

# **Discrimination Nappes d'Hydrocarbures - Nappes Naturelles dans les Images RSO de la Surface de la Mer par Mesure de Similarité sur Spectre de Texture**

KANAA Thomas Florent Noël§§, TONYE Emmanuel§§, MERCIER Grégoire§§§

§ Laboratoire d'Electronique, Electrotechnique, Automatique et Télédétection, Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique (ENSET), Université de Douala, B.P. 1872 Douala, Tél/Fax : (237) 33 01 44 00, Email : [t\\_kanaa@yahoo.fr](mailto:t_kanaa@yahoo.fr)

§§ Laboratoire d'Electronique et de Traitement du Signal (LETS), Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) de Yaoundé, B.P. 8390, Yaoundé, Cameroun. Tél / Fax : (237) 2 22 45 47, Emails : [t\\_kanaa@yahoo.fr](mailto:t_kanaa@yahoo.fr), [tonyee@hotmail.com](mailto:tonyee@hotmail.com)

§§ Département Image et Traitement de l'Information (ITI), Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications (ENST) de Bretagne, TAMCIC, Equipe TIME, Technopole Brest-Iroise, 29238 Brest, France Tél : (33) 2 29 00 10 59. Fax : (33) 2 29 00 10 98, Email : [Gregoire.Mercier@enst-bretagne.fr](mailto:Gregoire.Mercier@enst-bretagne.fr)

Mots clés : Imagerie RSO, classification des nappes, mesure de similarité, spectre de texture.

## **Introduction**

Divers travaux scientifiques ont approuvé le schéma de détection et de reconnaissance des nappes d'hydrocarbures dans les images RSO en trois phases : la détection des signatures, la caractérisation des signatures détectées et la classification de ces dernières aux nappes d'hydrocarbures ou alors à divers autres phénomènes océaniques ou atmosphériques [Espedal, 1998]. Dans cet article, l'approche utilisée à la première phase est la technique de détection multi échelle fondée sur les pyramides hybrides couplées à la classification floue des images du spectre de vagues [Kanaa et al., 2004]. Dans la suite, nous développons une technique simplifiée combinant les deux dernières phases (caractérisation et classification) des nappes d'hydrocarbures d'une part, et des nappes naturelles d'autre part, afin de les discriminer les unes des autres.

Les méthodes de caractérisation et de classification des nappes dans les images RSO sont diverses et le plus souvent répondent au même concept [Brekke et al., 2004]. Malgré ces différents apports, une préoccupation persiste, celle d'impliquer d'avantage le contenu radiométrique de la nappe à la classification de sa signature, et au détriment des informations auxiliaires le plus souvent indisponibles et très coûteuses. C'est ainsi que les approches multi échelles sont proposées pour traduire la nature de la surface de la mer [(De Maio et al., 2001), (Mercier et al., 2003)]. Celles-ci se sont avérées intéressantes mais pas suffisantes pour limiter les fausses alarmes dans les images de signatures [Kanaa et al., 2006].

## **Méthode de discrimination**

La surface de la mer est considérée comme une somme infinie et continue d'oscillations indépendantes en phase et en amplitude [Bretherton, 1970]. Pour traduire cette structuration de la rugosité de la surface de la mer dans l'image RSO, nous récupérons les images du spectre de vagues générées par la décomposition multi échelle utilisée en amont [Kanaa et al., 2004], l'objectif étant de décrire au mieux la nature multi ondes de la surface observée. Tenant compte de cette hypothèse, la méthode déployée consiste en quatre étapes :

### **1) Choix des indices de texture discriminants**

Les indices de texture discriminants sont tout simplement choisis par visualisation des spectres de texture généralisés, spectres initialement élaborés sur la base de cinq indices de

texture et de leurs gradients sur images. Ce choix a consisté en l'élimination systématique des indices à comportement similaire. Ainsi, treize configurations parmi les vingt critères sont retenues et contribueront à la discrimination automatique entre les nappes d'hydrocarbures et les nappes naturelles.

## 2) Extraction des régions d'intérêt

On s'intéresse à des régions précises de l'image qu'il va falloir caractériser. L'identification de ces régions se fait grâce à l'hypothèse relative au comportement hydrophobique du mélange eau hydrocarbures à la surface de la mer [Malins, 1977]. Cette dernière indique que l'interaction entraîne la dissolution mutuelle de l'un dans l'autre, puis génère trois couches à la surface de la mer [Gaboraud, 1996]: la couche de la nappe flottante, celle de l'eau non polluée et la couche de conflit située entre les deux premières. Dans les images RSO, les trois couches s'identifient respectivement à trois régions: la région fortement marquée par les nappes, la région occupée par l'eau et démunie du polluant, puis la région intermédiaire encore appelée *les bords des nappes*. Ces trois dernières sont les régions d'intérêt.

La région des bords des nappes est extraite en premier à partir de l'image des signatures, image issue de la méthode de segmentation multi échelles des nappes. Cette opération procède en deux points : la détection puis l'épaississement des contours des nappes. Pour la détection des contours des nappes, les approches dérivatives sont préférées pour la rapidité qu'elles confèrent. Les bords des nappes sont générés par dilatation morphologique des contours par un élément structurant carré de dimension 8. Les deux autres régions d'intérêt (*Nappes, Mer*) sont extraites par déduction des bords inférieurs et supérieurs dans les signatures respectives des nappes et de l'eau de mer non polluée de l'image issue de la segmentation.

## 3) Mesure des critères d'analyse

Les critères d'analyse reposent sur les mesures de texture définies à l'étape 1 et doivent traduire l'hypothèse de l'atténuation des ondes de Bragg. Cette dernière indique, selon les théories de Marangoni et de transfert non linéaire d'énergie [Francesscheti et al., 2002], que la présence d'un fluide visqueux flottant à la surface des eaux de l'océan entraîne une révision de son modèle de réflexion des ondes électromagnétiques. Cette modification est traduite par l'atténuation spectrale qui en résulte en fonction des propriétés physiques des nappes imagées. Identifiée à la modification des propriétés de la texture des nappes dans l'image, l'atténuation spectrale est exprimée par les mesures de texture qui deviennent de ce fait les critères d'analyse. Ces derniers caractérisent les régions ciblées (*nappes et bords des nappes*) et se présentent sous la forme :

$$\Lambda_{Nappes}^{(j)} \approx \frac{I_{Nappes}^{(j)}}{I_{Nappes}^{(j)} - I_{Mer}^{(j)}} \quad \text{et} \quad \Lambda_{Bords}^{(j)} \approx \frac{I_{Bords}^{(j)}}{I_{Bords}^{(j)} - I_{Mer}^{(j)}}$$

Où  $I_{Région}^{(j)}$  est une mesure de texture effectuée sur l'image du niveau d'échelle  $j$  dans la *Région* identifiée. Toutes ces mesures ont conduit à l'élaboration des spectres virtuels et discriminants de la texture des nappes d'hydrocarbures d'une part et des nappes naturelles d'autre part.

## 4) Mesure de similarité et identification

Sur la base des spectres de texture spécifiques aux nappes d'hydrocarbures et aux nappes naturelles, des méthodes de mesure de similarité basées sur les métriques élaborées dans des espaces vectoriels sont utilisées, notamment la métrique proposée par Smith [Smith, 1997] et présentée sous une forme matricielle:

$$d(S_1, S_2) = 1 - \frac{\sum_{i=1, j=1}^{i=N, j=p} \min(h_1^{(i,j)}, h_2^{(i,j)})}{\min \left[ \sum_{i=1, j=1}^{i=N, j=p} (h_1^{(i,j)}), \sum_{i=1, j=1}^{i=N, j=p} (h_2^{(i,j)}) \right]}$$

Où  $d(S_1, S_2)$  est la distance de Smith mesurée entre deux spectres  $S_1$  et  $S_2$  de dimension  $p.N$ ,  $p$  le niveau de décomposition,  $N$  le nombre de critères d'analyse,  $h_k^{(i,j)}$  la mesure du spectre  $S_k$  attachée au critère  $i$  du niveau  $j$ .

## Résultats

La méthode est testée sur deux extraits d'images RSO du satellite ERS-2 acquises sur la Mer Méditerranée, au large de Malte (figure 1) et à l'est de la Corse (figure 2). Chacun des spectres respectifs  $S_1$  et  $S_2$  est comparé aux deux références  $S_{Hydro}$  et  $S_{Natur}$ .  $d(S_1, S_{Hydro}) \ll d(S_1, S_{Natur})$  et  $d(S_2, S_{Natur}) \ll d(S_2, S_{Hydro})$ , ce qui conduit à l'identification des contenus des images. La première est munie des nappes d'hydrocarbures et la deuxième des nappes naturelles. La discrimination est conforme à la vérité terrain. Au regard de ces résultats prometteurs, il y a lieu de justifier que la métrique de Smith est robuste et tient compte non seulement du descripteur spécifié, des incertitudes sur les vecteurs mais aussi de la corrélation des composantes en présence. A l'avenir, il faudrait diversifier les applications afin de maîtriser définitivement la problématique de discrimination des nappes d'hydrocarbures face aux multiples phénomènes océaniques et atmosphériques présents dans les images RSO de la surface de l'océan.

## Bibliographie

- BREKKE, C. and SOLBERG, A. H. S., 2004, *Oil Spill Detection by Satellite Remote Sensing*. Remote Sensing of Environment, vol. 95, p. 1-13
- BRETHERTON, F. P., 1970, *The General Linearised Theory of Wave Propagation*. Let. Appl. Math., vol. 13, p. 61-102
- DE MAIO, A., RICCI, G. and TESAURO, M., 2001, *On FAR Detection of Oil Slicks on the Ocean Surface by a Multifrequency and/or Multipolarisation SAR*. In Radar Conference, IEEE Proceedings, p. 351-356, Atlanta, USA, may 2001.
- ESPEDAL, H. A., 1998, *Oil Spill and its Look-alikes in ERS SAR Imagery*. Earth Observation and Remote Sensing, p. 94-102
- FRANCESSCHETI, G., IODICE, A., RICCIO, D., RUELLO, G. and SIVIERO, R., 2002, *Raw Signal Simulation of Oil Slicks in Ocean Environments*. IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, vol. 40, n° 9, sept. 2002.
- GABORIAUD, R., 1996, *Physico-Chimie des Solutions*. Cours et Problèmes. Masson, 330 p.
- KANAA, T. F. N., 2006, *Détection des Nappes d'Hydrocarbures dans les Images Radar à Synthèse d'Ouverture de la Surface de l'Océan*, Thèse de Doctorat, ENSP, déc. 2006.
- KANAA, T. F. N., TONYE, E., MERCIER, G., ONANA, V. D. P., RUDANT, J. P., 2004, *Multiscale Segmentation of Oil Slick in SAR Images based on Morphological Pyramid*. ENVISAT/ERS Symposium Proceedings, 6 – 10 sept 2004, Salzburg, Australie.
- MALINS, C., 1977, *Metabolism of Aromatic Hydrocarbons in Marine Organisms*. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Health and Welfare Canada. Ann. NY Acad. Sci.,
- MERCIER, G., S. DERRODE, S., PIECZYNSKI, W., LE CAILLEC, J. M., and GARELLO, R., 2003, *Multiscale Oil Slick Segmentation with Markov Chain Model*, In IGARSS Proceedings, IEEE International, 21 – 25 July 2003, France, Toulouse, vol. 6, p. 3501 – 3503
- SMITH, J., 1997, *Integrated Spatial and Feature Image Systems: Retrieval*. PhD Thesis, Columbia University.