

# Méthodes pour évaluer la qualité d'une image

*Soutenance Finale du Projet de Science de l'information & société numérique (SISN)  
École Centrale Méditerranée*

*J. Castaños, P. Diniz, H. Grant & A. Ouaja*

May 31, 2023

- Mesurer la qualité d'une image est une tâche très subjective.
- Comment peut-on rendre la mesure de la qualité d'une image plus quantitative ?
- Il est nécessaire de choisir entre les deux principales méthodes d'analyse quantitative : avec référence ou sans référence.



# L'Expérience proposée

- Lors du choix des méthodes avec référence, il est nécessaire de dégrader et de reconstruire l'image afin de pouvoir la comparer avec l'image originale.
- Nous allons examiner plusieurs méthodes pour ajouter du bruit à une image, reconstruire la qualité d'une image dégradée et enfin mesurer la qualité de l'image à chaque étape du traitement.



Figure: Image originale

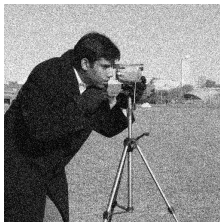


Figure: Image dégradée

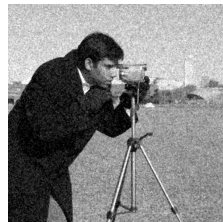


Figure: image restaurée

## Bruit additif gaussien

$$Y = X + N$$

## Bruit gaussien additif + convolutionnelle

$$Y = X * N1 + N2$$

## Filtre Median

$$I_{reconstruit}(x, y) = \text{mediane}(I_{degrade}(x, y), \dots, I_{degrade}(x+, y+))$$

## Filtre de Wiener

$$y(t) = \sum_{k=0}^n w(k) \cdot x(t - kT)$$

- **Erreur quadratique moyenne (MSE)** - On trouve la moyenne d'un ensemble d'erreurs.

$$\text{MSE} = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (u(i,j) - f(i,j))^2$$

Plus le MSE est faible, meilleures sont les prévisions.

- **Rapport crête signal sur bruit (PSNR)** - Mesure la fidélité, puisqu'elle est proportionnelle à la qualité.

$$\text{PSNR} = 10 \times \log \frac{255^2}{\text{MSE}} \quad [\text{dB}]$$

PSNR décroît avec la dégradation de l'image.

Une valeur infinie de PSNR correspond à une image non dégradée.

- **Mesure de l'indice de similarité structurelle (SSIM)** - Évalue à la fois la similarité structurelle et la distorsion perceptuelle.

$$\begin{cases} \text{Luminance} \\ \text{Contraste} \\ \text{Structure} \end{cases} \implies SSIM \in [0, 1]$$

Une valeur plus proche de 1 indique une plus grande similarité structurelle entre les deux images

- **Information mutuelle normalisée (NMI)** - Il s'agit d'une mesure de précision pour prédire le signal dans la deuxième image.

$$I(X; Y) = \sum_{y \in Y} \sum_{x \in X} p_{(X,Y)}(x, y) \log \left( \frac{p_{(X,Y)}(x, y)}{p_X(x)p_Y(y)} \right)$$

Une NMI élevée indique une bonne similarité.

# Procédures

Application d'un filtre de dégradation suivi d'un filtre de restauration.

Deux combinaisons différentes :

- Addition de bruit gaussien + filtre médian
- Ajout de bruit gaussien et de bruit de convolution + filtre de Wiener

Application des quatre méthodes de mesure de la qualité de l'image mentionnées ci-dessus. Ces procédures ont été appliquées aux trois images suivantes:

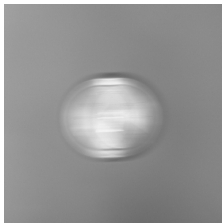


Figure: clock

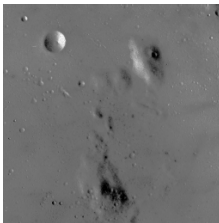


Figure: moon



Figure: camera

- le filtre médian produit une amélioration perceptible de la qualité de l'image par rapport à l'image avant restauration.
- Il y a une amélioration substantielle des métriques analysées avant et après l'application du filtre de restauration, cependant, il est possible de voir qu'il y a encore des différences significatives entre l'image originale et l'image filtrée.

Table:

Mesures obtenues pour l'image moon lors de l'application du bruit gaussien et du filtre médian

<b>Image (moon)</b>	<b>SSIM</b>	<b>MSE</b>	<b>PSNR</b>	<b>NMI</b>
<b>Degraded Image</b>	0.0626	1455.7756	16.4999	1.0101
<b>Rebuilt Image</b>	0.2689	250.4311	24.1439	1.0333



- Lorsque nous augmentons l'écart-type du bruit gaussien pour une gamme de valeur délimitée, les mesures se comportent de manière similaire.

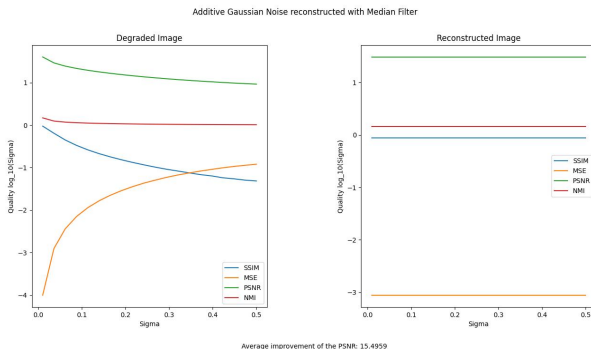
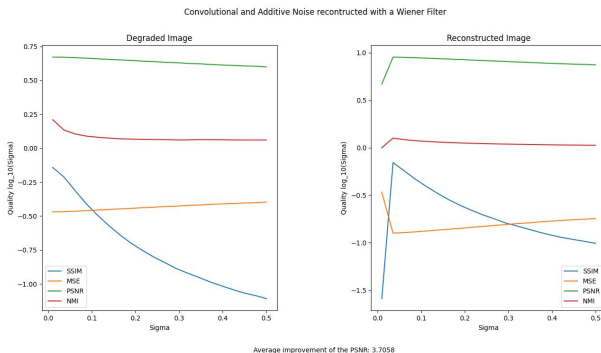


Figure: Changement de la qualité des images dégradée et restaurée en fonction de l'écart-type ( $\sigma$ ), Filtre de median.

- Le filtre de Wiener améliore la qualité d'une image dégradée affectée par un bruit convolutif et additif.



**Figure:** Changement de la qualité des images dégradée et restaurée en fonction de l'écart-type ( $\sigma$ ), Filtre de Wiener.

- Les performances du filtre de Wiener sont également affectées par l'écart type du bruit, avec des taux d'améliorations supérieures observées pour des écarts types inférieurs.
- Mais l'amélioration moyenne globale par le filtre de Wiener pour le PSNR est de 3,4 à 3,7. Il est sûr de dire que le filtre de Wiener réalise une amélioration quel que soit l'écart type choisi, mais l'efficacité change en fonction de la valeur de l'écart type.

**Table:** Mesures obtenues pour l'image moon en appliquant le bruit gaussien puis la convolution et le filtre de Wiener

Image (moon)	SSIM	MSE	PSNR	NMI
Degraded Image	0.0110	10049.3972	8.1094	1.0155
Rebuilt Image	0.2915	1010.1947	18.0868	1.0187

# Conclusion

- Les deux filtres arrivent d'améliorer la qualité de l'image quantitativement. Les mesures de qualité telles que SSIM, PSNR et NMI augmentent, tandis que le MSE diminue.
- D'autre part, quand nous observons les images améliorées, et ceux juger subjectivement, nous pouvons voir qu'il y a encore place à l'amélioration.
- Pour y parvenir, nous pouvons mieux estimer le bruit qui est utilisé par le filtre de Wiener, par exemple si nous utilisons des algorithmes adaptatifs, qui changent le bruit estimé utilisé en fonction des données.
- Pour améliorer la performance de filtre de médian, nous pouvons augmenter la taille de la fenêtre utilisé pour le filtre, ou nous pouvons choisir un filtre médian adaptatif, qui change la taille de fenêtre en fonction de l'image.