

## TP1 : Imagerie Computationnelle

---

En plus des exercices ci-dessous, il vous est fortement conseillé de consulter les Numerical Tours with Matlab (<https://www.numerical-tours.com/matlab/>) (ou Python), et en particulier l'implémentation de toutes les méthodes de restauration d'images vues en cours, comme par exemple :

- Simple Denoising Methods / Linear Image Denoising
- Simple Denoising Methods / Denoising by Sobolev and Total Variation Regularization
- Wavelet Denoising / Image Denoising with Wavelets
- Advanced Denoising Methods / Non-Local Means
- Advanced Denoising Methods / Bilateral Filtering
- Sparsity and Redundant Representations / Compressed Sensing of Images
- Sparsity and Redundant Representations / Dictionary Learning for Denoising
- Inverse Problems / Image Deconvolution using Variational Method
- Inverse Problems / Image Deconvolution using Sparse Regularization
- Inverse Problems / Reconstruction from Partial Tomography Measurements
- Inverse Problems / Tomography Inversion using Tikhonov and Sparse Regularization

### Débruitage

1. Considérons une image en niveaux de gris de votre choix, notée  $i$  (par exemple Lena 512x512 pixels), avec une puissance  $P_i$ . Notre objectif est de dégrader cette image en ajoutant un bruit gaussien additif, indépendant de l'image, dont la puissance est fixée pour obtenir un rapport signal sur bruit (signal noise ratio (SNR) en anglais) de 15 dB. L'image résultante sera désignée par  $ib$ .
  - a. Exprimez la formule de la puissance de ce bruit en fonction de  $P_i$  et du SNR.
  - b. Écrivez une fonction en Matlab/Python capable de générer l'image bruitée  $ib$ , prenant comme entrées l'image  $i$  et le SNR, et comme sortie l'image  $ib$ .
  - c. Affichez les images  $i$  et  $ib$ .
  - d. Faites varier la variable SNR de 0 dB à 50 dB. Commentez les résultats obtenus.
2. Nous examinons maintenant une image bruitée  $ib$  affectée par un bruit gaussien de 20 dB. L'objectif des questions suivantes est de débruiter cette image en utilisant différentes méthodes abordées en cours. Pour chaque méthode mise en œuvre, outre l'évaluation visuelle, deux critères quantitatifs seront pris en compte : l'erreur quadratique moyenne et le PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) entre l'image estimée et l'image  $i$ . Pour chaque méthode, nous tenterons de fixer les hyperparamètres respectifs à leur meilleure valeur.
  - a. Filtrage linéaire Gaussien 2D.
  - b. Filtrage bilatéral.
  - c. Filtrage moyen non local.
  - d. BM3D.
3. Commencez par générer une image sparse, que nous nommerons  $s$ , et chargez une image standard en niveaux de gris de votre choix, désignée par  $x$  (par exemple, Lena).
  - a. Créez les images  $y_s = s + b$  et  $y_x = x + b$  où  $b$  représente un bruit Gaussien de 20dB.
  - b. Débruiter  $y_s$  et  $y_b$  en utilisant un seuillage doux. Expliquer la démarche. Pour  $y_b$  on utilisera la décomposition dyadique et son inverse : <https://cloud.irit.fr/index.php/s/7W2kXMxo8LpVmOI>.
  - c. Débruiter  $y_s$  et  $y_b$  en utilisant un seuillage dur.