

# 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 Explication**

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