

Codage par régions d'intérêt des images fixes

Coding of Still Images by Areas of Interest

Najib Lamouri

*Faculté des sciences de Rabat, N° 253, rue Taouss hay Karima Salé,
lamouri@ieee.org.*

Mohamed Benabdellah

*Faculté des sciences de Rabat, 4 Avenue Ibn Battouta B.P. 1014 RP Rabat,
benabdellah@justice.gov.ma.*

Fatima Eddaoudi

*Faculté des sciences de Rabat, 4 Avenue Ibn Battouta B.P. 1014 RP Rabat,
Eddaoudi@cnesten.org.ma.*

Fakhita Regragui

*Faculté des sciences de Rabat, 4 Avenue Ibn Battouta B.P. 1014 RP Rabat,
regragui@fsr.ac.ma.*

El Houssine Bouyakhf

*Faculté des sciences de Rabat, 4 Avenue Ibn Battouta B.P. 1014 RP Rabat,
bouyakhf@fsr.ac.ma.*

Résumé

Dans plusieurs applications de traitement d'image, l'utilisateur ne s'intéresse qu'à une partie de l'information véhiculée à travers l'image. Ce travail présente une méthode de compression adaptative d'image fixe qui consiste à séparer le traitement des régions d'intérêt de celui de l'arrière-plan, de manière à conserver l'information dans les régions d'intérêt et de dégrader de façon contrôlée l'arrière-plan. Les régions d'intérêt, extraites de manière semi-automatique, sont compressées à l'aide des techniques réversibles ou irréversibles avec une légère dégradation, alors que l'arrière-plan subit une forte compression avec des techniques irréversibles. La méthode proposée a été testée sur des images biomédicales et satellitaires. Les résultats obtenus montrent que la compression adaptative permet d'augmenter le taux de compression tout en préservant une bonne qualité visuelle de l'image au niveau des régions d'intérêt.

Abstract

In most image processing applications, the user is only interested in part of the information conveyed through the image. In this paper, we present an adaptive method of compression of still images. It consists first on a semi-automatic extraction of the region of interest (ROI). The background (BG) and the ROI are then processed separately so as to preserve the information in the ROI and degrade in a controlled way the BG. using reversible and irreversible techniques such as JPEG, JPEG 2000 and Run Length Encoding (RLE). Performances of these techniques in terms of compression rate are compared based on their applications to biomedical and satellite images.

1. Introduction

L'image numérique fait partie des données dont le stockage nécessite une large capacité et dont la transmission a besoin d'une large bande passante. Cependant, dans la plupart des domaines de traitement d'image, l'utilisateur ne s'intéresse qu'à une partie de l'information transmise à travers l'image. Il serait intéressant alors d'appliquer un traitement non uniforme sur les différentes régions de l'image de façon à conserver les données dans les régions qualifiées d'intérêt par l'utilisateur et de dégrader d'une manière contrôlée les régions qualifiées d'arrière plan.

La compression adaptative d'image a fait l'objet d'un certain nombre de travaux. En effet, (Guisto, Regazzoni et al., 1990) ont proposé une méthode de compression qui permet de localiser d'abord les régions d'intérêt, puis d'appliquer sur ces régions des techniques comme l'approximation polynomiale et la quantification vectorielle. (Nguyen, 1995) proposa ensuite une méthode de compression sélective de la vidéo basée par région pour la transmission à très bas débit. En 1998, (Benharrosh, 1998) développa une méthode de compression qui permet d'éviter les pertes au niveau des régions d'intérêt. L'apparition de la nouvelle norme de codage d'image JPEG 2000 (Christopoulos, Skodras et al., 2000) a donné naissance à plusieurs applications à la compression par régions d'intérêt (Bradley et Stentiford, 2002), (Santa-Cruz, Ebrahimi et al., 1999), (Christopoulos, Askelof et al., 2000) et (Grosbois, Santa-Cruz et al., 2001). En effet, ce nouveau standard donne la possibilité de définir des régions d'intérêt sous formes rectangulaires ou elliptiques. Ces dernières permettent une affectation non uniforme du budget de qualité dans une image. Néanmoins, dans la plupart des images traitées comme les images biomédicales, les régions d'intérêt prennent des formes aléatoires. Dans le cas d'une extraction manuelle, l'opérateur doit sélectionner des régions rectangulaires ou elliptiques qui doivent contenir les régions d'intérêt. Ceci risque entraîner une discontinuité entre les régions sélectionnées et l'arrière plan. Cette discontinuité peut agir négativement sur la qualité visuelle de l'image. Pour pallier ce problème, nous proposons d'extraire les régions d'intérêt à l'aide des méthodes semi-automatiques. Ces régions sont ensuite compressées à l'aide des techniques irréversibles, tandis que l'arrière plan va être fortement compressé à l'aide des techniques non conservatives pas nécessairement les mêmes appliquées aux régions d'intérêt.

Ce document est organisé comme suit. Nous présentons le principe d'extraction des régions d'intérêt dans la section 2 et nous introduisons le concept de la compression adaptative d'image fixe que nous avons adopté dans la section 3. Nous donnons une illustration des résultats obtenus dans la section 4 et nous terminons par une conclusion.

2. Extraction des régions d'intérêt

La signification des régions d'intérêt dans une image dépend du domaine d'application de celle-ci. Il peut s'agir d'une zone suspecte dans une image biomédicale, comme il peut s'agir d'une ou plusieurs régions géographiques dans une image satellitaire. Ainsi la méthode d'extraction va dépendre de la région traitée.

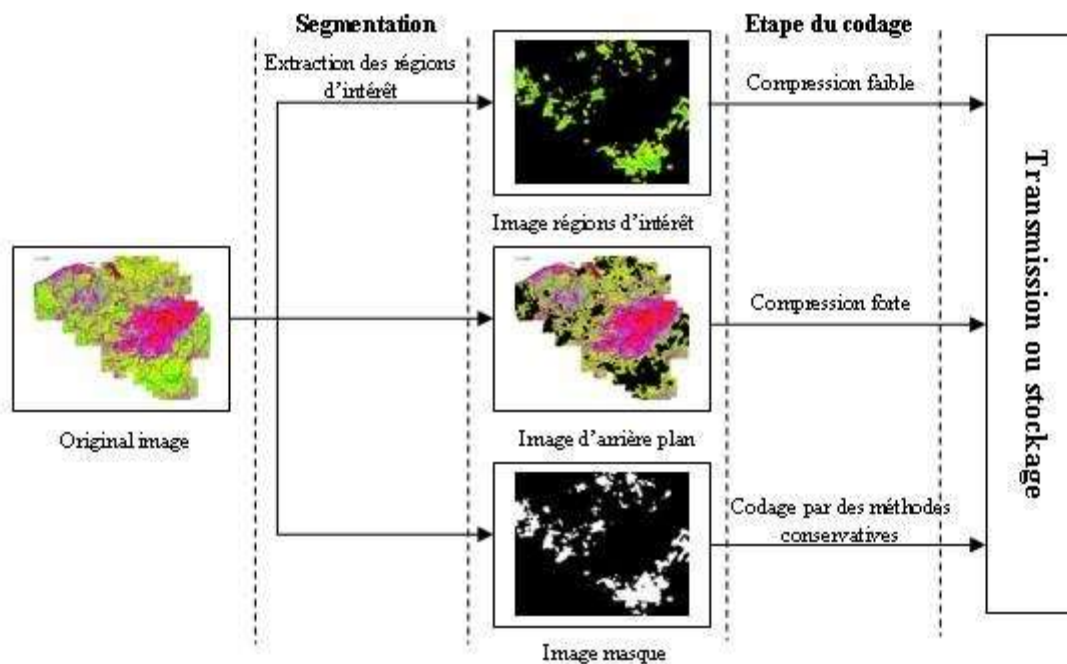


Figure 1. Schéma du codage adaptatif

En général, les régions d'intérêt dans une image prennent des formes aléatoires. Dans le cas d'une extraction manuelle, l'opérateur doit sélectionner des régions rectangulaires ou elliptiques qui doivent contenir les régions d'intérêt. Ceci entraîne une discontinuité entre les régions sélectionnées et l'arrière plan. Cette discontinuité peut agir négativement sur la qualité visuelle de l'image. Dans le cas des images satellitaires, souvent l'utilisateur s'intéresse à des régions géographiques qui se caractérisent par une similarité entre les pixels, (espaces verts par exemple). Cependant, ces régions n'ont pas une forme géométrique bien déterminée. Ainsi leur extraction ne peut pas se faire manuellement, surtout qu'elles ne sont pas regroupées dans une seule zone, mais dans des zones dispersées dans l'image.

Le but de ce document est de montrer l'efficacité de la compression adaptative pour les régions d'intérêt ayant une forme aléatoire. Pour cela nous allons utiliser des méthodes d'extraction qui existent déjà dans la littérature.

2.1. Extraction d'une région d'intérêt regroupée dans une seule zone dans l'image

Dans la plupart des images biomédicales, les pixels appartenant aux régions d'intérêt sont regroupés dans une seule zone (exemple : tumeur du cerveau). Pour les sélectionner nous proposons de faire une extraction semi-automatique basée sur la segmentation par croissance de région (Zucker, 1976), (Kermad, 1997).

La segmentation par croissance de région consiste à faire croître une région autour d'un ou plusieurs pixels sélectionnés au départ. La décision d'intégrer un pixel à la région en cours de formation repose sur un critère de similarité imposé à celle-ci. Dans notre application, l'opérateur sélectionne la région de départ manuellement. Cette région doit nécessairement appartenir à la région d'intérêt. Le teste de Fisher (Fisher, 1958) est employé pour déterminer

le degré de similarité d'un pixel pc d'intensité $I(i,j)$ avec les pixels de la région Rc en cours de construction :

$$Cr(Rc, pc) \equiv \left[\frac{|\mu_{Rc} - I(i,j)|}{\sigma_{Rc}} \leq S_k \right] \quad (1)$$

μ_{RC} et σ_{RC} représentent respectivement la moyenne et l'écart-type de la région en cours de construction. Ils sont calculés comme suit :

$$\mu_{Rc} = \frac{1}{Card(Rc)} \sum_{i,j \in Rc} I(i,j) \quad (2)$$

$$\sigma_{Rc} = \sqrt{Var(Rc)} \quad (3)$$

La variance est donnée par :

$$Var(Rc) = \frac{1}{Card(Rc)} \sum_{i,j \in Rc} (I(i,j) - \mu_{Rc})^2 \quad (4)$$

S_k est une valeur de seuil.

Cette approche d'extraction est très efficace lorsqu'il s'agit des régions qui sont relativement homogènes. Pour étendre la méthode à des régions complexes, d'autres techniques de segmentation peuvent être introduites telles que la détection de contours et l'analyse de texture.

2.2. Extraction des régions d'intérêt dispersées dans plusieurs zones de l'image

Dans les images satellitaires par exemple, les pixels appartenant aux régions d'intérêt ne sont pas regroupés dans une seule zone (exemple : espaces verts, les forêts, etc.). Pour les sélectionner, nous proposons d'appliquer une segmentation fondée sur la couleur. Le principe de l'extraction est décrit dans ce qui suit.

Si nous voulons sélectionner les zones contenant les nuances de la couleur verte, les pixels appartenant aux régions d'intérêt doivent vérifier la condition suivante :

- $G(i,j) - R(i,j) \geq S$ (5)
- $G(i,j) - B(i,j) \geq S$ (6)

Où G , B et R sont respectivement les composantes verte, bleue et rouge du pixel à la ligne i et à la colonne j de l'image. s est la valeur du seuil.

2.3. Séparation des régions d'intérêt de l'arrière plan

La méthode proposée consiste à séparer les pixels des régions d'intérêt de ceux de l'arrière plan dans deux images distinctes (cf. figure 1). De cette façon, il serait possible d'appliquer aux régions d'intérêt des techniques de compression différentes de celle appliquées à l'arrière plan. En plus, les pixels retenus initialement par l'utilisateur et ceux introduits après l'application de la segmentation prennent les mêmes coordonnées spatiales de l'image originale. La valeur d'intensité des autres pixels de l'image qui contient la zone d'intérêt est réduite à zéro. Ceci permettra d'une part de localiser les régions d'intérêt facilement à la reconstruction de l'image, et d'autre part, de réduire la quantité d'information transmise dans l'image des régions d'intérêt et par conséquent augmenter le taux de compression.

3. Codage par régions d'intérêt

L'approche de la compression adaptative est fondée sur la séparation du traitement des régions d'intérêt de celui de l'arrière plan. La figure 1 donne une description de la démarche proposée.

3.1. Compression des régions d'intérêt

Le but de la méthode proposée est de conserver les informations transmises à travers l'image au niveau des régions d'intérêt. On peut choisir d'utiliser des algorithmes de compression réversibles sur les régions d'intérêt afin de ne pas les dégrader (Robineau, 1997). Cependant, on pourrait s'autoriser une légère dégradation ce qui aurait pour conséquence d'augmenter le taux de compression.

3.2. Compression de l'arrière plan

Sur l'arrière-plan, le problème est complètement différent. En effet, l'arrière-plan doit permettre à l'utilisateur de situer la scène dans son ensemble. Sans qu'il soit représenté à pleine résolution (Benabdellah, Gharbi et al., 2005), (Lamouri, Gharbi et al., 2006) et (Bhaskaran, 1996). On peut choisir de le compresser fortement en fonction de l'intérêt que lui porte l'utilisateur.

3.3. Reconstruction de l'image

Les deux images (régions d'intérêt et arrière-plan) sont compressées et stockées ou transmises dans deux fichiers distincts. La troisième image (image masque) va permettre de localiser les régions d'intérêt et l'arrière-plan après le cycle de compression/décompression, en affectant à chaque pixel la valeur 1 si celui-ci appartient aux régions d'intérêt et 0 s'il appartient à l'arrière-plan. Cette image est binaire. Ainsi, elle ne prendra pas beaucoup d'espace de stockage.

4. Résultats et discussion

La méthode a été appliquée sur des images biomédicales contenant des régions d'intérêt regroupées dans une seule zone et sur des images satellitaires contenant des régions d'intérêt dispersées en plusieurs zones.

4.1. Application aux images biomédicales

La figure 2 montre les résultats de l'application de la méthode en utilisant l'algorithme JPEG 2000 sur une mammographie contenant une région d'intérêt (région suspecte). La figure 3 montre les résultats de l'application de la méthode sur une image échographique d'un cerveau contenant une région d'intérêt (tumeur). Les images de départ sont de type PGM en niveau de gris 8 bits par pixel. Nous avons compressé les régions d'intérêt avec une qualité de 85% et pour l'arrière-plan avec 25%. Nous avons testé la méthode avec différents algorithmes de compression : JPEG, JPEG 2000, RLE(Run Length Encoding), le tableau I illustre les résultats de la compression uniforme (sans distinction entre les régions d'intérêt et l'arrière-plan) appliquée images "Mammographie" et "cerveau" et le tableau II montre les résultats obtenus de l'application de la compression adaptative à ces images.

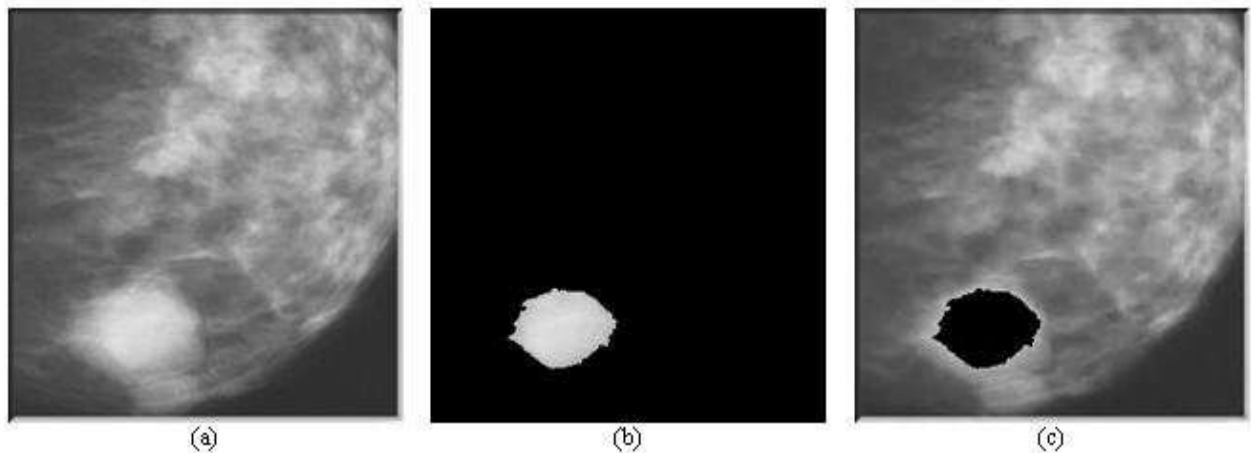


Figure 2. (a) Image Mammographie originale: Dimensions=256x256 pixels. Taille de fichier=64,01Ko. Type de fichier=PGM.

(b) Image contenant la région d'intérêt compressée sans contexte : Dimensions=256x256 pixels. Taille de fichier=2,45 Ko. Qualité=85%. Type de fichier=JPEG 2000. Valeur du seuil=2,6.

(c) Image contexte compressée sans région d'intérêt : Dimensions=256x256 pixels. Taille de fichier=3,17 Ko. Qualité=25%. Type de fichier=JPEG 2000.

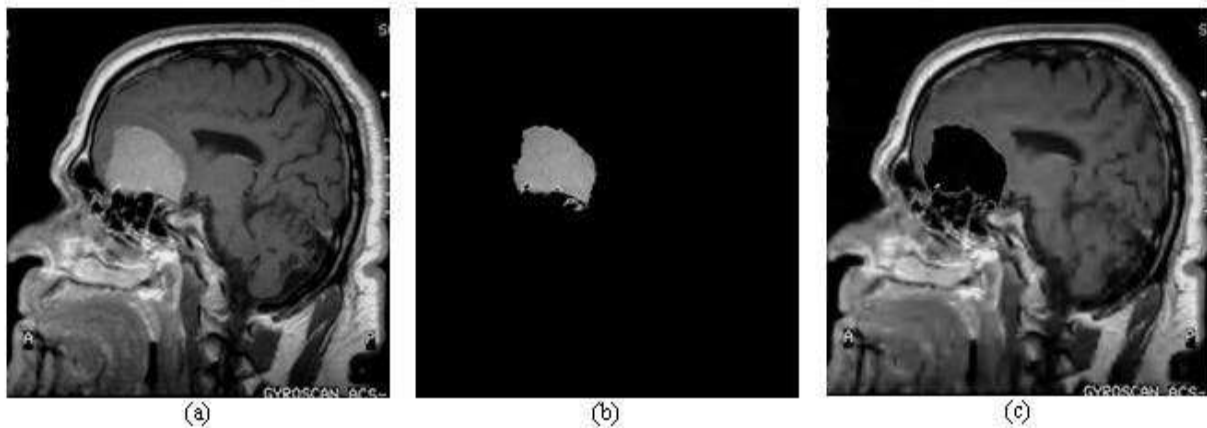


Figure 3. (a) Image Cerveau originale: Dimensions=305x285 pixels. Taille de fichier=84,90Ko. Type de fichier=PGM.

(b) Image contenant la région d'intérêt compressée sans contexte : Dimensions=305x285 pixels. Taille de fichier=2,93 Ko. Qualité=85%. Type de fichier=JPEG 2000. Valeur du seuil=3,15.

(c) Image contexte compressée sans région d'intérêt : Dimensions=305x285 pixels. Taille de fichier=3,94 Ko. Qualité=25%. Type de fichier=JPEG 2000.



Figure 4. Image de la mammographie reconstruite

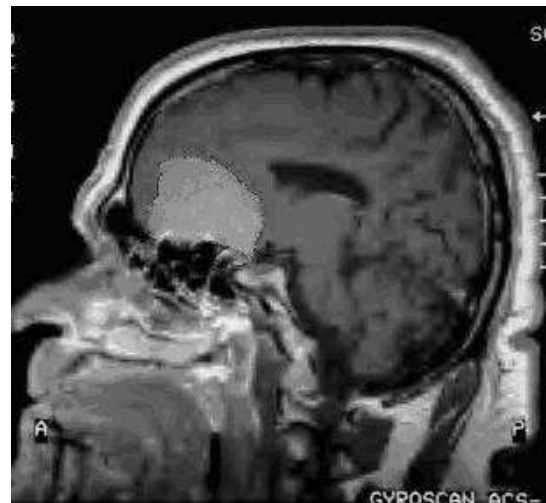


Figure 5. Image du cerveau reconstruite

Ces résultats révèlent que la compression adaptative permet de diminuer d'une manière significative la taille des fichiers allant jusqu'à 76%.

Tableau I. Résultats de la compression uniforme des images "Mammographie" et "Cerveau"

Ko : Kilo Octet ; RLE : Run Length Encoding ;

* Compression sans pertes ; ** Compression avec maximum de qualité

	PGM	JPEG	JPEG 2000	RLE
Mammographie	64Ko*	28Ko**	25Ko*	75Ko*
Cerveau	85Ko*	45Ko**	42Ko*	87Ko*

Tableau II. Résultats de la compression adaptative des images "Mammographie" et "Cerveau"

Ko : Kilo Octet ; RLE : Run Length Encoding ; R: Taux de compression.

* Compression sans pertes ou avec maximum de qualité ; ** Compression avec pertes

	JPEG	JPEG 2000	RLE	
	Arrière-plan	7Ko**	3.7Ko**	79Ko
Mammographie		R=9.28	R=17.56	R>1
	Régions d'intérêt	4Ko*	2.5Ko*	5Ko
		R=16.25	R=26	R=12
	Arrière-plan	7Ko**	5Ko**	24Ko
Cerveau		R=12.14	R=17	R=1
	Régions d'intérêt	4Ko*	3Ko*	6Ko
		R=19.77	R=28.33	R=14

4.2. Application aux images satellitaires

La méthode a été appliquée à des images satellitaires contenant des régions d'intérêt. La figure 6 et 7 montre les résultats de l'application de la méthode sur deux images satellitaires contenant des régions d'intérêt (zones de nuances de la couleur verte) en utilisant JPEG 2000 sans pertes sur les régions d'intérêt, et JPEG avec 25% de qualité sur l'arrière-plan. Les images de départ sont de type BMP (Bitmap) en couleurs.

Les tableaux III et IV rassemblent les résultats de l'application de la compression adaptative sur des images satellitaires comparés à la compression uniforme (sans distinction entre les régions d'intérêt et l'arrière-plan). Pour évaluer le taux de dégradation de l'image, nous avons calculé le rapport signal/bruit de crête (Peak Signal to Noise Ratio) PSNR défini par :

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{\frac{MSE(R) + MSE(G) + MSE(B)}{3}} \right) \quad (7)$$

Où G , B et R sont respectivement les composantes verte, bleue et rouge, le MSE est l'erreur quadratique moyenne définie par :

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (\tilde{n}(i, j) - n(i, j))^2 \quad (8)$$

où M et N sont les dimensions de l'image, \tilde{n} et n sont les composantes respectivement de l'image reconstruite et l'image originale.

En comparant les résultats obtenus nous constatons que la compression adaptative permet d'atteindre des taux de compression élevés jusqu'à 7 avec une qualité visuelle appréciée au niveau des régions d'intérêt. Mais cela dépend des techniques de compression utilisées ainsi que les dimensions et le nombre de régions d'intérêt présentes sur l'image.

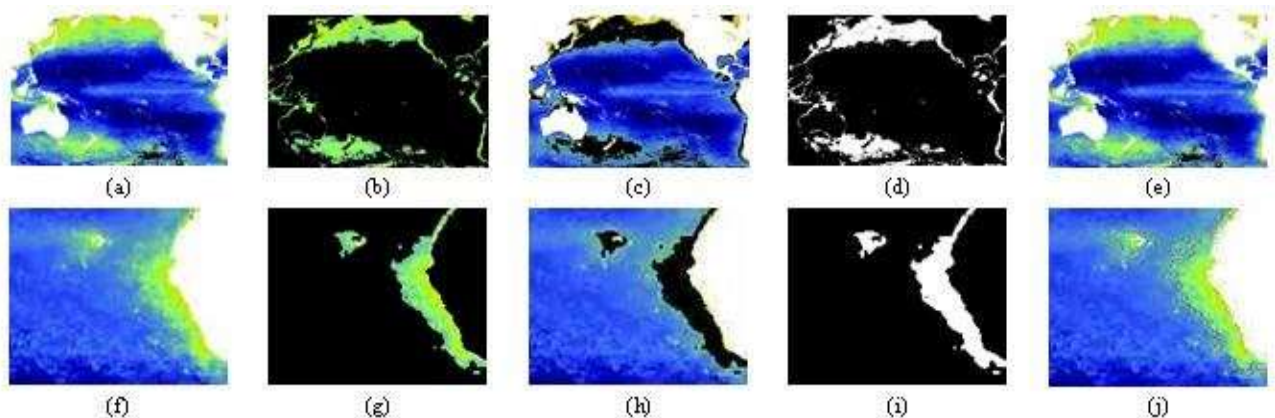


Figure 6. Images du pacifique sud : (a) Image originale (bmp). (b) Image des régions d'intérêt compressée par JPEG 2000 sans pertes. (c) Image d'arrière plan par JPEG avec pertes. (d) Image masque. (e) Image reconstruite. (f) Une partie de Fig. 6. (a). (g) Une partie de Fig. 6. (b). (h) Une partie de Fig. 6. (c). (i) Une partie de Fig. 6.(d). (j) Une partie de Fig. 6. (e).

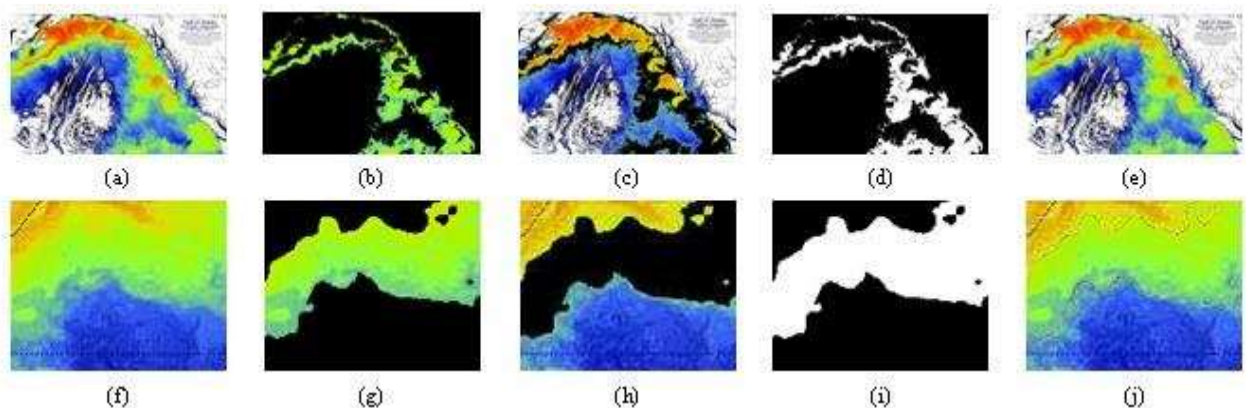


Figure 7. Images de l'Alaska: (a) Image originale (bmp). (b) Image des régions d'intérêt compressée par JPEG 2000 sans pertes. (c) Image d'arrière plan par JPEG avec pertes. (d) Image masque. (e) Image reconstruite. (f) Une partie de Fig. 7. (a). (g) Une partie de Fig. 7. (b). (h) Une partie de Fig. 7. (c). (i) Une partie de Fig. 7(d). (j) Une partie de Fig. 7. (e).

Tableau III. Résultats de l'application de la méthode sur l'image de l'océan pacifique (Fig. 2). Dimensions : 795x525, Taille de l'image originale (BMP) : 1253754Octets, Taille de l'image masque (PNG) : 7651Octets.

Techniques	Compression uniforme	Taux de compression uniforme	Région d'intérêt	Arrière plan	Compression adaptative (total)*	Taux de compression adaptative	PSNR pour la compression adaptative
JPEG	246427Bytes (100%)	5,08	182642Bytes (100%)	41814Bytes (25%)	232107Bytes	5,4	26,93dB
JPEG 2000 (sans pertes)	494098Bytes	2,53	229663Bytes (sans pertes)	30458Bytes (50%)	267772Bytes	4,68	27,05dB
JPEG 2000 pour RI + JPEG pour AP	494098Bytes JPEG 2000 (sans pertes)	2,53	229663Bytes (sans pertes)	41814Bytes (25%)	279128Bytes	4,49	27,38dB

Tableau IV. Résultats de l'application de la méthode sur l'image de l'Alaska (Fig. 3). Dimensions : 1628x1000, Taille de l'image originale (BMP) : 4884054Octets, Taille de l'image masque (PNG) : 17945Octets.

Techniques	Compression uniforme	Taux de compression uniforme	Région d'intérêt	Arrière plan	Compression adaptative (total)*	Taux de compression adaptative	PSNR pour la compression adaptative
JPEG	1441841Bytes (100%)	3,38	448300Bytes (100%)	264472Bytes (25%)	730717Bytes	6,68	23,37dB
JPEG 2000 (sans pertes)	2021667Bytes	2,41	629939Bytes (sans pertes)	116320Bytes (50%)	764204Bytes	6,39	21,17dB
JPEG 2000 pour RI + JPEG pour AP	2021667Bytes JPEG 2000 (sans pertes)	2,41	629939Bytes (sans pertes)	264472Bytes (25%)	912356Bytes	5,35	23,51dB

5. Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté une méthode de compression adaptative basée sur le fait que l'utilisateur ne s'intéresse qu'à une partie de l'information véhiculée à travers l'image. Les régions qualifiées d'intérêt sont extraites à l'aide d'une méthode semi-automatique. Elles sont par la suite compressées à l'aide un algorithme réversible (JPEG2000 sans pertes) ou irréversible avec une légère dégradation (JPEG). L'arrière plan est compressé fortement à l'aide d'un algorithme irréversible (JPEG2000 avec pertes, JPEG). L'analyse des résultats obtenus sur des images biomédicales et satellitaires montre que la méthode permet d'obtenir un taux de compression relativement élevé tout en préservant la qualité visuelle de l'image surtout au niveau des régions d'intérêt. Notre étude a été limitée à des images biomédicales et satellitaires avec des régions d'intérêt relativement homogènes. Cependant, il est possible d'étendre cette approche à des images contenant des régions d'intérêt plus complexes (présence de texture, régions non homogènes) en conjuguant d'autres techniques de segmentation tel que la détection de contours et l'analyse de texture.

Bibliographie

- Benabdellah, M., Gharbi, M., Lamouri, N., Regragui, F., Bouyakhf, E.H. (2005). Adaptive compression based on wavelets of cartographic images. Proceedings of International Computer Systems and Information Technology Conference (ICSIT'05). Alger : 19-21 July.
- Benharrosh, J.M. (Avril 1998). Extraction des thèmes cartographiques dans les images satellitales ou aériennes : Application à la génération de Quick-Looks adaptatifs et à la compression des images. Thèse de Doctorat, Université de NICE- SOPHIA ANTIPOLIS.
- Bhaskaran, V. (1996). Image and video compression standards : algorithms and architectures. Boston : Klawer Academic Publishers.
- Bradley, A. P., Stentiford, F. W. M. (2002). JPEG 2000 and Region of Interest Coding. Proceedings of Digital Image Computing Techniques and Applications. Melbourne : 21-22 January.
- Christopoulos, C.A., Askelof, J., Larsson, M. (2000). Efficient Methods for Encoding Regions of Interest in the Upcoming JPEG 2000 Still Image Coding Standard. IEEE Signal Processing Letters. Vol. 7, No. 9, 247-249.
- Christopoulos, C.A., Skodras, A., Ebrahimi, T. (2000) The JPEG 2000 Still Image Coding System: An Overview, IEEE Transaction on Consumer Electronics. Vol. 46, No. 4, 1103-1127.
- Daubechies, I. (1988). Orthonormal bases of compactly supported wavelets. Comm. Pure Appl. Math, Vol. 41, 909-996.
- Fisher, W. D. (1958). On grouping for maximum homogeneity. Journal of American Stat. Asoc. Vol 53, 789-798.
- Grosbois, R., Santa-Cruz, D., Ebrahimi, T. (2001) New approach to JPEG 2000 compliant Region Of Interest coding. Proceedings of the SPIE 46th Annual Meeting, Applications of Digital Image Processing XXIV. San Diego : 29 July - August.
- Guisto, D.D., Regazzoni, C.S., Serpico, S.B., Vernazza, G. A. (1990). New adaptive approach to picture coding. Annales Telecommun. 45, N° 9-10, 503-518.
- Kermad, C. (1997). Segmentation d'image: recherche d'une mise en oeuvre automatique par coopération de méthodes. Thèse de Doctorat, LASTI UNIVERSITE RENNES I.
- Lamouri, N., Gharbi, M., Benabdellah, M., Regragui, F., Bouyakhf, E.H. (2006) Adaptive Still Image Compression Using Semi-automatic Region of Interest Extraction. Proceedings of Second International Symposium on Communications, Control and Signal Processing (ISCCSP'06). Marrakech : 13-15 March.
- Nguyen, E. (Décembre 1995). Compression sélective et focalisation visuelle : application au codage hybride de séquences d'images. Thèse de Doctorat, Université de Rennes I.
- Robineau, O. (1997). Compresser les images fixes. Le monde de l'informatique. 14 Mars, Page 30.
- Santa-Cruz, D., Ebrahimi, T., Larsson, M., Askelof, J., Christopoulos, C. A. (1999). Region of Interest Coding in JPEG 2000 for Interactive Client/Server Applications. Proceedings of IEEE 3rd Workshop on Multi-media Signal Processing. Copenhagen : 13-15 September. 389-394.
- Zucker S. (1976). Survey, region growing : childhood and adolescence. Computer Graphics and Image Processing. Vol 5, 382-399.