



**Revue des Sciences humaines
et sociales, Lettres, Langues et
Civilisations**

**ISSN
(E) 2958-2814
(P) 3006-306X**

Volume 4, Numéro 3, Juin 2026

**Université Alassane Ouattara
UFR Communication Milieu et Société**

revue.akiri-uao.org



ISSN-L: 2958-2814
ISSN-P: 3006-306X

Site web: <https://revue.akiri-uao.org/>

E-mail : revueakiri@gmail.com

Editeur

UFR Communication, Milieu et Société
Université Alassane Ouattara, Bouaké (Côte d'Ivoire)



ISSN-L: 2958-2814
ISSN-P: 3006-306X

INDEXATIONS INTERNATIONALES

Pour toutes informations sur l'indexation internationale de la revue *AKIRI*, consultez les bases de données ci-dessous :



<https://aurehal.archives-ouvertes.fr/journal/read/id/398946>



<https://reseau-mirabel.info/revue/15150/Akiri>



<http://sjifactor.com/passport.php?id=23334>



<https://orcid.org/0009-0002-6794-1377>



<https://journalseeker.researchbib.com/view/issn/2958-2814>



<https://www.ajol.info/index.php/akiri>



[https://ipindexing.com/journal-details/AKIRI-\(Revue-des-sciences-humaines-et-sociales-lettres-langues-et-civilisations\)/2360](https://ipindexing.com/journal-details/AKIRI-(Revue-des-sciences-humaines-et-sociales-lettres-langues-et-civilisations)/2360)



<https://oaji.net/journal-detail.html?number=14071>

Impact factor : SJIF 2026 : 7.620

ISSN-L: 2958-2814

ISSN-P: 3006-306X

REVUE ELECTRONIQUE

AKIRI

Revue Scientifique des Sciences humaines et sociales, Lettres, Langues et Civilisations

E-ISSN 2958-2814 (Online ou en Ligne)

I-ISSN 3006-306X (Print ou imprimé)

Equipe Editoriale

Coordinateur Général : BRINDOUMI Kouamé Atta Jacob

Directeur de publication : MAMADOU Bamba

Rédacteur en chef : KONE Kiyali

Chargé de diffusion et de marketing : KONE Kpassigué Gilbert

Webmaster : KOUAKOU Kouadio Sanguen

Comité Scientifique

SEKOU Bamba, Directeur de recherches, IHAAA, Université Félix Houphouët-Boigny

OUATTARA Tiona, Directeur de recherches, IHAAA, Université Félix Houphouët-Boigny

LATTE Egue Jean-Michel, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara

FAYE Ousseynou, Professeur titulaire, Université Cheick Anta Diop

GOMGNIMBOU Moustapha, Directeur de recherches, CNRST,

ALLOU Kouamé René, Professeur titulaire, Université Félix Houphouët-Boigny

KAMATE Banhouman André, Professeur titulaire, Université Félix Houphouët-Boigny

ASSI-KAUDJHIS Joseph Pierre, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara

SANGARE Abou, Professeur titulaire, Université Peleforo Gbon Coulibaly

SANGARE Souleymane, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara

CAMARA Moritié, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara

COULIBALY Amara, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara

NGAMOUNSIKA Edouard, Professeur titulaire, Université Marien N'gouabi de Brazzaville

KOUASSI Kouakou Siméon, Professeur titulaire, Université de San-Pedro

BATCHANA Essohanam, Professeur titulaire, Université de Lomé

N'SONSSISA Auguste, Professeur titulaire, Université Marien N'gouabi de Brazzaville

DEDOMON Claude, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara

BAMBA Mamadou, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara

NGUE Emmanuel, Maître de conférences, Université de Yaoundé I

N'GUESSAN Mahomed Boubacar, Professeur titulaire, Université Félix Houphouët-Boigny

BA Idrissa, Professeur titulaire, Université Cheick Anta Diop

KAMARA Adama, Maître de conférences, Université Alassane Ouattara

SARR Nissire Mouhamadou, Maître de conférences, Université Cheick Anta Diop

ALLABA Djama Ignace, Maître de conférences, Université Félix Houphouët-Boigny

DIARRASSOUBA Bazoumana, Maître de conférences, Université Alassane Ouattara

TOPPE Eckra Lath, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara

M'BRA Kouakou Désiré, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara

ISSN-L: 2958-2814**ISSN-P: 3006-306X**

Comité de Lecture

BATCHANA Essohanam, Professeur titulaire, Université de Lomé
 N'SONSSISA Auguste, Professeur titulaire, Marien N'gouabi de Brazzaville
 CAMARA Moritié, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara
 FAYE Ousseynou, Professeur titulaire, Université Cheick Anta Diop
 BA Idrissa, Maître de conférences, Université Cheick Anta Diop
 BAMBA Mamadou, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara
 SARR Nissire Mouhamadou, Maître de conférences, Université Cheick Anta Diop
 GOMGNIMBOU Moustapha, Directeur de recherches,
 DEDOMON Claude, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara
 BRINDOUMI Atta Kouamé Jacob, Professeur titulaire, Université Alassane Ouattara
 DIARRASOUBA Bazoumana, Maître de conférences, Université Alassane Ouattara
 ALABA Djama Ignace, Maître de conférences, Université Alassane Ouattara
 DEDE Jean Charles, Maître-Assistant, Université Alassane Ouattara
 BAMBA Abdoulaye, Maître de conférences, Université Félix Houphouët-Boigny
 BAKAYOKO Mamadou, Maître de conférences, Université Alassane Ouattara
 SANOGO Lamine Mamadou, Directeur de recherches, CNRST, Ouagadougou
 GOMA-THETHET Roal, Maître-Assistant, Université Marien N'gouabi de Brazzaville
 GBOCHO Roselyne, Maître-Assistante, Université Alassane Ouattara
 SEKA Jean-Baptiste, Maître-Assistant, Université Lorognon Guédé,
 SANOGO Tiantio, Maître-Assistante, Institut National Supérieur des Arts et de l'Action Culturelle
 ETTIEN N'doua Etienne, Maître-Assistant, Université Félix Houphouët-Boigny
 DJIGBE Sidjé Edwige Françoise, Maître-Assistante, Université Alassane Ouattara
 YAO Elisabeth, Maître-Assistante, Université Alassane Ouattara

Comité de rédaction

N'SONSSISA Auguste, Professeur titulaire, Marien N'gouabi de Brazzaville
 KONÉ Kpassigué Gilbert, Maître-Assistant, Histoire, Université Alassane Ouattara
 KONÉ Kiyali, Maître-Assistant, Histoire, Université Péléforo Gon Coulibaly
 BAKAYOKO Mamadou, Maître de Conférences, Philosophie, Université Alassane Ouattara
 OULAI Jean-Claude, Professeur titulaire, Communication, Université Alassane Ouattara
 MAMADOU Bamba, Maître-Assistant, Histoire, Université Alassane Ouattara
 TOPPE Eckra Lath, Professeur titulaire, Etudes Germaniques, Université Alassane Ouattara,
 ALLABA Djama Ignace, Maître de Conférences, Etudes Germaniques, Université Félix Houphouët-Boigny,
 KONAN Koffi Syntor, Maître de Conférences, Espagnol, Université Alassane Ouattara
 SIDIBÉ Moussa, Maître de Conférences, Lettres Modernes, Université Alassane Ouattara
 ASSUÉ Yao Jean-Aimé, Maître de Conférences, Géographie, Université Alassane Ouattara
 KAZON Diescieu Aubin Sylvere, Maître de Conférences, Criminologie, Université Félix Houphouët-Boigny
 MEITÉ Ben Soualiouo, Maître de Conférences, Histoire, Université Félix Houphouët-Boigny
 BALDÉ Yoro Mamadou, Maître-Assistant, FASTEF, Université Cheikh Anta Diop de Dakar
 MAWA Miraille-Clémence, Chargée de cours, Université de Bamenda

Contacts

Site web: <https://revue.akiri-uao.org/>

E-mail : revueakiri@gmail.com

Tél. : + 225 0748045267 / 0708399420/ 0707371291

Indexations internationales :

Auré HAL : <https://aurehal.archives-ouvertes.fr/journal/read/id/398946>

Mir@bel : <https://reseau-mirabel.info/revue/15150/Akiri>

Sjifactor: <http://sjifactor.com/passport.php?id=23334>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6794-1377>

AJOL: <https://www.ajol.info/index.php/akiri>

IPIndexing: [https://ipindexing.com/journal-details/AKIRI-\(Revue-des-sciences-humaines-et-sociales,-lettres,-langues-et-civilisations\)/2360](https://ipindexing.com/journal-details/AKIRI-(Revue-des-sciences-humaines-et-sociales,-lettres,-langues-et-civilisations)/2360)

OAJI: <http://oaji.net/journal-detail.html?number=14071>

Impact factor: SJIF 2026: 7.620

ISSN-L: 2958-2814

ISSN-P: 3006-306X

PRESENTATION DE LA REVUE AKIRI

Dans un environnement marqué par la croissance, sans cesse, des productions scientifiques, la diffusion et la promotion des acquis de la recherche deviennent un impératif pour les acteurs du monde scientifique. Perçues comme un patrimoine, un héritage à léguer aux générations futures, les productions scientifiques doivent briser les barrières et les frontières afin d'être facilement accessibles à tous.

Ainsi, s'inscrivant dans la dynamique du temps et de l'espace, la revue « **AKIRI** » se présente comme un outil de promotion et de diffusion des résultats des recherches des enseignants-chercheurs et chercheurs des universités et de centres de recherches de Côte d'Ivoire et d'ailleurs. Ce faisant, elle permettra aux enseignants-chercheurs et chercheurs de s'ouvrir davantage sur le monde extérieur à travers la diffusion de leurs productions intellectuelles et scientifiques.

AKIRI est une revue à parution trimestrielle de l'Unité de Formation et de Recherches (UFR) : Communication, Milieu et Société (CMS) de l'Université Alassane Ouattara. Elle publie les articles dans le domaine des Sciences humaines et sociales, Lettres, Langues et Civilisations. Sans toutefois être fermée, cette revue privilégie les contributions originales et pertinentes. Les textes doivent tenir compte de l'évolution des disciplines couvertes et respecter la ligne éditoriale de la revue. Ils doivent en outre être originaux et n'avoir pas fait l'objet d'une acceptation pour publication dans une autre revue à comité de lecture.

PROTOCOLE DE REDACTION DE LA REVUE AKIRI

La revue **AKIRI** n'accepte que des articles inédits et originaux dans diverses langues notamment en allemand, en anglais, en espagnol et en Français. Le manuscrit est remis à deux instructeurs, choisis en fonction de leurs compétences dans la discipline. Le secrétariat de la rédaction communique aux auteurs les observations formulées par le comité de lecture ainsi qu'une copie du rapport, si cela est nécessaire. Dans le cas où la publication de l'article est acceptée avec révisions, l'auteur dispose alors d'un délai raisonnable pour remettre la version définitive de son texte au secrétariat de la revue

Structure générale de l'article :

Le projet d'article doit être envoyé sous la forme d'un document Word, police Times New Roman, taille 12 et interligne 1,5 pour le corps de texte (sauf les notes de bas de page qui ont la taille 10 et les citations en retrait de 2 cm à gauche et à droite qui sont présentées en taille 11 avec interligne 1 ou simple). Le texte doit être justifié et ne doit pas excéder 18 pages. Le manuscrit doit comporter une introduction, un développement articulé, une conclusion et une bibliographie.

Présentation de l'article :

- Le titre de l'article (15 mots maximum) doit être clair et concis. De taille 14 pts gras, il doit être centré.
- Juste après le titre, l'auteur doit mentionner son identité (Prénom et NOM en gras et en taille 12), ses adresses (institution, e-mail, pays et téléphones en italique et en taille 11)
- Le résumé (200 mots au maximum) présenté en taille 10 pts ne doit pas être une reproduction de la conclusion du manuscrit. Il est donné à la fois en français et en anglais (abstract). Les mots-clés (05 au maximum, taille 10pts) sont donnés en français et en anglais (key words)
- Le texte doit être subdivisé selon le système décimal et ne doit pas dépasser 3 niveaux exemples : (1. - 1.1. - 1.2. ; 2. - 2.1. - 2.2. - 2.3. - 3. - 3.1. - 3.2. etc.)
- Les références des citations sont intégrées au texte comme suit : (L'initial du prénom suivi d'un point, nom de l'auteur avec l'initiale en majuscule, année de publication suivie de deux points, page à laquelle l'information a été prise). Ex : (A. Kouadio, 2000 : 15).
- La pagination en chiffre arabe apparaît en haut de page et centrée.
- Les citations courtes de 3 lignes au plus sont mises en guillemet français («... »), mais sans italique.

N.B. : Les caractères majuscules doivent être accentués. Exemple : État, À partir de ...

Références bibliographiques

Ne sont utilisées dans la bibliographie que les références des documents cités. Les références bibliographiques sont présentées par ordre alphabétique des noms d'auteur. Les divers éléments d'une référence bibliographique sont présentés comme suit : NOM et Prénom (s) de l'auteur, Année de publication, zone titre, lieu de publication, zone éditeur, pages (p.) occupées par l'article dans la revue ou l'ouvrage collectif.

Dans la zone titre, le titre d'un article est présenté entre guillemets et celui d'un ouvrage, d'un mémoire ou d'une thèse, d'un rapport, d'une presse écrite est présenté en italique. Dans la zone éditeur, on indique la maison d'édition (pour un ouvrage), le Nom et le numéro/volume de la revue (pour un article). Au cas où un ouvrage est une traduction et/ou une réédition, il faut préciser après le titre le nom du traducteur et/ou l'édition (ex : 2^{nde} éd.).

Les références des sources d'archives, des sources orales et les notes explicatives sont numérotées en série continue et présentées en bas de page.

- Pour les sources orales, réaliser un tableau dont les colonnes comportent un numéro d'ordre, nom et prénoms des informateurs, la date et le lieu de l'entretien, la qualité et la profession des informateurs, son âge ou sa date de naissance et les principaux thèmes abordés au cours des entretiens. Dans ce tableau, les noms des informateurs sont présentés en ordre alphabétique
- Pour les sources d'archives, il faut mentionner en toutes lettres, à la première occurrence, le lieu de conservation des documents suivi de l'abréviation entre parenthèses, la série et l'année. C'est l'abréviation qui est utilisée dans les occurrences suivantes :
Ex. : Abidjan, Archives nationales de Côte d'Ivoire (A.N.C.I), 1EE28, 1899.
- Pour les ouvrages, on note le NOM et le prénom de l'auteur suivis de l'année de publication, du titre de l'ouvrage en italique, du lieu de publication, du nom de la société d'édition et du nombre de page.
Ex : LATTE Egue Jean-Michel, 2018, *L'histoire des Odzokru, peuple du sud de la Côte d'Ivoire, des origines au XIX^e siècle*, Paris, L'Harmattan, 252 p.
- Pour les périodiques, le NOM et le(s) prénom(s) de l'auteur sont suivis de l'année de la publication, du titre de l'article entre guillemets, du nom du périodique en italique, du numéro du volume, du numéro du périodique dans le volume et des pages.
Ex : BAMBA Mamadou, 2022, « Les Dafing dans l'évolution économique et socio-culturelle de Bouaké, 1878-1939 », *NZASSA*, N°8, p.361-372.

NB : Les articles sont la propriété de la revue.

SOMMAIRE

LANGUES, LETTRES ET CIVILISATIONS

Anglais

1. **The Utopias of Toni Morrison's Paradise**
SORO Dolourou..... 1-11
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.1>
2. **Abjection and Desire: A Feminist Reading of Sarah Kane's Phaedra's Love and Eugene O'Neill's Mourning Becomes Electra**
Wandja Fatoumata TUO & Ouana Alassane SEKONGO..... 12-24
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.2>
3. **Émergence du sujet féminin et esthétique de l'oralité dans Their Eyes Were Watching God de Zora Neale Hurston**
Zié Bi Golé Eugène KOFFI & Bi Zoh Elisée GOLE..... 25-37
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.3>
4. **Black Renaissance and Baraka's Legacy**
Yao Katamatou Kouma..... 38-53
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.4>
5. **Influence des facteurs sociodidactiques sur l'enseignement et l'apprentissage de l'anglais : cas du lycée Soundjata Keïta**
Yacouba Boubacar TOURE..... 54-66
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.5>
6. **Remote sensing monitoring and assessment of oil pollution from 2015 to 2020 in the Gulf of Guinea: The case of the two Congos and the Cabinda region (Angola)**
Marius MASSALA MBINDZOUKOU..... 67-81
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.6>

Études hispaniques

7. **El "muro de la vergüenza" en Chambacú, corral de negros de Manuel Zapata Olivella: entre opresión y expresión de la libertad**
Bonzallé Hervé SAKOUM..... 82-94
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.7>

Lettres Modernes

8. **Le fragmentaire : les modalités d'un mécanisme dramaturgique du théâtre d'Aristide Tarnagda**
Kan Mathieu KOUASSI 95-109
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.8>
9. **Poétique de la migration et reconfiguration postcoloniale du roman africain francophone chez Maurice Bandaman**
Kagnon Brahim SANOGO..... 110-124
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.9>

- 10. Migration et développement local dans le roman africain francophone**
Koudougou Frédéric KONTOGOM..... 125-138
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.10>
- 11. Écrire, créer et diffuser le théâtre de commande d'intervention sociale**
ZAGRÉ Issa..... 139-154
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.11>
- 12. Le sacré au risque de la déconstruction ou le discours de la
« désédéification » dans galerie infernale de Jean-Marie Adiaffi**
Zana Karim SORO..... 155-168
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.12>
- 13. La pratique stylistique à l'œuvre dans « larmes en pleurs »,
extrait de la mère rouge de C. Marshall Kissy**
Aby Emmanuel AKADJÉ..... 169-182
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.13>
- 14. Quête de l'altérité et dialogue interculturel dans l'attentat
de Yasmina Khadra : se réconcilier au-delà des extrêmes
et des frontières identitaires ?**
Mamadou KONATE..... 183-196
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.14>

COMMUNICATION, SCIENCE DU LANGAGE, ARTS ET ARCHITECTURE

Sciences du langage et de la communication

- 15. Essai de sémantique des mots onomatopéiques et idéophoniques**
Koffi Joël KOUAKOU & Koffi Yéboua Vincent KOUASSI 197-210
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.15>
- 16. Les difficultés des situations de transfert en activités de langage
et lecture à l'école élémentaire**
Oumar DIA..... 211-231
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.16>
- 17. Débats citoyens et vie sociopolitique en Côte d'Ivoire
à l'ère du numérique**
Konan Zagoh Martial YAO & Olive-Martial Kokoi ASSEU 232-248
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.17>

Architecture & urbanisme

- 18. Planifier, aménager et bâtir des « villes en mouvements » au Sahel :
cas de la ville moyenne de Pouytenga au Burkina Faso**
Pougwendé Léandre GUIGMA..... 249-273
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.18>

SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

Histoire

19. **Relire Cheikh Anta Diop : pour une critique historiographique de son assimilation à l'afrocentrisme**
Yves Victor NGONO..... 274-295
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.19>
20. **L'immigration libano-syrienne en AOF : des abords des Rivières du Sud à la constitution d'une diaspora robuste (XIX^e-XX^e siècles)**
Abdou Karim TANDJIGORA..... 296-316
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.20>
21. **L'histoire des Oubi, un peuple de l'ouest ivoirien peu connu, des origines à la période coloniale**
TOURE Tiegbe & GNETO Gbakre Jean-Patrice..... 317-330
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.21>
22. **Les arts plastiques contemporains burkinabè entre défis et survie**
Hyacinthe SANDWIDI, Adama TOURÉ & Patrick KABRÉ..... 331-348
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.22>
23. **Engagement des associations musulmanes dans la promotion du don de sang au Burkina Faso (1997-2025)**
Aboubakar Sidiki SEGDA & Adama KABORE..... 349-365
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.23>
24. **Désarmement, démobilisation et réintégration (DDR) au Mozambique et en Côte d'Ivoire : une approche des mobilités post-conflit**
KOUASSI Tehua Maizan & KOUASSI Noël Zouzou..... 366-384
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.24>
25. **Les « choses-dieux » chez les peuples de l'Est du Cameroun : matérialité du sacré et ontologies religieuses**
Jeannette Sylvie PILO ATTA..... 385-405
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.25>
26. **La musique traditionnelle au Burkina Faso à l'épreuve des dynamiques sociales : cas de la musique des Lyèla de la Province du Sanguié**
Emmanuel BAYALA & Jean Célestin KY..... 406-420
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.26>
27. **La diplomatie culturelle de la Côte d'Ivoire (1959-2021) : genèse, recompositions et enjeux d'un soft power africain**
Amenan Félicité Nadège DJAHA & Bakary TRAORÉ..... 421-440
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.27>
28. **L'impact de la présence de l'école occidentale sur les institutions de formation traditionnelles chez les Djimini, 1903-1960**
Drissa COULIBALY..... 441-453
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.28>

- 29. Les confréries religieuses au Sénégal : un facteur de solidarité et de cohésion sociale**
 Sadibou SEYDI..... 454-467
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.29>
- 30. L'État dans la gestion du hadj et du pèlerinage chrétien en Côte d'Ivoire**
 Fatoumata BAMBA & Kiyali KONE..... 468-481
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.30>

Géographie

- 31. De l'eau impure à l'eau potable à Legaïn/Lallé dans la région du Mayo-Kebbi-Est au sud-ouest du Tchad**
 BAYANG Sirbéle..... 482-495
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.31>
- 32. Analyse de l'engagement des populations dans la gestion des déchets plastiques sur les plages de la ville de Sassandra (Côte d'Ivoire)**
 Youto Elodie Ama DOUBA..... 496-513
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.32>
- 33. Le marketing territorial, nouveau levier du développement territorial du département de Rufisque (Dakar/Sénégal)**
 Moussa TAMBA, Abdourahmane Mbade SÈNE & Oumar SALL 514-530
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.33>
- 34. Évaluation des géopotentialités du département de Vavoua en faveur de la culture de l'anacarde à partir des SIG et l'analyse multicritère (AMC)**
 Kopeh Jean-Louis ASSI..... 531-548
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.34>
- 35. La filière manioc : un levier d'autonomisation des femmes rurales dans la sous-préfecture de Djebonoua**
 N'guessan Pascal KONAN, Watagaman Paul YEO,
 Koffi Landry DIBY & Dhédé Paul Éric KOUAMÉ..... 549-564
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.35>
- 36. Filières d'approvisionnement et stratégies commerciales des produits alimentaires dans les marchés urbains de Ziguinchor (Sénégal)**
 Yaya DIALLO, Djiby SOW, Sécou Omar DIEDHIOU & Oumar SY..... 565-582
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.36>
- 37. Perception des populations sur l'usage des passerelles piétonnes dans la ville de Bamako (Mali)**
 Charles SAMAKE..... 583-598
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.37>
- 38. Récurrence des inondations à Bamako, impacts de l'aménagement de Diafaranako**
 Adama SISSOKO & Moussa Mady KEITA..... 599-614
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.38>

- 39. La province gabonaise de la Nyanga comme espace-frontière :
logiques sociospatiales et mécanismes de la circulation des stupéfiants**
Poliny NDONG BEKA II & Joa-Méline MAGANGA BOUSSOUGOU..... 615-635
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.39>
- 40. Diagnostic de la gestion foncière dans le périurbain de Bouaké
(Centre Côte d'Ivoire)**
Konan Norbert Koffi..... 636-653
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.40>
- 41. Impacts de la qualité de l'eau sur la santé des ménages à Koro, Mali**
Abdoulaye TOGO & Abdou BALLO..... 654-668
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.41>
- 42. Scolarisation au primaire dans la région du Gontougo
au nord-est de la Côte d'Ivoire : déterminants et
perspectives pour une scolarisation durable**
Kouadio Franck Olivier YAO, Tozan ZAH Bi & Ané Landry TANO..... 669-685
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.42>
- 43. Les marchés périphériques dans la connection de l'hinterland
agricole et la métropole Yaoundé**
Fridolin Brice Nicolas ATEKOA MBARGA..... 686-702
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.43>
- 44. Variabilité climatique et environnementale et incidence des infections
paludéennes en milieu urbain sahélien : cas des districts de sante
de Maroua (Extrême-nord, Cameroun)**
Daniel Valérie BASKA TOUSSIA, Maurice NDIKWE DOURWE &
François GONGA..... 702-720
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.44>
- 45. Le programme de « villagisation » dans l'Unité-SOCAPALM d'Eseka,
au Cameroun : Dynamiques des acteurs, pratiques socio-spatiales
et effets induits**
MBOUHNOUM Philippe Alexandre Emmanuel & NDJOGUI Thomas-Eric 721-742
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.45>
- 46. Défis et perspectives de formation des femmes dans les instituts
éducatifs du Département de Botro (Côte d'Ivoire)**
Maxime YAPI..... 743-757
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.46>
- 47. Polarisation urbaine des nuisances environnementales.
Les bruits et les odeurs dans le Grand-Libreville (Gabon)**
Jean-Kevin Aimé TSIBA..... 758-779
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.47>
- 48. Vulnérabilité des quartiers urbains face aux risques d'érosion
à Dikodougou (Côte d'Ivoire)**
SORO Seydou Kadodjomon..... 780-792
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.48>

- 49. The Bororo community: From the Decline of Pastoralism to the Challenges of Socio-economic Reintegration**
Sylvain TCHAGUI & Umaru HASSAN BUBA..... 793-809
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.49>
- 50. Activités artisanales et crise de l'assainissement urbain à Dimbokro (Centre de la Côte d'Ivoire)**
N'guessan Arsène KOUADIO & Akissi Ketsia KOIDJO..... 810-825
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.50>

Philosophie

- 51. La crise identitaire et l'apport de solution cartésienne pour la valorisation du droit humanitaire**
Kouassi Luc N'GOTTA..... 826-842
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.51>
- 52. Gouvernance des ressources naturelles et conflits intercommunautaires au Tchad : cas des conflits agriculteurs-éleveurs dans la sous-préfecture de Bologo/Tandjile-ouest**
OLAME HOUMINA Patrice..... 843-860
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.52>
- 53. Penser l'IA comme science auxiliaire en médecine avec Claude Bernard**
Tiasvi Yao Raoul AGBAVON..... 861-873
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.53>
- 54. La politique de l'équilibre régional au Cameroun : peut-on sortir de la controverse ?**
Gilbert Hippolyte MBENDA TOUM..... 874-892
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.54>
- 55. Parole de l'Être comme authenticité ek-sistentielle du Da-sein**
Yao Wilfried N'GUESSAN..... 893-910
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.55>
- 56. Travail, identité et reconnaissance dans la société de l'automatisation**
Bi Naga Landry BOTTY..... 911-918
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.56>
- 57. Orpaillage artisanal et migrations en Afrique : entre quête existentielle, crise écologique et exigence écosophique**
Méfègbé MÉITÉ..... 919-932
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.57>
- 58. Hobbes et les crises foncières en Afrique : cas de la Côte d'Ivoire**
Kouadio Louis N'GUESSAN..... 933-948
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.58>
- 59. De l'évidence à la pluralité : l'avènement des géométries non-euclidiennes comme rupture épistémologique**
Moctarou BALDÉ..... 949-961
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.59>

- 60. Architecture et urbanisme de l'Égypte pharaonique :
modèles du développement durable pour la Côte d'Ivoire**
Konan Lazard KOUADIO..... 962-977
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.60>
- 61. La liberté de philosopher à l'épreuve de la religion :
l'exemple de Fichte et Forber**
Julien YABRE..... 978-991
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.61>
- Anthropologie et sociologie**
- 62. Conservation of vegetated green spaces in the municipality
of Ouagadougou by 2050**
Roséline KAMBOULÉ, Pounyala Awa OUOBA &
Kpemame DJANKARI..... 992-1005
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.62>
- 63. Analyse du fonctionnement des structures socio-éducatives
en mode décentralisé dans le cercle de Bougouni/Mali**
Youssouf Kolon COULIBALY..... 1006-1020
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.63>
- 64. Usages sociaux des MILDA et bien-être des populations dans les
communautés rurales de côte d'ivoire : cas des populations de Djébonoua**
Kouakou Luc N'GOTTA & Koffi Dermane KOUAKOU..... 1021-1031
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.64>
- 65. « Travail des enfants dans le transport routier à Daloa :
cas des minibus » Centre-ouest Côte d'Ivoire**
Nawan Issouf OUATTARA & Issiaka KONE 1032-1047
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.65>
- 66. Propagation des discours haineux et éducation aux médias :
Responsabilité individuelle face au tribalisme et à
la cohésion sociale au Cameroun**
Paulette Mappi Dzukou..... 1048-1074
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.66>
- 67. L'accès par l'exception : Modélisation du processus de sécurisation
foncière des femmes en milieu rural ivoirien**
Walo Monique GRAH Epouse SARAKA..... 1075-1092
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.67>
- 68. Gouvernance informelle et expérience des usagers
face à l'absentéisme administratif dans le Gbêkê**
Zanga Aboudramane TOURÉ..... 1093-1107
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.68>
- 69. Savoirs endogènes, techniques innovantes et gestion des pathologies
du cacao : cas de Téapleu (ouest de la Côte d'Ivoire)**
Siaky Motihé KAMARA..... 1108-1125
Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.69>

- 70. Assainissement productif et développement rural : analyse sociologique des enjeux économiques et environnementaux à Bouaflé**
 Jeannine Tchely GAUZE & YAPI Ellélé Aimé Marius..... 1126-1138
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.70>
- 71. Réseaux relationnels et recours maternels aux soins des enfants malnutris à Bouna (Côte d'Ivoire)**
 Kouassi Serge KOUADIO & Aka N'zi Jean-Vincent KOUA..... 1139-1151
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.71>
- 72. Violences sexuelles en Centrafrique : disparités sanitaires territoriales et résilience des survivantes**
 Kassanabin Diakaridia Frédéric SILUE & Aka N'zi Jean-Vincent KOUA...1152-1162
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.72>
- 73. Résistances et adaptations en contexte précaire : logiques de l'auto-emploi des jeunes conducteurs de taxis-motos à Bangui**
 Hyacinthe Anicet BEKPA..... 1163-1179
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.73>

Psychologie

- 74. Épisodes suicidaires en milieu universitaire : causes motivationnelles et stratégies de résilience chez un échantillon de huit étudiants de l'Université Félix Houphouët-Boigny**
 Kinanya Donatien TOURE, BA Néné TRAORE,
 KONE née YEO Lokotianwa Sali & Grace Daniella AMAKON..... 1180-1201
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.74>

Criminologie

- 75. Enjeux de pouvoir et Gestion de risques miniers dans la carrière de Kalukuluku, à Lubumbashi**
 MULUNDA TSHIEYA Lucien..... 1202-1217
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.75>

Science de l'éducation

- 76. Manifestations de la pédagogie active dans les pratiques ordinaires des enseignants en classe de géographie**
 Mamadou THIARE & Ismaila MBODJI..... 1218-1236
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.76>
- 77. Jeux sérieux et humanité numérique : Vers une éducation contextualisée en Afrique**
 THIAM Aboubekr, MAIGA Alhoudourou,
 DIOP Alassane & HOTTE Richard..... 1237-1252
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.77>
- 78. Les obstacles de l'introduction des langues nationales dans le système éducatif formel au Tchad »**
 Ali Moussa & Ousmane Hassane Ousmane..... 1253-1270
 Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.78>

79. Approche inclusive et différenciation pédagogique pour les apprenants de l'école primaire burkinabè présentant un bégaiement

Dasmané MOGMENGA, Oumou DIALLO &

Wenkuuni Désiré POUDIOUGO..... 1271-1284

Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.79>

Sciences juridiques et politiques

80. Les dynamiques des migrations climatiques en Afrique

Saad CHAFIK..... 1285-1303

Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.80>

Remote sensing monitoring and assessment of oil pollution from 2015 to 2020 in the Gulf of Guinea: The case of the two Congos and the Cabinda region (Angola)

Marius MASSALA MBINDZOUKOU

*Laboratoire de Géomatique, de Recherche Appliquée et de Conseil,
Département des Sciences Géographiques, Environnementales et Marines,
Université Omar Bongo
Libreville - Gabon,
Email : massalamarius@gmail.com*

Date de soumission : 15-05-2026

Date de publication : 30-06-2026

Doi : <https://dx.doi.org/10.4314/akiri.v4i3.6>

Abstract

Several countries in the Gulf of Guinea have economies based on the extraction of raw materials, particularly oil. This oil extraction is not without consequences for marine and coastal ecosystems. Marine pollution from hydrocarbons is one of the factors affecting marine areas. A better understanding of this environment makes it possible to assess the impact of an oil spill on the environment or to study the effects of chronic pollution linked to shipping lanes, ports, oil platforms, oil pipelines or refineries. It is essential that oil spill detection and monitoring systems respond rapidly to contain these risks. This is why we believe that the use of remote sensing appears to be a promising avenue for detecting oil slicks at sea. The aim of this study is to propose a methodological approach to identify the presence of oil slicks at sea from 2015 to 2020 using radar images from the Sentinel-1 satellite. Our approach enabled us to map all oil slicks and subsequently calculate the areas where the oil and any oil spills had spread. The results clearly show that the Congo region is prone to frequent oil spills.

Keywords: oil slick, pollution, remote sensing, sea, cartography

Suivi et évaluation par télédétection de la pollution pétrolière de 2015 à 2020 dans le golfe de Guinée: le cas des deux Congo et de la région de Cabinda (Angola)

Résumé

Plusieurs pays du golfe de Guinée ont une économie fondée sur l'exploitation des matières premières, en particulier du pétrole. Cette exploitation pétrolière n'est pas sans conséquences pour les écosystèmes marins et côtiers. La pollution maritime par les hydrocarbures est l'un des facteurs qui affectent les zones marines. Une meilleure compréhension de cet environnement permet d'évaluer l'impact d'un déversement de pétrole sur l'environnement ou d'étudier les effets de la pollution chronique liée aux voies de navigation, aux ports, aux plateformes pétrolières, aux oléoducs ou aux raffineries. Il est essentiel que les systèmes de détection et de surveillance des déversements de pétrole réagissent rapidement pour contenir ces risques. C'est pourquoi nous pensons que l'utilisation de la télédétection semble être une piste prometteuse pour la détection des nappes de pétrole en mer. Le présent travail a pour objectif de proposer une approche méthodologique permettant de mettre en évidence la présence de nappes de pétrole en mer de 2015 à 2020 à partir des images radar du satellite Sentinel 1. Notre approche a permis de cartographier toutes les nappes de pétrole et de calculer par la suite les zones où le pétrole et les éventuelles

marées noires se sont répandus. Les résultats montrent clairement que la région du Congo est sujette à de fréquentes marées noires.

Mots-clés : marée noire, pollution, télédétection, mer, cartographie

Introduction

The Gulf of Guinea region in Africa is a indefinite area of contiguous maritime and continental space along the West African coast. In terms of oil geopolitics, some authors limit the Gulf of Guinea to the oil-producing countries along the West African coast, stretching from Côte d'Ivoire to Angola (Kounou, 2009). This zone is characterized by the abundance of natural resources, particularly of oil (Ndoutoume, 2010). The economies of these countries heavily rely on oil exploitation. For example, in 2000, the oil production of the Gulf of Guinea countries accounted for approximately 3.8 billion tons, representing around 5% of global production. The good quality of its crude oil attracts the interest of numerous investors (Amoussou, 2018). The intensification of oil activities in this region leads to an increase in anthropogenic activities, resulting in oil spills. Analysis of some studies in the field shows that between 2002 and 2012, the Republic of Congo had a high probability of hydrocarbon spills, following Nigeria and Cameroon (Amoussou, 2018). Similarly, Ngoma (2015) shows that the Democratic Republic of Congo (DRC) experienced extensive hydrocarbon spills between January and April 2010. In Gabon, specifically at the Cap Lopez terminal (Port-Gentil), an incident in 2022 caused by a leak in a storage tank resulted in an oil spill of approximately 50,000 cubic metres (Malouana Biggie, 2022). To attempt to understand the causes of this phenomenon, we begin with the following question: What methodological approach can be adopted to better assess and map marine pollution in the Gulf of Guinea from 2015 to 2020? To answer this question, we believe that the use of Earth observation tools, in particular SAR imagery, appears to be a promising avenue for identifying and mapping areas heavily affected by oil pollution. With this question, we have two objectives: to monitor and map the extent of all oil slicks between 2015 and 2020, and then to statistically assess the areas affected.

To construct our reasoning, we relied on the approaches detailed by Najoui (2017) and Najoui (2012b) in his literature review. In her work, she explains that the detection of marine oil slicks includes four basic steps: 1) images preprocessing, 2) dark patches segmentation, 3) features extraction and 4) oil slicks classification (Solberg et al., 1999; Brekke and Solberg, 2005; Topouzelis and Konstantinos, 2008). Generally, in literature, image preprocessing (first step) is limited to speckle filtering on standard detected products. Unfortunately, so many heterogeneities remain in the radar images after such classical preprocessing hindering the

“robustness” of the segmentation and the classification methods especially when working on large areas. The work of this paper focuses on image preprocessing and dark patches segmentation. Due to the incidence angle dependencies (SAR images tend to become darker with increasing range), upwind/downwind or crosswind, and swath width effects, brightness variations may occur in the SAR images and hence compromise the processing of SAR images. A variety of segmentation methods have been proposed and are listed below: adaptive thresholding (Solberg et al., 1999), hysteresis thresholding (Kanaa et al., 2003), edge detection using Laplace, Gaussians or Difference of Gaussians (Chang et al., 2008), wavelets (Liu et al., 1997), mathematical morphology (Gasull et al., 2002), neural networks (Garcia-Pineda et al., 2009; Angiuli et al., 2006; Del Frate et al., 2013), etc., etc. Even though a variety of segmentation methods have been applied, the most frequently used are based on a local analysis to overcome the brightness variations in the SAR images. In the study area, scientific work on the detection of oil slicks at sea by remote sensing is virtually non-existent. Previous studies have investigated the pollution problems (Kounou, 2009; Malouana, 2022; Mbaki, 2003) and mapped local oil slicks in the Gulf of Guinea area (Najoui, 2017; Najoui, 2022; Najoui, 2018a; Najoui, 2018; Okafor, 2018). But despite the abundance of research on marine oil pollution, few studies have simultaneously analyzed, over a long period, the dispersion of oil slicks followed by a statistical analysis of the areas they cover at sea over time.

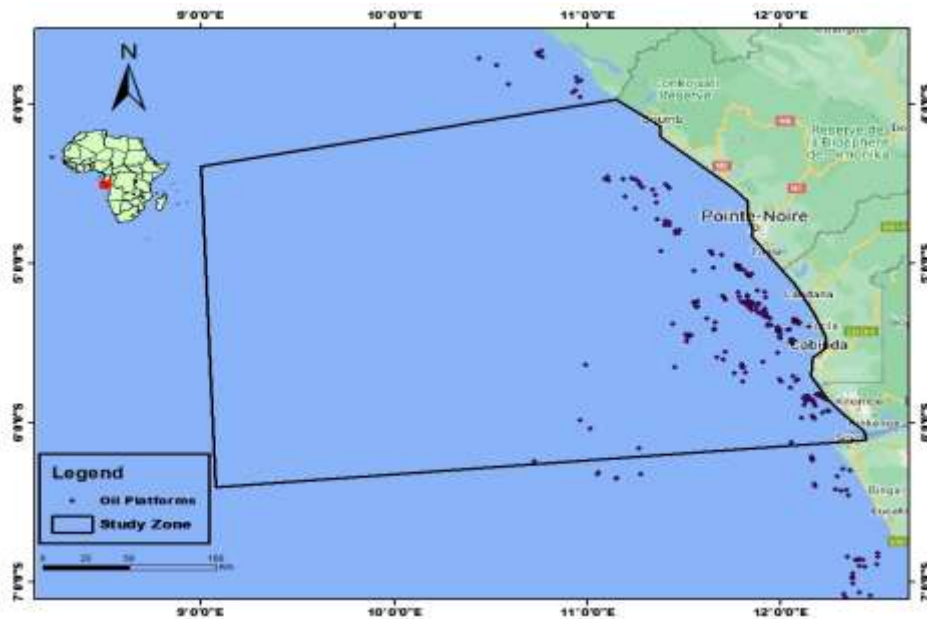
However, to our knowledge, this study conducts a statistical analysis, followed by a proposal for an initial intelligent GIS approach capable of tracking the movement of oil slicks and changes in their state. This work aims to evaluate particularly in the areas of the two Congos and Cabinda (Angola) from 2015 to 2020. Our methodology is based on the pre-processing of radar images to facilitate the semi-automatic detection of oil slicks and then to make the semi-automatic recognition of marine oil slicks more reliable. The main objective is to implement an intelligent GIS for data prediction and analysis. In this article, we will present the materials and methods section, followed by the presentation and discussion of the results in section 3. Finally, we conclude with some perspectives.

1. Study area

The study area of this work is located at the confluence of three countries: The Republic of Congo, the Democratic Republic of Congo (DRC), and the Republic of Angola through its Cabinda region. Regarding the Republic of Congo, it is situated in the center of Africa in the coastal zone. This country spans 162 km of coastline, featuring bays and points such as Pointe

Noire, Indienne, and Kounda. The map (Figure 1) illustrates the selected study area for this work.

Figure 1: Illustrates the selected study area



Source: Massala, 2026

It specifically covers the maritime frontage of both Congos and Cabinda. This region is of particular interest for several reasons, as it is situated at the convergence of three oil-producing countries in a confined space and hosts multiple oil platforms.

2. Data processing methodology

The analysis of radar images for hydrocarbon slick detection has been the subject of several studies. Generally, three approaches emerge: (i) a manual approach conducted by trained human operators who analyze the images to detect hydrocarbon slicks; this approach is not very common. (ii) The semi-automatic approach is based on a computer which detects all black objects in the radar image using various segmentation techniques, after which an experienced human operator classifies these objects as oil slicks or look-alikes. Finally, (iii) the automatic system that uses complex image processing and programming techniques to perform both segmentation and classification. In our case, we have opted for the semi-automatic approach considering the software tools at our disposal.

2.1. Download data

The collection of Sentinel-1 data was carried out on the ASF Data Search platform. This platform is a satellite data archiving platform developed by the University of Alaska's Institute of Geophysics and managed by National Aeronautics and Space Administration (NASA). The

choice of this sensor is explained by the fact that it covers the period 2015 to 2020, which is the subject of our study. This is not the case for Sentinel 1B, which was put into orbit in 2016. Also, on the download platform Sentinel 1B did not have all the data we needed. Downloading the data is free for all users. We proceeded with downloading the data for the period from 2015 to 2020. This data acquisition step allowed us to collect approximately 644 Sentinel-1A sensor data on a day-to-day basis over the 6 years. Table 1 shows the data parameters.

Table 1. shows the data parameters

CHARACTERISTICS	DATA TYPES
Number of data collected	565
Mission	SENTINEL 1 A
Period	2015-2020
Acquisition mode	IW
Product type	GRD
Direction	ASCENDANT
Polarization	VV, VH
Instrument name	C-band synthetic aperture radar
Swath	250 Kilometers
Resolution	5×20 meters

2.2. Data pre-processing

The downloading step was followed by a data pre-processing phase. This phase aimed to enhance the perception of certain details present in each of the images. The software used for these treatments was SNAP. Several reasons guided us in choosing this software: its free accessibility, its ability to perform quick pre-processing, and its reliability in detecting dark spots in radar images. The pre-processing step was preceded by a phase that involved reducing the sizes of the images. Indeed, with a swath of approximately 250 km and a resolution of 5 meters by 20 meters, the size of the images was very high. This situation made the pre-processing phase very challenging. Faced with this difficulty, we created sub-images taking into account the areas of interest. This step facilitated the processing time of the algorithms.

After this step, we moved on to the pre-processing phase. This process is unfolded in the following steps: calibration, ellipsoid correction, land-sea mask application, conversion to decibels, and speckle filter. The complete description of these steps is as follows:

- Calibration: it consists of obtaining values at the level of the images which are representative of the sought target surface.
- The multiview process, on the other hand, helps reduce the speckled effects on the images, which hinder the visualization of all the information present in each image. For this step, we utilized the multiview tool. This tool allows for the combination of multiple images incoherently, as if they correspond to different views of the same scene. The

multiview tool has the effect of improving the image interpretation process and enhancing the execution of the speckle filter.

- The ellipsoid correction was applied to ensure that the representation of the processed image in SNAP is as close as possible to the reality on the ground. The land-sea mask tool was used to mask terrestrial data and represent the entire marine domain of the target area.
- The speckle filter was used to mitigate the overall noise or shimmer present in the raw images. This noise can disturb the perception of objects or the detection of dark spots in the image. This process aims to highlight dark spots and contextual elements by reducing unwanted interferences.
- The conversion to decibels was used to better visualize oil slicks and distinguish them from their look-alikes. We performed a reading of the processed image in decibels. This enhances the contrast of the image and characterizes the intensity across the entire image. Each area of the image corresponds to a specific intensity, which is high or positive in brighter areas and low or negative in darker areas. Through this conversion, one can read in decibel values the echoes recorded by the radar sensor. This recorded echo is representative of the backscattering intensity and the behavior of electromagnetic waves when interacting with the target area.

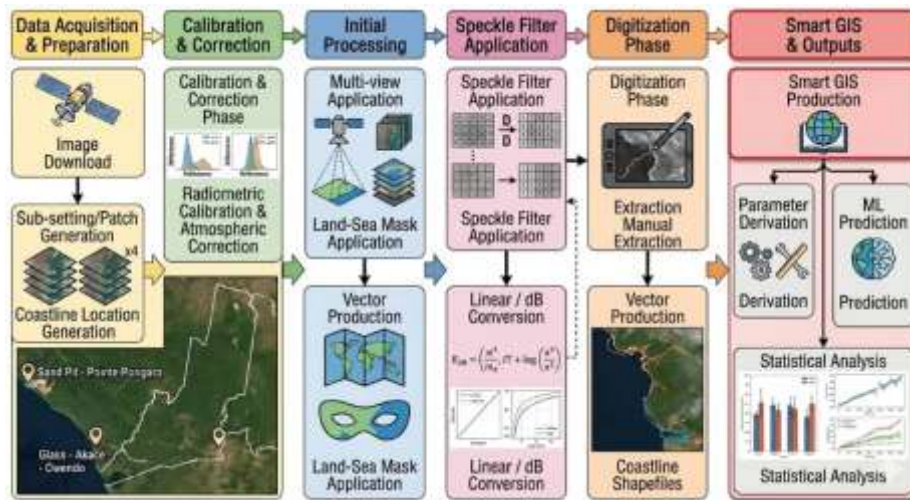
Following the pre-processing in SNAP, we identified areas with a high presence of oil slicks solely of petroleum origin. However, some look-alikes may resemble hydrocarbon slicks with the same spectral signature. Depending on the look-alike types, the backscattering intensity in decibels read on the radar image after conversion varies. Generally, upon observation, only certain look-alikes, such as biological slicks, often exhibited spectral signatures quite similar to those of hydrocarbon slicks. However, we eliminated them since they typically develop in clusters, far from oil platforms. After this work, we proceeded to save the results in GeoTIFF format, which is useful for future processing with QGIS software.

2.3. Data processing

After the pre-processing phase, we exported all the data to the Quantum GIS (QGIS) software for the digitization of detected pollution. In total, we identified and digitized 244 hydrocarbon slicks. This digitization led to the creation of vector data, which were subsequently classified by acquisition date. Next, the calculation of the areas was performed. The attribute data of each vector were then exported to a spreadsheet for the creation of various graphs. The last phase of

these treatments was the production of an annual map of hydrocarbon pollution slicks. Figure 2 below schematically describes all the aforementioned steps.

Figure 2. Adopted methodology



Source: Marius Massala Mbindzoukou

After the presentation of the methodology, we will now detail the results of our treatments.

3. Results achieved

The results we present below are the result of processing several data mainly from 2 zones. the table below summarizes all the data used year after year. The data used in this study are summarized in Table 2 below.

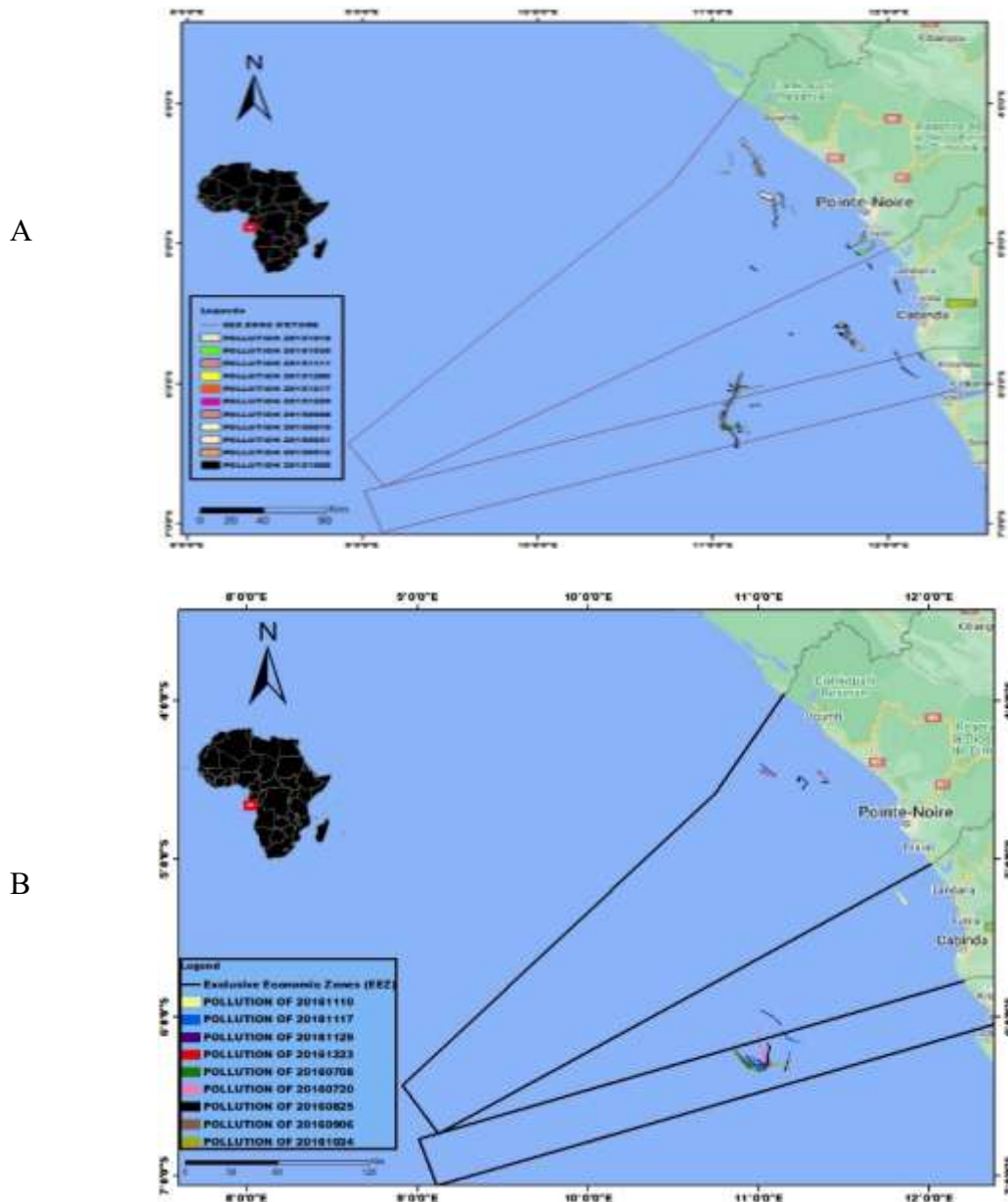
Table 2: Summary of the data used

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Area 1 : Cabinda-DRC	15	19	45	72	57	61	269
Area 2 : République of Congo	13	16	90	56	60	61	296
Total	28	35	135	128	117	122	565

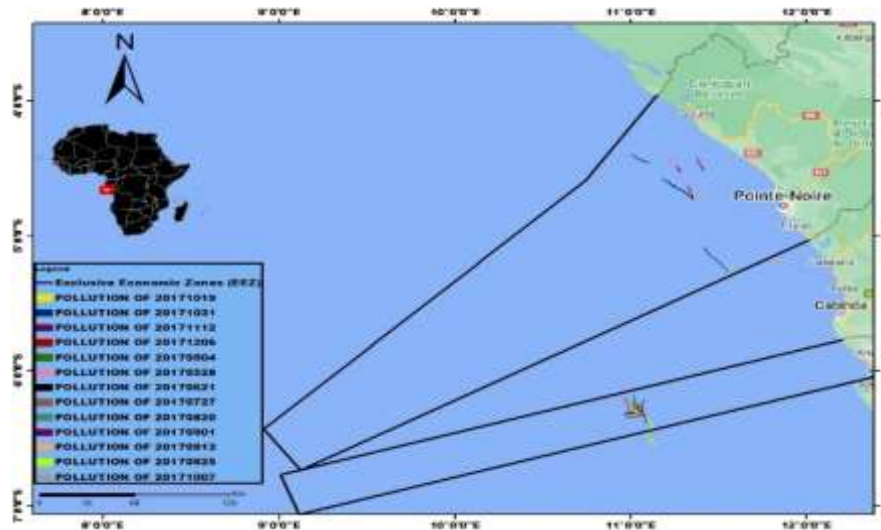
The mapping of oil slicks was carried out step by step over the selected 6 years. The oil slicks were mapped step by step over the six selected years. Each Figure (3 to 8) shows the slicks detected after elimination of look-alikes. To achieve these results, we used Bragg's theory (Najoui Z. 2017) : the wave emitted by a surface with irregularities is equal to half the wavelength of the incident wave. In the case of look-alikes, and depending on the irregularities of the sea surface, the intensity in decibels can vary between -29 and -26 dB. In the case of oil slicks and biological slicks, due to their viscoelastic properties, this intensity can vary between -24 and -22 dB. However, biological slicks develop in agglomerations, which separates them from oil slicks. To remove any doubts about slick detection, we based our analysis on the contextual elements of the image, in particular the oil platforms associated with each slick detected. In addition, in order to rule out similarities in the radar image, we relied on the

differences in the shape, texture, extent, etc. of the oil slicks. The maps below show the spread of oil slicks from 2015 to 2020 (Fig. 3). The maps in Figure 3 below show the different oil slicks from 2015 to 2020. In A, we have the situation in 2015, B in 2016, C in 2017, D in 2018, E in 2019, F in 2020.

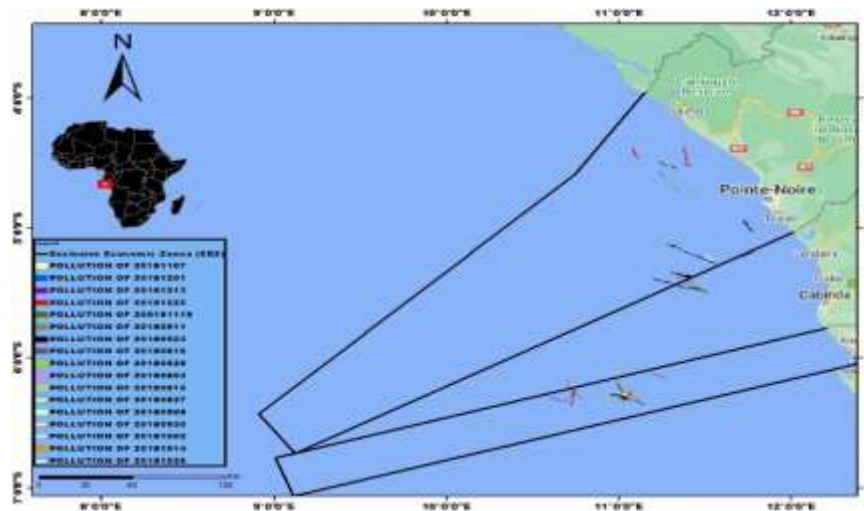
Figure 3. situation in 2015, B in 2016, C in 2017, D in 2018, E in 2019, F in 2020



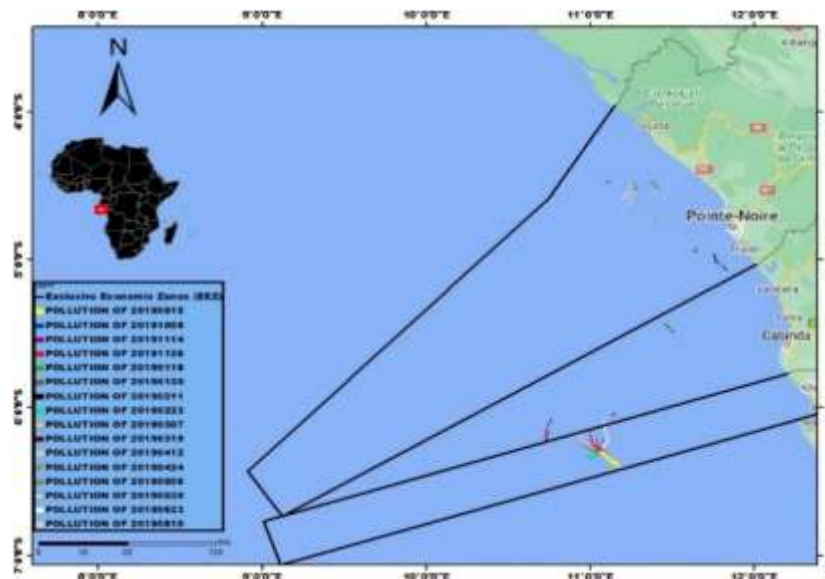
C



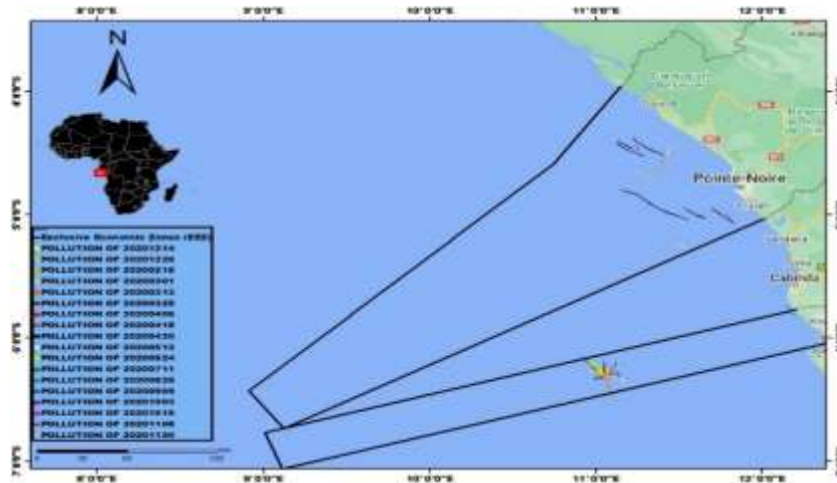
D



E



F



After the mapping work from 2015 to 2020, we have summarized all of these results through the table below. Table 3 gives a breakdown by year of the quantity of slicks detected.

Table 3 gives a breakdown by year of the quantity of slicks detected

Year	Republic of Congo	DRC	Cabinda	Total
2015	23	22	19	64
2016	17	17	2	36
2017	17	12	3	32
2018	13	24	8	45
2019	14	16	4	34
2020	12	24	0	36
Total	96	115	36	xxxx

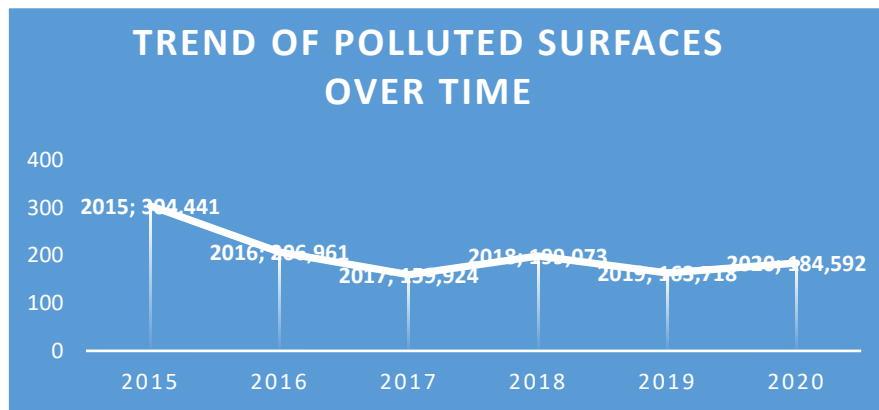
From this identification work, we subsequently calculated the pollution surfaces at the water tables.

Table 4 shows the surface area in km² occupied by groundwater per year.

Year	CR	DRC	Cabinda	Total
2015	132,984	113,47	57,987	304,441
2016	35,032	156,006	15,923	206,961
2017	58,754	93,114	8,056	159,924
2018	50,438	106,464	42,171	199,073
2019	28,82	104,961	2,937	136,718
2020	52,882	131,71	0	184,592
Total	358,91	705,725	127,074	

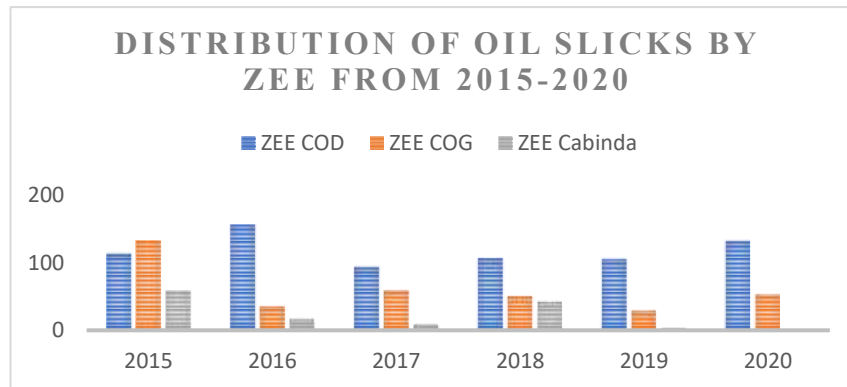
From the above results, we can deduce a regression in pollution due to hydrocarbons from 2015 to 2020. This drop is estimated at around 119.85 km², or a reduction of around 39.37% as mentioned above. Thus between 2016 and 2020 the spreading surfaces of hydrocarbon slicks from oil concessions vary between 150 and 200 km².

Figure 4: Evolution of the surface area polluted by hydrocarbons in the region studied



We also clearly see that the most recurrent and highest pollution areas are observed in the DRC's EEZ. In 2015 we observed around in the EEZ of the Democratic Republic of Congo (ZEE COD) a surface area of spread of hydrocarbon slicks of approximately 110 km² compared to 130 and 50 for the EEZ of the Republic of Congo (ZEE COG) and Cabinda. However, between 2016 and 2020, the pollution areas observed in the DRC are almost greater than 100 km², up to 150 km² in 2016 and in the case of the exclusive economic zones of the Republic of Congo and Cabinda, the pollution areas are almost less than 50 km².

Figure 5: The cumulative surface areas of oil spills by EEZ for each country.



4. Discussion of the results obtained

The results obtained show large areas of spreading of oil slicks which may be due to frequent and uncontrolled spills. During data collection we used 644 pieces of data. Depending on the number of data downloaded per year, the probability of detecting slicks is greater. Thus, the data collected in 2015 and 2016 are not very representative compared to those collected between 2017 and 2020. The observation that emerges is that this trend is decreasing year after year. To reduce errors in detection, we used a stochastic approach which consists of obtaining a large number of samples or data in order to optimize the detection of oil slicks, this approach was carried out in the framework of certain works such as those of (Najoui 2017; Amoussou 2018).

A more detailed analysis shows that the DRC is the most impacted country. The EEZ of the Democratic Republic of Congo has a strong presence of oil slicks. We also observed that the average surface area covered by oil slicks is 117.6 km² in the DRC and 59.81 km² for The Republic of Congo. However, some works, notably those of (Najoui 2022), have shown that the DRC had an average of low pollution areas (around 50 km²) compared to that of the Republic of Congo (250 km²) 2002 and 2012. We noted that the DRC is heavily polluted after 2015. From a general point of view, the results show a decreasing trend of around 8% corresponding to a reduction of around 97.4 km². This percentage is, however, put into perspective by the DRC which is an exception to the rule. Several potential avenues can explain this situation for this country. Firstly, the weakness of legislation in the face of the power of oil lobbies. Secondly, the insufficiency of controls by state authorities and finally thirdly, the obsolescence of production equipment leading to potential accidents.

As we see in our results, the Congo Basin is strongly threatened by groundwater pollution. This threatening situation weighs on the preservation of coastal and marine ecosystems. In this area of preservation, scientific work has shown that when such phenomena occur, the presence time of hydrocarbons as a function of the volume spilled into the marine environment depends on its density (Wegener 2006). This work shows that for a density lower than 0.8 or between 0.8 and 0.85 the presence time could be expressed between 1 hour and 2 hours. These data differ slightly when it comes to light crude oil (density between 0.85 and 0.95) and heavy oil (density above 0.95), the dwell time could be estimated between a week and a year (Wegener 2006). These uncontrolled spills can often appear on coasts in the form of tar or foam, which cause numerous disruptions to coastal ecosystems and a reduction in the resilience of mangrove sites (Wegener 2006). Another consequence linked to this phenomenon is the threat to planktonic species, fish generally in the juvenile stage, marine birds whose soiling of their plumages is the most significant effect of this pollution, marine mammals which during their outings surface are left with damage to nasal tissues due to hydrocarbons (ITPFO 2013).

In order to reduce the risk of error in identifying slicks in the results we have just presented, we relied on the principle that oil spreads very quickly on the surface of the sea. About twelve hours after a spill, the slick can cover an area extending over several square kilometers (PNIU, 2012). To enable us to map oil slicks effectively, we relied on the sensor characteristics of the Sentinel 1 satellite, which is capable of observing an area once every 12 days. By combining the orbital characteristics of Sentinel 1_A and 1_B, this gives us an exact repeat cycle of 6 days at the equator. With this approach, we believe we have considerably reduced the risk of

duplicates in the same area. However, this probability is not zero, since throughout the drift of the slicks, there are changes in the content and shape of the oil slicks.

With regard to the methodology we have adopted, it is important to emphasize that failure to take into account factors such as wind speed, polarization, incident angle, the effect of dielectric properties and the nature of oil slicks has a major influence on the process of detecting hydrocarbon products at sea. This is why we believe that any GIS modelling must take into account the states that a slick can experience.

Conclusion

The detection of oil slicks is a multifaceted phenomenon that depends on several factors. This study, which is a retrospective analysis, highlights the extent of pollution between 2015 and 2020. Through this study, we demonstrate that the coastlines of the two Congos and Cabinda are exposed to numerous oil spills. The results show areas of up to 300 km²; from these results, it is clear that the study area is subject to significant marine pollution. It is evident that biodiversity is severely impacted. Looking ahead, we intend to incorporate not only an automated approach to oil slick detection but also several models for deriving objects from a number of marine indicators. We believe that such an approach would reduce the risk of redundancy in the process of identifying oil slicks during scanning phases.

Bibliography

AMOUSSOU Nellya Lydie, 2019, *Data capitalisation and oil slick detection in the Gulf of Guinea from Envisat radar images 2002-2012*, Master's in Space Science, Environment and Ecology, Université Paris-Est Marne-La-Vallée, 2019.

ANGIULI Emanuele, FRATE Fabio Del, SALVATORI Luca, 2006, « Neural networks for oil spill detection using ERS and ENVISAT imagery », *Proceedings of SeaSAR*, 2006, 23-26 January 2006, Frascati, Italy, p.1-6.

BREKKE Camilla, SOLBERG Anne, 2005, « Oil Spill Detection by Satellite Remote Sensing », *Remote Sensing of Environment*, N° 95, p.1-13.

CHANG Lina and al., 2008, *A region-based GLRT detection of oil spills in SAR Images*

DEL FRATE Fabio, LATINI Daniele, PRATOLA Chiara and PALAZZO Francesco, 2013, « PCNN for automatic segmentation and information extraction from X-band SAR imagery », *International Journal of Image and Data Fusion*, N°4, Vol 1, p.75-88.

GARCIA-PINEDA Oscar, 2009, *Spatial and temporal analysis of oil slicks in the Gulf of Mexico based on remote sensing*, Texas A&M University.

GASULL Armengol and al., 2002, « Oil spills detection in SAR images using mathematical morphology », *In 11th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2002)*, p.25-28, Toulouse, France.

HOUNDEGNONTO Odillon J, 2022, « Analysis of thermohaline variations in the intraseasonal scales of the freshwater beds of the Goffe de Guinée », *HAL Open Science*, p.13-185.

ITPFO, 2013, « Technical Information Guide, The Effect of Oil Pollution on the Environment. Canterbury: Impact PR and Design Limited »

KANAA Thomas F. N and al., 2003, « Detection of oil slick signatures in SAR images by fusion of hysteresis thresholding responses », *IGARSS IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Proceedings (IEEE Cat. No.03CH37477)*, Toulouse, France, p.2750-2-752

KOUNOU Michel, 2009, *Oil and Poverty South of the Sahara: Analysis of the Foundations of the Political Economy of Oil in the Gulf of Guinea*, Yaoundé, Clé, p. 21

LIU Antony K. and al., 1997, « Wavelet analysis of satellite images for coastal watch », *IEEE Journal on Ocean Engineering*, N°22, vol.11, p. 9-17.

MALOUANA Biggie, 2022, « Serious oil spill at the Cap Lopez terminal. Port-Gentil », *Gabonese news newspaper*, <https://www.gabonreview.com/>

NAJOUI Zhour, AMOUSSOU Nellya, RIAZANOFF Serge, Aurel GUILLAUME, and FRAPPART Frédéric, 2022, « Oil slicks in the Gulf of Guinea – 10 years of Envisat Advanced Synthetic Aperture Radar observations », *Earth Syst. Sci. Data*, N°14 p.4569-4588, <https://doi.org/10.5194/essd-14-4569-2022>, 2022.

NAJOUI Zhour. 2017, *Optimal pre-processing of radar images and modelling of oil slick drift to aid photo-interpretation in oil exploration and environmental monitoring*, Doctoral thesis, Paris East University, p.125.

NAJOUI Zhour, RIAZANOFF Serge, DEFFONTAINES Benoit, XAVIER Jean-Paul, 2018, « Estimated location of the seafloor sources of marine natural oil seeps from sea surface outbreaks: A new “source path procedure” applied to the northern Gulf of Mexico », *Mar. Petrol. Geol.*, N°91, p.190-201, <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2017.12.035>



NGOMA KHUABI Camille, 2015, « Corporate social responsibility and repair of ecological damage due to oil pollution in the coastal city of Moanda in the Democratic Republic of Congo », *KAS African Law Study Library*, p. 9-41.

OKAFOR-YARWOOD Ifesinachi, 2018, « The effects of oil pollution on the marine environment in the Gulf of Guinea–the Bonga Oil Field example », *Transnatl. Leg. Theory*, N°9, p. 254-271, <https://doi.org/10.1080/20414005.2018.1562287>, 2018.

PNIU, 2012, *Behaviour and Fate of Hydrocarbons*, Tunisia

TOPOUZELIS Konstantinos N., 2008, « Oil spill detection by SAR Images: Dark formation detection, feature extraction and classification algorithms », *Sensors*, N°8, vol 10

SOLBERG Anne Schistad and al., 1999, « Automatic detection of oil spills in ERS SAR images », *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, N°37, vol 4, p.1916-24, <https://doi.org/10.1109/36.774704>

WEGENER Angela, 2006, *Marine pollution*, case study