

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

---

M2 - Projet Image  
Compte Rendu 3

---

Verniol Baptiste  
Fournier Alexandre

Année 2023-2024



# Sommaire

<b>1</b>	<b>Bruits bleu</b>	<b>2</b>
1.1	Raytracing . . . . .	2
1.2	Types de bruits . . . . .	3
1.3	Illumination globale . . . . .	4
1.4	Dans la nature . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Extraction du bruit</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Génération de bruit sur une image</b>	<b>9</b>
3.1	Bruit blanc . . . . .	9
3.2	Bruit poivre et sel . . . . .	10
3.3	Bruit Gaussien . . . . .	11
3.4	Bruit de Grenaille / Shot noise . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Débruitage mis en place</b>	<b>13</b>
4.1	Filtre Médian . . . . .	13
4.2	Filtre A-trou . . . . .	13
4.3	Filtre Gaussian . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Débruitage par rapport au bruit produit</b>	<b>14</b>
5.1	Bruit blanc . . . . .	14
5.2	Bruit poivre et sel . . . . .	16
5.3	Bruit Gaussien . . . . .	18
5.4	Bruit de Grenaille / Shot noise . . . . .	20

# 1. Bruits bleu

## 1.1 Raytracing

Nous avons mentionné le bruit bleu dans notre CR précédent. Nous voulons y revenir un peu dessus et dire pourquoi il est intéressant.

La technique du lancé de rayon une consiste à lancer un ou plusieurs rayon par pixel pour obtenir une image. Ces rayons sont dans le cas le plus simple, projeté depuis la caméra, puis vont aller taper des objets pour récupérer leurs couleurs et tout autre propriétés d'interaction avec la lumière.

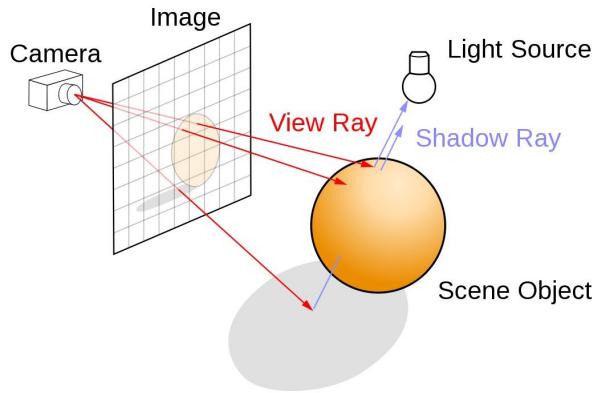


FIGURE 1.1 – Interface de sélection

Le problème en envoyant qu'un rayon par pixel c'est que les contours seront durs et comme les rayons ne toucheront pas toute la géométrie, l'image manquera de détails.

## 1.2 Types de bruits

Donc nous pouvons envoyer plusieurs rayons par pixel. Il y a plusieurs façons de le faire. Soit on peut les envoyer de façon aligné sur une grille, soit aléatoirement, soit avec un bruit bleu.

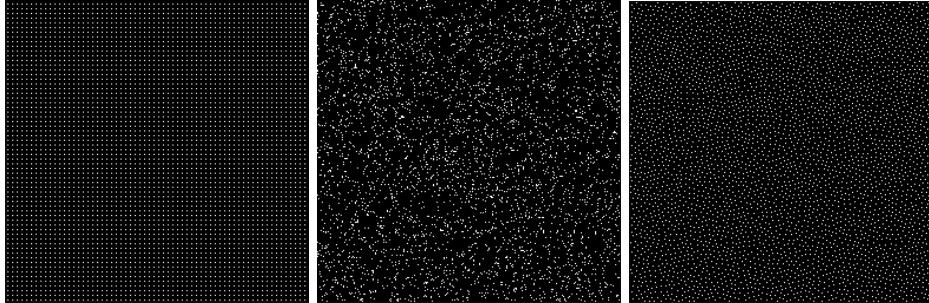


FIGURE 1.2 – Interface de sélection

Le bruit bleu est spécialement conçu pour avoir une distance égale entre chaque points sans être alignés. Cela maximise la quantité d'information qu'on peut récupérer d'une région. L'alignement provoquera un effet d'aliasing, les objet n'étant pas alignés sur la grille se verront en escalier.

Nous pouvons mieux se rendre compte du phénomène avec une image.



FIGURE 1.3 – image de base



FIGURE 1.4 – [Source](#). grille, bruit blanc, bruit bleu

Nous pouvons voir que le bruit blanc ne retranscrit pas beaucoup d'information, le rendu n'est pas beau. L'image avec les points alignés retranscrit bien les objets droits mais pas bien les autres. Le bruit bleu est un mélange du bruit blanc et des points alignés, il donne le meilleur résultat.

### 1.3 Illumination globale

Dans les moteurs de rendu moderne le bruit bleu est utilisé lors de l'illumination globale. C'est le fait de faire rebondir les rayons sur les surfaces pour simuler le vrai comportement des photons qui rebondissent partout.

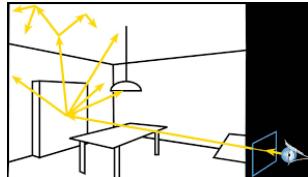


FIGURE 1.5 – [Source](#). Methode de Monte Carlo

Les rayons quand ils vont taper sur une surface vont venir projeter plusieurs rayons dans une demi sphère. C'est ici que le bruit bleu est utilisé.

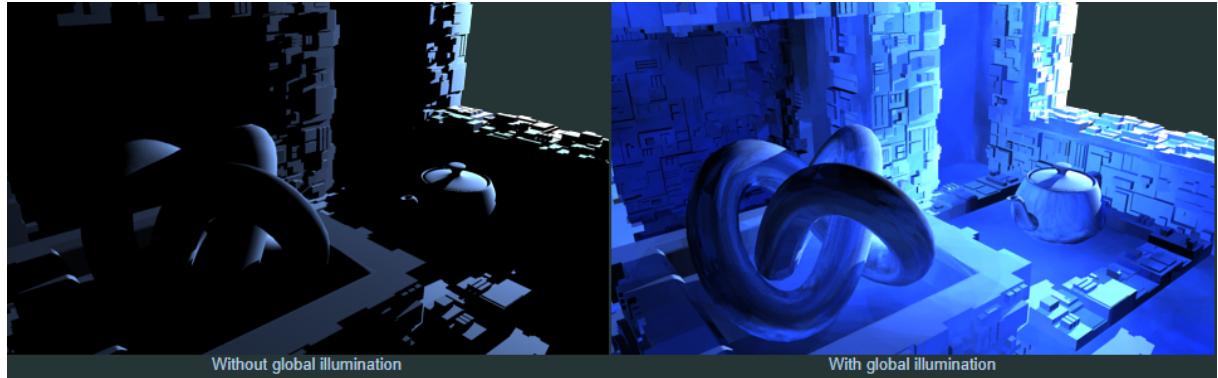


FIGURE 1.6 – [Source](#)

Les images générées avec illumination globale sont généralement très bruitées si on décide de ne pas trop envoyer de rayons par pixel. Pour faire ce rendu j'ai utilisé Blender. Il utilise l'équivalent d'un bruit bleu pour l'illumination globale, donc logiquement on est sensé retrouvé ce bruit dans l'image.



FIGURE 1.7

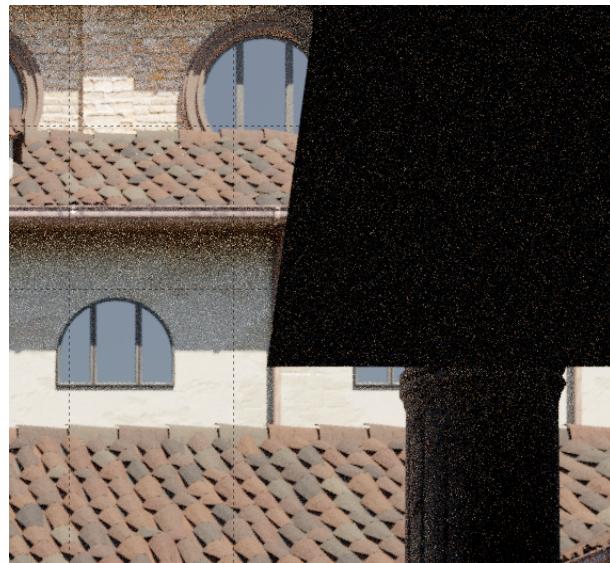


FIGURE 1.8

## 1.4 Dans la nature

Dans la nature, il est important de voir ou se situe le danger afin de l'éviter.

Les capteurs de nos yeux jouent un grand rôle là-dedans. Imaginons que nos capteurs soient arrangés en white noise, il se peut qu'on ne voit pas le danger, (l'image suivante est exagérée)



FIGURE 1.9 – [Source](#). Capteurs arrangés en white noise

Par contre en maximisant l'information sur la région, il est possible de voir plus de chose, ici, le danger.



FIGURE 1.10 – [Source](#). Capteurs arrangés en blue noise

Il est intéressant de voir que nos yeux suivent exactement cette logique. En dessous une image de rétine de macaque, les points noirs sont les récepteurs.

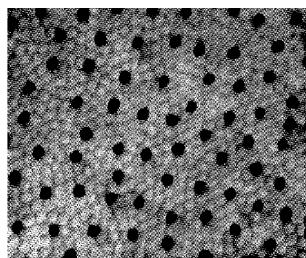


FIGURE 1.11 – [Source](#)

## 2. Extraction du bruit

Nous avons fait un petit script pour extraire le bruit d'une image comparé à une image non bruité.

Nous avons testé 2 moteurs de rendu, Cycle (Blender) et Renderman (Pixar)

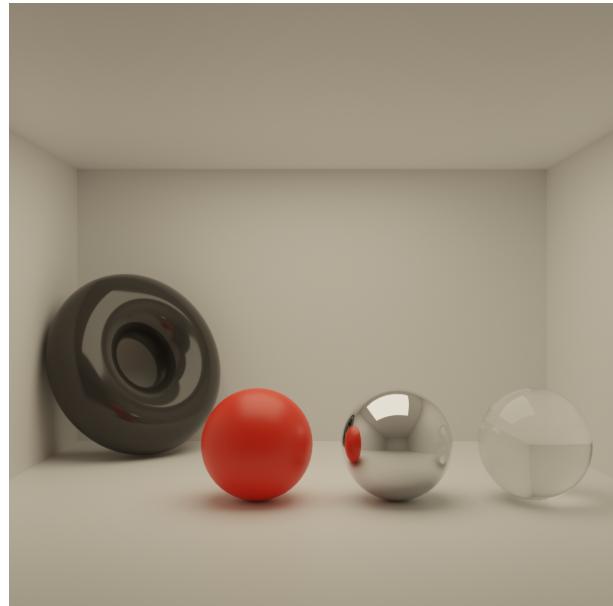


FIGURE 2.1 – Image "sans bruit" (avec 50K rayons/pixel)

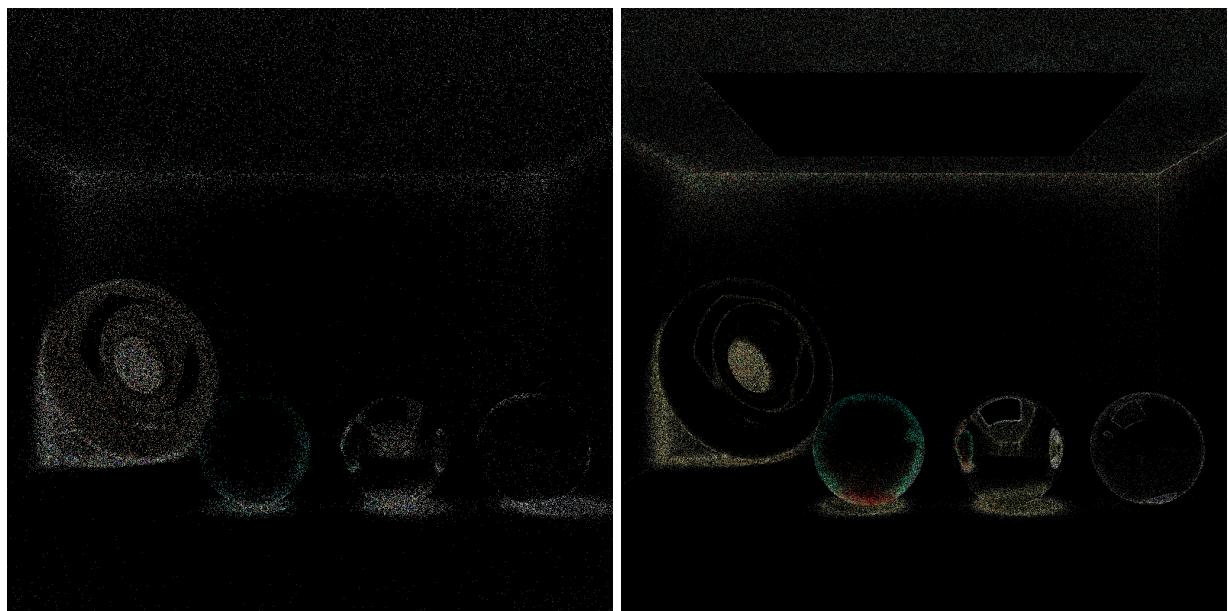


FIGURE 2.2 – Bruit avec Cycle et Renderman

On s'aperçoit que le bruit généré par ces moteurs n'est pas un bruit bleu parfait mais pas non plus un bruit blanc.

### 3. Génération de bruit sur une image

#### 3.1 Bruit blanc

Ce bruit suit simplement la logique du white noise mais au lieu d'avoir des pixels blancs, il disperse des pixels noirs. Le raytracer affiche un pixel noir si aucun rayon n'a été claculé pour ce pixel.

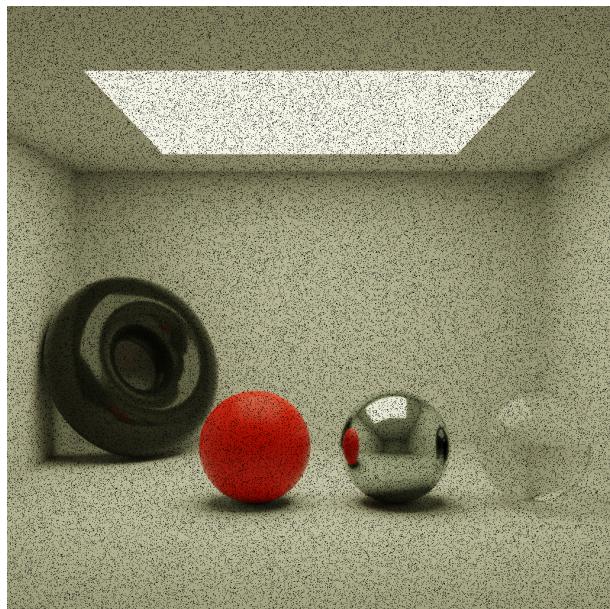


FIGURE 3.1 – Bruit blanc

### 3.2 Bruit poivre et sel

Même logique que pour le bruit d'avant sauf que ici le bruit peut être blanc ou noir.

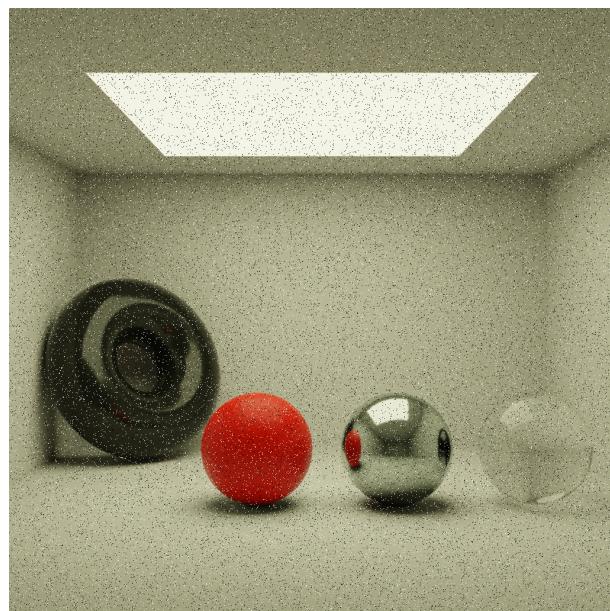


FIGURE 3.2 – Bruit poivre et sel

### 3.3 Bruit Gaussien

Ce bruit suit une distribution gaussienne. Les principales sources de bruit gaussien dans les images numériques se produisent pendant l'acquisition, par exemple le bruit du capteur causé par un mauvais éclairage et/ou une température élevée, et/ou la transmission, par exemple le bruit du circuit électronique

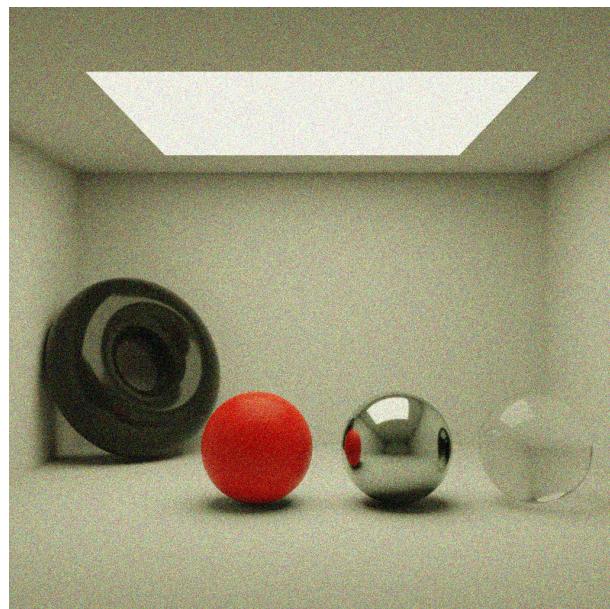


FIGURE 3.3 – Bruit gaussien

### 3.4 Bruit de Grenaille / Shot noise

Même principe que le bruit gaussien mais en suivant une distribution de poisson.

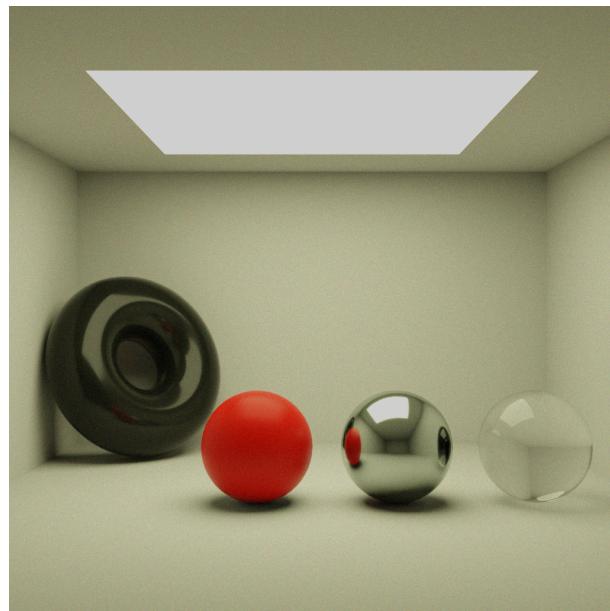


FIGURE 3.4 – Bruit de Grenaille

## 4. Débruitage mis en place

Voici la liste des filtres mis en place pour notre méthode classiques.

### 4.1 Filtre Médian

Le filtre médian est une technique de filtrage non linéaire utilisée en traitement d'images pour réduire le bruit. Il fonctionne en remplaçant la valeur de chaque pixel par la médiane des valeurs des pixels dans son voisinage. Cela a pour effet de supprimer les valeurs extrêmes (bruit) tout en préservant les contours et les détails de l'image. Cela peut produire un effet de flou.

### 4.2 Filtre A-trou

Le filtre à trous, inspiré de l'algorithme de Dammertz et al. (2010), est conçu pour remplir les zones manquantes ou les "trous" dans une image. Il parcourt l'image, identifie les pixels manquants, et les remplace par la médiane des valeurs des pixels environnants non manquants. Cela permet de reconstituer les régions dégradées de l'image. Tel que nous l'avons implémenté, il ne va agir que pour les pixels noir. Comme il reprend le filtre médian mais uniquement pour les pixels trou, il fera moins d'effet de flou. Mais ne sera pas efficaces pour d'autres types de bruits comme vous pourrez le voir. Il peut être adapté à certains type de bruits.

### 4.3 Filtre Gaussian

Le filtre gaussien est un filtre de lissage utilisé pour atténuer le bruit et réduire les détails fins dans une image. Il applique un noyau gaussien à chaque pixel, modifiant la valeur du pixel en fonction des valeurs de ses voisins, avec une pondération plus élevée pour les pixels plus proches. La taille du noyau détermine la portée du lissage, tandis que le paramètre sigma contrôle la "diffusion" du filtre, influençant le degré de flou.

## 5. Débruitage par rapport au bruit produit

Les images bruitées correspondantes sont dans le chapitre 3. Et l'images d'origines non bruités dans le chapitre 2. Les unités de mesures utilisé hors l'oeil humain : PSNR, RMSE. Ceci est un exemple de la méthode pour évaluer les résultats que nous utiliserons. Qui sera avec le SSIM en plus, et sur beaucoup plus d'images.

### 5.1 Bruit blanc

Pour ce bruit là, le meilleur filtre, visuellement et en termes de métriques est le filtre à trou. Cela ne se verra pas sur le rapport mais visuellement, il reste des artefact de points noirs sur le filtre médian. A noter que le résultat du filtre gaussien à l'air pire que l'image bruité pour le bruit blanc. Le meilleur PSNR et RMSE sont celui du filtre à trou.

Résultats :

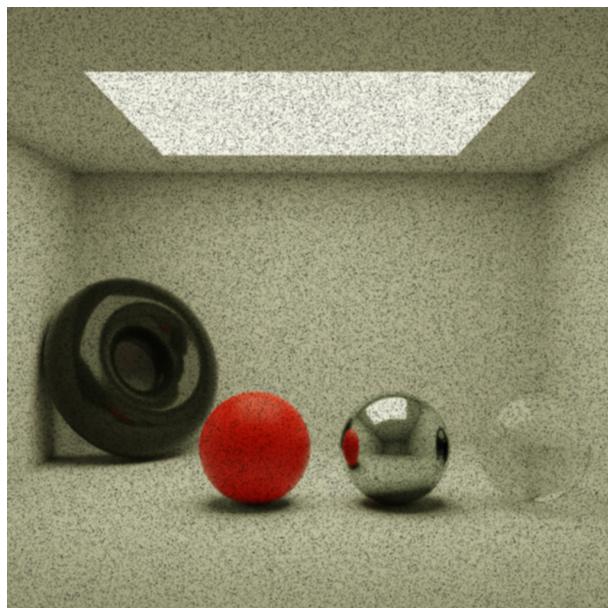


FIGURE 5.1 – Bruit blanc gaussian filter

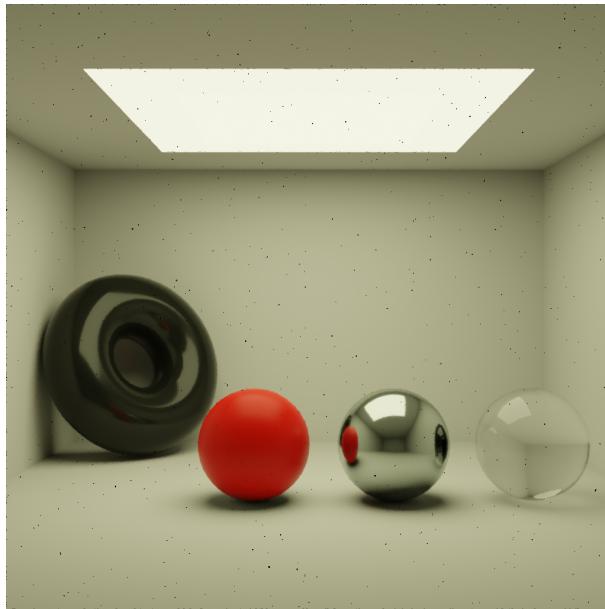


FIGURE 5.2 – Bruit blanc median filter

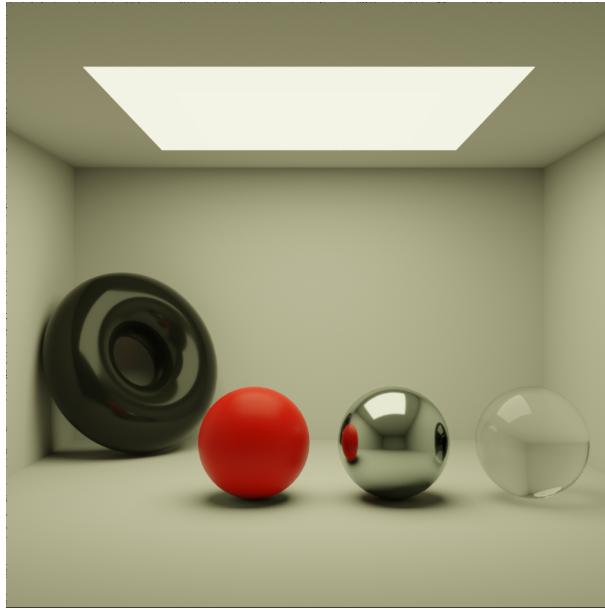


FIGURE 5.3 – Bruit blanc a trou filter

La valeur PSNR entre l'image originale et l'image bruitée est : 37.91362519612295 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée gaussian est : 28.959842944678382 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée median est : 48.803165620552015 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée atrou est : 58.007885907805644 dB

La valeur RMSE entre l'image originale et l'image bruitée est : 0.18487626174538263 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée gaussian est : 0.07190783934465574 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée median est : 0.021060789632133838 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée atrou est : 0.009285688119268441

## 5.2 Bruit poivre et sel

Pour ce bruit là, le meilleur filtre, visuellement et en termes de métriques est le filtre médian. Cela se voit très légèrement sur le rapport visuellement. Il reste des artefact de points blanc sur le filtre à trou. Puis ce que nous ne l'avons régler que pour les points noirs. Mais il pourrait être adapter au deux types de trou. Le meilleur PSNR et RMSE sont celui du filtre médian.

Résultats :

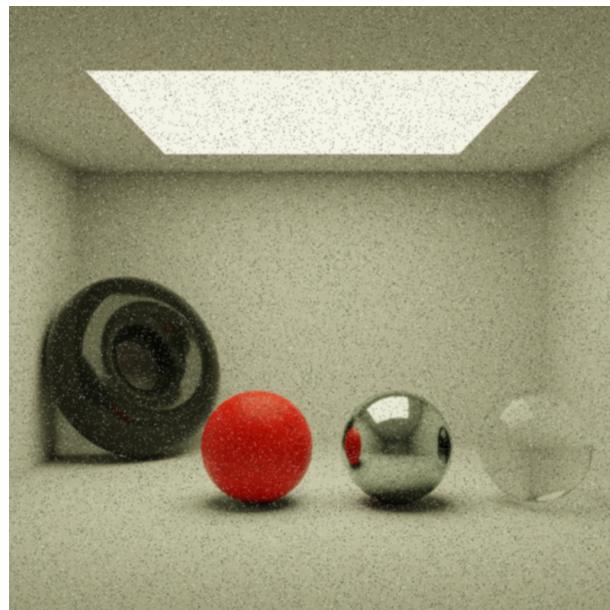


FIGURE 5.4 – Bruit poivre et sel gaussian filter

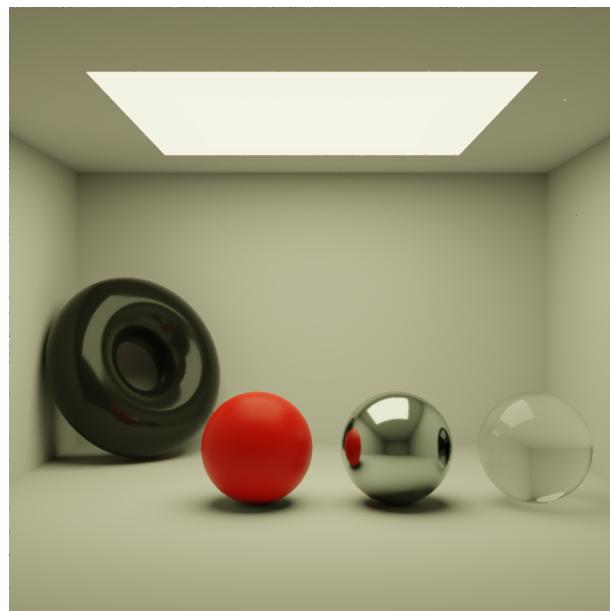


FIGURE 5.5 – Bruit poivre et sel median filter

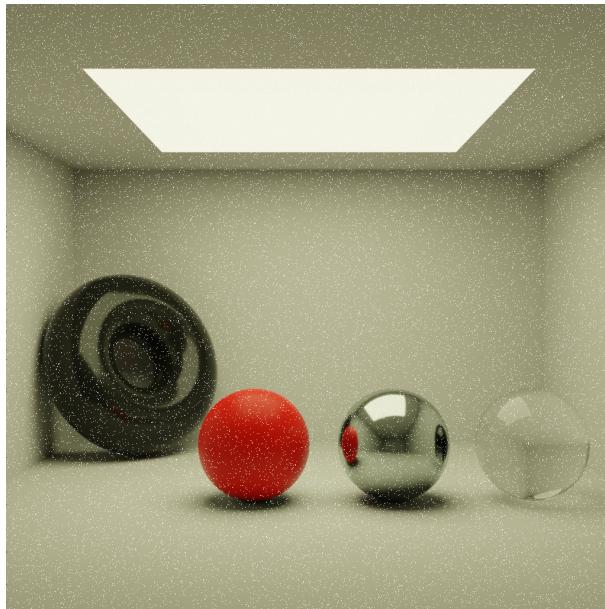


FIGURE 5.6 – Bruit poivre et sel a trou filter

La valeur PSNR entre l'image originale et l'image bruitée est : 40.89992439676495 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée gaussian est : 32.572415523623086 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée median est : 51.34773448442599 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée atrou est : 43.919478630035975 dB

La valeur RMSE entre l'image originale et l'image bruitée est : 0.12096990801334988 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée gaussian est : 0.03302126449517486 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée median est : 0.009173434175871223 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée atrou est : 0.07683348146051781

### 5.3 Bruit Gaussien

Pour ce bruit là, le meilleur filtre, visuellement est difficile à estimer. Et en termes de métriques c'est le filtre gaussien, même si l'amélioration est assez faible. Cela ne se verra pas sur le rapport mais visuellement, il reste énormément du bruit. Ici le plus mauvais filtre est celui à trou qui n'est pas du tout adapter à ce style de bruit. Le meilleur PSNR et RMSE sont celui du filtre gaussien.

Résultats :

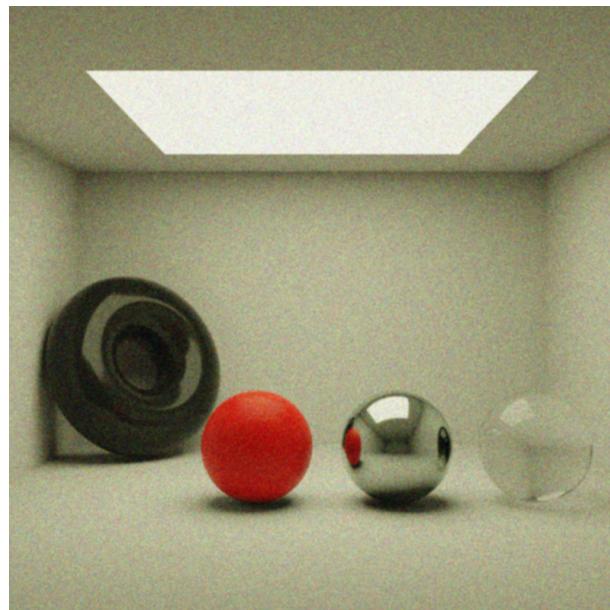


FIGURE 5.7 – Bruit gaussien gaussian filter

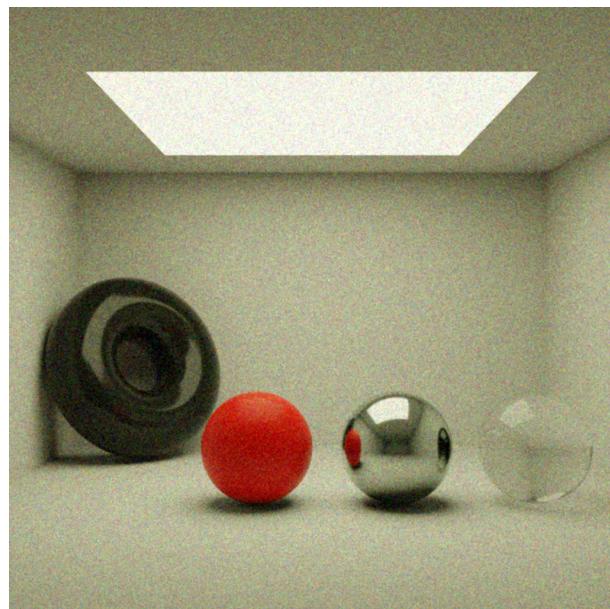


FIGURE 5.8 – Bruit gaussien median filter

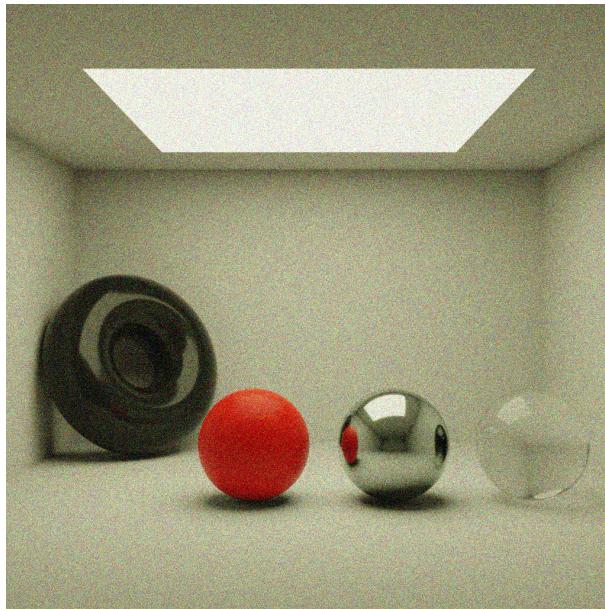


FIGURE 5.9 – Bruit gaussien a trou filter

La valeur PSNR entre l'image originale et l'image bruitée est : 28.302782436737868 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée gaussian est : 31.97076294422604 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée median est : 29.8737455116768 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée atrou est : 28.303737733321626 dB

La valeur RMSE entre l'image originale et l'image bruitée est : 0.11265540844353202 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée gaussian est : 0.031041711812736295 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée median est : 0.04673826551080248 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée atrou est : 0.1126442074387047

## 5.4 Bruit de Grenaille / Shot noise

Pour ce bruit là, le meilleur filtre est plus difficilement discernable avec ces filtres. Visuellement c'est difficile à dire, peut être le bruit médian. Et en termes de métriques, le filtre médian à le meilleur RMSE, et le gaussian le meilleur PSNR.

Résultats :

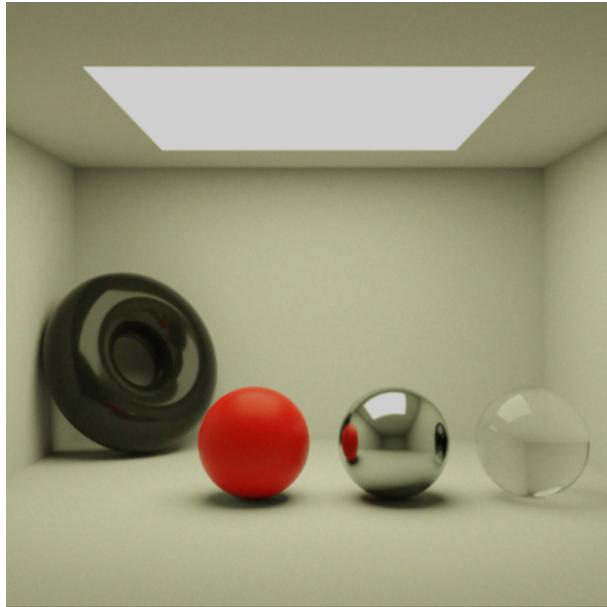


FIGURE 5.10 – Bruit grenade gaussian filter

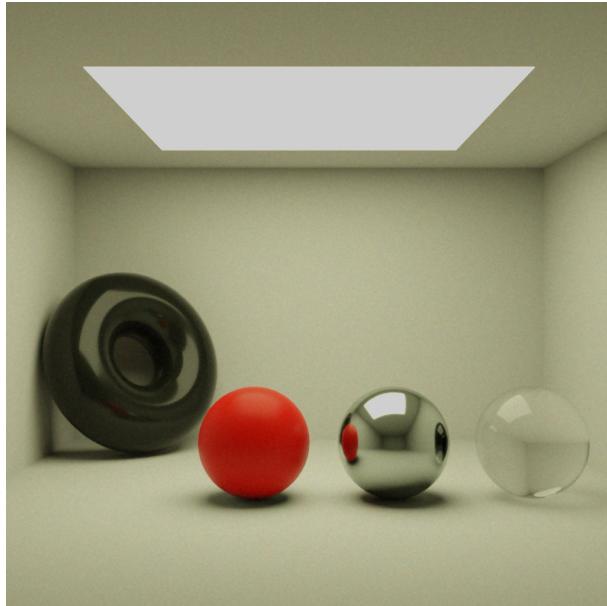


FIGURE 5.11 – Bruit grenade median filter

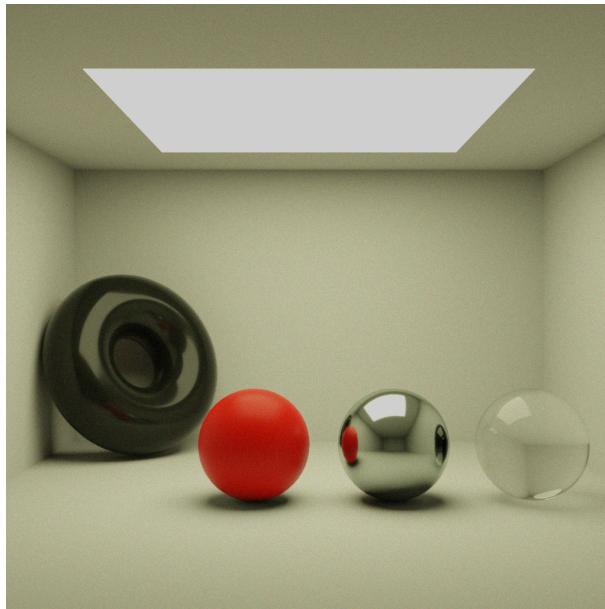


FIGURE 5.12 – Bruit grenade a trou filter

La valeur PSNR entre l'image originale et l'image bruitée est : 31.444343999076334 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée gaussian est : 36.536194093924 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée median est : 35.537361904204815 dB La valeur PSNR entre l'image originale et l'image filtrée atrou est : 31.444341618376626 dB

La valeur RMSE entre l'image originale et l'image bruitée est : 0.045968478404048545 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée gaussian est : 0.04126798327850575 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée median est : 0.038995297841051386 La valeur RMSE entre l'image originale et l'image filtrée atrou est : 0.04596848250050287