

**Les petits-déjeuners
de Météo-France**

2 juillet 2015

**Bilan de la saison cyclonique 2014 / 2015
Les cyclones tropicaux très intenses dans
le Sud-ouest de l'océan Indien**

Philippe CAROFF, Thierry DUPONT, Sébastien LANGLADE

Contacts, presse Météo-France

Philippe Garnier 0262 92 11 35

comrun@meteo.fr

Bilan de la saison cyclonique 2014-2015

Lors de la saison cyclonique 2014-2015, 10 tempêtes tropicales se sont formées dans la zone Sud-ouest de l'océan Indien. Un cyclone tropical (KATE) issu de la zone Sud-est de l'océan Indien, sous responsabilité australienne, est en outre venu s'insérer dans la liste des phénomènes endogènes, traversant le 90^{ème} méridien Est fin décembre 2014, pour passer la seconde partie de son existence sur la zone du Sud-ouest de l'océan Indien. De sorte que ce sont *in fine* 6 tempêtes tropicales et 5 cyclones, qui ont évolué sur la zone Sud-ouest de l'océan Indien, sous responsabilité du Centre des Cyclones Tropicaux de La Réunion (un ratio entre tempêtes et cyclones matures conforme à la normale).

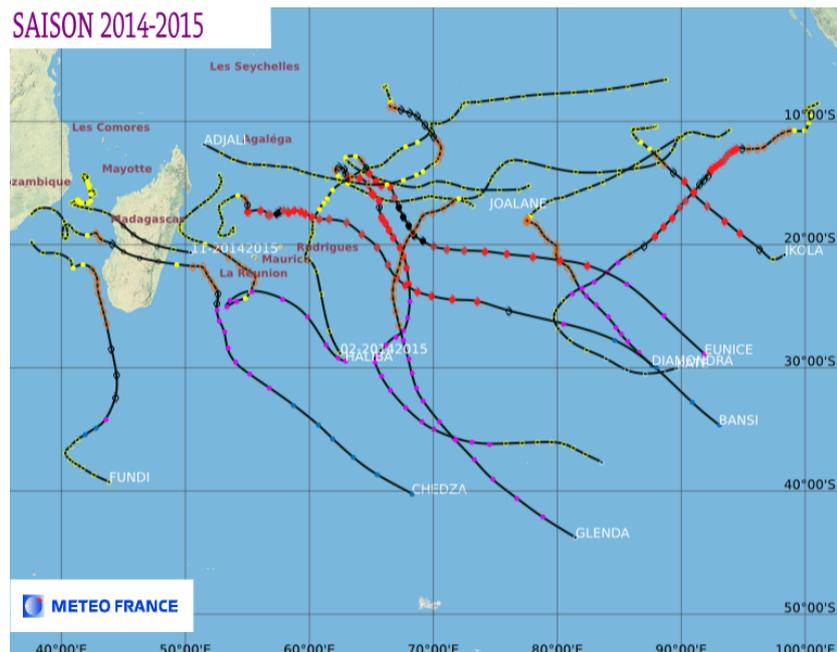
Malgré ce nombre total de 11 tempêtes ou cyclones observés sur notre bassin, nombre supérieur à la normale (qui est de 9), l'on se doit de considérer que l'activité de la saison a été quasi-normale, des paramètres plus représentatifs du réel degré d'activité de la saison, tels que le nombre de jours d'activité perturbée (nombre de jours cumulés avec présence d'une tempête tropicale ou d'un cyclone), s'avérant eux proches des moyennes climatologiques.

La saison cyclonique a débuté mi-novembre, avec la tempête tropicale ADJALI, à l'heure pourrait-on dire, puisque à une date correspondant à la médiane en terme de dates d'occurrence du premier système dépressionnaire significatif (une année sur deux, en moyenne, la première tempête tropicale est, en effet, baptisée avant ou après le 15 novembre). Elle s'est achevée mi-avril, également à une date conforme à la normale, avec l'évacuation vers les latitudes sud de l'ex-cyclone tropical JOALANE.

Durant les 5 mois qu'aura ainsi duré la saison, les phénomènes se sont succédé assez régulièrement, hormis une pause de quatre semaines, entre la fin novembre et la fin décembre, et de trois bonnes semaines entre mars et début avril. Mais en trois occasions, l'activité perturbée s'est démultipliée, avec deux phénomènes coexistant simultanément, ce qui n'est pas si commun. Cela a été le cas avec IKOLA et JOALANE, deux cyclones présents en même temps sur le bassin en avril, ce qui ne s'était pas vu depuis avril 1996. En janvier, il y avait préalablement eu la coexistence à deux reprises d'une tempête tropicale et d'un cyclone tropical très intense, avec successivement les couples BANSI et CHEDZA, puis DIAMONDRA et EUNICE. Avec ces deux duos successifs de systèmes dépressionnaires comportant chacun un cyclone tropical très intense, le mois de janvier a connu une intense activité perturbée, représentant près de la moitié de l'activité perturbée totale et même 62% du nombre de jours cumulés cyclones (i.e. avec présence d'un cyclone sur zone). Si la saison précédente avait déjà vu le développement de deux cyclones tropicaux très intenses (avec BRUCE et HELLEN), cela demeure un événement peu fréquent. Et ce qui est carrément exceptionnel, c'est l'occurrence de deux cyclones très intenses lors du même mois, BANSI et EUNICE symbolisant ainsi ce pic d'activité de janvier. Il faut, en effet, remonter à plus de 20 ans en arrière pour retrouver un cas similaire. C'était lors de la grande saison 1993-1994, avec les cyclones LITANNE et NADIA (en mars 1994).

**Avec 11
tempêtes ou
cyclones
observés
l'activité de la
saison a été
quasi-normale**

Les systèmes dépressionnaires de cette saison 2014-2015 se sont répartis de manière relativement équilibrée entre les différentes zones du bassin, avec toutefois une concentration un peu plus importante dans le secteur au nord-est des Mascareignes.



L'élément le plus marquant de la saison aura, sans conteste, été la prédominance forte de trajectoires atypiques orientées vers l'est ou le sud-est. Cette récurrence tout à fait exceptionnelle, en liaison avec des anomalies de circulation générale persistantes, de trajectoires à composantes inusuelles de déplacements vers l'est et le sud-est, a eu plusieurs conséquences. La première a été que la plupart des phénomènes ont été expulsés vers les latitudes subtropicales, avec un fort taux d'extra-tropicalisation. La deuxième a été que quasiment tous les systèmes menaçants pour les terres habitées, Madagascar et les Mascareignes spécifiquement, sont arrivés par l'ouest.

Une majorité de trajectoires atypiques orientées vers l'Est ou le Sud-est

Mais un seul phénomène a finalement impacté directement ces territoires, Madagascar en l'occurrence, à savoir la tempête tropicale CHEDZA. Pour un bilan humain toutefois assez lourd. Car bien que pas spécialement puissant, ce météore a fait de nombreuses victimes et occasionné de gros dégâts. Cela a été le cas à Madagascar, où les pluies associées, survenant dans un contexte préalablement déjà bien arrosé, ont provoqué des inondations meurtrières, mais aussi en Afrique australe, où les prémices du futur CHEDZA avaient antérieurement été à l'origine d'inondations catastrophiques sur le Mozambique, le Zimbabwe et le Malawi, les pires dans le Sud du Malawi depuis 24 ans (y faisant 176 morts).

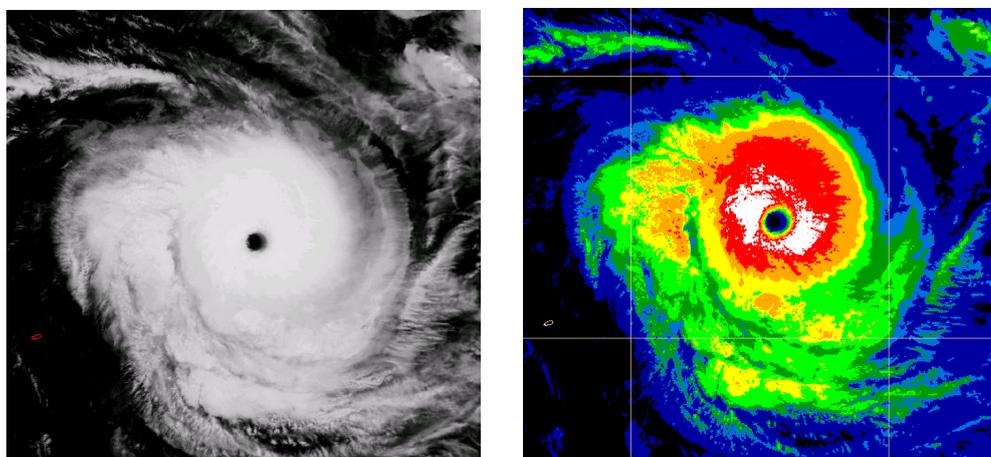
Les Mascareignes s'en sont comparativement mieux sorties. La Réunion a certes été influencée par trois systèmes dépressionnaires, le cyclone BANSI et les tempêtes tropicales CHEDZA et HALIBA, mais *in fine* sans réelle menace cyclonique, et avec des conséquences se limitant à des fortes pluies et à une mer temporairement bien houleuse. Un seul système a d'ailleurs occasionné une activation du système d'alerte cyclonique, à savoir BANSI, et encore pour une simple pré-alerte, sans nécessité d'activer l'alerte orange, le météore ayant le bon goût d'obliquer sa trajectoire vers l'est à quelque 380 km au nord du département, alors qu'il était en phase d'intensification rapide. Quant à l'île Rodrigues, elle a opportunément échappé au cœur du cyclone BANSI.

Les cyclones tropicaux très intenses (CTTI) dans le Sud-ouest de l'océan Indien

Un fait remarquable : 2 CTTI le même mois

Au mois de janvier dernier, 2 cyclones tropicaux très intenses (ci-après dénommés CTTI) ont été observés sur la zone de responsabilité du CMRS Cyclone de La Réunion¹. Il s'agissait de BANSI et EUNICE, qui ont atteint ce stade respectivement les 13 et 30 janvier 2015. 2 CTTI au sein d'une même saison, cela s'était déjà observé lors de la précédente saison cyclonique, avec Bruce (en décembre 2013) et HELLEN (en mars 2014). Mais avant cela, il faut remonter à la saison 1994-1995 pour retrouver une occurrence similaire (DORINA en janvier et MARLENE en avril 1995) et jusqu'à la « grande »² saison cyclonique 1993-1994, pour observer 2 CTTI au sein du même mois, comme durant le mois de janvier dernier (LITANNE et NADIA en mars 1994).

Visuellement sur une image satellite, un cyclone d'une telle intensité se caractérise par une très grande "esthétique" des éléments composant ce que l'on appelle le cœur central du météore : œil circulaire aux contours très purs, masse nuageuse centrale relativement symétrique, avec des sommets nuageux à très haute altitude (et donc associés à des températures sommitales très froides).



¹ Météo-France à La Réunion est Centre Météorologique Régional Spécialisé (CMRS) / Cyclones depuis juin 1993. Sa zone de responsabilité s'étend des côtes africaines jusqu'à 90°E, d'ouest en est, et de l'équateur à 40°S, du nord au sud.

² La saison cyclonique 1993-1994 est une des saisons cycloniques les plus actives depuis le début de l'ère satellitaire en météorologie (qui date de la fin des années 60).

Fig. 1 : Le cyclone tropical très intense EUNICE peu avant son maximum d'intensité, vu par le satellite NOAA 18 le 30 janvier 2015 à 04h23 heures locales Réunion. Image prise dans le canal IR, avec une palette de couleur noir et blanc classique, à gauche, et une palette de couleurs spécifique utilisée pour l'analyse d'intensité des systèmes dépressionnaires tropicaux, à droite. La plage de couleur blanche que l'on y voit par endroits au sein de la masse nuageuse ceinturant l'œil, correspond à des températures de sommets de nuages inférieures à -81°C. La plage de couleur noire que l'on peut voir au fond de l'œil, correspond à des températures supérieures à 9°C (et en l'occurrence ici excédant les 20°C au plus chaud).

Lorsque des phénomènes cycloniques d'une telle ampleur viennent affecter directement des terres habitées (occurrence heureusement beaucoup plus rare), ils causent de véritables catastrophes. A l'échelle du globe, on peut rappeler les récents événements qui ont défrayé la chronique et connu un grand écho médiatique : le cyclone tropical PAM sur l'archipel des Vanuatu (en mars 2015) et le typhon HAIYAN aux Philippines (en novembre 2013).

Dans notre bassin, un tel évènement ne s'est pas produit sur la période contemporaine 1979-2015, même si l'on s'en est grandement approché en quelques occasions : en mars 2004 le CTTI GAFILO s'affaiblit in-extremis en cyclone tropical intense juste avant de frapper durement la pointe nord-est de Madagascar à proximité de la ville d'Antalaha. On peut aussi rappeler qu'en mars 2002, HARY avait frôlé ce même secteur au stade de CTTI, avant de s'affaiblir et de toucher brièvement terre plus au sud, au stade de cyclone intense également. Au-delà de la couverture d'un évènement à impact dévastateur sur une communauté, l'intérêt médiatique est aussi alimenté par la question récurrente du lien éventuel de telles occurrences avec le réchauffement climatique.

Qu'est ce qu'un Cyclone Tropical Très Intense (CTTI) ?

Le critère de mesure de l'intensité d'un système dépressionnaire tropical dans le Sud-ouest de l'océan Indien, est le **vent maximum, moyenné sur une durée de 10 minutes**, mesuré (rarement le cas sur notre bassin) ou estimé à une hauteur de 10 m à proximité du centre de la circulation cyclonique.

La classification et la terminologie utilisées dans le bassin pour caractériser les systèmes dépressionnaires tropicaux qui s'y développent, se basent donc sur des valeurs seuils atteintes par ce paramètre.

La valeur de 63 km/h (soit 34 nœuds dans le système métrique anglo-saxon très répandu en météorologie) correspond au tout premier stade de la tempête tropicale modérée (stade où l'on donne un nom au phénomène). A partir de 118 km/h (64 nœuds), la tempête devient un cyclone tropical ... et pour parler de cyclone tropical très intense, il faut que le vent moyen sur 10 minutes soit estimé avoir atteint ou dépassé la valeur de **214 km/h (116 nœuds)** au niveau du mur de l'œil. Dans de telles conditions, les rafales (vent instantané) associées, peuvent dépasser les 300 km/h sur mer...

Avec une intensité maximale estimée avec des vents à 120 nœuds (un peu plus de 220 km/h) sur 10 minutes pour BANSI, ce phénomène était donc un « CTTI » dans le Sud-ouest de l'océan Indien, équivalent à un « ouragan de classe 4 » (mais juste en-dessous du seuil de la classe 5) de la classification américaine (échelle dite de Saffir-Simpson), et équivalent à « cyclone tropical sévère de catégorie 5 » sur la classification australienne. (cf. Tab 1)

Sud-ouest océan Indien	Atlantique, Pac. Nord-est et central	Australie et Pac. Sud	Pacifique nord-ouest CMRS	Pacifique Nord-ouest US/JTWC
		107 Kts	Typhon	
115 Kts	Ouragan classe 4	Cyclone tropical sévère de catégorie 5		114 Kts
Cyclone tropical très intense	120 Kts		Super typhon	
	Ouragan classe 5			

Tab 1 : Comparaison homogène des intensités maximales pour 5 classifications des systèmes dépressionnaires tropicaux. Les vents moyennés sur 1 minute utilisés dans les classifications américaines ont été convertis en vent moyen sur 10 minutes en utilisant un coefficient (facteur de conversion) de 0.88. Les valeurs de vents, exprimées en nœuds (« Kts », abréviation du mot anglais « knots », qui veut dire « nœuds »), indiquent la valeur supérieure d'une classe d'intensité.

L'objet du présent document est donc de s'intéresser à l'historique de ces phénomènes cycloniques extrêmes dans le Sud-ouest de l'océan Indien sur la période contemporaine (depuis le début des années 80).

Avant de rentrer dans le vif du sujet, il convient toutefois de rappeler ce qu'est précisément un CTTI. Ensuite, et à la lumière des études en cours dont nous rappellerons l'utilité, nous ferons le point sur l'évolution passée des CTTI et ce qui peut en être dit ... ou pas !

En 2006, s'est tenu au Costa-Rica le 6^{ème} « International Workshop on Tropical Cyclones » (IWTC-VI). Celui-ci a notamment débouché sur des préconisations concernant l'ensemble de la communauté liée aux cyclones tropicaux – recherche et services opérationnels.

Parmi ces préconisations, une concernait la mise à disposition des données et partant, les bases de données et leur fiabilité. A l'heure des hypothèses quant au réel impact du réchauffement climatique sur l'activité cyclonique, **il est, en effet, nécessaire de pouvoir se reposer sur des données historiques sur les cyclones tropicaux qui soient suffisamment fiables pour pouvoir détecter d'éventuelles tendances multi-décennales de l'activité cyclonique.** D'où la nécessité de revoir les données passées et les ré-analyser afin d'optimiser la qualité de ces données. Une ré-analyse des données cycloniques passées a donc été fléchée comme une action hautement prioritaire.

Cette recommandation forte a été réaffirmée aux éditions suivantes (VII et VIII) des IWTC, tenus respectivement à La Réunion (en 2010) et à Jeju, Corée du Sud (en 2014). Elle a trouvé une réponse favorable dans la communauté, puisque plusieurs projets de ré-analyse des données cycloniques passées ont débuté dans différents bassins.

Comment évaluer l'intensité d'un cyclone

L'intensité d'un Système Dépressionnaire Tropical est rarement mesurée sur le Sud-ouest de l'océan Indien et le plus souvent estimée. La base de la méthode d'estimation, repose maintenant sur la Technique de Dvorak en Infrarouge renforcée, mais cela n'a pas toujours été le cas. Les analyses d'intensité issues de cette technique sont, par ailleurs, désormais ajustées via l'utilisation de données satellitaires non-conventionnelles, en particulier via l'analyse d'images acquises dans des gammes de fréquences différentes, et en particulier micro-ondes.

De plus, la Technique de Dvorak est basée sur l'analyse de la signature satellitaire des météores et les observations satellitaires ont de fait fortement évolué depuis leur début, à la fin des années 60, que ce soit en qualité ou en quantité.

L'océan Indien a longtemps été le bassin disposant de la moins bonne couverture satellitaire.

Le bassin du Sud-ouest de l'Océan Indien n'est ainsi couvert en continu par un satellite géostationnaire, produisant des images horaires et semi-horaires sur tout le domaine océanique, que depuis mai 1998 (suite au déplacement sur le bassin du satellite MétéoSat-5).

Avant cette période, seuls des satellites « défilants » permettaient une couverture partielle géographiquement et temporellement (1 à 4 passages par jour en chaque point du bassin) et les images à l'Est de 75E étaient hors du domaine de réception.

Les images micro-ondes, quant à elles, n'ont réellement été utilisées que depuis le début de l'ère Internet en 1999 (alors qu'elles sont produites depuis 1987). Leur nombre et la qualité des images produites ayant également grandement évolué sur la période.

On peut considérer que les données concernant les Systèmes Dépressionnaires sur le Sud-ouest de l'océan Indien ne sont réellement « homogènes » que depuis 1998.

Une ré-analyse de l'ensemble des Systèmes Dépressionnaires antérieurs est donc un préalable nécessaire à la constitution d'une base cyclonique la plus « homogène » possible, restant toutefois dépendante de l'inhérente variabilité intrinsèque de la quantité et de la qualité des données satellitaires disponibles au fil du temps.

Le *National Climatic Data Center* de la NOAA (Etats-Unis) est chargé par l'Organisation Météorologique Mondiale de collecter et d'archiver l'ensemble des données globales concernant les Systèmes Dépressionnaires Tropicaux. Dans ce cadre, les données satellitaires disponibles ont été digitalisées, homogénéisées et archivées (dans une base dénommée HURSAT). C'est principalement sur ces données que repose le projet de ré-analyse du CMRS de La Réunion appelé REDOSAT (*RE-analysing Data Of SATellite imagery*).

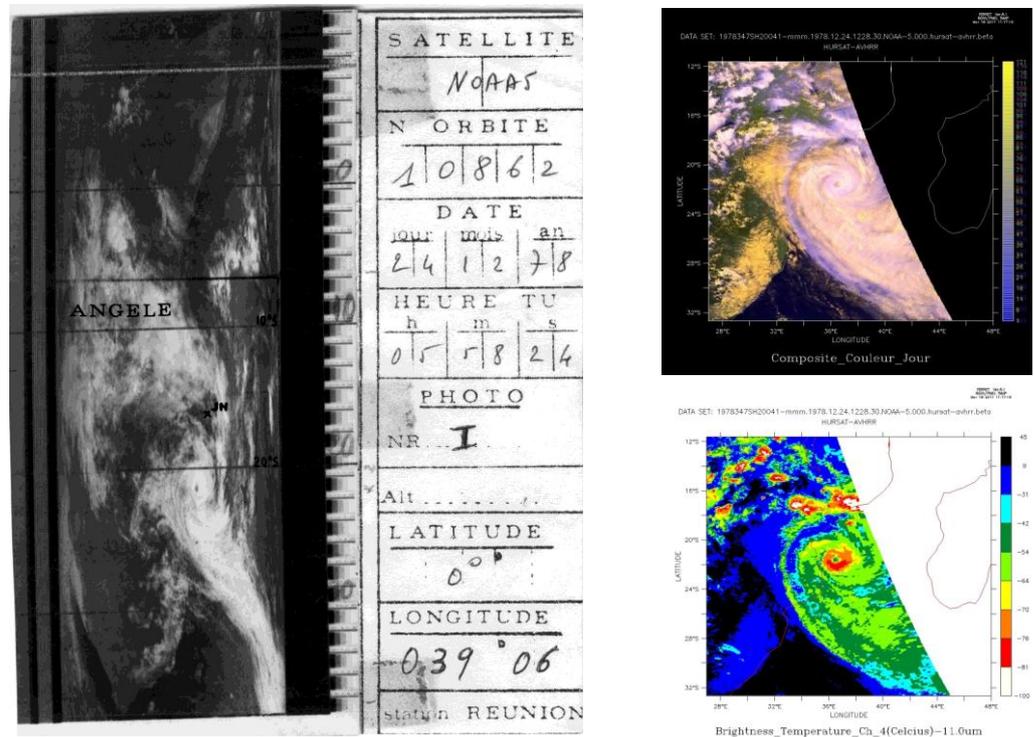


Fig. 2 : Cyclone Tropical ANGELE, le 24 décembre 1978.

A gauche, l'image satellite disponible pour l'estimation d'intensité à l'époque : une simple impression papier noir et blanc, grossièrement géo-localisable et sur laquelle aucun traitement informatique/numérique n'était possible.

A droite, pour cette même image, les images disponibles dans le cadre du projet de ré-analyse (traitement des données numériques HURSAT du NCDC).

Ce nouveau jeu de données satellites plus complet et numérisé, a rendu possible une ré-analyse des Systèmes Dépressionnaires Tropicaux pour la période allant de 1978 à 1998, en utilisant des techniques d'analyses homogènes.

Enseignements tirés des 36 dernières saisons cycloniques

1 / Répartition spatiale des CTTI sur le Sud-ouest de l'océan Indien :

La ré-analyse des systèmes les plus intenses de notre base de données a permis de mettre en évidence 21 systèmes ayant atteint ou dépassé le stade de CTTI sur la période 79/80 – 14/15. Les trajectoires complètes de ces systèmes ainsi que la localisation des stades CTTI sont indiquées sur la figure 3.

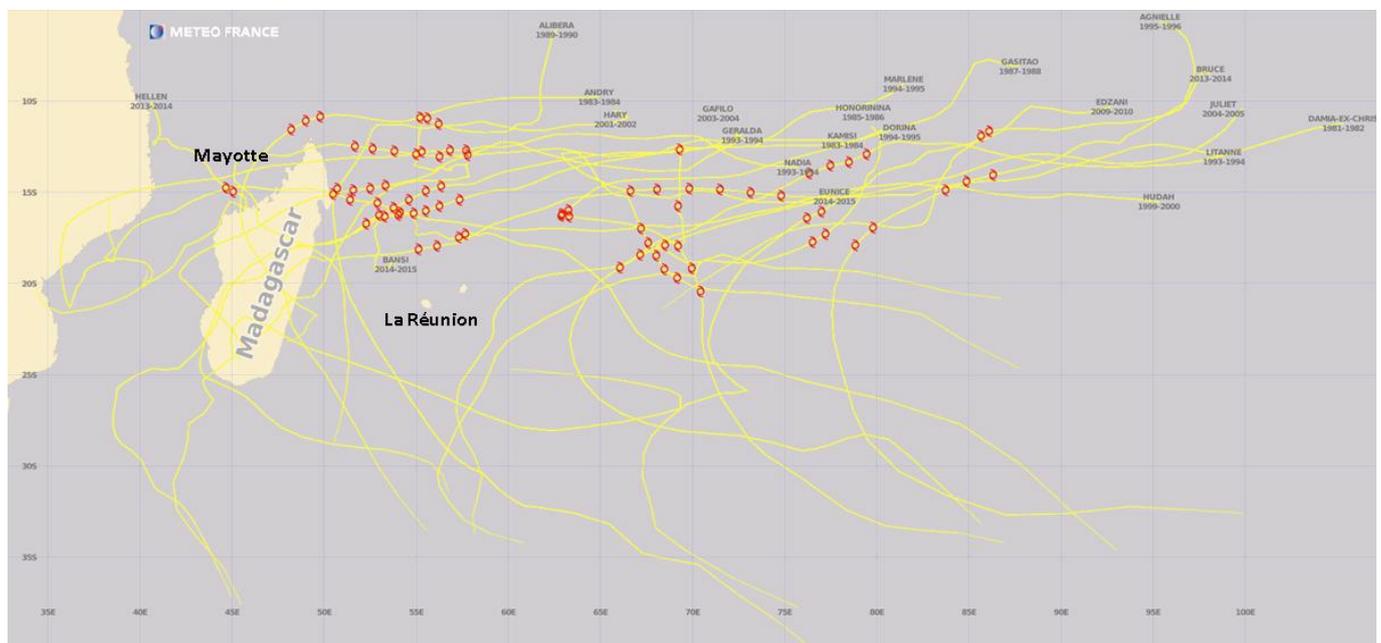


Fig. 3: Trajectoires complètes des 21 CTTI observés sur le sud-ouest de l'océan Indien entre les saisons cycloniques 79/80 et 14/15. Les pictos cyclones indiquent la localisation du stade CTTI.

Logiquement, l'immense majorité des CTTI se sont produits sur l'océan Indien. Le Canal du Mozambique, de part sa configuration géographique particulière avec la proximité des terres, offre peu de possibilité au développement d'un CTTI, malgré ses eaux très chaudes (à l'exception près d'HELLEN – qui constitue vraiment une exception, tant son évolution a réellement été hors-normes). L'ensemble des localisations au stade de CTTI sont comprises entre 10°S et 20°S avec une concentration plus marquée entre 13°S et 17°S, notamment sur la partie ouest de l'océan Indien (à l'ouest de 65°E).

Les zones de genèse étant situées majoritairement sur la partie centrale ou même extrême Est du bassin, la majorité des trajectoires présentent une forte composante de déplacement d'est en ouest à ces latitudes (trajectoire zonale), ce qui laisse le temps aux systèmes dépressionnaires d'atteindre le stade CTTI.

Cette configuration est en effet la plus « adaptée » pour qu'un système puisse bénéficier durablement de conditions environnementales favorables, lorsque celles-ci sont au rendez-vous (on peut citer, entre autres, le fait qu'avec ce type de trajectoire, le système reste sur des eaux chaudes plus longtemps et que sur les 3 mois de cœur de saison cyclonique, il va même tendre à gagner des eaux de surface de plus en plus chaudes, au fil de sa progression vers l'ouest du bassin).

Si l'on s'intéresse maintenant à la répartition temporelle de nos 21 CTTI au fil des différents mois de la saison cyclonique, on obtient le graphique présenté en figure 4. Il s'agit d'une distribution comportant deux périodes d'occurrence privilégiée (distribution dite bimodale), en janvier et mars, avec un minimum (en l'occurrence ici zéro !) sur le mois de février, pourtant situé en plein cœur de la saison cyclonique.

Le fait de n'avoir observé, jusqu'à maintenant, aucun CTTI durant le mois de février, ne veut toutefois pas dire qu'on ne puisse jamais en observer. Cependant, et malgré la faiblesse relative du nombre de cas, l'allure générale de la distribution a du sens et permet de dire qu'on a effectivement moins de « chances » d'observer un CTTI au mois de février, par rapport aux 2 autres mois constitutifs du cœur de saison que sont janvier et mars.

Les mois de janvier et mars cumuls plus de la moitié des CTTI passés

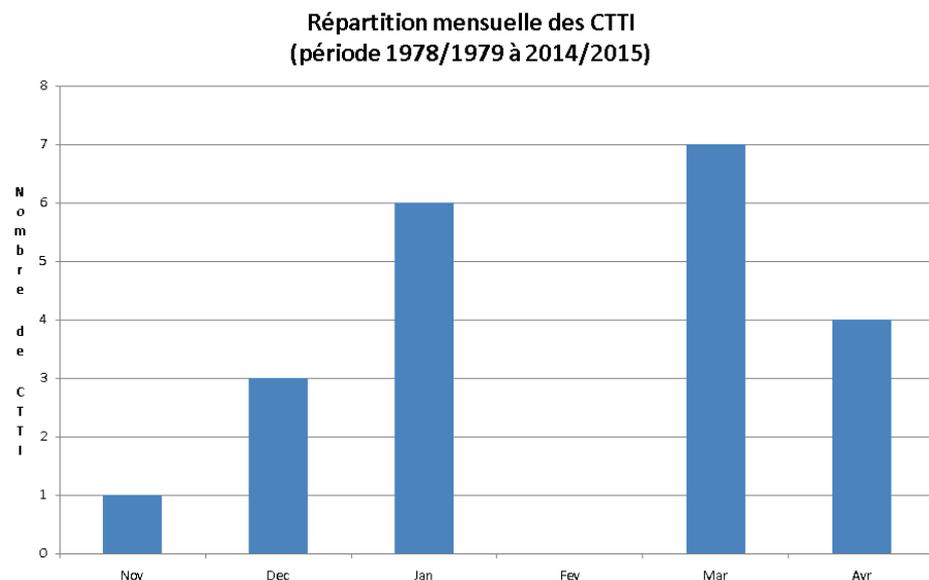


Fig. 4: Répartition mensuelle des 21 CTTI observés sur le sud-ouest de l'océan Indien entre les saisons cycloniques 79/80 et 14/15.

Si les raisons qui expliquent cet état de fait mériteraient d'être explorées de manière plus approfondie, on peut avancer comme hypothèse le fait que la Zone de Convergence Inter-Tropicale (ZCIT), où se forme la grande majorité des systèmes dépressionnaires tropicaux, est climatologiquement, durant le mois de février, à sa latitude la plus sud. Avec une trajectoire type du bassin en forme de parabole, un point de départ plus sud implique une durée en moyenne un peu plus courte de la phase de développement du système avant l'évacuation vers les latitudes extratropicales, ce qui laisse moins de temps et d'opportunité pour atteindre des intensités exceptionnelles.

2 / Tendance multi-décennales sur les CTTI :

Question : Dans un contexte de réchauffement climatique global, le nombre de CTTI, augmente-t-il d'une décennie sur l'autre dans le bassin du Sud-ouest de l'océan Indien?

Réponse : La qualité des données historiques sur lesquelles on se base pour répondre à cette question est fondamentale. Le graphique de la figure 5 illustre parfaitement l'importance du travail de ré-analyse. Avec la base non ré-analysée, il est tentant de dire qu'on observe une certaine augmentation du nombre de CTTI sur les 3 dernières décennies, avec une activité maximale sur la dernière décennie (2000-

2010). Le projet de ré-analyse a permis de corriger la forte sous-estimation des intensités maximales constatées dans les années 80 et 90 : 5 CTTI ont été rajoutés à la décennie 80-90 et 4 pour la décennie 90-00 ... rétrogradant du coup la décennie 2000-2010 comme la moins prolifique en CTTI comparée aux deux décennies précédentes ! **Et clairement, aucune tendance à l'augmentation ou à la diminution du nombre de CTTI ne se dégage de l'historique des données.**

Pour information, la décennie en cours (2010-2020) a déjà vu 4 phénomènes très intenses (soit autant que la décennie précédente) ... en verra t'on d'autres d'ici la fin de la décennie ? ... qui vivra verra ...

**Contrairement
aux
apparences il
n'y pas plus de
cyclones très
intenses**

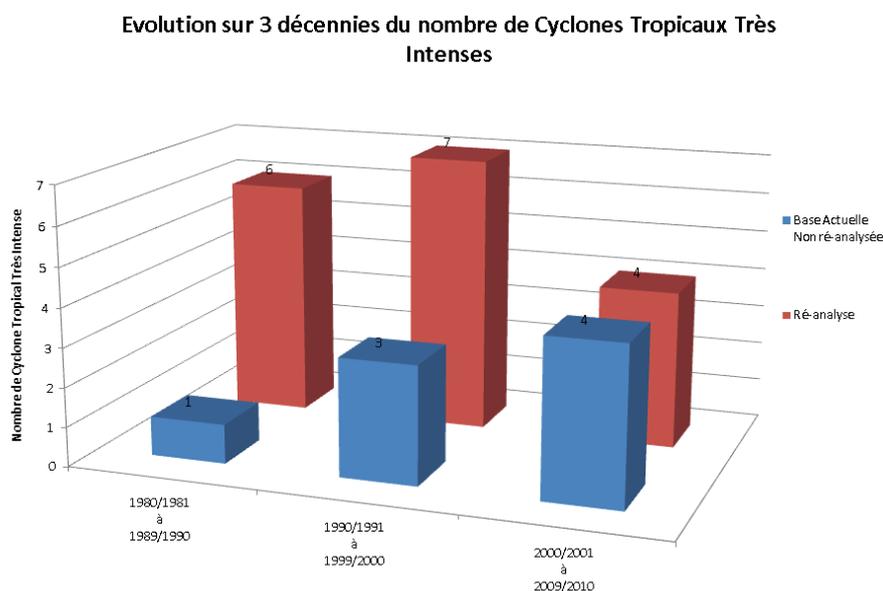


Fig. 5: Répartitions des CTTI observés sur le sud-ouest de l'océan Indien par décennie vue avec la base actuelle non ré-analysée (bleu) et la base ré-analysée (rouge).

Pour autant, le recul demeure encore limité et l'échantillon par trop réduit pour émettre des conclusions définitives. En terme de projections pour le futur, dans le cadre du réchauffement global, il est ainsi envisagé par les simulations numériques actuelles que le nombre de phénomènes cycloniques n'augmenterait pas, voire même baisserait légèrement, mais que l'on assisterait par contre à un accroissement de la proportion de phénomènes plus intenses.

Question : Alors, existe-t-il une tendance déjà observable d'une décennie sur l'autre dans le bassin Sud-ouest de l'océan Indien et peut-on lier cette tendance au réchauffement climatique ?

Réponse : Dans une étude globale récente (mai 2014) sur les phénomènes cycloniques, parue dans la revue scientifique « Nature », une équipe de chercheurs américains (James Kossin, Kerry Emanuel et Gabriel Vecchi) se sont intéressés à la tendance multi-décennale (période 1982-2012) de la localisation par rapport à l'équateur du maximum d'intensité des systèmes dépressionnaires tropicaux. Ils ont mis en évidence un décalage statistiquement significatif de ce lieu du maximum d'intensité vers les pôles. Globalement (en considérant les deux hémisphères), les auteurs ont estimé que ce décalage vers les pôles s'effectue à un rythme d'environ 115 à 118 km par décade. A l'échelle des bassins cycloniques individuels, des différences importantes existent toutefois en terme d'amplitude du décalage. A partir de nos données ré-analysées sur les CTTI, il nous a paru intéressant d'observer si une tendance similaire pouvait se déceler (cf. Fig. 6). Sur la première partie de la

période (1980-1998, 12 CTTI), la localisation du maximum d'intensité des CTTI se situait en moyenne à environ 1500 km de l'équateur (soit vers 14°S), alors que sur la seconde partie de la période (1998 à 2015, 9 CTTI), on a plutôt une localisation moyenne à une distance de 1750-1800 km de l'équateur, soit vers 16°S.

Le pic d'intensité des CTTI se décale vers le Sud

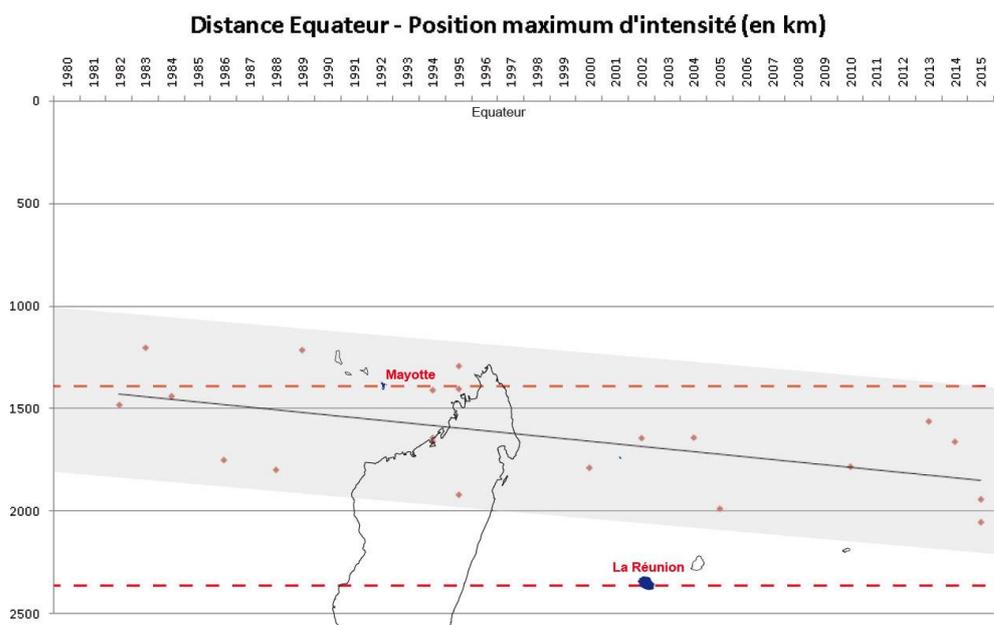


Fig. 6 : Evolution au cours du temps de la distance en kilomètres entre l'équateur et la position du maximum d'intensité des 21 CTTI de la période 79/80 – 14/15. La tendance linéaire apparaît en ligne noire.

D'après les auteurs de l'article, ce décalage vers les pôles est à relier au phénomène « d'extension des tropiques » qui a été observé de façon parallèle et qui se caractérise par une modification de la circulation générale des masses d'air dans le sens nord-sud sous les tropiques (expansion vers les pôles des cellules de Hadley). Toujours selon les auteurs, les causes qui sont à l'origine de ce phénomène sont encore à l'heure actuelle incertaines, mais une contribution anthropogénique (conséquence des activités humaines) semble possible.

Une telle tendance apparaît potentiellement inquiétante pour les îles Mascareignes, par exemple, situées au voisinage du 20^{ème} parallèle Sud, puisque tendant à rapprocher la zone moyenne des maxima d'intensité de l'archipel. Sur les 36 dernières saisons cycloniques, aucun système dépressionnaire n'est venu concerner directement les Mascareignes au stade de CTTI, mais dans l'hypothèse défavorable où la tendance à la migration actuelle vers les pôles se prolongerait durablement, cette éventualité pourrait devenir une réalité bien avant la fin du siècle... Toutefois, et afin de relativiser cette perspective un peu sombre, rien ne garantit que cela soit le cas. Il convient, en outre, de rappeler que l'occurrence d'un CTTI reste un phénomène très rare et que la probabilité d'impact direct sur une île telle que La Réunion restera dans tous les cas extrêmement faible. Mais peut-être plus nulle...

En conclusion :

- Pas de tendance avérée en terme de fréquence d'occurrence des CTTI sur les 3 dernières décennies.
- Malgré des projections climatiques futures suggérant une augmentation de la proportion de phénomènes cycloniques intenses.
- Tendance d'ores et déjà avérée à la migration vers le Sud des pics d'intensité des cyclones tropicaux très intenses (CTTI).