GOSSET Séverin

BIGUENET Denis

Université Paris-Est Marne-la-Vallée

JPEG2000

# Sommaire

Table des matières

[Sommaire 2](#__RefHeading___Toc400_4052992181)

[Abstract 3](#__RefHeading___Toc402_4052992181)

[Problème étudié 3](#__RefHeading___Toc404_4052992181)

[Pertinence 3](#__RefHeading___Toc406_4052992181)

[Solution proposée 3](#__RefHeading___Toc408_4052992181)

[Utilité 3](#__RefHeading___Toc410_4052992181)

[Introduction 4](#__RefHeading___Toc412_4052992181)

[Présentation 4](#__RefHeading___Toc414_4052992181)

[Algorithme détaillé 4](#__RefHeading___Toc416_4052992181)

[Transformée en ondelettes discrète 4](#__RefHeading___Toc418_4052992181)

[Quantification 5](#__RefHeading___Toc420_4052992181)

[Encodage 6](#__RefHeading___Toc422_4052992181)

[Améliorations possibles 8](#__RefHeading___Toc424_4052992181)

[Conclusion 11](#__RefHeading___Toc426_4052992181)

[Bibliographie 12](#__RefHeading___Toc428_4052992181)

[JPEG2000 12](#__RefHeading___Toc430_4052992181)

[RGB to YUV 12](#__RefHeading___Toc432_4052992181)

[Bit-plane Compression 12](#__RefHeading___Toc434_4052992181)

[Encoding 12](#__RefHeading___Toc436_4052992181)

# Abstract

## Problème étudié

L’un des formats d’image le plus répandu est le format JPEG (Joint Photographic Expert Group), très utilisé pour la compression d’images, notamment de photographies. En l’an 2000, une variante du JPEG a été mise au point : le JPEG2000. Tout comme le JPEG, il s’agit d’une méthode compression qui peut-être avec ou sans perte.

## Pertinence

Le format JPEG2000 a pour but de compresser plus efficacement une image que le JPEG. Le JPEG2000 a donc pour avantage de proposer une meilleure qualité d’image pour des taux de compression très élevé, malgré tout, la différence entre JPEG et JPEG2000 sur des taux de compression moyens est faible.

## Solution proposée

Tandis que le format JPEG utilise une transformée en cosinus discrète, le format JPEG2000 s’appuie sur une transformée en ondelettes mais aussi par la sélection de régions d’intérêts dans l’image.

## Utilité

Aujourd’hui, le format JPEG2000 est relativement peu utilisé sur le Web, il est surtout utilisé dans les milieux professionnels. Il n’est pas utilisé par les appareils photos, n’est souvent pas supporté par les navigateurs internet (sans extensions) et les logiciels l’acceptant ne proposent pas toutes les options de compression, il est donc bien moins populaire que le format JPEG.

# Introduction

## Présentation

L’algorithme du format JPEG2000 se décompose en quatre quand phases :

1. Le prétraitement
2. La transformée en ondelettes
3. La quantification
4. L’encodage
5. Le post-traitement

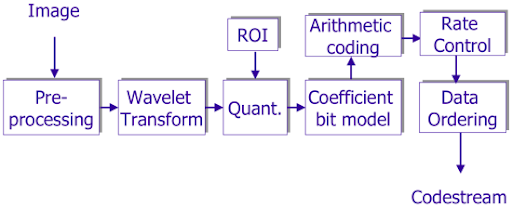


Figure 1

## Algorithme détaillé

### Transformée en ondelettes discrète

La transformée en ondelette utilise deux filtres pour séparer les hautes fréquences de l’image des basses. Une convolution entre les filtres et le signal permet d’effectuer une itération de la transformée. En 2D, ils sont appliqués en hauteur et en largeur, ce qui donne 4 blocs, nommés *LL*, *LH*, *HL*, et *HH* : *L* pour *low*, les basses fréquences, et *H* pour *high*, les hautes fréquences. La première lettre correspond au filtrage horizontal et la deuxième au filtrage vertical. La convolution est ensuite réappliquée en boucle sur le bloc *LL* pour faire autant d’itérations que nécessaire.

Les filtres choisis sont sont calculés à partir des coefficients de Daubechies :

Les filtres passes-bas (*h*) et passe-haut (*g*)

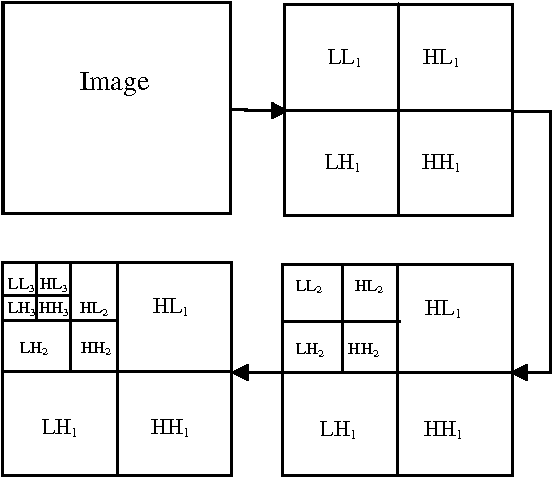


Figure 2 : premières itérations de la DWT

### Quantification

La quantification est une technique de compression avec pertes, le principe est de représenter l’image avec moins de bits.

L’une des méthodes pour quantifier une image est la *bit plane compression*.

Sur une image en niveaux de gris, chaque valeur de pixel est convertie en binaire, pour chaque valeur binaire, on extrait le bit correspondant (par exemple le bit de poids fort), on obtient alors une nouvelle image dont chaque pixel vaut 1 si le niveau de gris était supérieur ou égal à 128 et 0 sinon. Ensuite, l’image est redimensionnée pour avoir N lignes de 8 colonnes. Pour terminer, chaque ligne est convertie en un entier. Lors de cette compression avec un seul bit, on perd 7/8e de l’information, mais la taille de l’image compressée ne vaut qu’1/8e de celle de l’image d’origine. Cependant, il est possible d’effectuer cette compression avec plusieurs bits.

Si la compression est choisie sans perte, l’étape de quantification n’est pas effectuée.

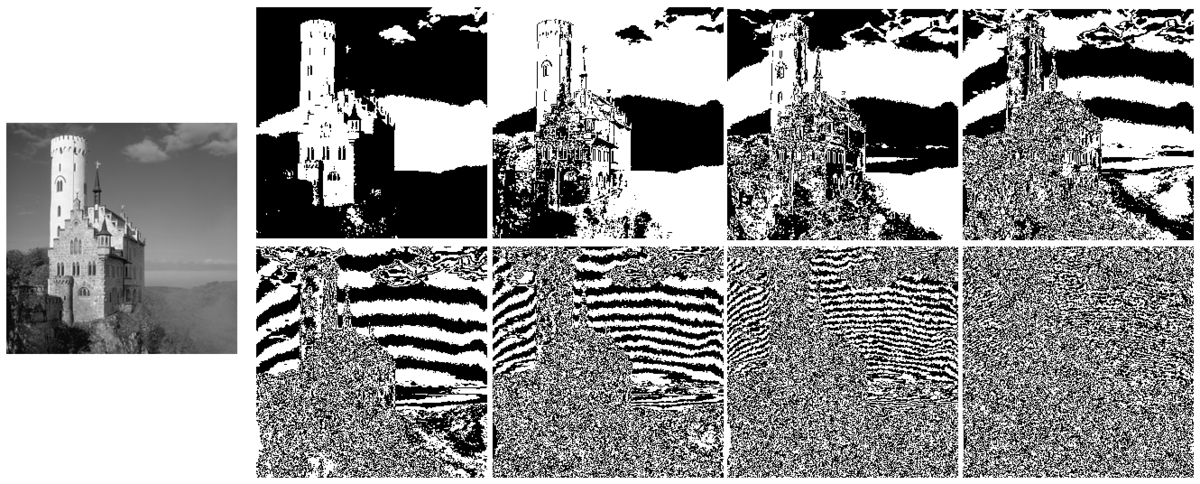


Figure 3 : bit plane compression pour chaque bit (bit de poids fort en haut à gauche, de poids faible en bas à droite)

### Encodage

L’encodage des coefficients de l’image est séparée en 2 parties : le codage par plan de bits, et le codage arithmétique du résultat.

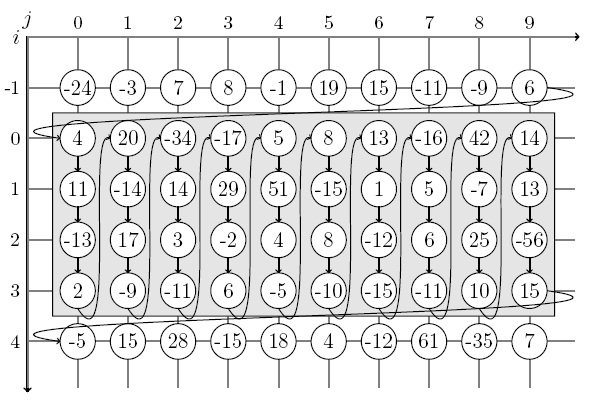
#### Codage par plan de bits (EBCOT)

L’algorithme EBCOT (*Embedded Block Coding with Optimal Truncation Points*) est un codeur par plan de bits. Le principe est de considérer chaque coefficient comme un chiffre, et de coder sa « signifiance » sur chaque plan, c’est a dire s’il dispose d’un bit à 1 sur ce plan ou pas.

Afin de coder ces informations, on utilise un algorithme en plusieurs passes sur l’image divisée en blocs. On détermine le nombre de plan en prenant le coefficient avec la plus grande valeur absolue, afin de connaître le nombre de bits maximum pour les coefficients de l’image. Pour chaque plan de bits, on va utiliser 3 passes : la passe de *propagation de la signifiance*, qui va permettre de coder les coefficients voisins de coefficients signifiants aux plans de bits précédents, la passe d’*affinage de l’amplitude*, qui va permettre de coder les coefficients signifiants au plan de bits précédents, et enfin la passe de nettoyage, qui va permettre de coder les coefficients encore non codé sur ce plan de bits par les deux premières passes. Sur le plan de bits le plus haut, comme aucun coefficient n’est signifiants aux plan précédents, seule la passe de nettoyage est utilisée.

Chaque passe de l’algorithme est appliquée sur un bloc, colonnes par colonnes, et va émettre un résultat en fonction du coefficient. Ce résultat est composé d’une part d’un bit (0 ou 1), et d’un contexte, qui permet d’estimer le voisinage de chaque bits et qui servira pour la suite de l’algorithme.

Cette suite de couples est ensuite envoyée à un codeur entropique, MQ-codec.

  
Figure 4: Exemple de bloc de l'algorithme EBCOT Tier 1, les flèches représentent l'ordre de traitement des coefficients.

#### Codage entropique (MQ-codec)

Le codage entropique MQ-codec consiste à coder un texte, à partir de la probabilité d’apparition de chaque caractère, et d’un intervalle construit à partir de ces probabilités. L’intervalle [0, 1[ est découpé en intervalles proportionnels à la probabilité qu’un caractère apparaisse dans le texte.

Cet intervalle est utilisé pour coder un nombre flottant, qui représentera le texte à encoder. L’algorithme consiste à modifier, à chaque lettre du texte à encoder, l’intervalle [0, 1[ pour ne garder à la fin qu’un intervalle ne pouvant représenter le que le texte à encoder. Il suffit ensuite de choisir un nombre dans cet intervalle, qui encodera le texte.

Pour la décompression, le principe est similaire, on se sert des probabilités, du même intervalle découpé que pour la compression, et du nombre flottant qui appartenait à l’intervalle représentant le texte. L’algorithme consiste ensuite à reconstruire le mot à partir du flottant et des intervalles.

Le résultat de l’algorithme EBCOT Tier 1 est envoyé à ce codeur, les bits étant le texte à compresser et les contextes servant à déterminer les probabilités.

Si l’algorithme permet en théorie de calculer tout le texte en un seul nombre, la précision nécessaire dans les flottants le rend inutilisable sur plus d’une quinzaine de lettres, c’est pourquoi on encode par blocs.

## Améliorations possibles

Ces étapes sont optionnelles, et peuvent servir à améliorer l’algorithme du JPEG2000.

#### Transformations des couleurs vers YUV

Si l’image de base est en couleurs, il peut être intéressant de transformer son espace colorimétrique en YUV. Cet espace est défini par une luminance Y, et deux chrominances U et V. L’espace colorimétrique YUV est plus adapté à l’œil humain et les composantes sont moins corrélées qu’en RGB.

La luminance Y est définie comme R + B + G, et les chrominances U et V sont définies par :

U = B – Y

et

V = G – Y.

Il est également nécessaire d’effectuer une correction gamma sur les coefficients, pour obtenir l’espace YUV.

D’autres espaces colorimétriques tels que YUv existent, comme YCBCr. Cet espace possède aussi le modèle *une luminance deux chrominances*, seule la manière de calculer les composantes diffère.

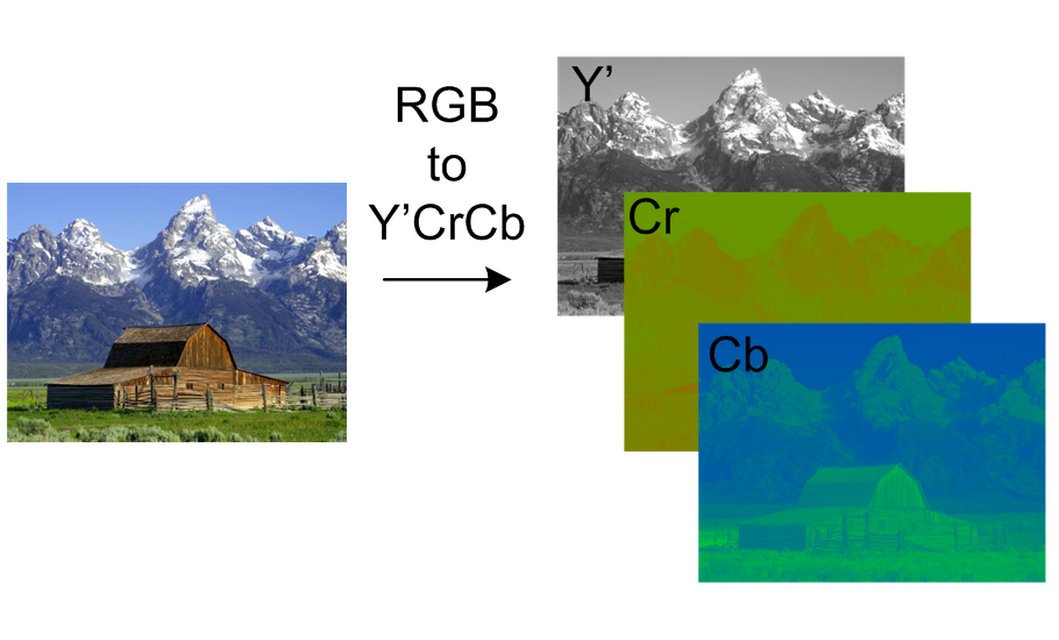
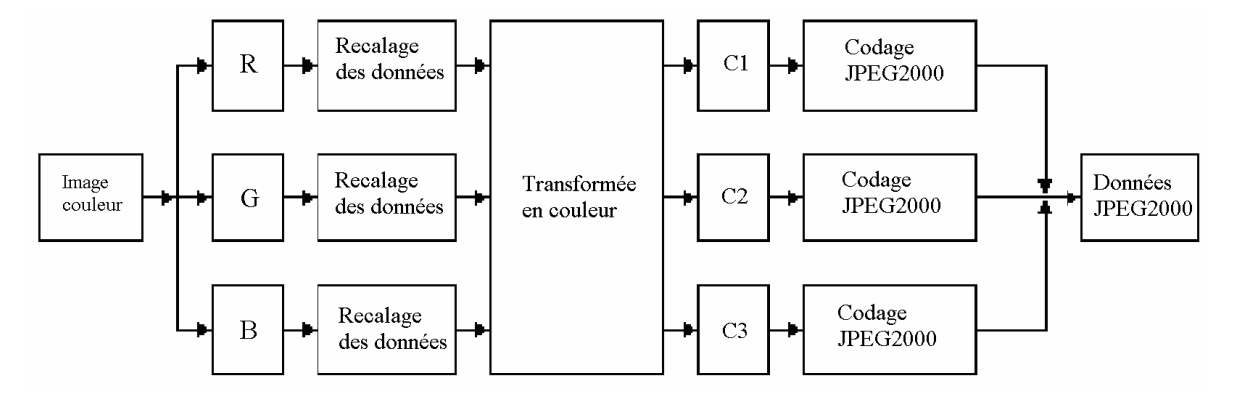


Figure 5 : illustration des composantes de luminance et chrominance en Y’CbCr

#### Transformée en couleurs

Le principe de la transformée en ondelettes est inapplicable à une image en couleur, car celle-ci comporte plusieurs canaux de données. C’est pourquoi la compression JPEG2000 sur une image en couleur est appliquée à chaque canal de couleur. Chaque canal va être compressé indépendamment des autres.

  
Figure 6: Le codage JPEG2000 est appliqué à chaque canal de façon indépendante

#### Pavage

Le pavage (ou *tiling*) permet de diviser une image en plusieurs blocs de même taille. Cette technique peut être utilisée notamment pour les grandes images, puisque chaque bloc peut être traité séparément du reste.

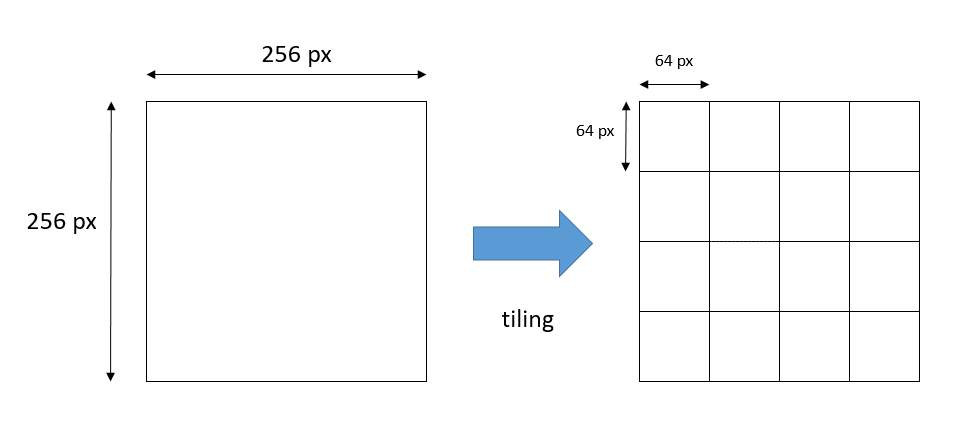


Figure 7 : Pavage d’une image

L’intérêt du pavage permet de diminuer le coût en mémoire, cependant, la qualité peut baisser un raison d’un faible PSNR (Peak to Noise Ratio).

#### ROI (Region of interest)

Le codage par bloc de JPEG 2000 permet de coder différents blocs avec différentes qualités. Cela autorise une sélection de régions d’intérêt, une amélioration permettant de minimiser la perte de détails dans une région précise de l’image. Cependant, cette amélioration implique de perdre des détails dans les autres régions, qui sont alors plus compressées que sans la ROI. En effet on va focaliser la compression sur les régions non intéressantes, pour augmenter le taux de compression global, tout en gardant une compression sans perte sur les régions d’intérêt.

Il existe deux méthodes pour la région d’intérêt :

* Sélection par l’utilisateur
* Détection automatique des zones de détails par une IA



Figure 8 : ROI par sélection de zone (en jaune)

# Conclusion

En conclusion, la norme JPEG2000 est plus efficace que la norme JPEG. Comme avantages, on peut citer la meilleure qualité d’image à taille égale par rapport à JPEG et la robustesse aux erreurs. Malgré tout, cette norme, de par son algorithme, implique une forte complexité de calcul. Il s’avère aussi que la norme JPEG2000 est relativement peu utilisée de nos jours, et donc qu’elle est n’est pas universellement supportées par les logiciels et les navigateurs.

# Bibliographie

## JPEG2000

<https://www2.ulb.ac.be/cours/acohen/travaux_2006_infodoc/CompressionNumerique/TypeDonneesImageJPEG2000.htm>

<https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00001658/document>

<https://www.whydomath.org/node/wavlets/jpeg2000.html>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/JPEG_2000>

<http://ljk.imag.fr/membres/Valerie.Perrier/SiteWeb/node13.html>

<https://webdocs.cs.ualberta.ca/~anup/Courses/604/NOTES/slide_jpeg2000.pdf>

<http://www.ece.uvic.ca/~frodo/jasper/>

## RGB to YUV

<https://fr.wikipedia.org/wiki/YUV>

## Bit-plane Compression

<https://www.imageeprocessing.com/2015/10/bit-plane-compression.html>

## Encoding

<https://xavirema.eu/mq-coder-in-matlab/>

http://d.xav.free.fr/ebcot/