



**HAL**  
open science

# LES CYCLONES TROPICAUX TRÈS INTENSES DE CATÉGORIE 5 DU GLOBE (1980-2017)

Karl Hoarau

► **To cite this version:**

Karl Hoarau. LES CYCLONES TROPICAUX TRÈS INTENSES DE CATÉGORIE 5 DU GLOBE (1980-2017). L'AIC Nice 2018, Jul 2018, Nice, France. hal-04412422

**HAL Id: hal-04412422**

**<https://univ-montpellier3-paul-valery.hal.science/hal-04412422>**

Submitted on 23 Jan 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# LES CYCLONES TROPICAUX TRÈS INTENSES DE CATÉGORIE 5 DU GLOBE (1980-2017)

HOARAU K.

Laboratoire MRTE, Université de Cergy-Pontoise, 33 Boulevard du Port, F-95000 Cergy-Pontoise  
Email : KHoarau@aol.com

**Résumé :** La ré-analyse des images satellitaires sur la période 1980-2017 indique qu'il y a eu presque deux fois plus de cyclones tropicaux de catégorie 5 (plus de 135 nœuds) dans les années 1980 que ceux recensés dans la base de données IBTrACS. Cette étude n'a pas révélé, à l'échelle du globe, de tendance décennale à l'augmentation du nombre des cyclones très intenses de catégorie 5. 1990-1999 a été la décennie la plus active alors que les trois autres sont à un niveau moins élevé. Sur deux périodes de 19 ans, 1980-1998 et 1999-2017, l'activité par bassin océanique montre un recul modéré dans l'est et l'ouest du Pacifique Nord, une forte hausse dans l'Atlantique Nord et le nord de l'Océan Indien, et une hausse plus modérée dans le sud du Pacifique et de l'Océan Indien. Il y a eu un léger recul (-3%) de l'activité des cyclones de catégorie 5 du globe. Il est difficile de détecter l'effet du réchauffement climatique en raison de l'impact de cycles de variations naturelles sur l'activité cyclonique à différentes échelles spatio-temporelles, et de la courte période d'observation des cyclones (38 ans).

**Mots-clés:** Cyclones tropicaux de catégorie 5, Réchauffement climatique, Variations décennales, Bassins océaniques.

**Abstract:** The reanalysis of the satellite pictures over the 1980-2017 period shows that the number of category 5 cyclones (more than 135 knots) was almost twice the number of those existing in the IBTrACS database for the 1980's. This research did not reveal, at a global scale, any decadal trend towards an increase of the very intense category 5 cyclones. 1990-1999 was the more active decade whereas the three other decades were at a lower level. Between two 19 years period, 1980-1998 and 1999-2017, the activity for each oceanic basin highlights a moderate decrease in the eastern and western North Pacific Ocean, a marked increase in the North Atlantic Ocean and the northern Indian Ocean, and a moderate increase in the southern Indian Ocean and the southern Pacific Ocean. There was a light decrease (-3%) in the global activity of category 5 cyclones. Detecting a global warming signal in tropical cyclone data is complicated by the potential impact of natural variations on multiple time and spatial scales, and by the lack of reliable data over a sufficiently long period of time (38 years).

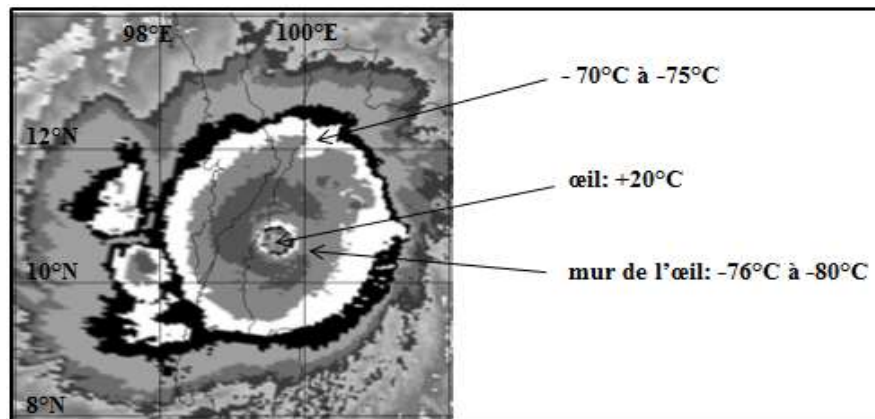
**Keywords:** Category 5 tropical cyclones, Global warming, Decadal variations, Oceanic basins.

## Introduction

Les cyclones intenses des catégories 4 et 5 (au moins 115 nœuds) du globe ont fait l'objet de plusieurs publications lors des treize dernières années (Webster et al., 2005 ; Klotzbach, 2006 ; Kossin et al., 2007 ; Harper et al., 2008 ; Hoarau et al., 2012 ; Klotzbach and Landsea, 2015 ; Hoarau et al., 2017). Cependant, il n'y a pas encore de consensus quant à une tendance à l'augmentation de leur nombre avec le réchauffement climatique actuel. Dès lors, il était tentant de consacrer une recherche aux seuls cyclones de catégorie 5, très peu étudiés dans la littérature scientifique (Lin et al., 2008). Les cyclones tropicaux très intenses de catégorie 5 de la classification de Saffir-Simpson (Simpson, 1974) génèrent des vents soutenus sur une minutesupérieurs à 135 nœuds. L'espace océanique étudié correspond aux six bassins cycloniques du globe: l'ouest du Pacifique Nord, l'est du Pacifique Nord, l'Atlantique Nord, et le nord de l'Océan Indien pour l'hémisphère nord, et le sud de l'Océan Indien, et le Pacifique Sud pour l'hémisphère sud. Compte tenu de la faible fiabilité des bases de données (Landsea et al., 2006), l'intensité des cyclones a été ré-analysée par l'auteur de cette étude avec la méthode de Dvorak (1984) à partir des images des satellites géostationnaires (Météosat, GMS, et GOES) et ceux à orbite polaire (NOAA). La présente recherche porte sur la période allant de 1980 à 2017. Les objectifs sont d'étudier les variations décennales de l'activité de ces cyclones très intenses à l'échelle du globe et des différents bassins océaniques, et d'apprécier un éventuel lien entre le réchauffement climatique et une possible augmentation de leur nombre.

## 1. Une sous-estimation de l'intensité des cyclones de catégorie 5

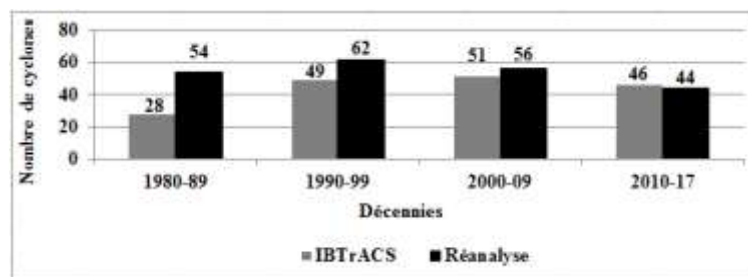
L'intensité d'un cyclone tropical est définie par le vent soutenu maximum et la pression atmosphérique minimale au niveau de la mer (Merrill, 1984). Dans la technique de Dvorak (1984), le vent soutenu est le plus important paramètre de l'intensité. Celle-ci dépend de la température du pixel le plus chaud à l'intérieur de l'œil, et de la température du sommet des nuages dans un rayon de 55 km autour de cet œil. Sur l'imagerie satellitaire, d'après la méthode de Dvorak (1984), un cyclone de catégorie 5 de plus de 135 nœuds est identifiable par un œil de plus de 9°C entouré de sommets nuageux d'une température d'au moins -70°C sur une largeur minimale de 55 km. Ainsi, le typhon Gay (figure 1) a affiché une configuration nuageuse permettant une estimation à 145 nœuds le 4 novembre 1989 autour de 00h00 UTC. L'œil avait une température de 20°C avec des sommets froids de -76°C à -80°C.



**Figure 1.** Le typhon Gay le 4 novembre 1989 à 00h38 UTC vu par Noaa 10 en palette de Dvorak (température du sommet des nuages). Source: À partir des fichiers bruts du National Climatic Data Center (USA).

Le typhon, situé dans le Golfe de Thaïlande, était en approche de la ville de Bang Saphan Yai. Le bilan fut de 602 victimes, 134 personnes portées disparues, et les dégâts furent estimés à 456 millions de dollars (Rungdilokrajn, 1990). Dans les bases de données, le Joint Typhoon Warning Center (JTWC, 1989) a estimé le typhon Gay à 100 nœuds (catégorie 3) alors que Japan Meteorological Agency (JMA, 1989) et le Service Météorologique de Thaïlande (Rungdilokrajn, 1990) donnaient une intensité de 75 nœuds (catégorie 1) sur une minute.

L'exemple du typhon Gay n'est pas un cas isolé. Une comparaison a été effectuée entre l'intensité des cyclones figurant dans IBTrACS (International Best Track Archives for Climate Stewardship) et celle issue de la ré-analyse des images satellitaires (figure 2).

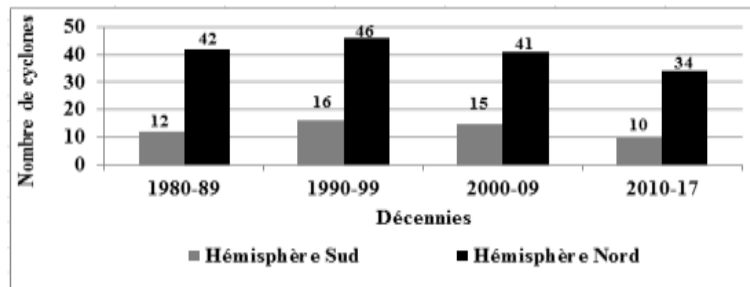


**Figure 2.** La répartition décennale du nombre des cyclones de catégorie 5 du globe. Source: À partir de la ré-analyse des images des satellites MÉTÉOSAT, GMS, GOES et NOAA.

IBTrACS est une base qui réunit toutes les données provenant des centres météorologiques responsables de la surveillance des cyclones tropicaux des différents bassins océaniques du globe (Knapp et al., 2010). Pour l'instant, il s'agit de données brutes n'ayant pas encore fait l'objet de vérification. Pour la décennie 1980-1989, notre ré-analyse a trouvé 54 cyclones de

catégorie 5 alors qu'IBTrACS n'en recense que 28, soit une différence de plus de 90%. Pour les deux décennies suivantes, 1990-1999 et 2000-2009, l'écart se réduit progressivement, 26% et 10%, respectivement. Qu'est-ce qui explique que l'intensité des cyclones de catégorie 5 ait été sous-estimée ? Cela vient du fait que la technique de Dvorak a été publiée en 1984. L'apprentissage de cette technique nécessitant plusieurs mois, et l'expérience étant acquise en quelques années, les prévisionnistes sont devenus opérationnels dans tous les bassins cycloniques du globe seulement au cours des années 1990 (Knaff et al., 2010).

Les intensités ré-analysées ne montrent pas de tendance significative à l'échelle décennale (figure 2) même s'il reste deux années (2018 et 2019) pour que la décennie en cours se termine. Les années 1990-99 ont connu un maximum de 62 cyclones, la décennie suivante 2000-09 affichant un léger recul avec 56 cyclones. Toute étude effectuée à partir des données d'IBTrACS aurait conclu à une augmentation de 64% entre la décennie 1980-89 (28 cyclones) et la période 2010-2017 (46 cyclones). Les intensités ré-analysées par hémisphère n'indiquent pas non plus de tendance significative à l'augmentation (figure 3). Les quatre bassins de l'hémisphère nord représentent 75% des cyclones de catégorie 5 du globe.

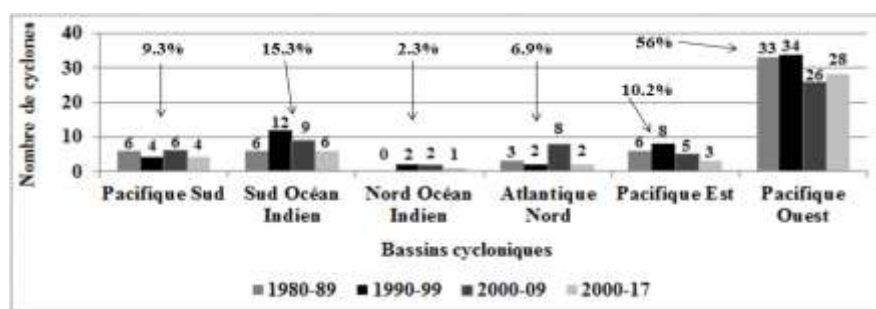


**Figure 3.** La répartition décennale du nombre des cyclones de catégorie 5 dans les deux hémisphères. Source: Auteurs, à partir de la ré-analyse des images des satellites MÉTÉOSAT, GMS, GOES et NOAA.

Les deux bassins de l'hémisphère sud ne totalisent que 25% de l'activité mondiale. L'activité de chacun des deux hémisphères a été la plus importante dans la décennie 1990-1999.

## 2. L'activité des cyclones de catégorie 5 dans les six bassins cycloniques du globe

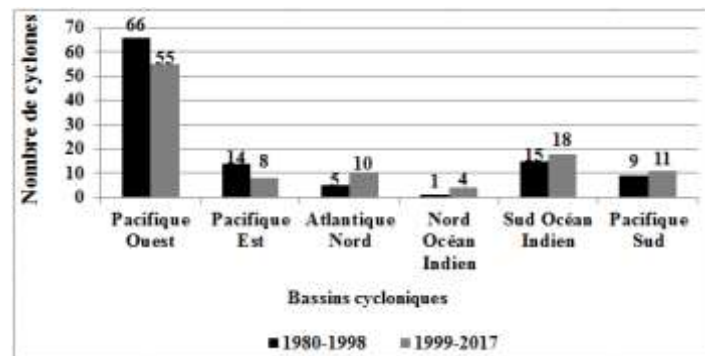
Sur les 216 cyclones de catégorie 5 ré-analysés lors des 38 dernières années, plus de 55% se sont formés dans l'ouest du Pacifique Nord (figure 4).



**Figure 4.** La répartition décennale par bassin du nombre des cyclones de catégorie 5. Source: À partir de la ré-analyse des images des satellites MÉTÉOSAT, GMS, GOES et NOAA.

Ce bassin, certes le premier du globe, ne représente que 32% de l'activité totale des tempêtes et cyclones tropicaux (Foley, 1995). Les conditions thermodynamiques sont particulièrement favorables à l'évolution des cyclones très intenses dans cette partie du monde (Emanuel, 1986). Très médiatisé avec les ouragans Irma et Maria en septembre 2017, l'Atlantique Nord ne totalise que 7% des phénomènes de catégorie 5 alors que l'activité des tempêtes et cyclones de ce bassin correspond à 14% de celle du globe (Foley, 1995). Aucun des six

bassins océaniques n'a connu un accroissement continu du nombre décennal des cyclones de plus de 135 nœuds. Le maximum a été atteint dans les années 1990-1999 pour l'est et l'ouest du Pacifique Nord, et le sud de l'Océan Indien, dans les années 2000-2009 pour l'Atlantique Nord, dans les années 1980-1989 et 2000-2009 pour le Pacifique Sud, et dans les années 1990-1999 et 2000-2009 pour le nord de l'Océan Indien. L'évolution du nombre des cyclones sur deux périodes de 19 ans, 1980-1998 et 1999-2017, n'est pas identique pour les six bassins océaniques (figure 5).



**Figure 5.** Le nombre des cyclones de catégorie 5 entre 1980-1998 et 1999-2017. Source: À partir de la ré-analyse des images satellitaires.

L'ouest et l'est du Pacifique Nord, qui représentent 66% des cyclones très intenses du globe (figure 4), enregistrent un recul modéré (-21%) de leur activité alors que les quatre autres bassins océaniques ont eu une dynamique à la hausse (figure 5). L'augmentation est plus forte pour le nord de l'Océan Indien (+300%) et l'Atlantique Nord (+100%) qui ont, cependant, les plus faibles effectifs. Et elle est plus modérée pour le Pacifique Sud (+22%) et le sud de l'Océan Indien (+20%) qui correspondent, respectivement, au deuxième et au quatrième bassin du globe pour le nombre de phénomènes de catégorie 5. À l'échelle du globe, il n'y a pas encore de tendance très significative dans l'activité des cyclones très intenses puisqu'il y a eu un très léger recul (-3%) de leur nombre entre la première période 1980-1998 (110 cyclones) et la seconde 1999-2017 (106 cyclones). En revanche, l'évolution est différente selon les hémisphères. Dans l'hémisphère sud, il y a eu une croissance (+20%) de l'activité. Cette tendance n'est pas très solide car elle ne repose que sur un nombre supplémentaire de 5 cyclones de catégorie 5 pour la période 1999-2017. Dans l'hémisphère nord, il y a eu une légère diminution de 10% (86 à 77 cyclones) due au recul du nombre des cyclones très intenses dans l'est et l'ouest du Pacifique Nord. L'explication de la baisse de l'activité dans l'ouest et l'est du Pacifique Nord est probablement à rechercher dans les facteurs dynamiques de la troposphère. En effet, la température de surface de tous les océans aux latitudes intertropicales a augmenté en moyenne de 0.3°C à 0.5°C entre 1980 et 2014 (Klotzbach and Landsea, 2015).

Il reste très difficile de détecter un possible signal du réchauffement climatique en raison de l'impact potentiel de certains cycles de variations naturelles sur l'activité cyclonique à différentes échelles spatio-temporelles. Goldengerg et al. (2001) et Landsea (2005) considèrent que l'activité croissante des cyclones intenses de l'Atlantique Nord depuis le milieu de la décennie 1990-1999 correspond à un cycle multi-décennal favorable. Ces cycles d'une trentaine d'années s'accompagnent d'une augmentation de la température de l'océan, et d'une diminution du cisaillement vertical du vent qui représente une forte contrainte à l'intensification des cyclones quand les valeurs sont élevées. Les données, issues des observations de navires dans l'Atlantique Nord, tendraient à montrer une activité cyclonique riche entre les années 1930 et 1960. La période 1970 à 1994 avait été qualifiée de relativement calme. Pour l'est du Pacifique Nord, Wang et Lee (2010) ont montré qu'il

pouvait y avoir une modification de la circulation des vents d'altitude à une échelle multi-décennale, tantôt favorisant l'intensification des cyclones, et tantôt limitant le processus de développement. Dans le Pacifique Sud, sur les 20 cyclones de catégorie 5, 12 (60%) se sont produits lors des 9 épisodes El Niño, 3 (15%) au cours des 9 épisodes La Niña, et 5 (25%) durant les 19 autres saisons (Hoarau et al., 2017). Lors des épisodes El Niño, la température du Pacifique sud augmente, les pressions de surface faiblissent, et les vents d'altitude proviennent de l'est (baisse du cisaillement vertical du vent). Les conditions deviennent favorables à l'évolution des cyclones extrêmes. Les dispositions dynamiques dans l'atmosphère sont un facteur aussi important que la température de l'océan. Pour illustrer cet aspect, le tableau 1 affiche le cyclone le plus intense de chacun des six bassins océaniques. Même si la température de l'océan a augmenté de manière continue entre 1980 et aujourd'hui, le cyclone le plus intense s'est produit au cours des années 1980-1989 pour trois bassins.

**Tableau 1.** Le cyclone le plus intense pour chaque bassin océanique entre 1980 et 2017. Source: À partir de la ré-analyse des images satellitaires, et de Velden et al. (2017).

Nom du cyclone	Bassin cyclonique	Vents (nœuds)	Date
Patricia	Est du Pacifique Nord	185	23 octobre 2015
Haiyan	Ouest du Pacifique Nord	180	7 novembre 2013
Gilbert	Atlantique Nord	170	13 Septembre 1988
Hina	Pacifique Sud	170	16 mars 1985
Gasitao	Sud de l'Océan Indien	155	20 mars 1988
05B	Nord de l'Océan Indien	155	28 octobre 1999

Il s'agit du sud de l'Océan Indien, du Pacifique Sud, et de l'Atlantique Nord où Gilbert a été estimé avec des vents soutenus de 170 nœuds, plus forts que les 160 nœuds de l'ouragan Irma en septembre 2017. Enfin, le manque de données fiables sur une période suffisamment longue empêche aussi d'apprécier l'impact du réchauffement climatique sur l'intensité des cyclones.

## Conclusion

La ré-analyse des images satellitaires révèle qu'il y a eu une sous-estimation marquée de l'intensité des cyclones de catégorie 5 dans la décennie 1980-1989. Nous avons trouvé 54 cyclones très intenses alors que la base de données IBTrACS n'en recense que 28. Les intensités ré-analysées ne montrent pas de tendance significative sur le globe à l'échelle décennale. Le maximum a été atteint dans les années 1990-1999 avec 62 cyclones alors que les autres décennies sont restées à un niveau moins élevé. Il n'y a pas non plus de tendance significative à l'échelle hémisphérique, l'activité de chaque hémisphère ayant été la plus importante dans la décennie 1990-1999. Les quatre bassins de l'hémisphère nord, et les deux bassins de l'hémisphère sud représentent, respectivement 75% et 25% des cyclones de catégorie 5 du globe. Aucun des six bassins océaniques n'a connu un accroissement continu du nombre décennal des cyclones de plus de 135 nœuds. Si l'on considère deux périodes de 19 ans, 1980-1998 et 1999-2017, deux bassins ont connu un recul modéré de leur activité: l'est et l'ouest du Pacifique Nord qui totalisent à eux deux 66% des cyclones très intenses du globe. Dans les quatre autres bassins, le nombre des cyclones de catégorie 5 a augmenté de manière forte (le nord de l'Océan Indien et l'Atlantique Nord) ou de manière plus modérée (le Pacifique Sud et le sud de l'Océan Indien). Au niveau du globe, l'activité des phénomènes de catégorie 5 a reculé de 3% malgré l'augmentation continue de la température des océans tropicaux depuis 1980. Aujourd'hui encore, il est compliqué de déceler une possible influence du réchauffement climatique sur l'intensité des cyclones tropicaux du fait de l'existence de cycles de variations naturelles à différentes échelles spatio-temporelles, et par manque de données fiables sur une période suffisamment longue.



## Bibliographie

- Dvorak V.F., 1984. *Tropical cyclone intensity analysis using satellite data*. NOAA technical Report NESDIS 11, 47p.
- Emanuel K.A., 1986. An Air-Sea Interaction Theory for Tropical Cyclones. Part I: Steady-State Maintenance. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **43**, 585-604.
- Foley G.R., 1995. *Observations and analysis of tropical cyclones. Global Perspectives on Tropical Cyclones*. WMO/TD-No.693, Geneva: 1-20.
- Goldenberg S.B., Landsea C.W., Mestas-Nunez A.M., Gray W.M., 2001. The recent increase in Atlantic hurricane activity: causes and implications. *Science* **293**, 474-479.
- Harper B.A., Stroud S.A., McCormack M., West S., 2008. A review of historical tropical cyclone intensity in northwestern Australia and implications for climate change trend analysis. *Australian Meteorological Magazine*, **57**, 121-141.
- Hoarau K., Bernard J., Chalonge L., 2012. Intense tropical cyclone activities in the northern Indian Ocean. *International Journal of Climatology*, **31**, 1935-1945.
- Hoarau K., Chalonge L., Pirard F., Peyrusaubes D., 2017. Extreme tropical cyclone activities in the southern Pacific Ocean. *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.5254.
- Japan Meteorological Agency (JMA), 1989. The 1989 tropical cyclones best track data in the western North Pacific Ocean. <http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/trackarchives.html>
- Joint Typhoon Warning Center (JTWC), 1989. The 1989 tropical cyclones best track data in the western North Pacific Ocean. <http://www.metoc.navy.mil/jtwc/>
- Klotzbach P.J., 2006. Trends in global tropical cyclone activity over the past twenty years (1986-2005). *Geophysical Research Letters*, **33**, doi: 10.1029/2006GL025881.
- Klotzbach P.J., Landsea C.W., 2015. Extremely intense hurricanes: revisiting Webster et al. (2005) after 10 years. *Journal of Climate*, **28**, 7621-7629.
- Knaff J.A., Brown D.P., Courtney J., Gallina J.G., Beven J.L., 2010. An evaluation of Dvorak technique-based tropical cyclone intensity estimates. *Weather and Forecasting*, **25**, 1362-1379.
- Knapp K.R., Kruk M.C., Levinson D.H., Diamond H.J., Neumann C.J., 2010. The International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS). *Bulletin of American Meteorological Society*, **91**, 363-376. <https://www.ncdc.noaa.gov/ibtracs/>
- Kossin J.P., Knapp K.R., Vimont D.J., Murname R.J., Harper B.A., 2007. A globally consistent reanalysis of hurricane variability and trends. *Geophysical Research Letters*, **34**, doi: 10.1029/2006GL028836.
- Landsea C.W., 2005. Hurricanes and global warming. *Nature*, **438**, 11-13.
- Landsea C.W., Harper B.A., Hoarau K., Knaff J.A., 2006. Can We Detect Trends in Extreme Tropical Cyclones? *Science*, **313**, 452-454.
- Lin I-I., Wu C.C., Pun I-F., 2008. Upper-Ocean Thermal Structure and the Western North Pacific Category 5 Typhoons. Part I: Ocean Features and the Category 5 Typhoons' Intensification. *Monthly Weather Review*, **136**, 3288-3306.
- Merrill R.T., 1984. A comparison of large and small tropical cyclones. *Monthly Weather Review*, **112**, 1411-1417.
- Simpson B., 1974. The Hurricane disaster potential scale. *Weatherwise*, **27**, 169-186.
- Rungdilokrajn V., 1990. *Natural disasters in Thailand*. Study and research division meteorological department, Bangkok, Thailand, 141-152.
- Velden C., Olander T., Herndon T.D., Kossin J., 2017. Reprocessing the Most Intense Historical Tropical Cyclones in the Satellite Era Using the Advanced Dvorak Technique. *Monthly Weather Review* **145**, 971-983.
- Wang C., Lee S.K., 2010. Is Hurricane Activity in One Basin Tied to Another? *EOS*, **91**, 93-95.
- Webster P.J., Holland G.J., Curry J.A. and Chang H.R., 2005. Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. *Science*, **309**, 1844-1846.