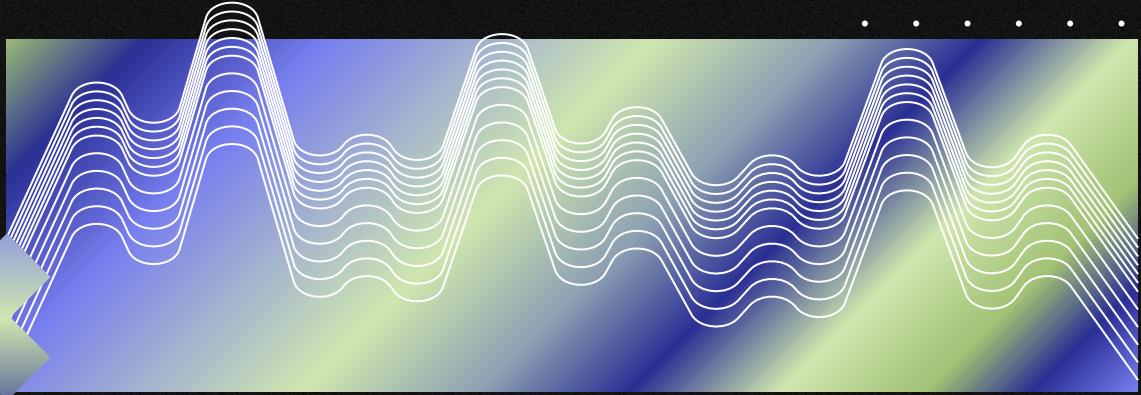
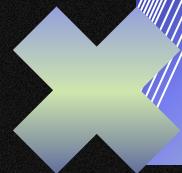
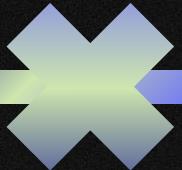


Débruitage d'images

LIRZIN Léo - SERRANO Léa





Sommaire

01

Présentation

02

Méthodes
traditionnelles

03

Réseau de
neurones

04

Mesures et
analyses

05

Conclusion

06

Démonstration

01

Présentation



Etat de l'art

Bruit :

Appareils mesure, scène ou réseaux

$$V = U + N$$

- Gaussien
- Impulsif
- Poivre et sel
- Speckle
- Poisson

Débruitage :

4 règles à respecter :

- Lisser zones avec peu de variation
- Protéger les bords
- Préserver les textures
- Ne pas générer d'artefacts

- Filtres (MOY, MED, GAU)
- Algorithme (NLM)
- Réseau de neurones (récurrent)

Mesure :

... de distortion, de qualité, de similarité, de distance.

- **PSNR**
- SNR
- SSIM
- RMSE



Présentation du projet

 **Etude des méthodes de débruitage et leur efficacité selon le type de bruit traité :**

-  1. Génération de plusieurs bruits
-  2. Applications de plusieurs méthodes de débruitage
-  3. Mesure de la qualité du débruitage selon plusieurs métriques

Bruits



P
O
I
S
S
O
N



G
A
U
S
S
I
E
N



S
P
E
C
K
L
E



P
O
I
V
R
E
&
S
E
L



I
M
P
U
L
S
I
F



02

Méthodes traditionnelles



Filtres

| | | | |
|--------------------------|---|---|------------------------------------|
| Moyenneur | $S = \sum_{i,j} \text{pixel}_{i,j}$ | $P = \frac{S}{ \text{fenêtre} ^2}$ | |
| Médian | $\forall i, j,$ $A = A \cup \text{pixel}_{i,j}$ | Tri de A | $P = A[\lfloor A.size/2 \rfloor]$ |
| Gaussien | $w_{i,j} = \frac{e^{-(i^2 + j^2) / 2 * V}}{2\pi * V}$ | $S = \sum_{i,j} w_{i,j} \text{pixel}_{i,j}$ | $P = \frac{S}{\sum_{i,j} w_{i,j}}$ |
| Gradient | $G = \text{carte de gradient seuillée}$ | $S = \sum_{\text{connexe}(G)} \text{pixel}$ | $P = \frac{S}{ \text{connexe} }$ |
| Moyenneur pondéré | $w_{i,j} = \frac{1}{ P - \text{pixel}_{i,j} ^{\text{pow}}}$ | $S = \sum_{i,j} w_{i,j} \text{pixel}_{i,j}$ | $P = \frac{S}{\sum_{i,j} w_{i,j}}$ |

Algorithme

... Non Local Means :

✗ \forall pixel p de l'image faire :

 ✗ Extraire_patch(p)

 ✗ \forall pixel v de l'image faire :

 ✗ Extraire_patch(v)

$w_v \leftarrow$ poids correspondant à la mesure de similarité entre les deux patchs

 p \leftarrow moyenne pondérée des patchs par w



Exemples

Image d'origine
bruitée avec un
bruit gaussien (
 $m = 0$, std = 25)



Exemples

GAUSSIEN



GRADIENT



MEDIAN



MOYENNEUR



NLM



M. PONDÉRÉ

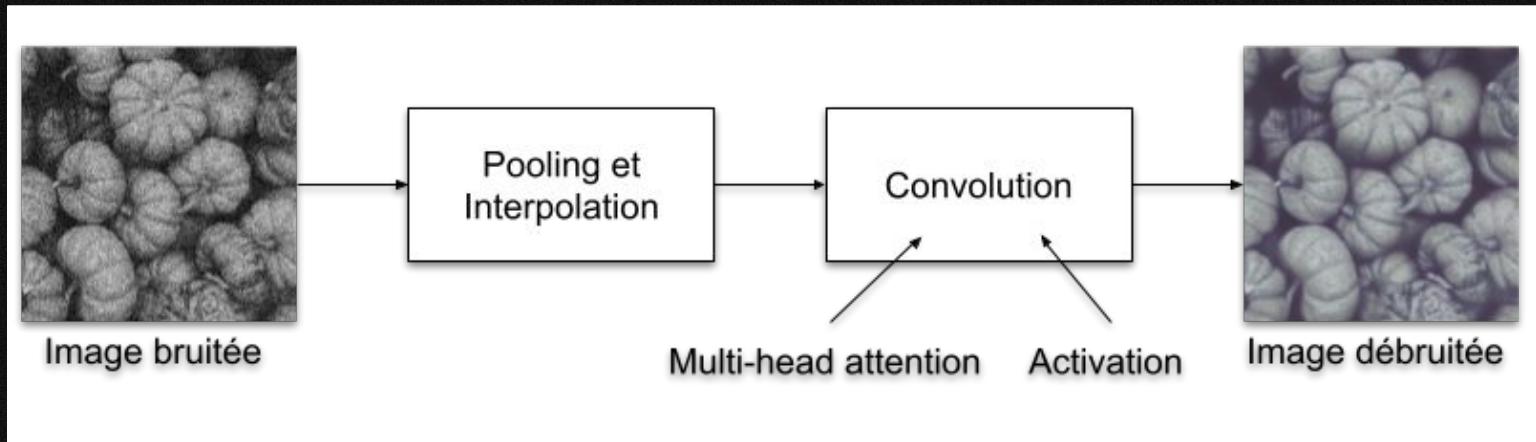


03

Réseau de neurones



Restormer



Source : Restormer/ at main · swz30/Restormer · GitHub

Résultats - Bruit Poivre et Sel



Bruit Poivre et
Sel
(proportion =
0,10)



PSNR = 14.76



PSNR = 23.26



Résultats - Bruit Gaussien



Bruit Gaussien
(moyenne = 0,
écart-type = 50)



PSNR = 15.27



PSNR = 21.05

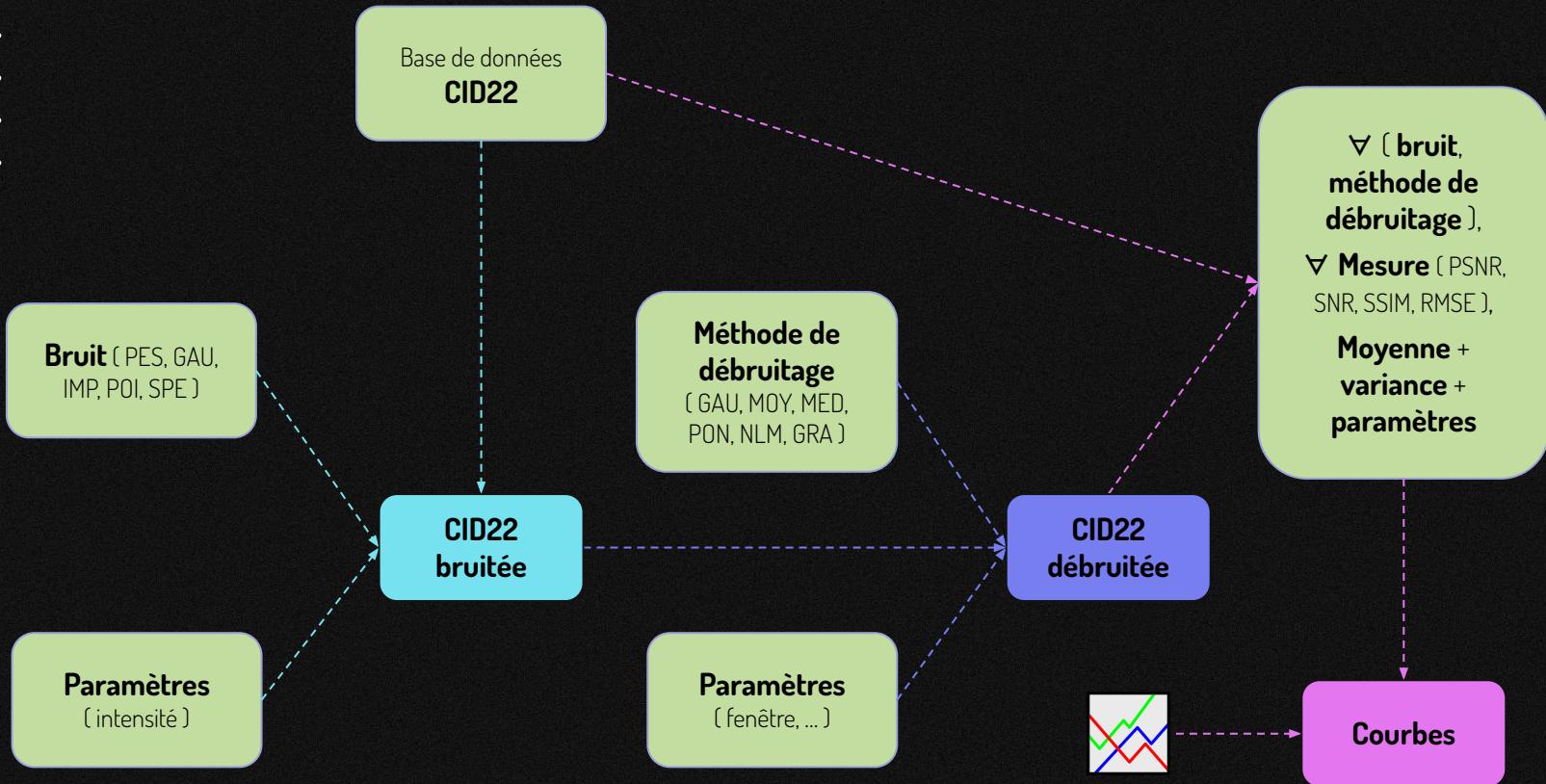


04

Mesures et analyses



Génération des données - Scripts

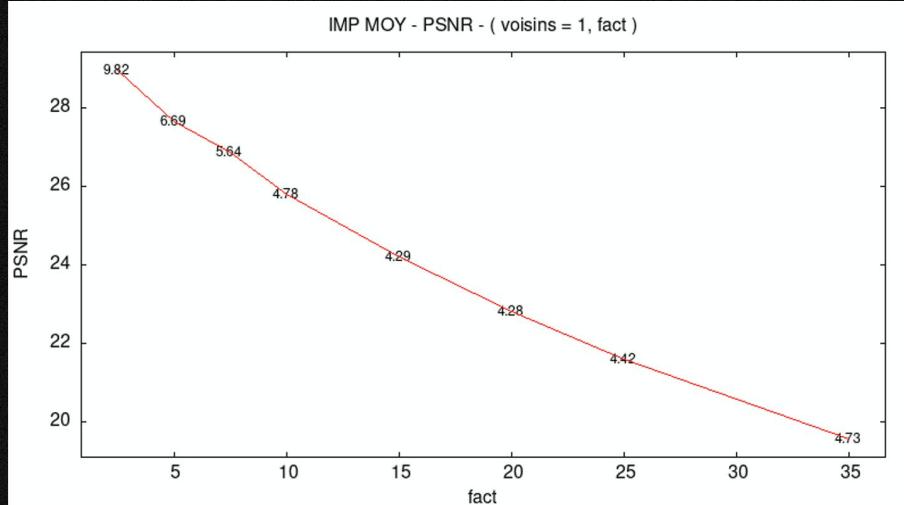


Visualisation des données - GnuPlot

≡ {PSNR}_IMP_MOY.txt X

```
DB > CID22_pgm_M > PSNR > ≡ {PSNR}_IMP_MOY.txt
 1 27.646957 6.685357 1.00 5.00
 2 25.464388 9.306236 2.00 5.00
 3 24.200634 9.810877 3.00 5.00
 4 23.351002 9.907609 4.00 5.00
 5 24.197048 4.289723 1.00 15.00
 6 23.254555 4.983689 2.00 15.00
 7 22.478132 5.452196 3.00 15.00
 8 21.889759 5.736696 4.00 15.00
 9 21.596384 4.416963 1.00 25.00
10 21.128141 4.115227 2.00 25.00
11 20.635059 4.150892 3.00 25.00
12 20.230501 4.220712 4.00 25.00
13 19.568235 4.730813 1.00 35.00
14 19.301647 4.152096 2.00 35.00
15 18.968315 3.977052 3.00 35.00
16 18.681152 3.904285 4.00 35.00
17 28.945641 9.823289 1.00 2.50
18 25.999537 11.712146 2.00 2.50
19 24.549088 11.576427 3.00 2.50
20 23.620674 11.312793 4.00 2.50
21 26.876169 5.642378 1.00 7.50
```

Fichiers texte



Courbes GnuPlot (en fixant n-1 paramètres)

Analyse des données - GnuPlot

Gaussien

Moyenneur

Gradient

Non Local Means

Médian

Moyenneur pondéré

Base de données
CID22

Gaussien

Impulsif

Poivre et Sel

Poisson

Speckle

| Intensité | BEST | Ref |
|-----------|--------------|-------|
| 2.5 | 41.78 | 41.83 |
| 5 | 34.39 | 34.21 |
| 7.5 | 32.95 | 31.33 |
| 10 | 31.15 | 28.3 |
| 15 | 29.17 | 24.87 |
| 20 | 27.71 | 22.46 |
| 25 | 26.6 | 20.61 |
| 35 | 24.88 | 17.89 |

| | BEST | Ref |
|--|--------------|-------|
| | 34.38 | 29.01 |
| | 30.77 | 25.03 |
| | 30.39 | 23.54 |
| | 29.56 | 22.01 |
| | 27.66 | 20.26 |
| | 25.5 | 19 |
| | 24.45 | 18.04 |
| | 21.35 | 16.58 |

| | BEST | Ref |
|--|--------------|-------|
| | 31.03 | 20.87 |
| | 30.6 | 17.83 |
| | 30.1 | 16.11 |
| | 29.37 | 14.82 |
| | 27.92 | 13.07 |
| | 26.06 | 11.82 |
| | 24.61 | 10.86 |
| | 23.33 | 9.4 |

| | BEST | Ref |
|--|--------------|-------|
| | 39.05 | 38.85 |
| | 33.64 | 33.51 |
| | 30.34 | 30.25 |
| | 27.97 | 27.9 |
| | 24.59 | 24.53 |
| | 22.17 | 22.13 |
| | 20.3 | 20.27 |
| | 17.51 | 17.48 |

| | BEST | Ref |
|--|--------------|-------|
| | 45.18 | 45.19 |
| | 38.21 | 38.21 |
| | 35.51 | 35.51 |
| | 33.18 | 32.59 |
| | 31.12 | 29.24 |
| | 29.71 | 26.85 |
| | 28.65 | 24.98 |
| | 27.27 | 22.19 |



Exemples

G A U S S I E N



I M P U L S I F



P O I V R E & S E L



P O I S S O N



S P E C K L E



Analyse des données - GnuPlot



Gaussien

Moyenneur

Gradient

Non Local Means

Médian

Moyenneur pondéré

Gaussien

Impulsif

Poivre et Sel

Poisson

Speckle



| Intensité | BEST | NN | Ref |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2.5 | 41.78 | 35.67 | 41.78 | 35.76 | 33.98 | 30.21 | 33.25 | 28.02 | 21.11 | 38.93 | 34.51 | 38.71 | 45.12 | 35.94 | 45.12 |
| 5 | 34.7 | 34.38 | 34.11 | 32.9 | 32.21 | 26.17 | 32.77 | 25.83 | 18.17 | 33.51 | 31.88 | 33.37 | 38.12 | 35.25 | 38.12 |
| 7.5 | 33.8 | 33.53 | 31.23 | 32.47 | 31.34 | 24.72 | 32.38 | 24.1 | 16.36 | 30.19 | 29.45 | 30.09 | 35.43 | 34.7 | 35.43 |
| 10 | 33.23 | 32.3 | 28.18 | 31.69 | 30.21 | 23.16 | 31.36 | 22.73 | 15.11 | 27.81 | 27.44 | 27.72 | 34.23 | 33.91 | 32.48 |
| 15 | 30.35 | 30.32 | 24.72 | 29.76 | 28.64 | 21.4 | 29.76 | 20.37 | 13.41 | 24.4 | 24.27 | 24.34 | 32.31 | 32.67 | 29.12 |
| 20 | 28.65 | 28.68 | 22.29 | 27.38 | 27.25 | 20.13 | 27.68 | 18.51 | 12.1 | 21.95 | 21.9 | 21.9 | 31.03 | 31.47 | 26.7 |
| 25 | 27.93 | 27.25 | 20.42 | 26.3 | 25.99 | 19.15 | 26.39 | 17.11 | 11.14 | 20.04 | 20.01 | 20 | 29.76 | 30.3 | 24.84 |
| 35 | 25.85 | 24.75 | 17.66 | 22.9 | 23.6 | 17.66 | 24.55 | 14.93 | 9.72 | 17.16 | 17.14 | 17.13 | 28.92 | 28.32 | 22 |

Exemples

G
A
U
S
S
I
E
N



I
M
P
U
L
S
I
F



P
O
I
V
R
E
&
S
E
L



P
O
I
S
S
O
N



S
P
E
C
K
L
E



05

Conclusion



Conclusion - avantages/inconvénients

Méthodes traditionnelles :

- + Avantages :
 - Pas besoin d'un bon ordinateur
 - Rapide
- Inconvénients :
 - Besoin de déterminer le bruit et son intensité pour avoir le meilleur PSNR

Réseau de neurones:

- + Avantages :
 - Indépendant du bruit et de son intensité
- Inconvénients :
 - Il faut un bon ordinateur
 - Ça prend du plus de temps



Conclusion - Pistes de poursuite

- Jumeler méthodes traditionnelles et réseau de neurones
- Méthode de détection du type de bruit et de son intensité
- Utiliser des mesures avec les algorithmes BRISQUE et NIQE
- Explorer d'autre méthode de débruitage (filtre de Weiner et décomposition en ondelettes) et d'autres types de réseaux (CBDNet, DNCNN)



06

Démonstration

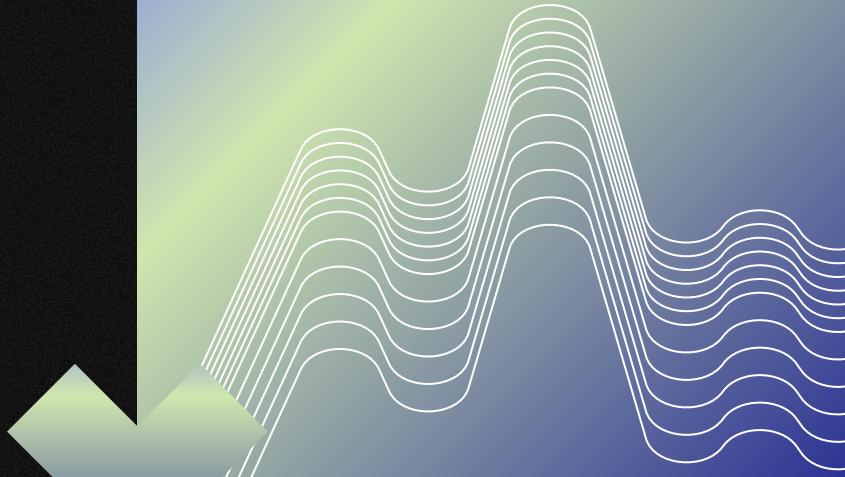


Vidéo



Merci !

CREDITS: This presentation template was created **by Slidesgo**, including icons **by Flaticon** and infographics & images **by Freepik**



Explication sur les bruits

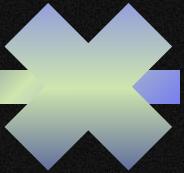
- **Poivre et sel** : simule le mal fonctionnement des capteurs ou l'inefficacité d'un programme de traitement d'image
- **Gaussien** : simule les défauts présents dans des images prises avec peu de lumière ou transmises sur un réseau bruité
- **Poisson** : simule le manque ou l'irrégularité de l'arrivée de photons sur des capteurs
- **Speckle** : simule le bruit communément trouvé dans les images médicales et les images acquises avec des radars
- **Impulsif** : simule une corruption de la mémoire de stockage, une instabilité du signal électrique ou des erreurs lors de la transmission

Explication sur les algos de bruits

- **Poivre et sel** : on génère un nombre aléatoire entre 0 et 1, si $< \text{proportion}/2 \rightarrow 0$, si $> 1-\text{proportion}/2 \rightarrow 255$
- **Gaussien** : nombre aléatoire suivant une distribution gaussienne
- **Poisson** : nombre aléatoire suivant une distribution de poisson
- **Speckle** : nombre aléatoire entre [-intensité, intensité]
- **Impulsif** : division aléatoire de pixels dans l'image

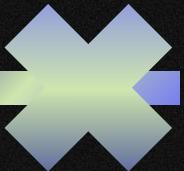
Analyse - Notes supplémentaires

- Concernant les filtres, il est préférable de prendre une fenêtre 3x3 la plupart du temps.
- En général, l'algorithme Non Local Means offre le meilleur PSNR quand le bruit est très faible.
- La meilleure valeur du paramètre puissance dans le filtre moyenneur pondéré dépend de la puissance du bruit présent dans l'image. Avec un bruit faible, on privilégie une forte puissance (dans notre cas 2). Avec un bruit fort, on privilégie une faible puissance (dans notre cas 0.5).
- Concernant le filtre gradient, le filtre moyenneur offre un meilleur PSNR que le filtre gaussien dans tous les cas étudiés (environ 5 dB de différence).



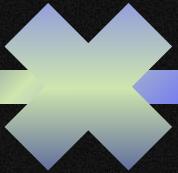
Annexe 1-A : tableau des résultats - bruit gaussien (PSNR)

| | Variance | Gaussien | Param | Gradient | Param | Médian | Param | Moyenneur | Param | Non Local Means | Param | Pondéré | Param |
|--------------------------------------|----------|----------|---|----------|-------------------------|--------|-------------|-----------|-------------|-----------------|--|---------|---------------------------------|
| G A U S S I E N | 2.5 | 30.38 | voisins = 1 moyenne = 0 variance = 12.5 | 29.46 | voisins = 1 type = 1 | 31.2 | voisins = 1 | 29.87 | voisins = 1 | 41.78 | voisins = 1 pondération = 0.5 tailleRecherche = 10 | 39.94 | voisins = 5, puissance = 2 |
| | 5 | 30.11 | | 29.02 | | 30.64 | | 29.64 | | 34.2 | | 34.49 | |
| | 7.5 | 29.86 | | 28.66 | | 30.15 | | 29.4 | | 31.31 | | 32.95 | voisins = 1, puissance = 1 |
| | 10 | 29.38 | | 28.09 | | 29.37 | | 28.98 | | 28.3 | | 31.15 | |
| | 15 | 28.47 | | 27.02 | | 28.04 | | 28.15 | | 24.87 | | 29.17 | voisins = 1, puissance = 0.7 |
| | 20 | 27.53 | | 25.93 | | 26.78 | | 27.27 | | 24.08 | | 27.71 | |
| | 25 | 26.6 | | 24.88 | | 25.62 | | 26.39 | | 23.64 | | 26.4 | |
| | 35 | 24.88 | | 23.21 | | 24.28 | | 24.73 | | 22.64 | | 24.42 | voisins = 2, puissance = 0.5 |



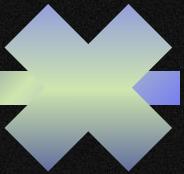
Annexe 1-B : tableau des résultats - bruit impulsif (PSNR)

| | Facteur | Gaussian | Param | Gradient | Param | Médian | Param | Moyenneur | Param | Non Local Means | Param | Pondéré | Param |
|--------------------------------------|---------|----------|--|----------|-------------------------|--------|-------------|-----------|-------------|-----------------|---|---------|---------------------------------|
| I M P U L S I F | 2.5 | 29.33 | voisins = 1 moyenne = 0 variance = 2.5 | 28.22 | voisins = 1 type = 1 | 31.2 | voisins = 1 | 28.94 | voisins = 1 | 29.02 | voisins = 1 pondération = 0.75 tailleRecherche = 30 | 34.38 | voisins = 1, puissance = 2 |
| | 5 | 27.94 | | 26.59 | | 30.77 | | 27.65 | | 25.01 | | 30.14 | |
| | 7.5 | 27.18 | | 25.67 | | 30.39 | | 26.88 | | 23.98 | | 30 | |
| | 10 | 26 | | 24.48 | | 29.56 | | 25.8 | | 23.41 | | 26.83 | |
| | 15 | 24.35 | | 22.84 | | 27.66 | | 24.2 | | 22.41 | | 24.3 | voisins = 1, puissance = 0.5 |
| | 20 | 22.96 | | 21.55 | | 25.5 | voisins = 2 | 22.81 | | 21.44 | voisins = 3 ... | 22.34 | |
| | 25 | 21.69 | | 20.55 | | 24.45 | | 21.6 | | 20.51 | | 20.78 | |
| | 35 | 19.62 | | 18.91 | | 21.35 | voisins = 3 | 19.57 | | 18.85 | | 18.43 | |



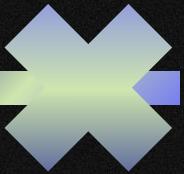
Annexe 1-C : tableau des résultats - bruit poivre et sel (PSNR)

| P O I V R E E T S E L | Proportion | Gaussian | Param | Gradient | Param | Médian | Param | Moyenneur | Param | Non Local Means | Param | Pondéré | Param |
|---|------------|----------|--|----------|-------------------------|--------|-------------|-----------|-------------|-----------------|---|---------|---------------------------------|
| P O I V R E E T S E L | 2.50% | 26.78 | voisins = 1 moyenne = 0 variance = 1 | 25.18 | voisins = 1 type = 1 | 31.03 | voisins = 1 | 26.61 | voisins = 1 | 23.8 | voisins = 3, pondération = 0.5, tailleRecherche = 30 | 30.4 | voisins = 1, puissance = 0.5 |
| | 5% | 24.88 | | 23 | | 30.6 | | 24.75 | | 22.72 | | 26.76 | |
| | 7.50% | 23.5 | | 21.68 | voisins = 2 type = 1 | 30.1 | | 23.74 | voisins = 2 | 21.85 | | 24.13 | |
| | 10% | 22.42 | | 20.79 | | 29.37 | | 23.05 | | 21.09 | voisins = 3, pondération = 0.75, tailleRecherche = 30 | 22.14 | |
| | 15% | 20.68 | | 19.51 | voisins = 3 type = 1 | 27.92 | | 21.75 | | 19.77 | | 19.08 | |
| | 20% | 19.37 | | 18.41 | | 26.06 | | 20.66 | voisins = 3 | 18.65 | voisins = 2, pondération = 0.5, tailleRecherche = 30 | 16.9 | |
| | 25% | 18.21 | | 17.05 | voisins = 5 type = 1 | 24.61 | | 19.76 | | 17.18 | | 15.23 | |
| | 35% | 16.41 | | 14.82 | | 23.33 | | 18.06 | | 16.1 | | 12.74 | |



Annexe 1-D : tableau des résultats - bruit poisson (PSNR)

| P O I S S O N | Variance | Gaussian | Param | Gradient | Param | Médian | Param | Moyenneur | Param | Non Local Means | Param | Pondéré | Param |
|---------------------------------|----------|----------|--|----------|-------------------------|--------|-------------|-----------|-------------|-----------------|--|---------|------------------------------|
| | 2.5 | 29.82 | voisins = 1 moyenne = 0 variance = 2.5 | 29.01 | voisins = 1 type = 1 | 30.52 | voisins = 1 | 29.36 | voisins = 1 | 39.05 | voisins = 1 pondération = 0.5 tailleRecherche = 30 OU pondération = 0.75 tailleRecherche = 20 | 37.52 | voisins = 5 puissance = 2 |
| | 5 | 28.55 | | 27.88 | | 29.02 | | 28.19 | | 33.64 | | 33.13 | |
| | 7.5 | 27.16 | | 26.62 | | 27.47 | | 26.88 | | 30.34 | | 30.09 | |
| | 10 | 25.82 | | 23.66 | | 26.02 | | 25.61 | | 27.97 | | 27.82 | |
| | 15 | 23.45 | | 23.17 | | 23.54 | | 23.31 | | 24.59 | | 24.51 | |
| | 20 | 21.49 | | 21.3 | | 21.53 | | 21.4 | | 22.17 | | 22.13 | |
| | 25 | 19.85 | | 19.71 | | 19.86 | | 19.79 | | 20.3 | | 20.27 | |
| | 35 | 17.27 | | 17.19 | | 17.25 | | 17.24 | | 17.51 | | 17.48 | |



Annexe 1-E : tableau des résultats - bruit speckle (PSNR)

| S P E C K L E | Intensité | Gaussien | Param | Gradient | Param | Médian | Param | Moyenneur | Param | Non Local Means | Param | Pondéré | Param |
|---------------------------------|-----------|----------|--|----------|-------------------------|--------|-------------|-----------|-------------|-----------------|---|---------|--------------------------------|
| | 2.5 | 30.17 | voisins = 1 moyenne = 0 variance = 2.5 | 29.54 | voisins = 1 type = 1 | 31.28 | voisins = 1 | 29.92 | voisins = 1 | 45.18 | voisins = 1 pondération = 0.75 tailleRecherche = 30 | 41.37 | voisins = 5 puissance = 2 |
| | 5 | 30.06 | | 29.3 | | 30.95 | | 29.82 | | 38.21 | | 37.52 | |
| | 7.5 | 29.96 | | 29.11 | | 30.66 | | 29.72 | | 35.51 | | 35.37 | |
| | 10 | 29.76 | | 28.8 | | 30.15 | | 29.53 | | 32.59 | | 33.18 | voisins = 1 puissance = 1 |
| | 15 | 29.35 | | 28.24 | | 29.27 | | 29.15 | | 29.24 | | 31.12 | |
| | 20 | 28.88 | | 27.61 | | 28.27 | | 28.69 | | 26.85 | | 29.71 | voisins = 1 puissance = 0.5 |
| | 25 | 28.35 | | 26.96 | | 27.34 | | 28.19 | | 24.98 | | 28.65 | |
| | 35 | 27.27 | | 25.64 | | 25.64 | | 27.14 | | 24.07 | voisins = 2 ... | 26.76 | |

Annexe 1-F : distribution gaussiennes et de poisson

