

AUTOMATED SHORELINE DETECTION OF REUNION ISLAND USING A SENTINEL-2 TIME SERIES

presented by

JONATHAN RAYAN ROWER

Dated June 12, 2025

Supervised by: Prof. Gwenaëlle PENNOBER

Stagiairothon MTD 2025



Hello,

Thank you for scanning this QR code and for your interest in my work.

Here you will find the sources and related documents.

If you wish to contribute or gain access to additional content, please feel free to click on the provided links and submit your access request. I will get back to you promptly to grant permission.

If you would like to get in touch with me, please click on “mail” and/or “LinkedIn” to obtain my contact details.

Your support is greatly appreciated. Thank you again for your trust.

1 Contribution to the report

I warmly invite you to contribute to the improvement of my internship report by sharing your corrections, suggestions, remarks, or self-critiques. Your expertise and feedback are invaluable to enhance the quality of this work.

The report is available online in French as a Google Doc accessible here. Please feel free to leave your comments !

2 Explanation

If you wish to understand in detail the steps I followed to validate the extracted shoreline positions, the complete script is available online via Google Colab. This script plays a crucial role in ensuring the accuracy and reliability of the precise location of each shoreline. Feel free to consult it here to gain a deeper understanding of the methodology employed and the validation processes performed.

The SAET script has been recently updated and is accessible here for an in-depth exploration of the mathematical methods used to convert a set of pixels into a smooth vector accurately representing the shoreline. This approach ensures a rigorous and reliable extraction of the exact shoreline position.

3 Références

- Aggarwal, K. K. (2005). *Software engineering*. New Age International. Google Scholar
- Aguillon, C. (2021). *Analyse géomorphologique des falaises littorales volcaniques de La Réunion*. Université de La Réunion, Laboratoire de Géosciences de La Réunion - UMR LGSR.
- Battistini, R., Bourrouilh, F., Chebalier, J.-P., Coudray, J., De-Nizot, M., Faure, G., Fisher, J.-C., Guilcher, A., Harmelin-Vivien, M., Jaubert, J., Laborel, J., Montaggioni, L., Masse, J.-P., Maugé, L.-A., Peyrot, C., Laussade, M., Pichon, M., Plante, R., Plaziat, J.-C., Plessis, Y.-B., Richard, G., Salvat, B., Thomassin, B.-A., Vasseur, P., & Weydert, P. (1975). *Éléments de terminologie récifale indopacifique*. *Téthys*, 7, 1–111. Google Scholar
- Bastone de Carvalho, A., de Souza Moreira, B., Vieira, R. A., Kirkwood, R. N., Dias, J. M. D., & Dias, R. C. (2014). Validation of the human activity profile questionnaire as a measure of physical activity levels in older community-dwelling women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 22(3), 348–356. Google Scholar
- Blangy, A., De La Torre, Y., & Vaslet, E., avec la collaboration de Mallet, C. et Dewez, T. (2009). *Morphodynamique des littoraux de La Réunion. Phase 3 : Suivi et gestion de l'érosion côtière sur 12 sites identifiés comme sensibles*. BRGM/RP-57431-FR, 105 p., 67 ill. Lien vers le rapport BRGM
- Belon, R. (2020). *Problématique d'érosion côtière sur la plage de l'Etang-Salé au niveau de la Pointe des Sables. Rapport d'expertise*. Rapport BRGM/RP-69862-FR, 32 p., 21 ill. Lien
- Belon, R., Gayer, C., & Moutoussamy, L. (2021). *OBSCOT 2019-2020 – Observation et gestion de l'érosion côtière à La Réunion. Rapport final*. BRGM/RP-70759-FR, 196 p., 175 ill., 1 annexe (53 p.). Lien
- Belon, R., & Saloméro, J. (2017). *Plan de prévention des risques littoraux de Saint-Benoît - Analyse des demandes de précisions de l'enquête publique. Rapport final*. BRGM/RP-67224-FR, 60 p., 8 fig., 1 tabl., 4 ann. Lien
- Boak, E. H., & Turner, I. L. (2005). Shoreline definition and detection : A review. *Journal of Coastal Research*, 21(4), 688–703. Lien
- Bousquet, O. et al. (2021). Impact of Tropical Cyclones on Inhabited Areas of the SWIO Basin at Present and Future Horizons. Part 1 : Overview and Observing Component of the Research Project RENOVISK-CYCLONE. *Atmosphere*, 12(5), 544. Lien
- Cabezas-Rabadán, C., Pardo-Pascual, J. E., & Palomar-Vázquez, J. (2021). Characterizing the relationship between the sediment grain size and the shoreline variability defined from Sentinel-2 derived shorelines. *Remote Sensing*, 13(14), 2829. Lien

Cazenave, A., Dieng, H. B., Meyssignac, B., Von Schuckmann, K., Decharme, B., & Berthier, E. (2014). The rate of sea-level rise. *Nature Climate Change*, 4(5), 358–361. Google Scholar

Cordier, E. (2007). Dynamique hydrosédimentaire du récif frangeant de l'Hermitage / La Saline (La Réunion) : processus physiques et flux sédimentaires. Google Scholar

Chanteauminois, E., Belon, R., Le Moigne, B., Salomero, J., coll. Thirard, G. (2017). OBSCOT 2014. Observation et gestion de l'érosion côtière à La Réunion. Rapport final. BRGM/RP-66592-FR, 7 p., 3 annexes. Lien vers le rapport BRGM

Chanteauminois, E., Belon, R., Le Moigne, B., Salomero, J., coll. Thirard, G., Troadec, R., Mahabot, M. (2016). IMOCO - Évaluation de l'impact morphodynamique des ouvrages côtiers de La Réunion. Rapport final. BRGM/RP-65261-FR, 122 p., 26 fig., 5 tabl., 4 ann. Lien vers le rapport BRGM

Cerema. (2020). Dynamiques et évolution du littoral : Atlas 17 – Synthèse des connaissances de La Réunion (Collection Connaissances). ISBN 978-2-37180-367-1. Lien

Church, J. A., White, N. J., Konikow, L. F., Domingues, C. M., Cogley, J. G., Rignot, E., ... & Velicogna, I. (2011). Revisiting the Earth's sea-level and energy budgets from 1961 to 2008. *Geophysical Research Letters*, 38(18). Google Scholar

De La Torre, Y. (2004). Synthèse morphodynamique des littoraux de La Réunion, état des lieux et tendances d'évolution à l'échelle de l'île. BRGM/RP-53307-FR. Lien vers le rapport BRGM

De La Torre, Y. (2010, décembre). Réseaux d'observation et aide à la gestion du trait de côte en outre-mer : La Réunion et Mayotte. Journées Scientifiques et Techniques - Brest 2010, Brest, France. Lien

De La Torre, Y., Bastone, V., Bodéré, G., Despres, A. (2012). Morphodynamique des littoraux de La Réunion - phase 4. Rapport final. BRGM/RP-60714-FR, 103 p. Lien vers le rapport BRGM

Duvat, V., Salmon, C., & Magnan, A. (2016). Trajectoires de vulnérabilité des littoraux de l'île de la Réunion aux risques liés à la mer (1950-actuel) (Rapport). Lien

Feyisa, G. L., Meilby, H., Fensholt, R., & Proud, S. R. (2014). Automated Water Extraction Index : A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 140, 23–35. Lien

Gao, B.-C. (1996). NDWI-A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257–266. Lien

Jauze, J. M., & Saffache, P. (2007). Approche des littoraux réunionnais et martiniquais. Google Scholar

Juigner, M., Robin, M., Audère, M., Fattal, P., Hervy, B., Kerguillec, R., Suzanne, J.-B., Costa, S., Lopin, M., Maquaire, O. et al. (2021). Un nouvel indicateur de prédisposition au risque d'érosion côtière, application en Manche et en Vendée (France). Lien Texte intégral

Le Berre, I., David, L., & Louze, J. (2012). Atlas de sensibilité du littoral aux pollutions marines, dispositif opérationnel ORSEC départemental de La Réunion. Annexe technique du dispositif spécifique Polmar-Terre (Doctoral dissertation, LETG-Brest Géomer/DEAL de La Réunion/IFREMER).

Machabée, J. (2024). Caractérisation de l'hydro-morphodynamique de la zone intertidale du récif frangeant de l'Hermitage par caméra vidéo (La Réunion). Géographie, Université de la Réunion. <NNT : 2024LARE0015>. Google Scholar

Mahabot, M.-M. (2016). Suivi morphodynamique des plages récifales de La Réunion en contexte d'observatoire [PhD Thesis, Université de la Réunion]. Lien

Mahabot, M. M., Jaud, M., Pennober, G., Le Dantec, N., Troadec, R., Suanez, S., & Delacourt, C. (2017). The basics for a permanent observatory of shoreline evolution in tropical environments ; lessons from back-reef beaches in La Reunion Island. *Comptes Rendus Geoscience*, 349(6-7), 330-340. Google Scholar

Mahabot, M. M., Pennober, G., Suanez, S., Troadec, R., & Delacourt, C. (2017). Effect of tropical cyclones on short-term evolution of carbonate sandy beaches on Reunion Island, Indian Ocean. *Journal of Coastal Research*, 33(4), 839-853. Google Scholar

Mallet, C., Garnier, C., & Marçot, N. (2013). Gestion de l'érosion des côtes à falaises rocheuses. (17), 18–25. Lien

Masselink, G., & Lazarus, E. D. (2019). Defining coastal resilience. *Water*, 11(12), 2587. Google Scholar

Nehlig, P., & Bucelle, M. (2005). Connaissance géologique de la Réunion. Livret de l'enseignant. BRGM. Lien

Nerem, R. S., Chambers, D. P., Choe, C., & Mitchum, G. T. (2010). Estimating mean sea level change from the TOPEX and Jason altimeter missions. *Marine Geodesy*, 33(S1), 435-446. Google Scholar

ONERC. (2012). Les outre-mer face au défi du changement climatique. La Documentation française.

Palamisamy, H. (2015). Entretien réalisé le 27/02/2015 au LEGOS (dans Soares, J., Ribelles, S., & Bah, D. (2015). La montée des eaux au cours du XXe et XXIe siècles). Google Scholar

Palomar-Vázquez, J., et al. (2023). Shoreline Analysis and Extraction Tool (SAET) : A New Tool for the Automatic Extraction of Satellite-Derived Shorelines with Subpixel Accuracy. *Remote Sensing*, 15(12), 3198. Lien

Pardo-Pascual, J. E., Sánchez-García, E., Almonacid-Caballer, J., Palomar-Vázquez, J. M., Priego De Los Santos, E., Fernández-Sarría, A., & Balaguer-Beser, Á. (2018). Assessing the accuracy of automatically extracted shorelines on microtidal beaches from Landsat 7, Landsat 8 and Sentinel-2 imagery. *Remote Sensing*, 10(2), 326. Lien

Pardo-Pascual, J. E., Almonacid-Caballer, J., & Cabezas-Rabadan, C. (2024). Assessment of satellite-derived shorelines automatically extracted from Sentinel-2 imagery using SAET. *Coastal Engineering*, 188, 104426. Lien

Pedreros, R., Lecacheux, S., Le Cozannet, G., Blangy, A., & De la Torre, Y. (2009). « HOULREU » Quantification de la houle centennale de référence sur les façades littorales de La Réunion. BRGM/RP-57829-FR, 119 p., 93 fig., 14 tab. Lien vers le rapport BRGM

Pennober, G., Arly Chery, L., Machabée, J., Benoit, Y., Rouet, P., & Payen, G. (2024). Quatrième phase de mise en œuvre d'un système d'observation des plages récifales de La Réunion intégré au SNO Dynalit : Rapport final, convention DEAL OSU/Réunion. OSU-Réunion, UMR Espace-Dev. 45 p. Lien direct vers le rapport

Pennober, G., Jouvenot, F., Cordier, E., Machabée, J., Benoit, Y., Stamenoff, P., & Rouet, P. (2021). Troisième Phase de mise en œuvre d'un système d'observation des plages récifales de La Réunion intégré au SNO Dynalit : rapport Final, convention DEAL OSU/Réunion. OSU/Réunion, Espace-Dev, 34 p. Lien direct vers le rapport

Pressman, R. S. (2005). *Software engineering : a practitioner's approach*. Palgrave Macmillan. Google Scholar

Ramalho, R. S., Quartau, R., Trenhaile, A. S., Mitchell, N. C., Woodroffe, C. D., & Ávila, S. P. (2013). Coastal evolution on volcanic oceanic islands : A complex interplay between volcanism, erosion, sedimentation, sea-level change and biogenic production. *Earth-Science Reviews*, 127, 140-170. Google Scholar

Rocle, N. (2017). L'adaptation des littoraux au changement climatique : une gouvernance performative par expérimentations et stratégies d'action publique (Thèse de doctorat, Université de Bordeaux). Lien

Salvany, T. (2009). Évolution morphostructurale de volcans boucliers intraplaques océaniques : Exemple des volcans de l'île de la Réunion (Océan Indien) (Doctoral dissertation, Paris 11). Lien vers la thèse sur Thèses.fr

Wenzel, M., & Schröter, J. (2014). Global and regional sea level change during the 20th century. *Journal of Geophysical Research : Oceans*, 119(11), 7493-7508. Google Scholar

Wöppelmann, G., Letetrel, C., Santamaría, A., Bouin, M. N., Collilieux, X., Altamimi, Z., ... & Miguez, B. M. (2009). Rates of sea-level change over the past century in a geocentric reference frame. *Geophysical Research Letters*, 36(12). Google Scholar

Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025–3033. Lien

Zhu, Z., & Woodcock, C. E. (2012). Object-based cloud and cloud shadow detection in Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 118, 83–94. Google Scholar