



Zakarya Mihoub
Abdelatif Hassini

Téledétection satellitaire de la pollution marine

Etude de cas: la pollution marine par
hydrocarbures

2.620.372.1



Table des matières

TABLE DES MATIERES ABREVIATIONS, ACRONYMES

04
08

Introduction générale

1. Cadre du travail
2. Objectifs
3. Organisation du Livre

10
13
14
15

Chapitre I. La pollution marine par hydrocarbures

1. Introduction

2. Généralités sur les hydrocarbures

2.1. Composition chimique

- 2.1.1. Les hydrocarbures aliphatiques
- 2.1.2. Les hydrocarbures aromatiques
- 2.1.3. Les résines et les asphaltènes

2.2. Propriétés physiques

- 2.2.1. Densité
- 2.2.2. Viscosité
- 2.2.3. Le point d'écoulement
- 2.2.4. Le point éclair

3. Le risque de pollution pétrolière

3.1. Notion générale d'un risque

3.2. Notion d'un risque de pollution pétrolière

4. Les sources de la pollution marine

- 4.1. Phénomènes naturelles
- 4.2. Les rejets d'effluents urbains et industriels
- 4.3. Agriculture
- 4.4. Pêche
- 4.5. La pollution par hydrocarbures liée au trafic maritime

5. Le transport du pétrole

6. Les effets de la pollution marine par hydrocarbures

- 6.1. Perturbation des échanges Océan-Atmosphère
- 6.2. Les effets biologiques des hydrocarbures
 - 6.2.1. Effets des hydrocarbures en nappe
 - 6.2.2. Effets des hydrocarbures dissous
- 6.3. Effets d'un déversement d'hydrocarbures sur le littoral

7. Moyens de lutte contre la pollution marine par hydrocarbures

8. Conclusion

29
30
31
32
32
33
34
36
37

Chapitre II. Télédetection satellitaire de la pollution marine par hydrocarbures

1. Introduction

38
39

1. Définitions liées à la télédetection spatiale

1.1. Caractéristiques techniques des capteurs satellitaires

- 1.1.1. Résolution spatiale
- 1.1.2. Résolution temporelle
- 1.1.3. Résolution spectrale

1.2. Le spectre électromagnétique

1.3. Détection passive et active

1.3.1. Détection passive

1.3.2. Détection active

1.3.3. Notion de détection active

1.3.4. Le principe de fonctionnement d'un capteur Radar

1.3.5. La rugosité de surface et l'angle d'incidence

2. Signature spectrale

3. Couleur de l'eau

4. Le rôle du phytoplancton marin

5. Télédetection et couleur de l'eau

10. Télédetection satellitaires de la pollution marine par hydrocarbures

10.1. Télédetection passive et active

10.2. Entre les capteurs RSO et les capteurs optiques ?

11. Détection des nappes d'hydrocarbures par des capteurs RSO

11.1. Comment les capteurs RSO traquent les hydrocarbures ?

11.2. Conditions préférées pour la détection RSO

11.3. Méthodes appliquées dans la littérature

11. Détection des nappes d'hydrocarbures par des capteurs optiques

11.1. Comment les capteurs optiques traquent les hydrocarbures

11.1.1. L'efficacité des capteurs optiques

11.1.2. Télédetection infrarouge et infrarouge thermique

11.1.3. Micro-ondes passives

11.1.4. Signature spectrale-type d'hydrocarbures

11.2. Conclusion

39
40
41
41
41
42
42
43
43
44
44
44
45
45
47
48
49
51
52
53
53
56
57
58
58
58
60
61
61
63
64
64
64
65

Chapitre III. Détection et identification des nappes d'hydrocarbures utilisant des images optiques

1. Introduction

1.1. Pourquoi les images SeaWiFS ?

1.2. Effets atmosphériques et géométriques

1.3. Effets des interactions avec l'atmosphère

1.3.1. La diffusion de Rayleigh

1.3.2. La diffusion de Mie

1.3.3. La diffusion non-sélective

1.4. Effets des paramètres angulaires

1.5. La fusion des données satellitaires

1.6. Méthodes colorimétriques pour la fusion des données satellitaires

1.7. Description du capteur et des images utilisées

67
68
68
69
69
70
70
70
72
73
73
73
74

6.1. Description du capteur	74
6.2. Les images SeaWiFS niveau 1A	75
6.3. La détection des nappes d'hydrocarbures par SeaWiFS	75
7. Les composants d'une conversion RVB à HSI	76
7.1. Le système RVB	76
7.2. Le système HSI	78
7.3. La conversion RGB à HSI	79
7.3.1. Formules de conversion	79
7.3.2. Construction d'un modèle des caractéristiques des nappes d'hydrocarbures	80
7.3.3. Les valeurs de la Teinte pour les pixels des hydrocarbures	82
8. Application de la méthode proposée	81
8.1. La description des données SeaWiFS utilisées	81
8.2. Calibration radiométrique	82
8.3. L'image de référence	82
8.3.1. Explosion d'une plateforme pétrolière	83
8.3.2. Description de l'image de référence	83
8.4. Le système RGB	84
8.4.1. Le système RGB (R: can3, G: can2, B: can1)	84
8.4.2. Le système RGB (R: can7, G: can4, B: can1)	85
8.5. Le système HSI	86
8.5.1. Le système HSI (intensité)	86
8.5.2. Le système HSI (saturation)	86
8.6. Validation de l'algorithme	87
9. Résultats et discussions	87
9.1. L'intervalle des valeurs de la teinte	88
9.2. L'intervalle des valeurs d'intensité et de saturation	88
9.3. Procédé et résultats de validation	88
9.4. Analyse et discussion	91
10. Limites de la méthode proposée	92
11. Conclusion	93
Chapitre IV. Détection et identification des nappes d'hydrocarbures utilisant des images RSO	94
1. Introduction	95
2. Description du capteur et des images utilisées	97
2.1. ENVISAT-ASAR	97
2.2. Les modes de données ENVISAT-ASAR	98
3. Description de la méthode proposée	100
3.1. Niveau 01 : L'acquisition des images ENVISAT-ASAR	101
3.2. Niveau 02 : La détection des zones sombres	101
3.2.1. Interprétation visuelle	102
3.2.2. Filtrage	102
3.2.3. Segmentation	103
3.3. Niveau 03 : L'extraction des caractéristiques	103
3.3.1. Les caractéristiques utilisées	104

3.3.2. La signification des caractéristiques	105
3.3.3. L'intérêt des caractéristiques sélectionnées	105
3.4. Niveau 04 : Classification des zones sombres	105
3.4.1. Classification floue à base d'objets	106
3.4.2. Le pourcentage d'appartenance de la classification floue	106
3.4.3. Classification par observation visuelle (ROIs)	107
3.4.4. Comment valider la méthode proposée ?	108
4. Zones d'études	108
4.1. Description des données ENVISAT-ASAR utilisées	108
4.2. L'image de référence	109
4.3. L'image de validation de la méthode proposée	110
5. Résultats	111
5.1. La détection des taches sombres	111
5.2. Interprétation visuelle et filtrage	111
5.3. Segmentation	111
5.4. Le problème des fausses alarmes	113
5.5. Extraction des caractéristiques des objets	114
5.6. La classification floue à base d'objets	114
6. Analyse et discussion des résultats	116
7. Conclusion	117
Chapitre V. Comparaison et validation	119
1. Introduction	120
2. Classification par observation visuelle (ROIs)	120
3. Procédé de validation	121
4. Résultats de la comparaison	121
5. Analyse et discussion des résultats	122
6. Limites de la méthode proposée	123
7. Conclusion	125
Conclusion générale	126
BIBLIOGRAPHIE	130

Le milieu marin représente un enjeu considérable en terme de développement socioéconomique. La pollution marine par hydrocarbures à travers le monde est devenue un sujet de préoccupation croissante à l'échelle internationale. Les déversements d'hydrocarbures peuvent avoir des impacts très divers sur l'environnement marin, en plus d'endommager l'habitat naturel des animaux terrestres et des humains. Ce Livre a consisté à proposer et appliquer des méthodes pour détecter, surveiller et identifier les nappes d'hydrocarbures déversées dans les mers et les océans, utilisant des images satellitaires multi-spectrales et multi-temporelles. Le capteur RSO (Radar a Synthèse d'Ouverture) a deux principaux avantages ; imagerie sous toutes conditions météorologiques et de jour comme de nuit. Malgré les limites des capteurs optiques, ils peuvent jouer le rôle d'un complémentaire important pour le capteur RSO, ils fournissent des données libres avec des fauchées larges et de temps de revisite quotidienne.

Zakarya Mihoub: Docteur en Ingénierie de la Sécurité des Procèdes et d'Environnement, chercheur et membre du laboratoire d'Ingénierie en Sécurité Industrielle et Développement Durable à l'Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed. Abdelatif Hassini: Enseignant MCA à l'Université d'Oran 2, chercheur et chef d'équipe au laboratoire LAAR à l'USTO.

