

# Projet de Traitement d'Images : Débruitage par Deep Learning

*Learning Deep CNN Denoiser Prior for image restoration, Zhang et al, ICCV 2017*

# Sommaire

- Contexte
- Méthodes pour débruiter une image
- Architecture et élaboration du modèle
- Analyse des résultats
- Conclusion

# Contexte : Le débruitage c'est quoi ?

L'image prise par un capteur est en général dégradée par du bruit, qui vient perturber l'information utile

- Types de Bruit : Bruit additif, multiplicatif, impulsionnel, flou (convolutif)
- Débruitage : Supprimer le bruit de l'image dans le but de retrouver l'image originale

# Exemple du bruit additif blanc gaussien

$$\mathbf{y} = \mathbf{x} + \mathbf{n}$$

The diagram illustrates the additive noise model. The equation  $\mathbf{y} = \mathbf{x} + \mathbf{n}$  is centered at the top. Three red arrows point downwards from the terms in the equation to their respective labels: from  $\mathbf{y}$  to *Image observée*, from  $\mathbf{x}$  to *Image idéale*, and from  $\mathbf{n}$  to *Bruit gaussien*.

*Image observée*      *Image idéale*      *Bruit gaussien*

# Exemple du bruit blanc additif gaussien

**Approche bayésienne pour estimer  $x$  :**

$$\hat{x} = \arg \max_x P(x|y) = \arg \max_x \frac{P(y|x)P(x)}{P(y)} \quad \Leftrightarrow \quad \hat{x} = \arg \max_x \log P(y|x) + \log P(x)$$

$$\hat{x} = \arg \min_x \frac{1}{2} \|y-x\|_2^2 + \lambda R(x)$$

# Exemple du bruit blanc additif gaussien

**Approche bayésienne pour estimer  $x$  :**

$$\hat{x} = \arg \max_x P(x|y) = \arg \max_x \frac{P(y|x)P(x)}{P(y)} \quad \Leftrightarrow \quad \hat{x} = \arg \max_x \log P(y|x) + \log P(x)$$

$$\hat{x} = \arg \min_x \frac{1}{2} \|y-x\|_2^2 + \lambda R(x)$$



*Terme de fidélité*



*Terme de régularisation*

# Les méthodes pour débruiter une image

- Deux types de méthodes dominantes :
  - Méthodes basées sur des modèles : NCSR, BM3D, WNNM
  - Méthodes d'apprentissage discriminatif : MLP, SRCNN, DCNN

# Les techniques pour débruiter une image : BM3D

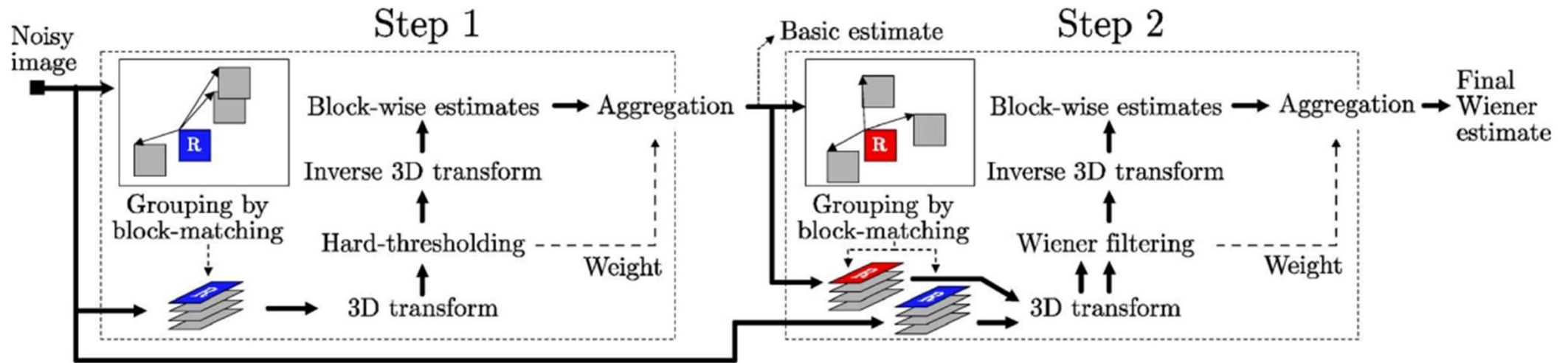


Figure 1 : Organigramme de l'algorithme de débruitage d'images BM3D

*Limites : Temps de calcul, Dépendance aux paramètres, Artefacts, Adaptabilité limitée*



# Les techniques pour débruiteur une image :

## « Learning Deep CNN Denoiser »

- **Principe** : Former le réseau de neurones avec des échantillons de paires d'images **bruitées – non bruitées**, afin qu'il apprenne à supprimer le bruit d'une image
- **Avantages** : Moins de dépendance aux paramètres, Adaptabilité élevée, Vitesse de traitement élevée, Meilleure qualité de débruitage

# Architecture de notre modèle

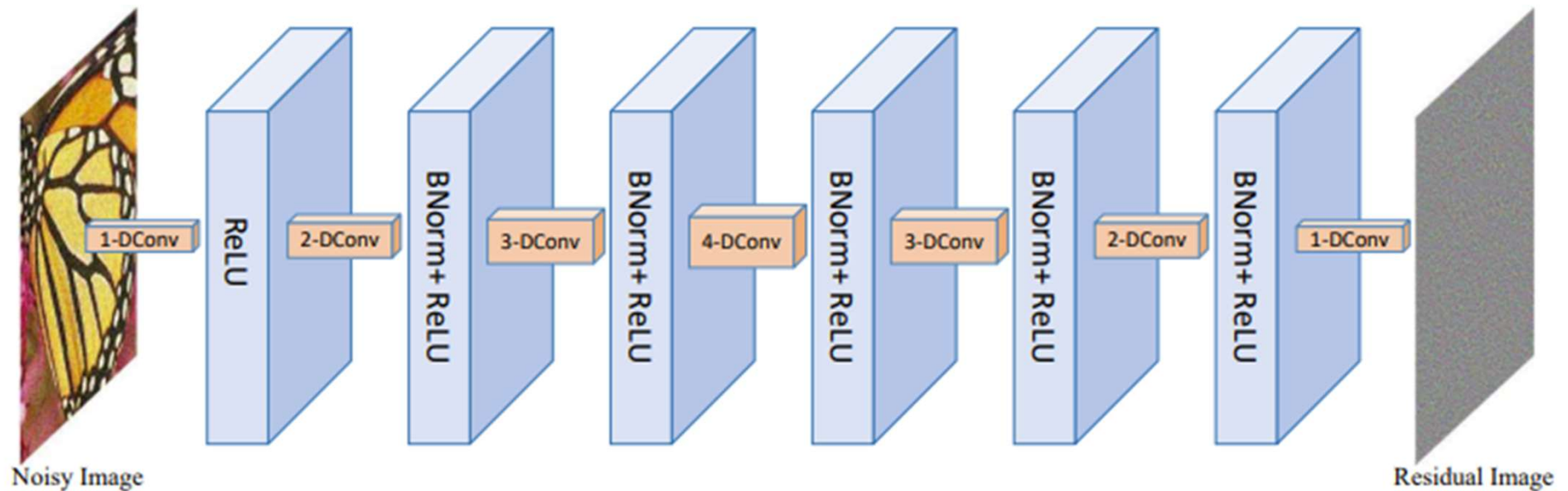
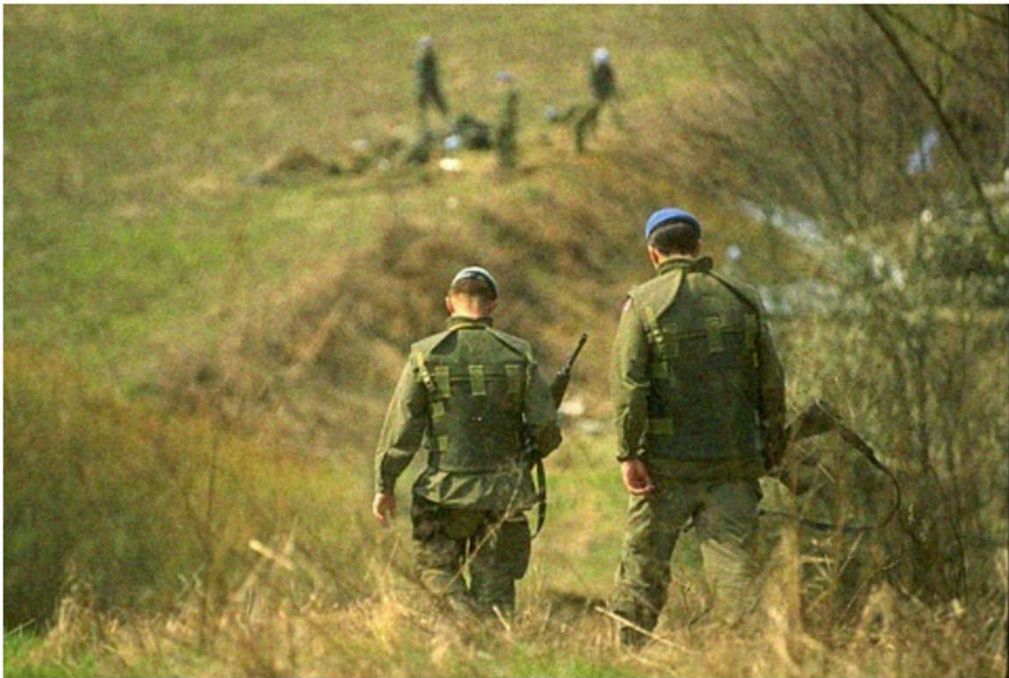


Figure 1 : Architecture du réseau de débruitage. BNorm pour « Batch Normalization » et ReLU pour « Rectified linear units »

# Construction du modèle

1. On prend une base d'images idéales ne présentant pas de bruit
2. On bruite les images avec un bruit additif blanc gaussien
3. Construction du réseau de neurones convolutifs
4. Apprentissage à l'aide de notre dataset

# Premiers résultats



*Image bruitées avec un bruit additif  
blanc gaussien d'écart-type  $\sigma = 10$*

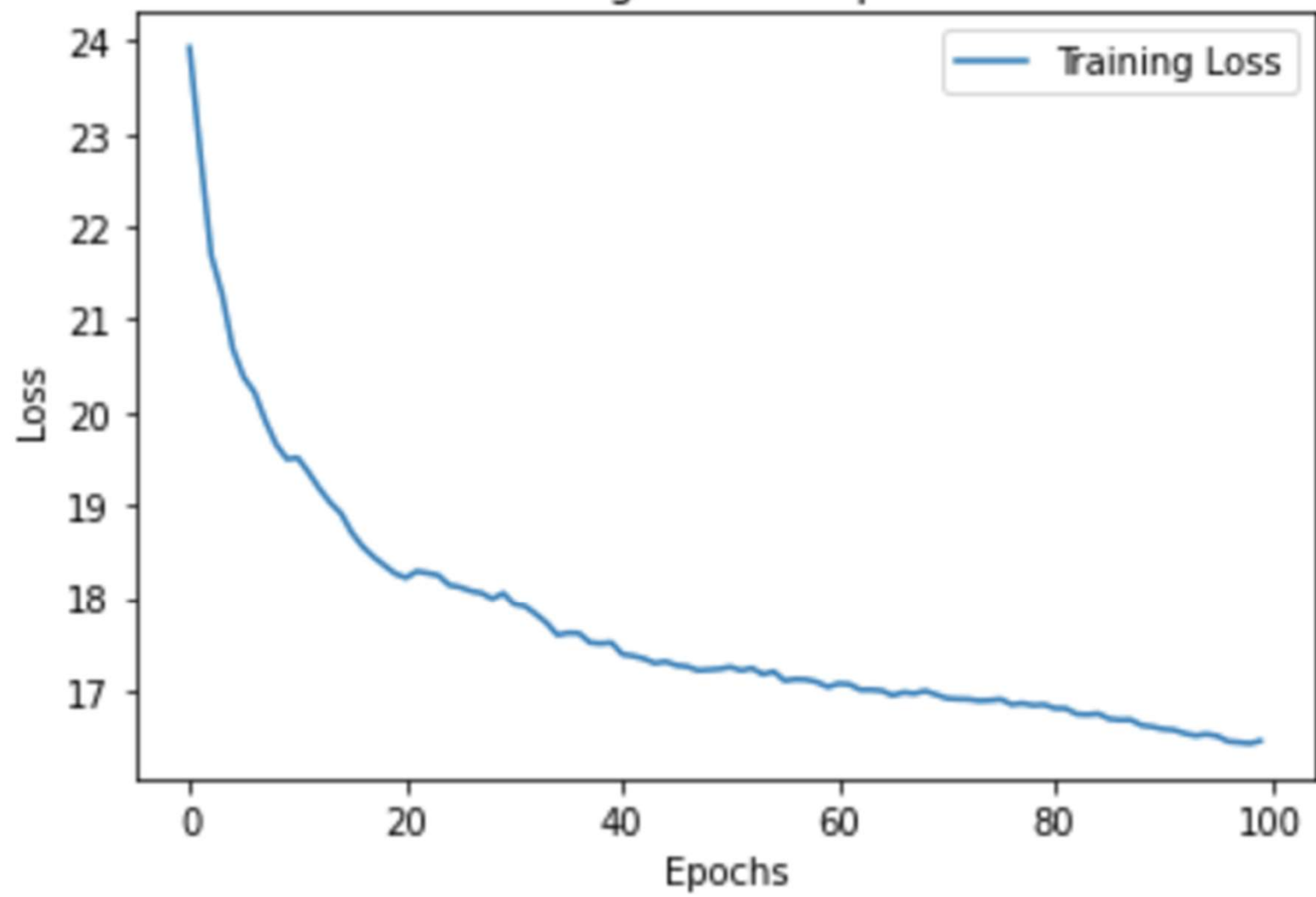


*Image débruitée avec notre modèle*



*Image d'origine*

Training Loss vs. Epochs





## Débruitages des images bruitées avec un bruit additif blanc gaussien d'écart-type $\sigma = 15$

Images  
débruitées  
avec notre  
modèle



$$PSNR_{Modèle} = 29,35 \text{ dB}$$



$$PSNR_{Modèle} = 28,81 \text{ dB}$$



$$PSNR_{Modèle} = 30,40 \text{ dB}$$

Images  
débruitées  
avec  
BM3D



$$PSNR_{BM3D} = 30,75 \text{ dB}$$



$$PSNR_{BM3D} = 30,29 \text{ dB}$$



$$PSNR_{BM3D} = 32,64 \text{ dB}$$



## Débruitages des images bruitées avec un bruit additif blanc gaussien d'écart-type $\sigma = 20$

Images  
débruitées  
avec notre  
modèle



$$PSNR_{Modèle} = 26,01 \text{ dB}$$



$$PSNR_{Modèle} = 25,78 \text{ dB}$$



$$PSNR_{Modèle} = 26,54 \text{ dB}$$

Images  
débruitées  
avec  
BM3D



$$PSNR_{BM3D} = 26,30 \text{ dB}$$



$$PSNR_{BM3D} = 26,00 \text{ dB}$$



$$PSNR_{BM3D} = 27,02 \text{ dB}$$



## Débruitages des images bruitées avec un bruit additif blanc gaussien d'écart-type $\sigma = 50$

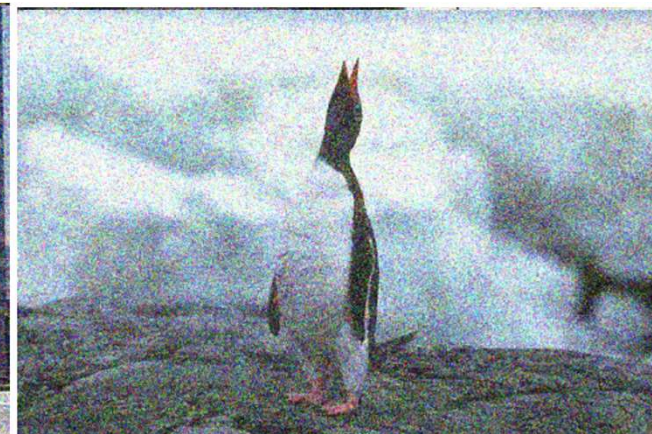
Images  
débruitées  
avec notre  
modèle



$$PSNR_{Modèle} = 16,04 \text{ dB}$$



$$PSNR_{Modèle} = 16,22 \text{ dB}$$



$$PSNR_{Modèle} = 15,84 \text{ dB}$$

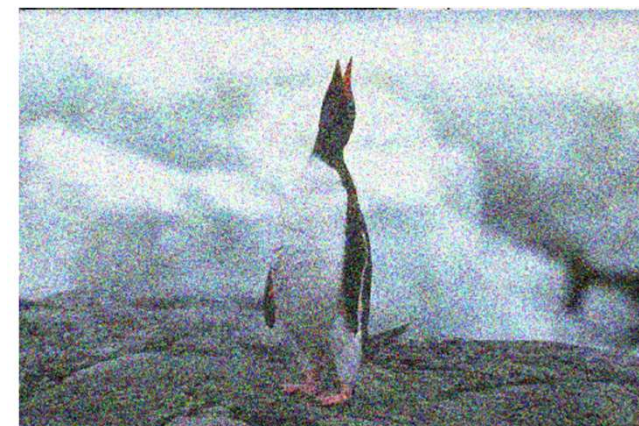
Images  
débruitées  
avec  
BM3D



$$PSNR_{BM3D} = 14,59 \text{ dB}$$



$$PSNR_{BM3D} = 14,59 \text{ dB}$$



$$PSNR_{BM3D} = 14,62 \text{ dB}$$



# Analyse des résultats

Bruit/Méthodes	BM3D	Modèle conçu
Sigma = 15	<b>33,37 dB</b>	<b>29,35 dB</b>
Sigma = 25	<b>22,80 dB</b>	<b>23,35 dB</b>
Sigma = 50	<b>14,60 dB</b>	<b>16,04 dB</b>

Bruit/Méthodes	Modèle article	Modèle conçu
Sigma = 15	<b>33,86 dB</b>	<b>29,35 dB</b>
Sigma = 25	<b>31,16 dB</b>	<b>23,35 dB</b>
Sigma = 50	<b>27,86 dB</b>	<b>16,04 dB</b>

# Conclusion

- Le modèle permet d'effectuer un débruitage avec des résultats proches des performances du modèle de l'article
- Le modèle est beaucoup moins performant lorsque le bruit devient très grand, et reste en général moins performant que la méthode BM3D
- Idée d'amélioration : Rajouter dans le dataset des images bruitées avec différents niveaux de bruit