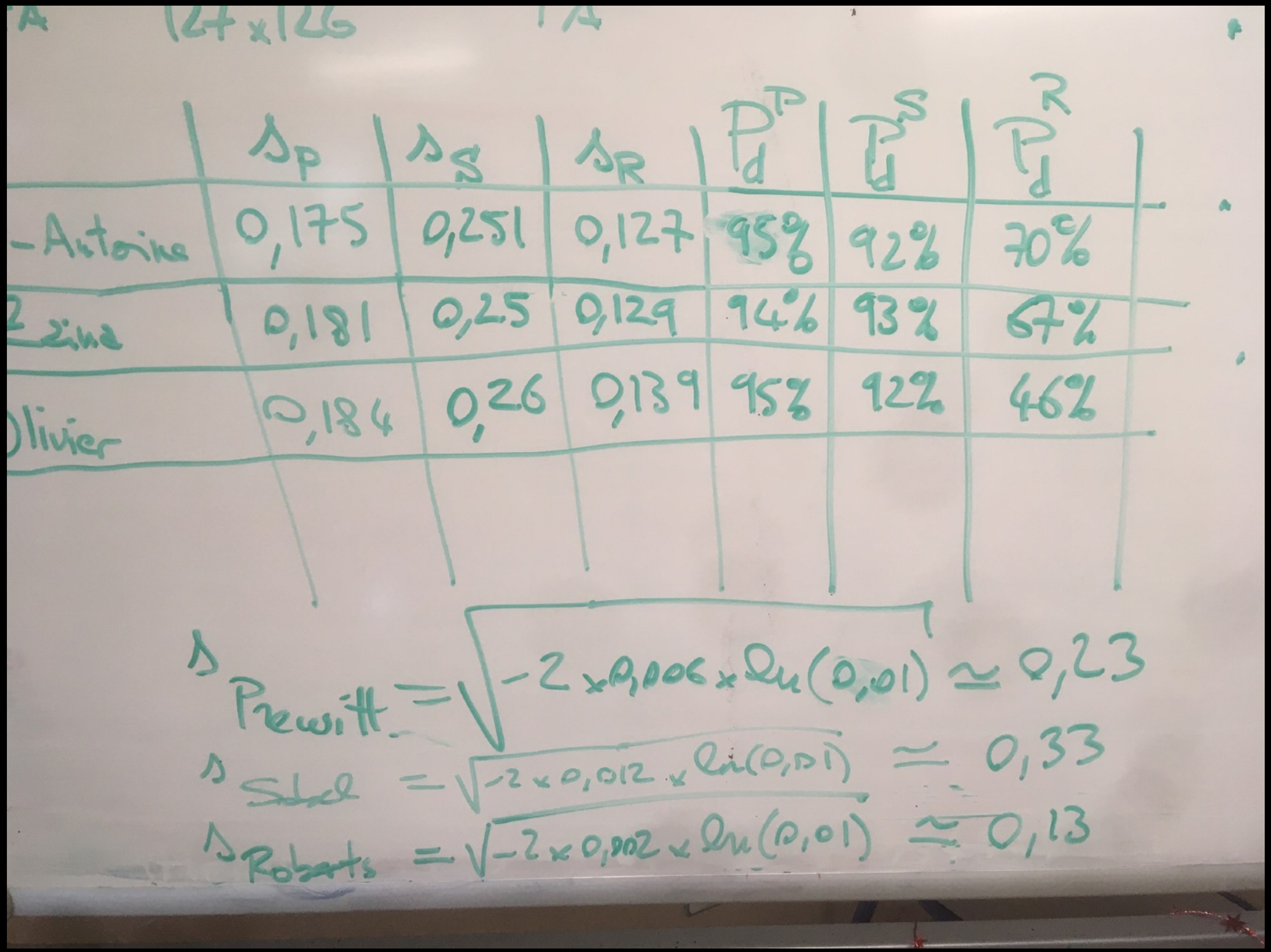
```
ans =
{
  [1,1] = ---------------------------
  [2,1] = Probabilité de fausse alarme
  [3,1] = ---------------------------
  [4,1] = Prewitt : 0.00057604
  [5,1] = Sobel   : 0.00057604
  [6,1] = Roberts : 0.00056243
  [7,1] = ---------------------------
}
```

# IV. Détection de contours

- **EXERCICE 3bis (en format TP également) : Partir de $P_{fa} \approx 1\%$, en déduire le nombre de fausses alarmes ($N_{fa}$) correspondant (pour chaque cas : Prewitt, Sobel, Roberts), en déduire alors (pour chaque cas aussi) le seuil nécessaire (en comptant automatiquement $N_{fa}$), puis calculer les $P_{dét.}$ résultantes à partir des images de contour unique seuillées correspondantes.**

**$P_{fa}$=1% => $N_{fa}$ = 156 pour Prewitt et Sobel (1% de 124x126) et $N_{fa}$ = 160 pour Roberts (1% de 126x127).**

# IV. Détection de contours



# IV. Détection de contours

- **De manière théorique, on peut prévoir la valeur du seuil qui donne une certaine probabilité de fausse alarme :**

$$P_{\text{f.a.}} = \exp\left(-\frac{s^2}{2\sigma^2}\right) \Rightarrow s = \sqrt{-2\,\sigma^2 \ln\left(P_{\text{f.a.}}\right)}$$

**Avec : variance = somme des carrés des coeff. du filtre x variance du bruit Gaussien présent dans l'image filtrée.**

**Et : $P_{fa}$ = nombre de fausses alarmes/nombre total de pixels qui ne sont pas du contour.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 6 | 0.006 | (124x126) | 0.00057604 |
| Ici : variance = 12 x 0.001 = 0.012 ; | | | Et : $P_{fa}$ = 9 / (124x126) ≈ | 0.00057604 |
| | 2 | 0.002 | (126x127) | 0.00056243 |

**D'où : $s_{Prewitt}$ = sqrt(-2*ln(.00057604)*.006) ≈ 0.299 (à comp. au 0.250 utilisé)**
**$s_{Sobel}$ = sqrt(-2*ln(.00057604)*.012) ≈ 0.423 (à comp. au 0.362 utilisé)**
**$s_{Roberts}$= sqrt(-2*ln(.00056243)*.002) ≈ 0.173 (à comp. au 0.175 utilisé)**