

Analyse Spatiale Des Formations Et Des Dissipations Des Tourbillons Océaniques Au Sud Et Sud-Est De Madagascar.

[Spatial Analysis Of The Formation And Dissipation Of Oceanic Eddies In The South And Southeast Of Madagascar]

NIRIKO Henri¹, LALAOHARISOA Sahoby², RATSIMAVO Jacques Chrysologue³,
RAZAFINDRALAMBO Hasina⁴, RATIARISON Adolphe⁵

^{1,3} Université de Tuléar, Laboratoire de la Dynamique de l'Atmosphère, du Climat et des Océans (DyACO), B.P. 185, Antananarivo, Madagascar,

^{2,4} Université d'Antananarivo, Laboratoire de la Dynamique de l'Atmosphère, du Climat et des Océans (DyACO), B.P. 906, Antananarivo, Madagascar,

¹ nirikohenri@gmail.com , ² sahoby85@gmail.com , ³ rat.chryso@gmail.com , ⁴ hasinatahiananirina@gmail.com , ⁵ adolphe.ratiarison@univ-antananarivo.mg

Corresponding Autor : NIRIKO Henri.



Résumé: Cet article présente une analyse des distributions spatiales des tourbillons océaniques dans le Sud et Sud-Est de Madagascar sur une période de vingt-six ans. Grâce à de calculs statistiques, nous avons identifié les zones privilégiées de formation et de dissipation des tourbillons cycloniques et anticycloniques qui coexistent dans cette région. Les distributions longitudinales et latitudinales de ces événements ont été représentées, révélant ainsi les caractéristiques spatiales de ces tourbillons : lieux de formations et dissipations des cyclones et anticyclones. Les résultats obtenus permettent de comprendre la dynamique des tourbillons océaniques dans cette zone.

Mots-clés: Tourbillons océaniques, formation, dissipation, océan indien

Abstract_- This article presents an analysis of the spatial distributions of oceanic eddies in the South and Southeast of Madagascar over a twenty-six-year period. Through statistical calculations, we identified the preferred areas of formation and dissipation of cyclonic and anticyclonic eddies that coexist in this region. The longitudinal and latitudinal distributions of these events were represented, revealing the spatial characteristics of these eddies: locations of formation and dissipation of cyclones and anticyclones. The results obtained allow us to understand the dynamics of oceanic eddies in this area.

Keywords: Oceanic eddies, formation, dissipation, Indian Ocean

I. Introduction

Les tourbillons océaniques, structures circulaires de courants marins, affectent la dynamique océanique et le transport de chaleur, de nutriments, et de matières dans les régions maritimes. Dans la partie Sud et Sud-Est de Madagascar, les tourbillons influencent non seulement les écosystèmes marins, mais aussi les interactions entre l'Océan Indien et les courants des zones tropicales et subtropicales [1].

C'est ainsi que, dans cette étude, notre objectif principal, est d'étudier les distributions spatiales des formations et des dissipations de ce système océanique. Dans la section 2, nous présentons les approches statistiques qui nous ont permis d'analyser les données climatiques ainsi que les matériels qui nous ont aidés à réaliser les calculs numériques complexes. Dans les sections 3, nous présentons les résultats et les discussions sur ce travail.

II. Matériels et Méthodes

Les données utilisées dans ce travail sont des données de tourbillons océaniques, qui se sont formés entre le 01 janvier 1993 jusqu'au 31 décembre 2018, dans la zone située entre 15° et 30° de latitude Sud, ainsi qu'entre 40° et 75° de longitude Est (*Figure 1*), localisée dans la partie Sud et Sud-Est de Madagascar.

Ce sont des données satellites, issues de l'agence européenne « European Centre for Medium range Weather Forecasts (ECMWF) ».

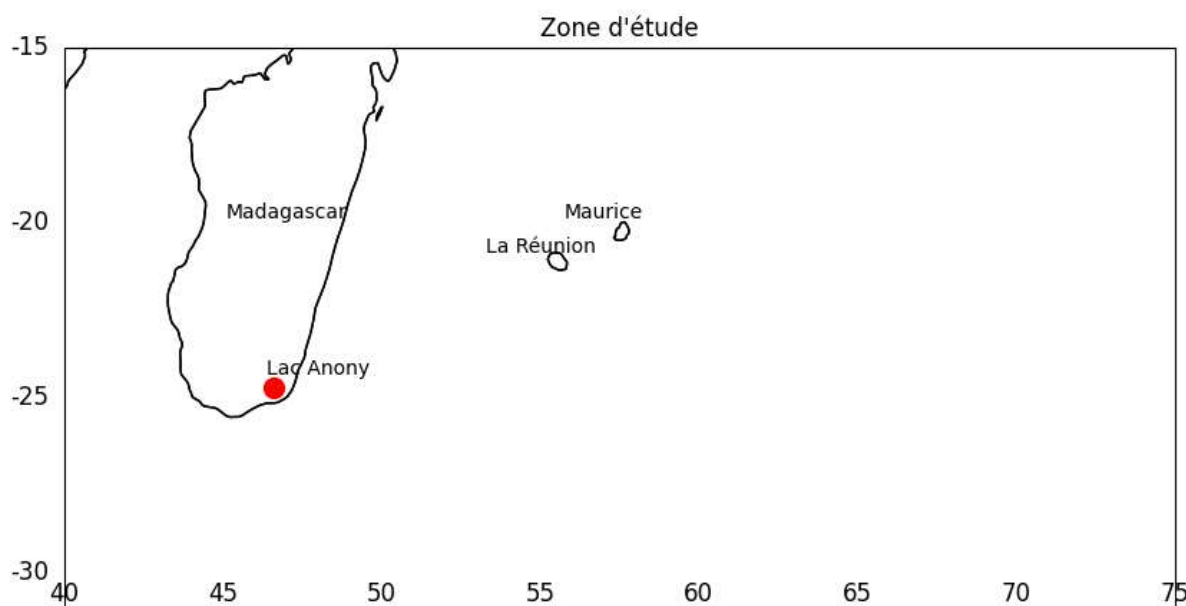


Figure 1 : Zone d'étude

Dans un premier temps, nous identifierons les tourbillons océaniques qui nous intéressent. Il s'agit, d'une part, des tourbillons ayant une durée de vie supérieure à 8 jours, et d'autre part, des tourbillons qui se sont à la fois formés et dissipés dans notre zone d'étude (*Figure 1*).

En utilisant une grille de résolution spatiale d'un degré carré, nous procédons ensuite au comptage des effectifs totaux des tourbillons formés et dissipés dans chaque cellule. Ces données nous ont permis d'obtenir les distributions spatiales de ces événements par longitude et latitude.

Pour les calculs et les représentations cartographiques, nous utilisons les bibliothèques « geopandas » [2] et « cartopy » [3] du langage PYTHON.

III. Résultats

Notre analyse a révélé que 6730 cyclones et 7003 anticyclones se sont formés entre la période du 01 janvier 1993 au 31 décembre 2018, indiquant ainsi une légère supériorité numérique des anticyclones par rapport aux cyclones.

Le tableau 1 représente les statistiques des durées de vies des tourbillons ayant satisfait à nos critères. Nous observons que, les cyclones ont tendance à persister plus longtemps que les anticyclones. En moyenne, la durée de vie des cyclones est de 47,24 jours, tandis que celle des anticyclones est de 43,26 jours. De plus, la durée de vie maximale enregistrée est de 613 jours pour les cyclones et de 509 jours pour les anticyclones.

Tableau 1 : Statistique descriptive des tourbillons océaniques

Statistique	Anticyclones	Cyclones
Effectif total	7 003	6730
Moyenne	41.21 jours	44.00 jours
Ecart-type	43.26 jours	47.24 jours
Minimum	9 jours	9 jours
Q1 (quartile inférieur)	15 jours	15 jours
Q2 (interquartile)	26 jours	27 jours
Q3 (Quartile supérieur)	50 jours	54 jours
Maximum	509 jours	613 jours

3.1 Formation des anticyclones

L'analyse de la figure 2 révèle cinq zones distinctes où les anticyclones se forment de manière préférentielle, comme le tableau 2 le détaille.

Située à l'Ouest de La Réunion, la zone autour de la longitude 55°E et la latitude 21°S est la première zone privilégiée pour la formation des anticyclones, avec un effectif de 74 anticyclones formés en 26 ans.

En outre, l'histogramme de fréquence par longitude révèle une concentration remarquable de formations d'anticyclones autour de la longitude 41°E. Sur une période de 26 ans, ce secteur a connu la formation de 376 anticyclones.

Tableau 2 : Zones privilégiées de formation d'anticyclones

Centre de carrée		
Longitude	Latitude	Fréquence
55	-21	74
59	-16	64
47	-27	60
57	-20	57
60	-16	56

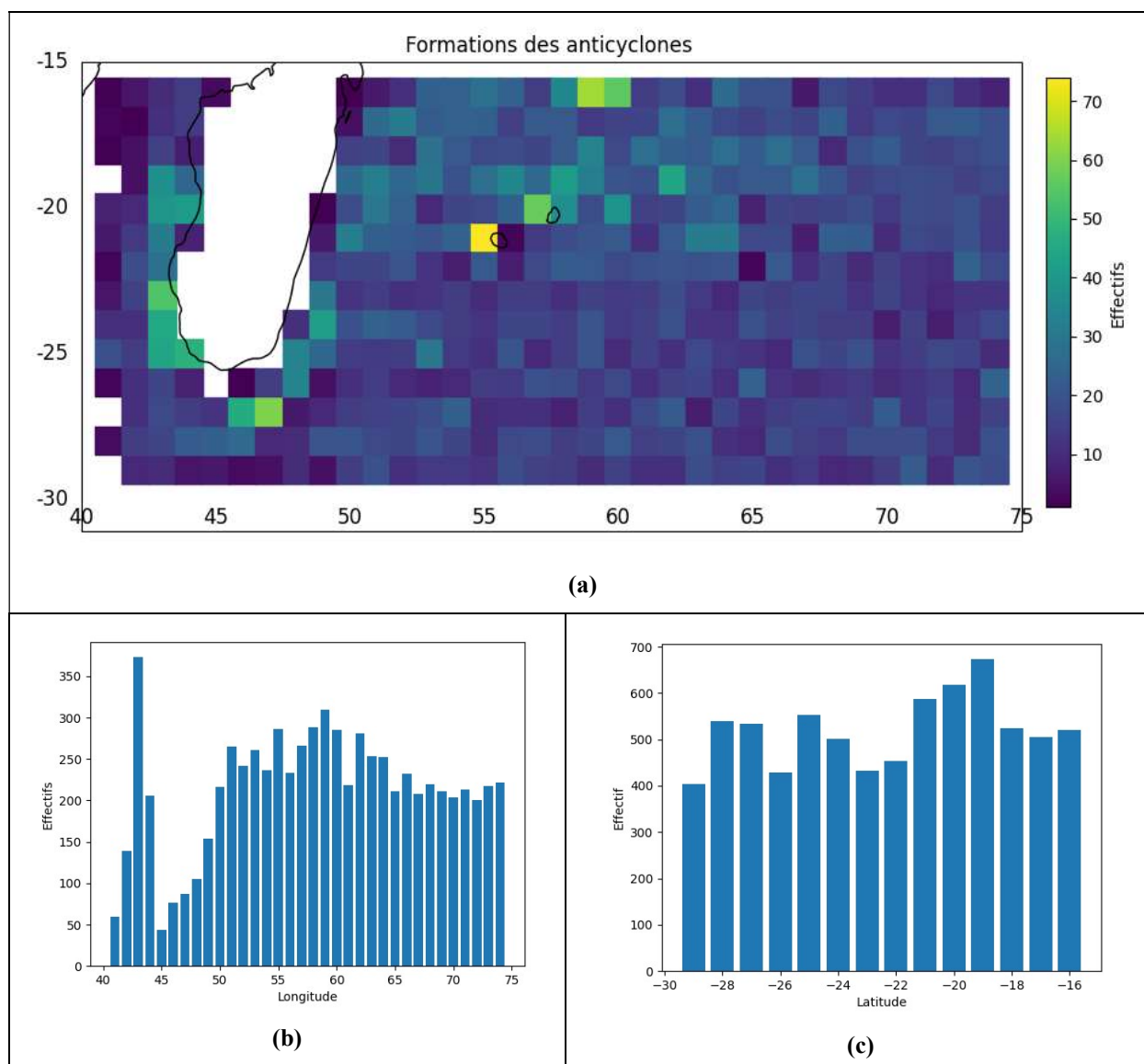


Figure 2 : (a) Distribution spatiale des formations des anticyclones (b) Distribution par longitude des formations des anticyclones (c) Distribution par latitudes des formations des anticyclones

3.2 Dissipation des anticyclones

Bien que les zones de formation des anticyclones soient dispersées, leurs zones de dissipation se concentrent principalement le long de la côte Est de Madagascar. En effet, 8.82 % des anticyclones de la zone d'étude disparaissent dans cette petite région.

D'après la distribution par longitude des dissipations des anticyclones, sur une période de 26 ans, 453 anticyclones se sont dissipés dans la zone centrée autour de 50° de longitude, avec une concentration particulièrement marquée entre 19° et 20° de latitude. Plus précisément, 154 de ces anticyclones ont disparu dans le secteur se trouvant à l'Est de la ville de Vatamandry.

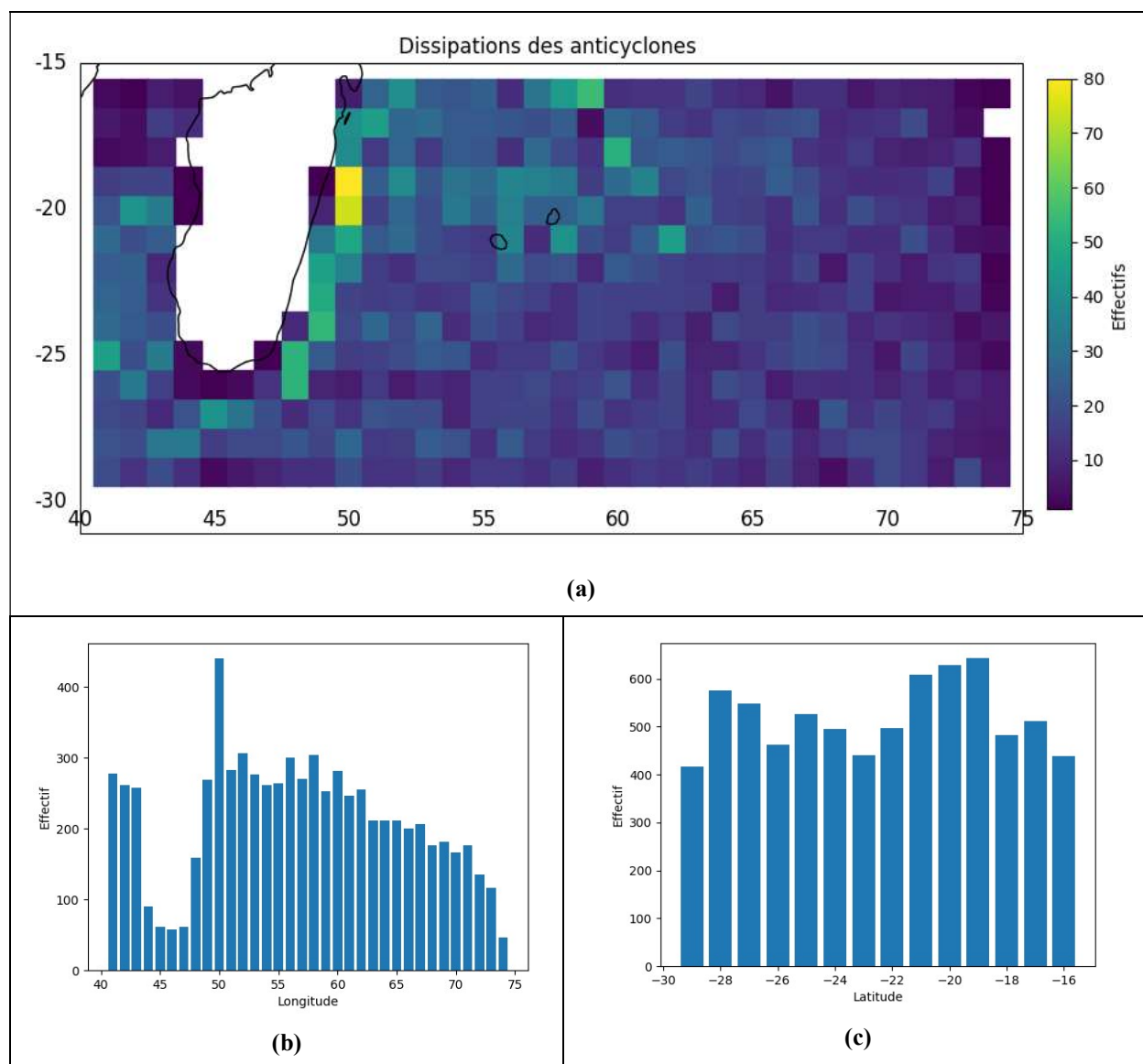


Figure 3 : (a) Distribution spatiale des dissipations des anticyclones (b) Distribution par longitude des dissipations des anticyclones (c) Distribution par latitudes des dissipations des anticyclones

3.3 Formation des cyclones

La figure 4 montre trois zones particulières de formation de cyclone, récapitulées dans le tableau 3.

La première zone de formation privilégiée de cyclones se situe autour de 17°S et 59° et 60°E, avec 141 cyclones recensés en 26 ans. Il est intéressant de noter que cette zone est située juste au Nord de la zone située autour de 16°S et 59° et 60°E (tableau 2), où la formation d'anticyclones est également fréquente (110 en 26 ans).

Tableau 3 : Zones privilégiées de formation de cyclones

Centre de carrée		
Longitude	Latitude	Fréquence
59	-17	97
46	-26	74
55	-21	63
60	-17	44

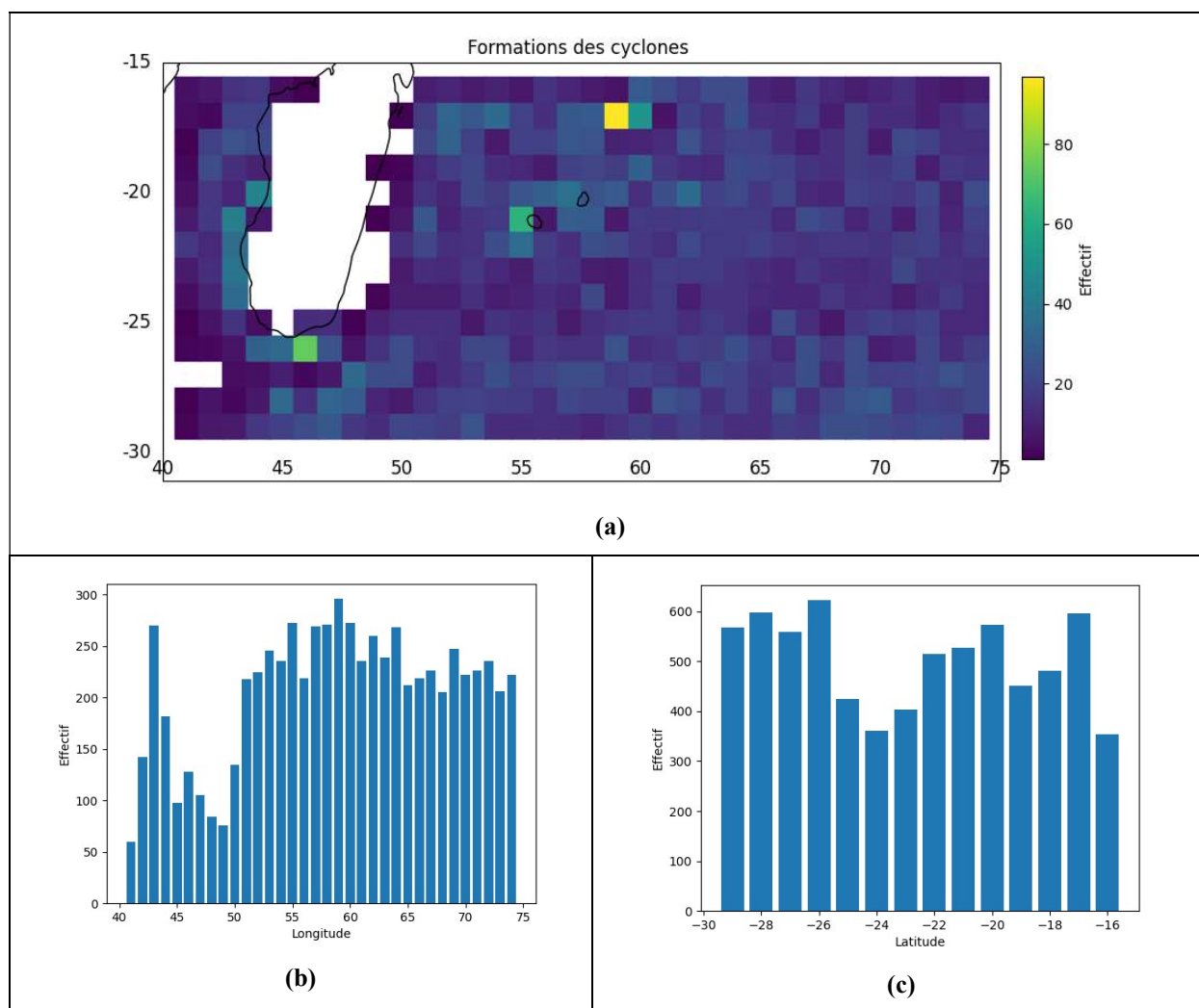


Figure 4 : (a) Distribution spatiale des formations des cyclones (b) Distribution par longitude des formations des cyclones (c) Distribution par latitude des formations des cyclones

Remarquons ensuite que la seconde zone privilégiée de formation de cyclone se trouve autour de la longitude 46°E et la latitude 26°S localisée aux alentours du lac Anony.

La troisième zone de formation de cyclones la plus active se situe autour de la longitude 55°E et la latitude 21°S, au large de la côte Ouest de La Réunion. Cette petite zone a connu la formation de 63 cyclones en 26 ans. Toutefois, cette même zone est également un lieu privilégié de formation d'anticyclones, avec 74 cas recensés sur la même période.

3.4 Dissipation des cyclones

La première zone de dissipation de cyclone se trouve aux alentours du lac Anony localisée autour de la latitude 26°S et la longitude 46°E. Cette zone est à la fois une zone de formation mais aussi de dissipation de cyclone. Comme les cyclones océaniques sont à l'origine de upwelling [4], cela explique la présence presque permanente de upwelling dans cette zone [5]. Remarquons également que ce petit carré de 1°× 1° est entouré de zone de formation (autour de la latitude 27°S et longitude 46°E et 47°E) et de dissipation (autour latitude 25°S et 26°S et longitude 48°E) d'anticyclone [5].

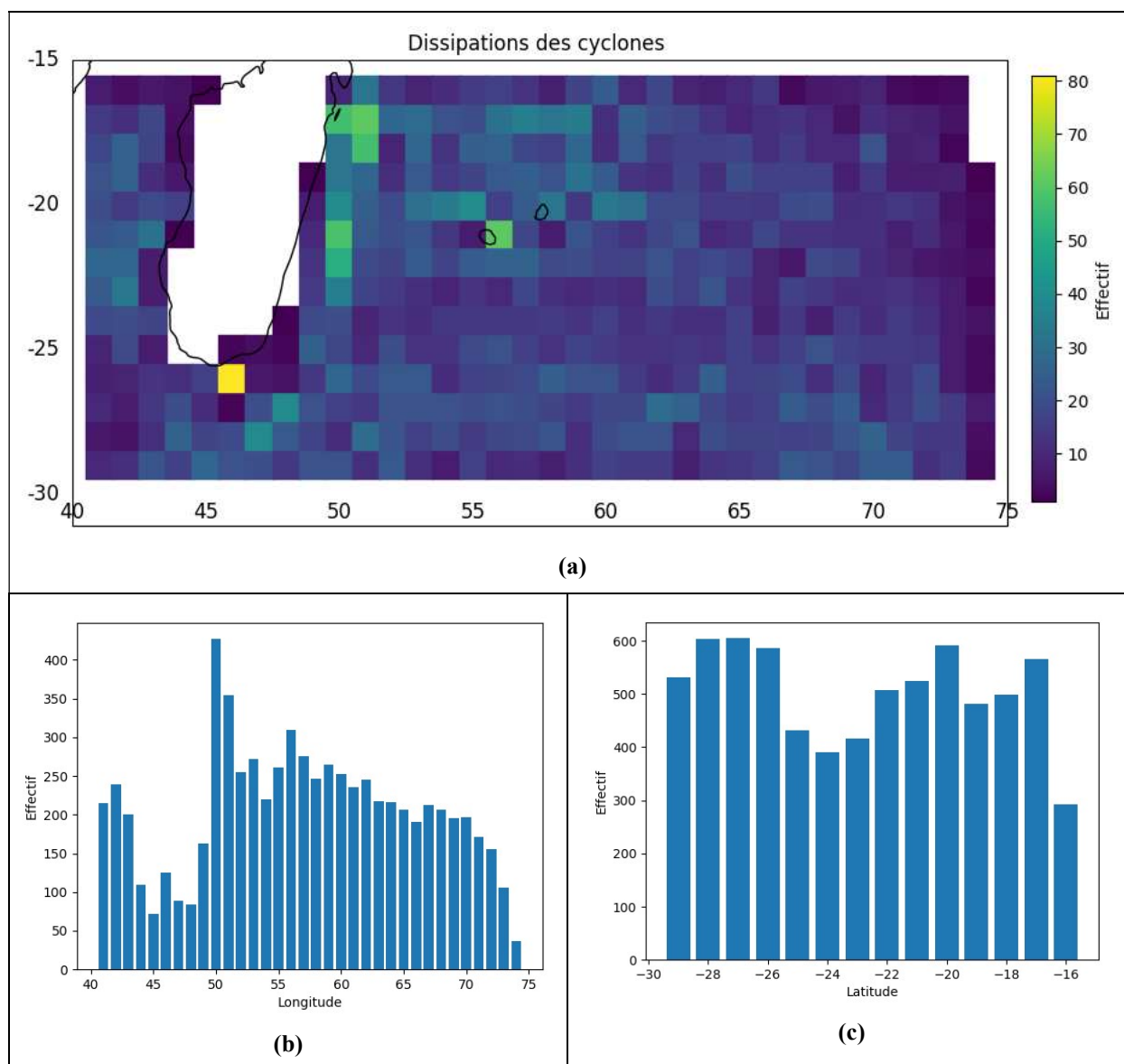


Figure 5 : (a) Distribution spatiale des dissolutions des cyclones (b) Distribution par longitude des dissolutions des cyclones (c) Distribution par latitude des dissolutions des cyclones

La zone de dissipation des cyclones se trouve sur la côte Est de l'île de La Réunion alors que la zone de formation se trouve sur sa côté Ouest.

Enfin, l'histogramme de fréquence par la longitude montre que la côte Est de Madagascar est une zone privilégiée de dissipation de cyclone, en particulier autour des longitudes 50°E et 51°E.

V. Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence les zones privilégiées de formation et de dissipation des tourbillons océaniques au large de Madagascar. Nous avons notamment identifié la région autour du lac Anony comme un point clé où les tourbillons se forment et se dissipent, tandis que la côte Est de Madagascar apparaît comme une zone privilégiée de dissipation des anticyclones. Ces résultats contribuent à expliquer la présence quasi permanente d'upwellings dans cette région, un phénomène aux implications importantes pour les écosystèmes marins.

En mettant en lumière ces dynamiques, notre étude apporte de nouvelles connaissances sur les processus océanographiques locaux et souligne leur impact sur la biodiversité marine exceptionnelle de la région. Ces résultats pourraient également servir de base à des recherches futures visant à mieux comprendre l'influence des tourbillons sur la productivité biologique et la gestion des ressources marines.

REFERENCES

- [1] Ruijter W. P. M., Ridderinkhof H., Schouten M. W. (2004). *Variability of the Southwest Indian Ocean. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol. 363, no 1826, p. 85-101
- [2] Jordahl, K., Van den Bossche, J., Fleischmann, M., McBride, B., Wasserman, J., & others. (2013). *GeoPandas: Python tools for geographic data*. Retrieved from <https://geopandas.org>
- [3] Met Office. (2010). *Cartopy: A cartographic python library with matplotlib support*. Retrieved from <https://scitools.org.uk/cartopy>
- [4] Guyomard, D., Petit, M., Desruisseaux, M., Stretta, J.-M., & Gardel, L. (2006). *Hydroclimat du Sud-Ouest de l'océan Indien et océanographie spatiale*. In M. Petit & F. Huynh (Eds.), *Halieutique et environnement océanique : le cas de la pêche palangrière à l'espadon depuis l'île de la Réunion* (pp. 39-65). IRD Éditions
- [5] H.L. Razafindramisa (2020) « Modélisation numérique de l'upweling aux alentours du lac Anony » Thèse de doctorat de l'Ecole Doctorale de Physique et Applications, Université d'Antananarivo