Cyclones tropicaux : impacts et risques

Auteur :
ROUX Frank, Professeur à l'Université Paul Sabatier, Laboratoire d'Aérologie, Toulouse

11-03-2019



Comme le montre les ruines de Tacloban aux Philippines, après le passage du typhon Hayan en novembre 2013, avec les tremblements de terre les cyclones sont les phénomènes naturels les plus dévastateurs. Des services météorologiques spécialisés les surveillent à travers le monde afin d'avertir les populations concernées des risques encourus. Encore faut-il être bien préparé à ces terribles échéances.

1. Impacts des cyclones tropicaux

Chaque année, tempêtes et cyclones affectent **des dizaines de pays** dans le monde. Les pertes en vies humaines et les dégâts matériels sont importants en raison des vents violents, des pluies intenses, des fortes houles et des marées de tempête. Les phénomènes dangereux ne sont pas uniquement localisés sur les îles et les côtes. Même atténués, les cyclones provoquent souvent des dommages à l'intérieur des terres, par des inondations et des glissements de terrain, parfois à des centaines de kilomètres de l'océan.



Figure 1. Inondations autour du fleuve Karnaphuli au Bangla Desh après le passage du cyclone d'avril 1991

Au cours des 50 dernières années, **près d'un million de personnes** ont péri lors du passage de cyclones tropicaux. La cause en est l'accroissement des populations dans les zones exposées, en raison de l'attrait du soleil dans les pays riches, de la croissance démographique ailleurs. Dans les pays développés, **les pertes en vies humaines ont beaucoup diminué** grâce au progrès des prévisions. Mais, dans le même temps, le **coût moyen des dévastations a fortement progressé**. Le record est détenu par l'ouragan **Katrina**, dont le passage sur la Nouvelle-Orléans en août 2005 a laissé une ardoise d'**au moins cent milliards d'euros**. En terme de vies humaines, les régions les plus touchées ont été le **Bangladesh** avec les deux cyclones de novembre 1970 et d'avril 1991 qui firent chacun plus de deux cent mille victimes, le **Honduras** et le **Nicaragua** avec Mitch en octobre 1998, la **Birmanie** en 2008 avec Nargis qui ravagea le delta de l'Irrawaddy, les **Philippines** avec Hayan en 2013, causant à chaque fois des dizaines de milliers de morts.



Figure 2. Nettoyage des rues de Tegucigalpa après les glissements de terrains dus à l'ouragan Mitch en octobre 1998 [source : http://s.hswstatic.com/gif/worst-hurricanes-10.jpg]

L'humidité prélevée par le vent à la surface de l'océan condense pour former des **précipitations**. Dans un rayon d'une centaine de kilomètres autour de l'œil, le cumul est d'une dizaine de centimètres par jour, mais des valeurs cinq à dix fois plus fortes ne sont pas rares pour des évènements intenses, et dans certaines régions comme le mur de l'œil ou sur des zones montagneuses. L' **arrivée sur des terres émergées**, dont la surface est plus rugueuse que celle de l'océan, provoque un **ralentissement du vent** et une **forte convergence** dans la partie du cyclone qui aborde la côte. Cela rend plus intenses les mouvements ascendants, accélère la condensation de l'humidité et **renforce les précipitations**. En général, le **mur de l'œil** s'atténue assez vite lors de l'arrivée d'un cyclone sur une surface émergée. En revanche, les **bandes externes** résistent mieux à la transition et sont souvent responsables de fortes pluies à l'intérieur des terres.



Figure 3. Inondations à la Nouvelle-Orléans après le passage de l'ouragan Katrina en août 2005.



Figure 4. La ville de Darwin, au nord de l'Australie, dévastée par le passage du cyclone Tracy à Noël 1974 [source : https://s.yimg.com/ea/img/-/140824/cyclone_tracy_19vivve-19vivvs.jpg]

Les **vents cycloniques** sont parmi les plus puissants sur terre. Au niveau du mur de l'œil, ils dépassent souvent 200 km/h et peuvent atteindre 350 km/h. Seules les tornades produisent des vents plus violents, mais à des échelles plus réduites et sur des durées plus courtes. La distribution des vents est rarement symétrique : ils sont souvent **plus intenses sur la droite** (resp. **gauche**) du cyclone par rapport à son déplacement dans l'**hémisphère nord** (resp. **sud**). Lors du passage d'un cyclone, les débris de toutes tailles emportés par le vent deviennent autant de projectiles qui frappent tout ce qui est exposé. Pourtant, ce ne sont pas les vents soutenus qui causent les dommages les plus importants, mais plutôt les **variations d'intensité et de direction** qui fragilisent les structures. La variabilité augmente à l'intérieur des terres, car la **topographie** engendre des circulations de petite échelle (quelques kilomètres) localement plus intenses.

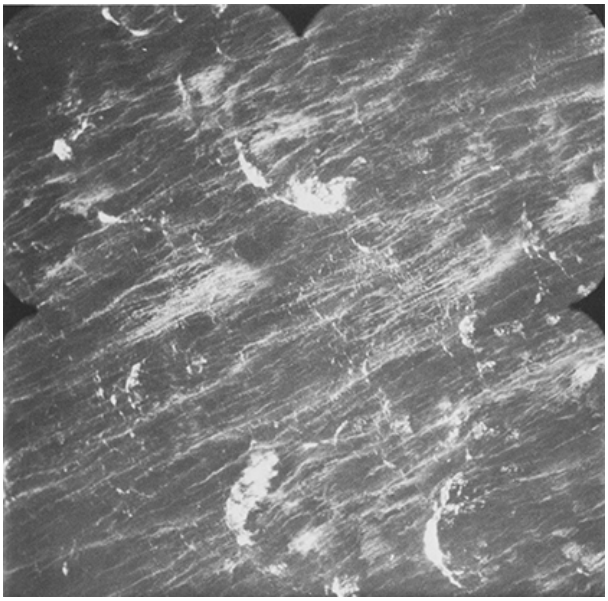


Figure 5. Surface océanique présentant des traînées blanches d'écume et d'embruns en conditions de vents forts cycloniques [d'après http://www.tudelft.nl/uploads/RTEmagicC_atlas09e_02.jpg]

La surface de l'océan réagit aux vents cycloniques par la formation d'une **houle** dont l'amplitude peut atteindre une dizaine de mètres. Sa direction change avec le sens du vent qui tourne autour du l'œil et, lorsque le cyclone se déplace, cela génère de dangereuses **houles croisées** résultant de la superposition de vagues générées par des vents venant de directions différentes. Quand le vent souffle à plus de 200 km/h, la quantité d'**embruns** devient telle qu'une sorte de **brouillard saturé d'humidité** envahit les quelques dizaines de mètres au-dessus de la surface. Cette zone tampon, entre l'océan et l'atmosphère, joue un rôle important dans l'évolution des cyclones intenses, en réduisant le frottement de surface et en limitant les échanges énergétiques entre les deux milieux.

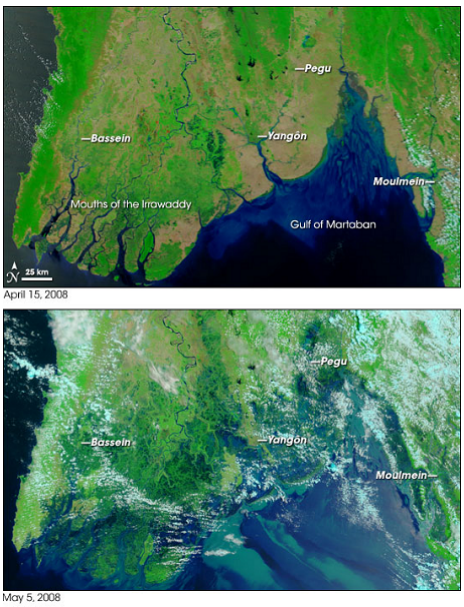


Figure 6. Invasion du delta de l'Irrawady (Birmanie) par la mer lors du passage du cyclone Nargis (mai 2008) [source : NASA Earth Observatory]

En **eaux profondes**, la tension causée par le vent et la dépression centrale entraînent une **élévation relativement faible** de la surface de l'océan, quelques dizaines de centimètres tout au plus. Mais, sur les **hauts fonds**, cela provoque une rapide et forte élévation du niveau de l'eau, l'**« Onde de Tempête »** qui déferle comme un tsunami. Son amplitude est maximum sur la droite (gauche) du déplacement dans l'hémisphère nord (sud). Elle est de 1 à 2 mètres pour les cyclones peu intenses, mais elle peut dépasser 10 mètres pour les plus puissants. La superposition de l'onde de tempête et de la marée astronomique produit la **« Marée de Tempête »**. La canalisation par la bathymétrie et des réflexions sur la côte peuvent augmenter localement l'amplitude de cette marée exceptionnelle. Selon la topographie des lieux, l'eau de mer peut pénétrer à l'intérieur des terres sur plusieurs

dizaines de kilomètres.

2. Prévision des cyclones tropicaux

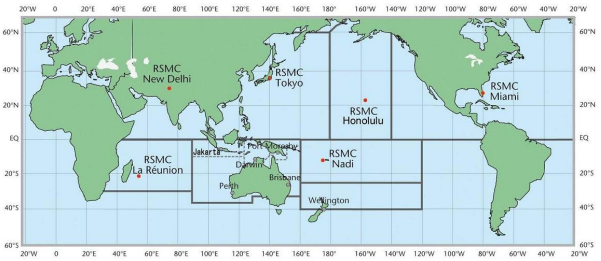


Figure 7. Répartition des Centres Météorologiques Régionaux Spécialisés dans la surveillance et la prévision des cyclones tropicaux (en anglais RSMC) [source : blog.metservice.com/ (This information is made freely available by MetService. Despite this, MetService is not associated with, and does not endorse, Encyclopédie de l'environnement or have involvement in how this information is presented)]

L'OMM a réparti les responsabilités de suivi et de prévision cyclonique. Cinq **« Centres Météorologiques Régionaux Spécialisés »** (CMRS) assurent les prévisions de trajectoire et d'intensité dans des zones de responsabilité. Le CMRS de **Miami** (Etats-Unis d'Amérique) est en charge de l'Atlantique nord et du Pacifique nord-est ; celui de **La Réunion**, sous la responsabilité de Météo-France, surveille les évènements du sud-ouest de l'océan Indien ; **New Delhi** (Inde) s'intéresse à ceux de la mer d'Arabie et du golfe du Bengale ; **Tokyo** (Japon) suit les typhons du Pacifique nord-ouest ; les perturbations du Pacifique sud-ouest sont sous le contrôle de **Nandi** (Fidji) et celles du Pacifique central sont suivies par **Honolulu** à Hawaii. La surveillance de l'Indien sud-est et du nord de l'Australie est répartie entre plusieurs centres australiens, indonésien et papouasien. Un nom est attribué par le CMRS compétent à toute perturbation qui atteint le stade de tempête tropicale. Les noms - le plus souvent des prénoms alternativement masculins et féminins – sont pris dans des listes préétablies et régulièrement actualisées, en retirant ceux des cyclones les plus dévastateurs.

Prévoir **la trajectoire et l'évolution** des cyclones est la tâche principale des CMRS. Grâce à l'amélioration des **observations** et des **modèles numériques**, l'erreur statistique moyenne a diminué d'environ 1% par an au cours des dernières décennies. L'incertitude sur la position du centre d'un cyclone, déduite d'images satellite, est de quelques dizaines de kilomètres. En ce qui concerne les prévisions, l'incertitude croît d'une centaine de kilomètres par jour d'échéance. On ne prévoit donc la position d'un cyclone à **24, 48 ou 72 heures** que dans des marges d'environ **100, 200 ou 300 kilomètres**. Ce ne sont là que des valeurs moyennes et la fiabilité des prévisions varie selon les cyclones et leur environnement. De plus, quelques larges erreurs ont souvent dans le public un retentissement beaucoup plus fort que les bonnes prévisions. En outre, il est difficile de prévoir des trajectoires moins rapides et plus erratiques. Les progrès concernant la **prévision d'intensité** des cyclones – puissance des **vents**, quantité de **précipitations**, amplitude de la **houle** et de la **marée** – sont plus limités en raison de la complexité des processus internes et des interactions avec l'environnement.

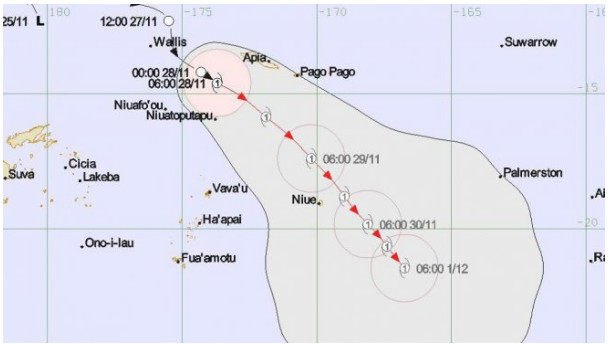


Figure 8. Prévision de trajectoire du cyclone tropical Tuni par le service météorologique australien le 28 novembre 2015. La surface grise indique la marge d'incertitude croissante aux échéances successives. [source: http://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/2015/11/29/cyclone-tuni-aux-samoa-inondations-et-glissements-de-terrain-310405.html]

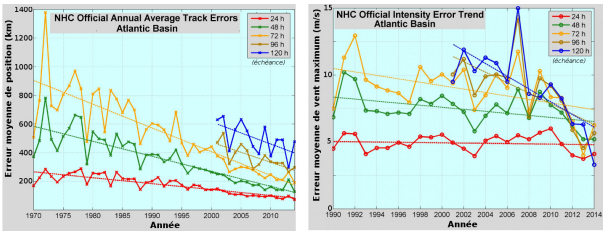


Figure 9. Evolution des erreurs annuelles moyennes aux différentes échéances de la position des cyclones (à gauche) et de leur intensité (à droite) [source : http://www.nhc.noaa.gov/]

3. Prévention des risques



Figure 10. Dégâts causés par le passage sur la Guadeloupe du puissant cyclone Hugo le 17 septembre 1989 [d'après http://www.guadeloupe.franceantilles.fr/actualite/education-sante-environnement/dossier-cyclone-en-guadeloupe/]

La surveillance des cyclones est probablement le domaine où la prévision météorologique a les conséquences économiques et sociales les plus importantes. Un aspect crucial concerne la **transmission de l'information météorologique** (état observé du cyclone, évolution prévue) en direction des services de sécurité et du public. Il faut que les **procédures d'alerte** aient été au préalable bien définies, notamment les différents niveaux entraînant des réactions graduées de la part des autorités et de la population. L'arrêt des activités économiques et civiles, l'hébergement des personnes déplacées, la mise en place des secours d'urgence, puis le rétablissement des services sont des opérations lourdes en termes de coût et d'impact social. Aussi est-il nécessaire d'éviter à la fois la sous-estimation des risques dont les conséquences peuvent être dramatiques et la surévaluation des alertes qui érode la confiance que les populations et les responsables accordent aux prévisions.



Figure 11. Parcelle de cryptomerias dévastée par le passage sur la Réunion du cyclone Dina le 22 janvier 2002 à La Réunion [source : http://www.onf.fr/la-reunion/sommaire/onf/connaitre/environnement/]

Plusieurs départements et territoires d'outremer français sont exposés au risque cyclonique : **Guadeloupe** et **Martinique** aux

Antilles, **La Réunion** dans l'océan Indien, **Nouvelle-Calédonie** et **Polynésie** dans le Pacifique. Sur ces îles, il n'est pas possible d'évacuer les populations loin des zones menacées. L'accent est mis sur la protection des personnes et des biens. Le **« Plan Spécialisé Urgence Cyclone »** ou **« Plan de Secours Spécialisé Cyclone »** définit les responsabilités en matière d'information et de mobilisation des services spécialisés. Sa mise en œuvre est décidée et gérée par le représentant de l'état (préfet dans les départements, haut-commissaire dans les territoires) sur la base des observations et des prévisions de la direction locale de Météo-France.

Après un évènement cyclonique, les dévastations nécessitent une **action rapide set importante de l'état**, ce qui n'est possible avec une certaine efficacité que dans les pays développés. Ailleurs, les cicatrices laissées par le passage d'un cyclone peuvent subsister pendant des années. Les **dommages considérables** qu'il faut rembourser mettent les compagnies d'assurance dans des situations souvent difficiles. Vu l'ampleur des sinistres (souvent des milliards, voire des dizaines de milliards d'euros), ces compagnies se **réassurent** elles aussi auprès d'autres compagnies. Par un jeu de dominos financiers, le passage d'un cyclone sur un pays tropical peut ainsi déclencher des **tempêtes économiques** sur les places météorologiquement plus calmes de Londres, Zürich, New York ou Tokyo.

Références et notes

Photo de couverture : www.commondreams.org

L'Encyclopédie de l'environnement est publiée par l'Université Grenoble Alpes - www.univ-grenoble-alpes.fr

Pour citer cet article: **Auteur :** ROUX Frank (2019), Cyclones tropicaux : impacts et risques, Encyclopédie de l'Environnement, [en ligne ISSN 2555-0950] url : http://www.encyclopedie-environnement.org/?p=700

Les articles de l'Encyclopédie de l'environnement sont mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.
