

Chapitre 4

Résultats de la simulation

4.1. Introduction

Le but de la compression d'image est de représenter des images avec une taille plus réduite afin de diminuer les coûts de stockage ou le temps de transmission. Sans compression, la taille du fichier est très grande (plusieurs mégaoctets). Nous avons effectué dans ce mémoire de Master la compression des images couleurs avec perte ce qui nous a permis de réduire davantage la taille de l'image. La compression avec perte réduit la qualité de l'image et ne permet pas de reconstruire l'image originale avec fidélité. Cependant la qualité de l'image avec un faible débit (nombre de bits par pixel) est traduite par un PSNR entre 60 et 70 dB pour une qualité acceptable.

Nous avons appliqué la méthode développée dans ce travail sous Matlab aux trois images de tests des figures 4.1, 4.2 et 4.3 de taille 512x512 pixels. Pour chaque image, la taille compressée est représenté en bits par pixel, et la qualité d'image objective est exprimée par le PSNR.

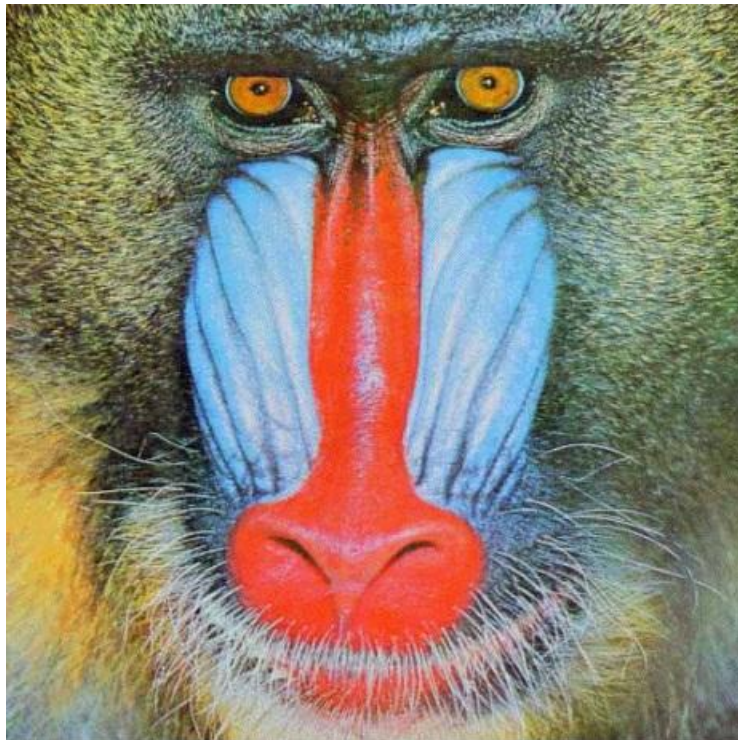


Figure 4.1 : Image de Mandrille de taille 512x512.



Figure 4.2 : Image de Barbara de taille 512x512.



Figure 4.3 : Image de Lena de taille 512x512.

4.2. Compression par EZW et codage arithmétique

4.2.1. Etapes de la simulation

Nous avons réalisé la compression EZW par programmation dans Matlab. L'approche utilisée comprend les étapes suivante :

- Lecture de fichier de données "image couleur" dans l'espace RGB,
- Transformation de l'espace des couleurs RGB à YCbCr,
- Application des transformées en ondelettes aux trois composantes de l'image au niveau 3,
- Seuillage (seuil TH) et quantification des coefficients d'ondelettes (résolution 8 bits),
- Sous-échantillonnage des chrominances Cb et Cr dans l'espace YCbCr.
- Application de la méthode EZW à toutes les composantes R, G et B ou Y, Cb et Cr.
- Compression sans perte du flux de bits obtenu utilisant le codage arithmétique,
- Calcul du rapport de compression CR,
- Décompression arithmétique et décompression par EZW inverse,
- Déquantification des coefficients obtenus,
- Application de la transformée en ondelettes inverse pour l'obtention de l'image reconstituée dans le cas RGB. Pour l'espace YCbCr on doit effectuer aussi un sur-échantillonnage pour les chrominances Cr et Cb et une transformation YCbCr vers RGB.
- Calcul du MSE et PSNR pour évaluer la qualité de la compression.

4.2.2. Transformation de l'espace des couleurs

Une image couleur en mode RGB /RVB est constituée de trois plans (composantes) : rouge, vert et bleu. L'inconvénient de cette représentation réside dans le fait que chaque plan de couleur mélange à la fois la chrominance et la luminance. En effet, l'oeil humain est très sensible à la luminance, soit à la variation de luminosité, et quasiment insensible à la chrominance, soit à la variation d'une même couleur.

Il existe donc un premier moyen d'optimiser la compression de l'image. Transformer une image en mode RGB/RVB en une image en mode (YCbCr) . Le mode YCbCr décompose une image en un plan définissant la luminance (Y), et deux plans définissant la chrominance notées (Cb et Cr).

Pour calculer les valeurs des composantes YCbCr d'une image à partir des composantes RGB/RVB , on utilise les formules suivantes :

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2220 & 0.7067 & 0.0713 \\ -0.1195 & -0.3810 & 0.5 \\ 0.5 & -0.4542 & -0.0458 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

La conversion inverse est calculé par l'équation (4.2).

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1.5560 \\ 1 & -0.31866 & -0.48886 \\ 1 & 1.8580 & 0.0001 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

Cette transformation des composantes RGB en composantes YCbCR est bijective. Ainsi il n'y a pas de pertes de données pendant cette étape.

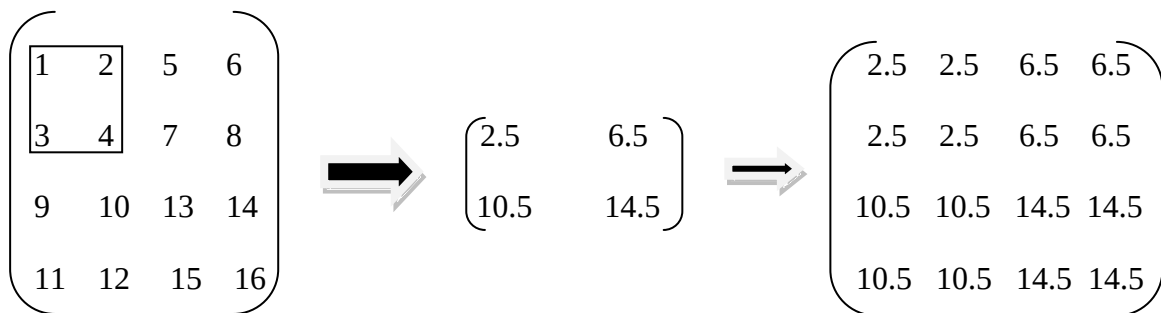
4.2.3. Sous- échantillonnage des chrominance Cb et Cr

La façon la plus simple d'exploiter la faible sensibilité de l'oeil à la chrominance est simplement de sous-échantillonner les signaux de chrominance. Il ya quatre (04) types de formats de sous – échantillonnage:

1. **Format 4 :4 :4** : Sans sous-échantillonnage.
2. **Format 4 :2 :2** : Enlever un échantillon sur deux en horizontal et ne rien faire en vertical.
3. **Format 4 :2 :0** : Enlever un échantillon sur deux en horizontal et en vertical.
4. **Format 4 :1 :1** : Enlever trois (03) échantillons sur quatre (04) en horizontal et ne rien faire en vertical. Ces sous-échantillonnages ne sont pas utilisés pour la luminance (Y).

* Exemple d'un sous-échantillonnage

Cet exemple consiste à calculer la moyenne entre quatre éléments pour effectuer une compression 4:1. La récupération des éléments se fait par remplacer une valeur par quatre valeurs similaires. Donc il y a des pertes à ce stade.



4.3. Résultats de simulation

4.3.1. Influence du seuil sur le CR et le PSNR

Dans cette partie nous avons compressé les trois images déjà citées et qui sont représentées dans le format "bmp".

Plusieurs paramètres ont été pris en considération tels que : Type de l'image, sa taille, le type d'ondelette et le seuil. Pour chaque paramètre on calcule le débit de l'image et le PSNR.

4.3.1.1. Compression de l'image "Mandrille"

- Utilisant l'image "Mandrille" avec les dimensions 128x128 et l'ondelette de "Haar" ou "db1" on aura les résultats du tableau 4.1.

Seuillage	Taux de compression (CR)	MSE	PSNR (dB)
8	0.86	0.003	73.16
16	1.91	0.008	68.83
32	4.44	0.017	65.70
64	8.62	0.029	63.47
128	14.21	0.051	61.04

Tableau. 4.1 : Résultats de compression de "Mandrille" 128x128 avec ondelette de Haar.

D'après ce tableau, on remarque que le CR augmente avec l'augmentation du seuil, donc le MSE augmente et le PSNR diminue.

La qualité visuelle de l'image reconstituée dans ce premier cas est illustrée dans la figure 4.4.

La courbe de la figure 4.5 montre les dégradations du critère de qualité en fonction du rapport de compression CR. Le seuil augmente, CR augmente et le PSNR diminue sont données dans la courbe de la figure 4.5.

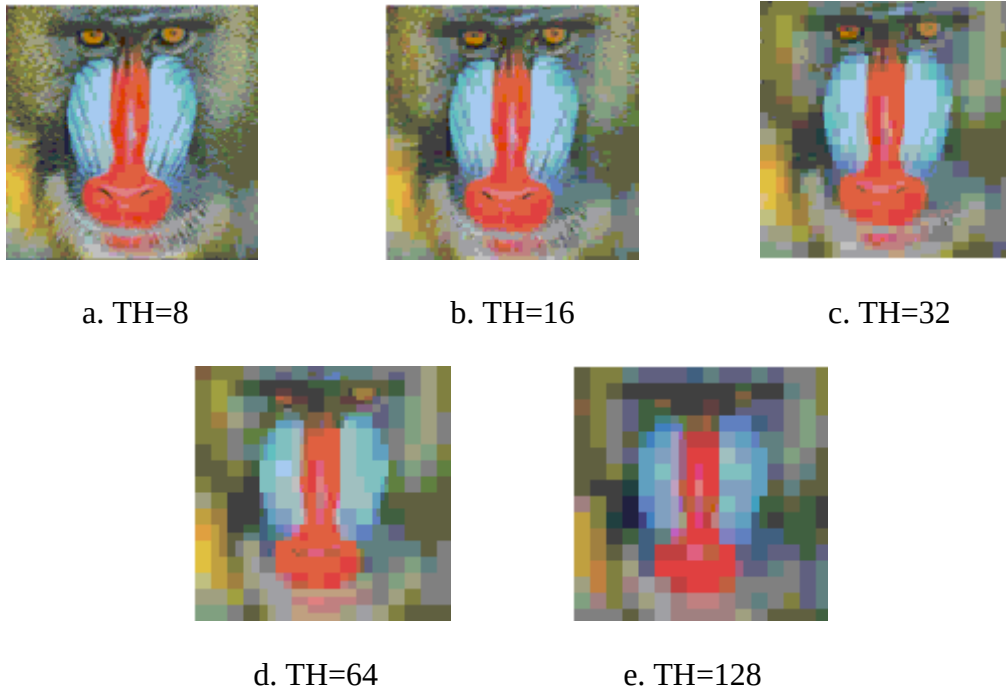


Figure 4.4 : Compression EZW de l'image "Mandrille" pour différentes valeurs de seuillage.

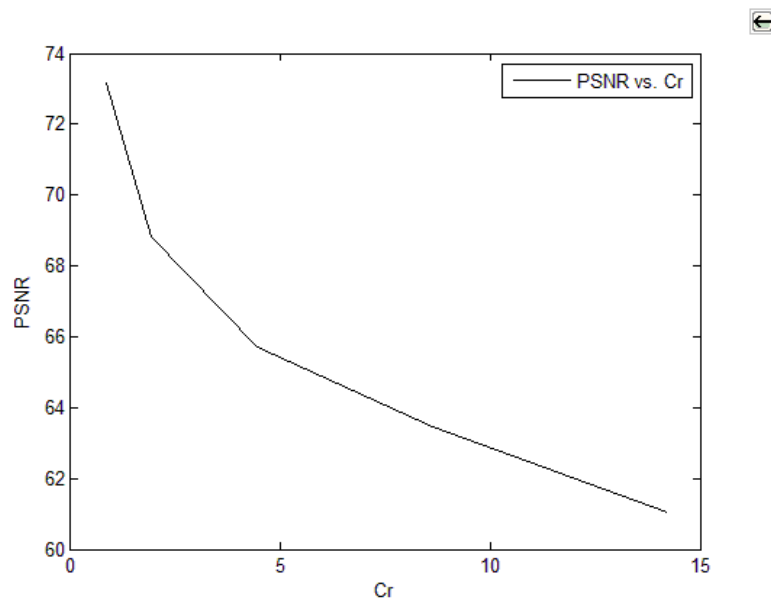


Figure 4.5 : PSNR en fonction de Cr de l'image "Mandrille" 128x128.

4.3.1.2. Compression de l'image "Barbara"

Utilisant l'image "Barbara" de taille 128x128 avec l'ondelette de Haar, on aura les résultats du tableau 4.2.

Nous avons eu des résultats similaires à l'image "Mandrille" 128x128, donc nous aurons les mêmes conclusions.

Seuillage	Taux de compression (CR)	MSE	PSNR (dB)
8	0.92	0.003	73.20
16	1.72	0.008	68.82
32	3.53	0.020	65.07
64	7.15	0.040	62.08
128	13.96	0.079	59.11

Tableau. 4.2 : Résultats de compression de "Barbara" 128x128 avec ondelette de Haar.

La décompression utilisant l'algorithme EZW de l'image "Barbara" permet de reconstituer les images de la figure 4.6.



Figure 4.6 : Compression EZW de l'image "Barbara" pour différentes valeurs de seuillage.

Aussi, la courbe de la figure 4.7 reliant le PSNR en fonction est décroissante avec des seuils croissant. On tire les mêmes conclusions pour les figures 4.5 et 4.7.

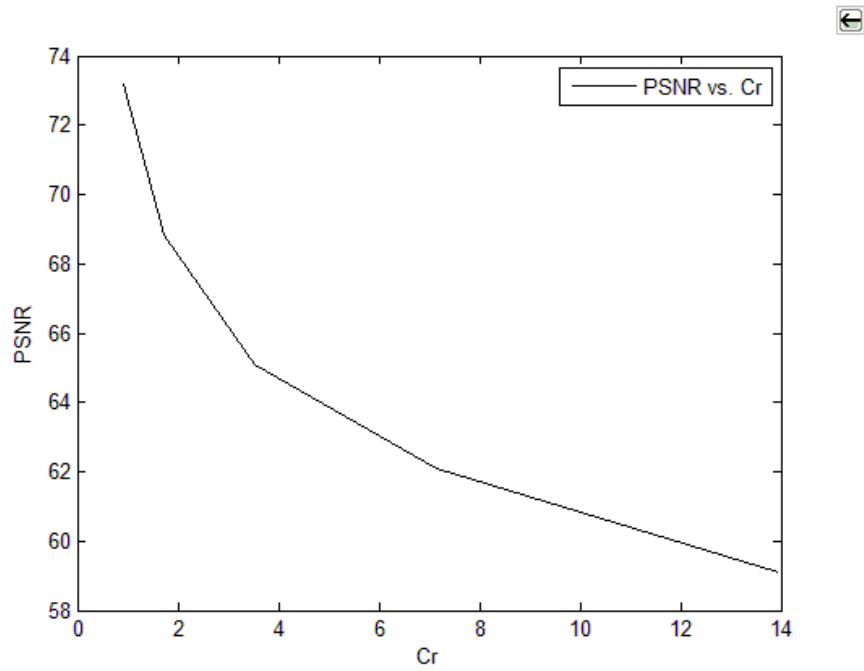


Figure 4.7 : PSNR en fonction de Cr de l'image "Barbara" 128x128.

4.3.1.3. Compression de l'image "Lena"

Utilisant les mêmes valeurs des paramètres que pour "Mandrille" 128x128 et "Barbara" 128x128 on aura le tableau 4.3 pour l'image "Lena" 128x128.

Seuillage	Taux de compression (CR)	MSE	PSNR (dB)
8	1.08	0.002	74.46
16	2.00	0.006	70.23
32	4.05	0.014	66.43
64	8.12	0.030	63.34
128	14.82	0.057	60.55

Tableau. 4.3 : Résultats de compression de "Barbara" 128x128 avec ondelette de Haar.

Les images "Lena" reconstituées pour les seuils 8, 16, 32 et 64 sont visualisées dans la figure 4.8.

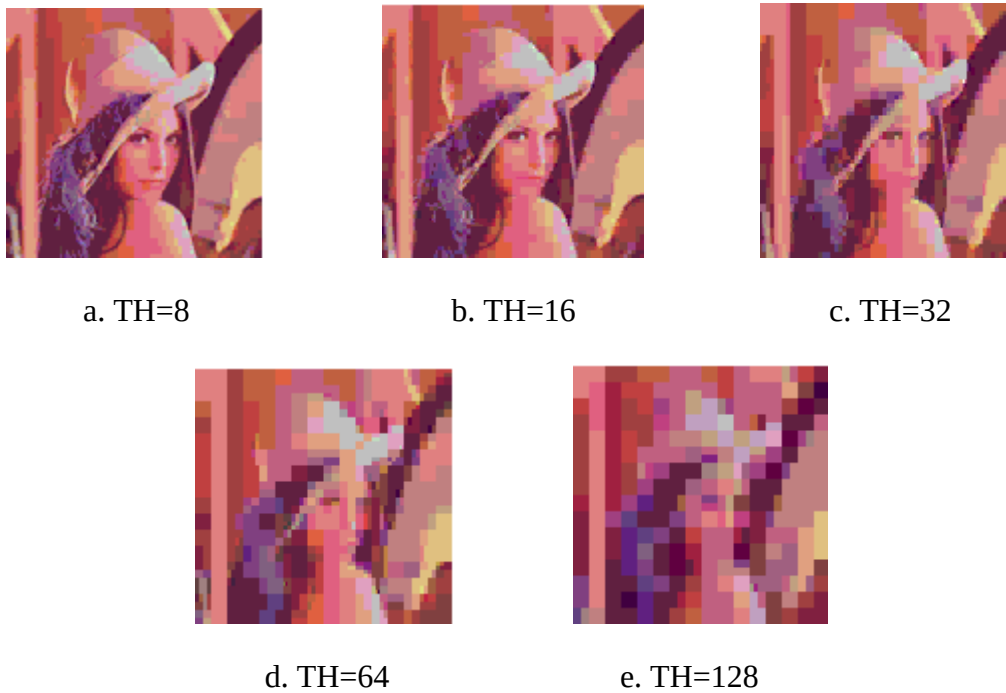


Figure 4.8 : Compression EZW de l'image "Lena" pour différentes valeurs de seuillage.

La figure 4.9 montre toujours que la dégradation du PSNR est proportionnelle à l'évolution du CR.

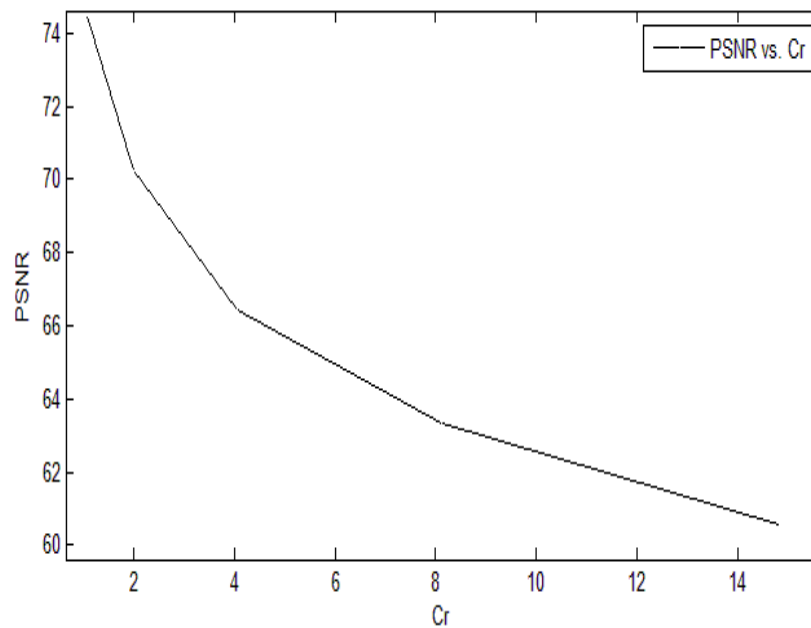


Figure 4.9 : PSNR en fonction de Cr de l'image "Lena" 128x128.

4.3.2. Influence de la taille de l'image sur le CR et le PSNR

Pour différentes taille de l'image à compresser, on va essayer de voir l'effet de la taille sur les critères de performances CR et PSNR.

4.3.2.1. Compression de l'image "Mandrille"

On fixant le seuil sur 32 et on choisissant l'ondelette de Haar, on peut dresser le tableau 4.4 pour les quatre tailles 64x64, 128x128, 256x256 et 512x512.

Taille (t)	Taux de compression (CR)	MSE	PSNR (dB)
64x64	3.51	0.018	65.53
128x128	4.44	0.017	65.70
256x256	4.47	0.018	65.55
512x512	4.15	0.017	65.67

Tableau 4.4 : MSE, PSNR et rapport de compression pour l'image "Mandrille".

Les qualités visuelles des images "Mandrille " reconstituées après décompression pour différentes tailles sont donnée dans la figure 4.10.

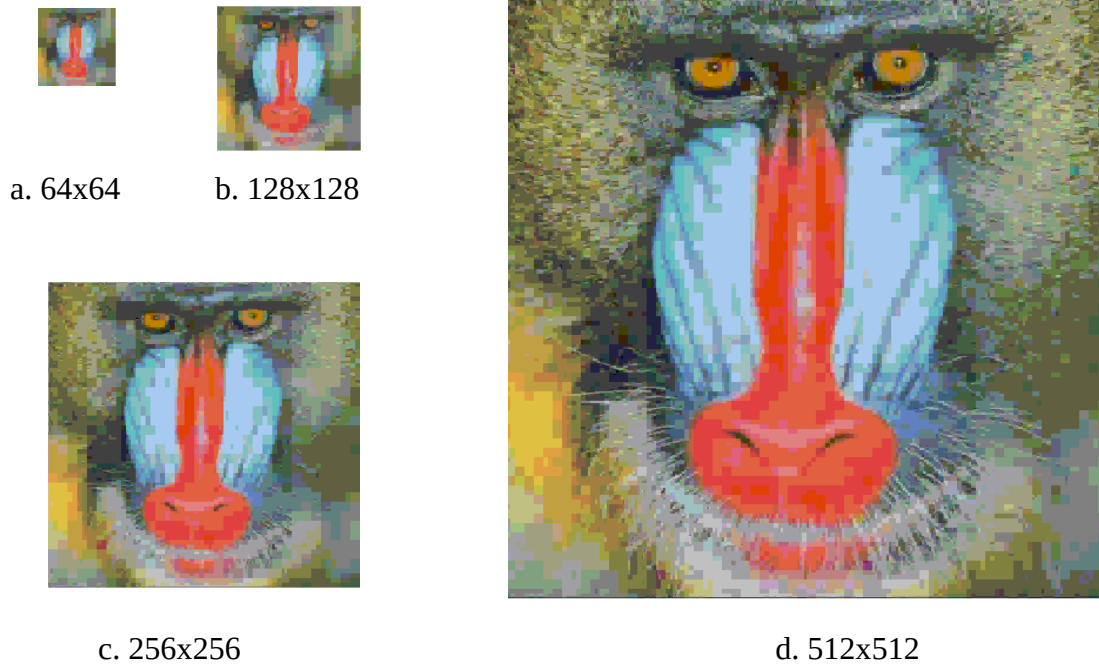


Figure. 4.10 : Images "Mandrille" reconstituées pour différentes tailles.

Pour l'image "Mandrille", on peut dire que quelque soit la taille utilisée, les critères CR, MSE et PSNR sont pratiquement stables. Le PSNR égal à 65 dB, MSE est 0.18 et le CR aux environs de 4.40. Donc la taille de l'image "Mandrille" n'a pas beaucoup influencer sur les critères de performances utilisées.

4.3.2.2. Compression de l'image "Barbara"

En fixant les mêmes paramètres que "Mandrille" pour "Barbara" et on effectuons la compression et la décompression (pour les tailles 64x64, 128x128, 256x256 et 512x512), on peut résumer les résultats obtenus dans le tableau 4.5.

Taille (t)	Taux de compression (CR)	MSE	PSNR (dB)
64	2.83	0.029	63.40
128	3.53	0.020	65.07
256	4.73	0.014	66.41
512	5.68	0.013	66.79

Tableau 4.5 : MSE, PSNR et rapport de compression pour l'image "Barbara".

La figure 4.11 englobe les quatre images reconstituées de "Barbara" pour les quatre tailles 64x64, 128x128, 256x256 et 512x512.



Figure. 4.11 : Images "Barbara" reconstituées pour différentes tailles.

Dans l'image "Barbara" le rapport de compression CR évolue avec l'augmentation de la taille. Le PSNR garde presque la même valeur (presque même qualité pour toutes les tailles).

4.3.2.3. Compression de l'image "Lena"

Le tableau 4.6 résume les résultats obtenus après compression / décompression de l'image "Lena". Différentes taille ont été utilisées : 54x64, 128x128, 256x256 et 512x512. On maintien toujours les mêmes paramètres de seuil et ondelette.

Taille (t)	Taux de compression (CR)	MSE	PSNR (dB)
64	3.24	0.02	65.00
128	4.05	0.014	66.43
256	5.08	0.01	67.83
512	6.37	0.008	68.93

Tableau 4.6 : MSE, PSNR et rapport de compression pour l'image "Lena".

Les images "Lena" reconstituées pour les différentes tailles déjà citées sont visualisées dans la figure 4.12.



Figure. 4.12 : Images "Lena" reconstituées pour différentes tailles.

Les mêmes commentaires pour "Barbara" sont valables pour "Lena". La qualité est toujours conservé, tandis que le rapport de compression augmente en augmentant la taille de l'image.

4.3.3. Influence du type d'ondelette sur le CR et le PSNR

Trois types d'ondelettes ont été utilisées pour évaluer les performances de la compression : "Bior 3.7", "Bior 4.4", "Dmey" et "Haar". Le seuil est fixé sur 8 et la taille de l'image sur 128x128.

4.3.3.1. Compression de l'image "Mandrille"

Le tableau.4.7 donne les résultats de simulation de la compression de l'image "Mandrille" en utilisant les quatre types d'ondelettes déjà citées.

Type d'ondelette	Taux de compression (CR)	MSE	PSNR (dB)
Bior 3.7	0.79	0.16	55.84
Bior 4.4	1.02	0.07	59.56
Dmey	0.99	0.07	59.34
Haar	0.86	0.003	73.16

Tableau 4.7 : Influence du type d'ondelette sur les critères de performances pour l'image "Mandrille".

La compression EZW combinée avec la compression arithmétique pour les quatre types d'ondelettes permet la reconstitution des images de la figure 4.13.

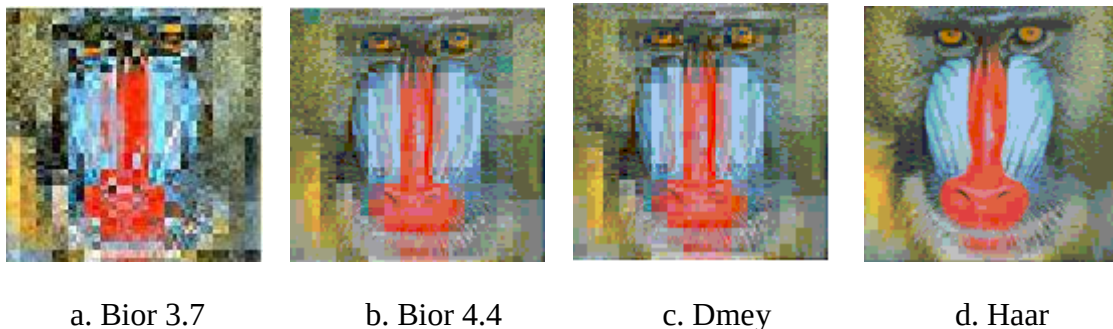


Figure. 4.13 : Images "Mandrille" reconstituées pour différents types d'ondelettes.

L'ondelette de Haar est mieux adapté à la compression le fait que la qualité visuelle est meilleure que les autres. Mais le rapport de compression est médiocre par rapport aux trois autres types d'ondelettes.

4.3.3.2. Compression de l'image "Barbara"

Dans le tableau 4.8, on remarque toujours que l'ondelette de Haar permet de donner des qualités de reconstruction acceptables, tandis que le rapport de compression est faible par rapport aux autres types d'ondelettes.

Type d'ondelette	Taux de compression (CR)	MSE	PSNR (dB)
Bior 3.7	0.9	0.33	52.88
Bior 4.4	1.14	0.13	56.76
Dmey	1.06	0.14	56.45
Haar	0.92	0.003	73.20

Tableau 4.8 : Influence du type d'ondelette sur les critères de performances pour l'image "Barbara".

La figure 4.14 traduit ce qu'on vient de dire dans les commentaires du tableau 4.8. L'ondelette Bior3.7 est déconseillée pour ce type d'image.

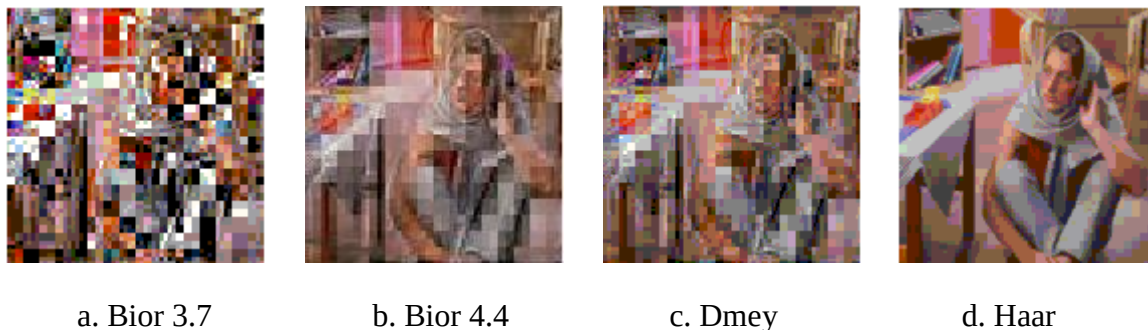


Figure. 4.14 : Images "Barbara" reconstituées pour différents types d'ondelettes.

4.3.3.3. Compression de l'image "Lena"

Des tests ont été effectués sur l'image "Lena" de taille 128x128 avec un seuillage des coefficients d'ondelette égale à 8. Les résultats obtenus après compression / décompression sont résumés dans le tableau 4.9. Nous aurons la compression de l'image de Barbara :

Nous avons créé le tableau 4.9 par suite de plusieurs compressions de l'image Lena par changement du type d'ondelette :

Type d'ondelette	Taux de compression (CR)	MSE	PSNR (dB)
Bior 3.7	1.01	0.2	54.93
Bior 4.4	1.29	0.09	58.29
Dmey	1.20	0.1	57.97
Haar	1.08	0.002	74.46

Tableau 4.9 : Influence du type d'ondelette sur les critères de performances pour l'image "Lena".

Les qualités visuelles sont données dans la figure 4.15. L'image "Lena" reconstituée utilisant l'ondelette de Haar est toujours meilleure en terme de qualité mais avec un CR faible. L'ondelette Bior 3.7 est mauvaise dans les deux critères de performances.

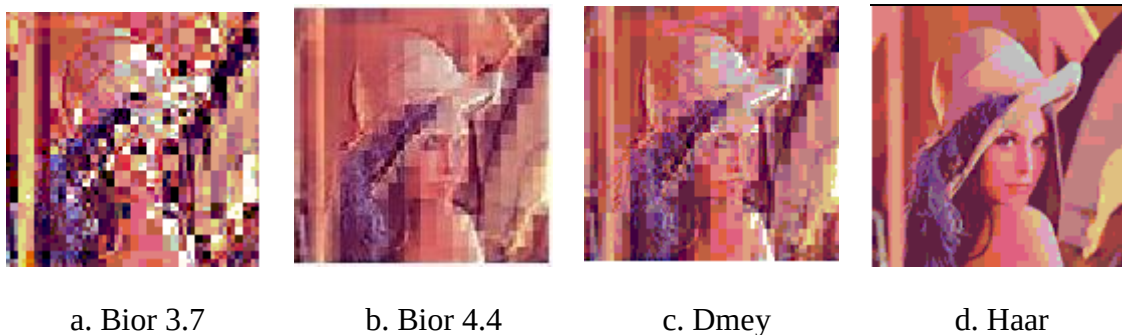


Figure. 4.15 : Images "Lena" reconstituées pour différents types d'ondelettes.

4.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons appliqué la compression EZW combinée avec la compression arithmétique sans perte. Plusieurs types d'images ont été utilisées avec différents seuils, tailles et ondelettes. Cela afin d'effectuer une étude comparative pour les différents paramètres pour juger la compression des points de vue qualitatif et quantitatif (qualité de l'image traduite par le MSE et le PSNR et le Taux de compression CR). On peut conclure que le CR augmente et le PSNR diminue tout en augmentant le seuil. Le CR augmente généralement avec l'augmentation de la taille de l'image. L'ondelette Bior 3.7 est mal adaptée aux images de types "Mandrille", "Barbara" et "Lena".