

Société de Calcul Mathématique SA

Outils d'aide à la décision

depuis 1995



Les Cyclones

Données disponibles et analyse critique

Extrait du Livre Blanc rédigé par la SCM

Première rédaction : août 2015

Nous nous sommes d'abord intéressés à la qualité des données existantes sur les cyclones. Ceci nous a permis ensuite d'analyser le traitement qui en est fait.

Nous avons répondu aux questions suivantes :

- Où peut-on trouver des données sur les cyclones ?
- Comment ces données sont-elles obtenues ?
- Depuis quand avons-nous des données sur les cyclones ?

I. Les mesures.

A. Sources des données

En fonction du bassin cyclonique, des entités différentes sont chargées de la surveillance des cyclones.

Le centre officiel de suivi des ouragans (National Hurricane Center, NHC) fait partie de l'un des six services de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Le NHC s'occupe du bassin Atlantique Nord (dont la Mer des Caraïbes et le Golfe du Mexique) et du bassin Pacifique Nord-Est.

Le site de la NOAA est très bien documenté, riche en données, et revendique son intégrité scientifique, voir [Lubchenco].

Nous avons récupéré les données de cet organisme pour le bassin de l'Atlantique Nord. La version actuelle de la base de données se nomme HURCAT2 ; nous avons travaillé sur celle-ci. Elle constitue une seconde version, complétée par de nouveaux paramètres depuis 2004, de la base de données HURCAT1 ; on peut la télécharger sur [Cyclones_NOAA].

Une différence entre les deux bases HURCAT1 et HURCAT2 est que la première donne directement les catégories des cyclones (d'après la classification de Saffir-Simpson). Le site Unisys, voir [Cyclones_Unisys], présente les données de HURCAT 1 de la façon suivante : pour chaque année une liste chronologique des cyclones est faite en indiquant leur catégorie, la vitesse maximale des vents et la pression minimale.

L'autre différence principale entre les deux bases est que, depuis 2004, nous disposons dans HURCAT2 de six colonnes correspondant à de nouveaux champs. Celles-ci indiquent la distance par rapport au centre du cyclone nécessaire pour qu'une certaine vitesse de vent soit mesurée.

B. Les technologies de mesure

Pour suivre les ouragans et les prévoir autant que possible, nous disposons de trois technologies :

1. Les satellites

Comme expliqué au paragraphe I "Les températures", il existe deux types de satellites météorologiques.

Le satellite géostationnaire affecté à la surveillance du bassin Atlantique Nord est **Goes-E** : un satellite américain de la NOAA de longitude 75°W.

La liste des satellites existants est disponible sur le site Cyclone extrême, voir [Zucchi].

2. Les radars Doppler

Outre l'intensité et la proximité des perturbations caractéristiques du radar météorologique basique, les radars Doppler mesurent également la vitesse et l'orientation du mouvement de ces perturbations. Les premiers ont été mis en place dans les années 1950.

Le principe de fonctionnement est le suivant : ils émettent des micro-ondes qui se réfléchissent sur les gouttes de pluie et cristaux de glace. En fonction du résultat renvoyé sous forme numérique, les météorologues peuvent déterminer la quantité et la vitesse des précipitations, les configurations cycloniques, etc.

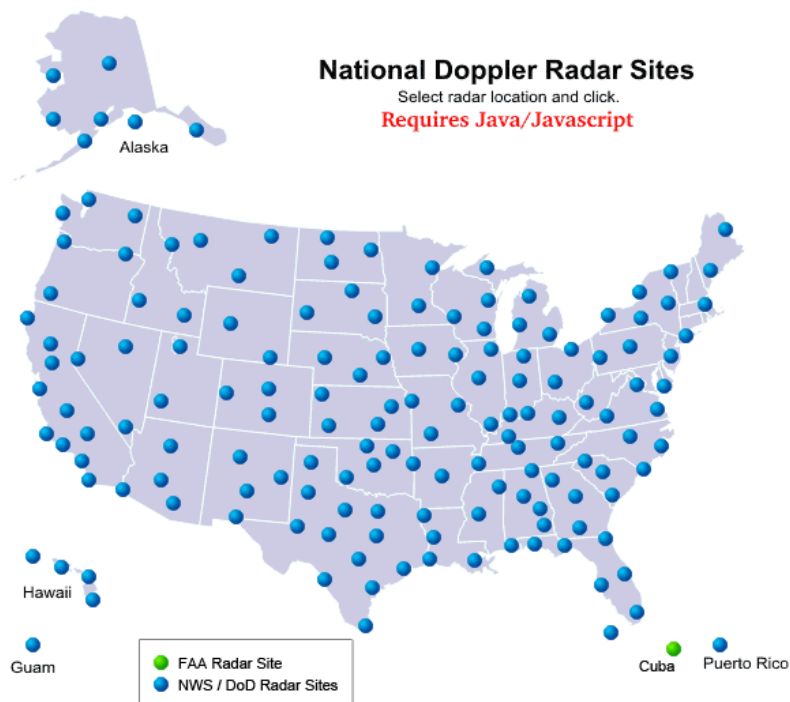


Figure 1 : La répartition des radars aux Etats-Unis, d'après [NDRS]

La zone couverte par un radar est de 300 km, mais au-delà de 100 km, il n'est plus capable de mesurer la vitesse de rotation des masses d'air. De plus sa résolution est de l'ordre du kilomètre alors qu'une tornade a généralement un diamètre allant de 1 à 100 m, voir [Radartutorial].

Dans le reste du monde, la répartition des radars est inégale ; en effet pour des pays comme la France, où les cyclones sont peu présents, l'achat de radars ne se justifie pas financièrement.

3. Les catasondes

Une catasonde contient divers instruments météorologiques (baromètre, thermomètre, hygromètre, récepteur de position permettant de mesurer la direction et force du vent). Elle est lâchée depuis un avion de reconnaissance météorologique et, lors de sa chute, elle récolte diverses informations sur le cyclone.

Les satellites constituent le meilleur moyen de suivi des cyclones, c'est pourquoi nous pensons que le traitement des données devient pertinent à partir de leur mise en fonctionnement effective et performante. Ce qui, d'après le site de Météo France, correspond aux années 1970.

En effet, depuis 1966, une surveillance globale de l'atmosphère est assurée par le système mondial d'Observation de la Veille Météorologique Mondiale.

II. Bilans sur l'analyse des données à notre disposition

A. Analyse préliminaire et traitement des données de la NOAA

Nous avons décidé de travailler sur la base de données HURCAT2, qui constitue une version "améliorée" et plus complète de la base HURCAT1.

Nous avons tout de même vérifié si les données entre les deux bases étaient les mêmes ; cette comparaison a été faite à partir du site Unisys qui reprend les données de HURCAT1, puis HURCAT2 depuis 2011.

La base de données couvre la totalité du bassin Atlantique Nord : les cyclones répertoriés n'ont pas nécessairement touché les côtes.

Le site Unisys présente pour chaque année, entre 1851 et 2014, une liste chronologique (dans l'année) des cyclones. Il donne, pour chacun d'eux, les caractéristiques suivantes : la période d'activité (date de début-date de fin), le maximum de la vitesse moyenne soutenue pendant 10 min par les vents, la pression minimale et la catégorie du cyclone.

Dans les explications données, la catégorie est déterminée selon l'échelle de Saffir-Simpson, le critère est la vitesse maximale soutenue par les vents pendant 10 min.

Nous avons réparti en deux catégories les différences que nous avons trouvées :

- Les différences dans le nombre de cyclones, tempêtes tropicales, dépressions tropicales :

En 2000, par rapport à la base de données d'Unisys, HURCAT2 compte une tempête subtropicale/extratropicale en plus, dont la vitesse maximale des vents est de 55 nœuds.

En 2003, par rapport à la base de données d'Unisys, HURCAT2 compte une tempête tropicale supplémentaire (Peter), dont la vitesse maximale des vents est 60 nœuds.

En 2004, une dépression tropicale (Tropical Depression TWO), dont la vitesse maximale des vents est de 30 nœuds, a été enlevée de la base d'Unisys, et ne figure pas dans HURCAT2.

En 2006, par rapport à la base de données d'Unisys, HURCAT2 compte une tempête tropicale en plus (Unnamed 13), dont la vitesse maximale des vents est 45 nœuds.

En 2011, par rapport à la base de données d'Unisys, HURCAT2 compte une tempête tropicale en plus (Unnamed 14), dont la vitesse maximale des vents est 40 nœuds.

En 2013, par rapport à la base de données d'Unisys, HURCAT2 compte une tempête tropicale en plus (Unnamed 16), dont la vitesse maximale des vents est 55 nœuds. Ce dernier exemple montre que, dans ce cas, le site Unisys a décidé (volontairement ou pas) de retirer la tempête tropicale.

Seules des modifications sur les tempêtes tropicales ou dépressions tropicales ont été faites. Le nombre de cyclones ne varie pas. De plus, leur nombre étant relativement réduit, nous ne considérerons pas que la mise à jour de la base de données HURCAT est un camouflage visant à rajouter des cyclones.

- Les différences liées à la vitesse des vents

En 2008, Unisys a mal recensé la vitesse maximale soutenue par les vents du cyclone OMAR qu'il fixe à 110 nœuds alors qu'elle est en réalité de 115 nœuds. Cette erreur n'est pas présente dans HURCAT1. Cela fait passer un cyclone de la catégorie 3 en 2008 à la catégorie 4 dans HURCAT2.

La base de données HURCAT2 se présente sous cette forme :

Sur le site de la NOAA nous pouvons télécharger un fichier texte recensant, pour chaque cyclone les champs suivants :

- Cyclone number for that year
- Name, if available, or else "UNNAMED"
- Number of best track entries – rows – to follow
- Year
- Month
- Day
- Hours
- Minutes
- Record identifier :
 - L – Landfall (center of system crossing a coastline)
 - W – Maximum sustained wind speed
 - P – Minimum in central pressure
 - I – An intensity peak in terms of both pressure and wind

- C – Closest approach to a coast, not followed by a landfall
- S – Change of status of the system
- G – Genesis
- Status of system, options are :
 - TD – Tropical cyclone of tropical depression intensity (< 34 knots)
 - TS – Tropical cyclone of tropical storm intensity (34-63 knots)
 - HU – Tropical cyclone of hurricane intensity (> 64 knots)
 - EX – Extratropical cyclone (of any intensity)
 - SD – Subtropical cyclone of subtropical depression intensity (< 34 knots)
 - SS – Subtropical cyclone of subtropical storm intensity (> 34 knots)
 - LO – A low that is neither a tropical cyclone, a subtropical cyclone, nor an extra-tropical cyclone (of any intensity)
 - WV – Tropical Wave (of any intensity)
 - DB – Disturbance (of any intensity)
- Latitude
- Hemisphere
- Longitude
- Hemisphere
- Maximum sustained wind (in knots)
- Minimum Pressure (in millibars)
- Additional detail on the track (position) of the cyclone

B. Traitement des données réalisé

Nous n'avons pas recensé de donnée aberrante. Il existe des données manquantes ou non renseignées, notamment en ce qui concerne la pression.

Nous avons réalisé un traitement préliminaire des données afin d'analyser l'évolution du nombre de cyclones au cours des années. Nous n'avons pas pris en considération les données antérieures à 1970 (comme expliqué précédemment). Parmi les cyclones, nous comprenons également les dépressions tropicales vitesse maximale de vent inférieure à 34 noeuds)et tempêtes tropicales (vitesse maximale de vent comprise entre 34 et 63 noeuds).

Pour chaque cyclone nous extrayons l'information ci-dessous :

- Vitesse maximale enregistrée ;
- Pression minimale enregistrée ;
- Durée (nombre de jours).

Nous prenons en compte uniquement la vitesse maximale enregistrée. Nous identifions les cyclones appartenant aux catégories 4 et 5. D'après l'échelle de Saffir-Simpson, il s'agit des cyclones pour lesquels la vitesse maximale enregistrée est supérieure à 113 noeuds.

C. Résultats

Dans un premier temps, nous avons étudié l'évolution du nombre de cyclones dans le bassin Atlantique Nord depuis 1970 ; il comporte également les données concernant les cyclones qui

n'ont pas atteint les côtes américaines. Les résultats montrent qu'il n'y a pas eu d'augmentation du nombre de cyclones depuis les années 1970.

Dans un deuxième temps, nous avons regardé s'il y avait une augmentation des cyclones de catégories 4 et 5. La réponse est positive :

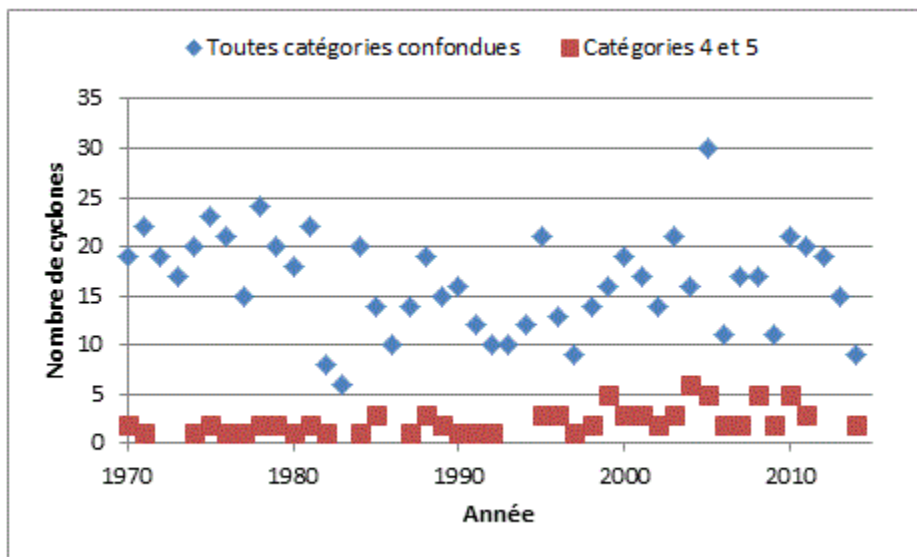


Figure 2 : Evolution du nombre de dépressions tropicales (en bleu) et des cyclones de catégories 4 et 5 (en rouge) depuis 1970.

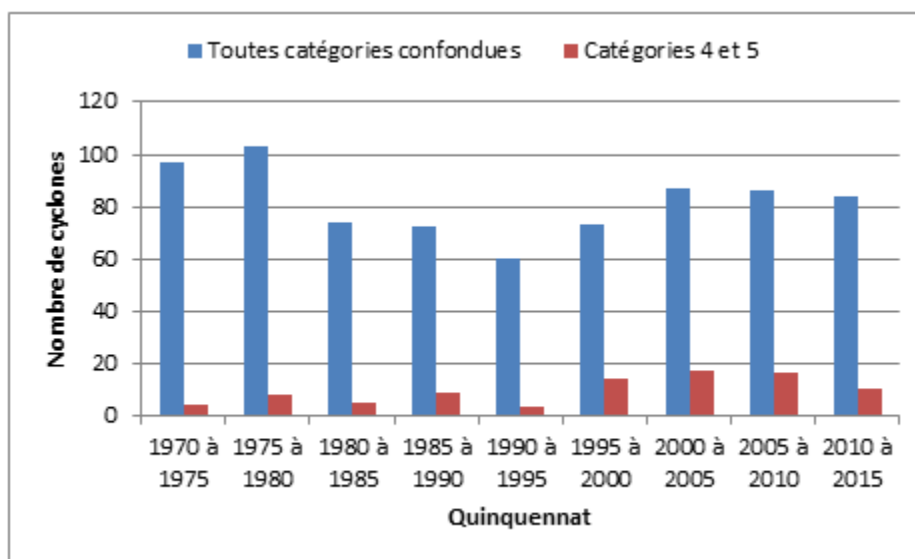


Figure 3 : Evolution du nombre de dépressions tropicales, tempêtes tropicales et cyclones (en bleu) et des cyclones de catégories 4 et 5 (en rouge) depuis 1970 regroupés par quinquennat.

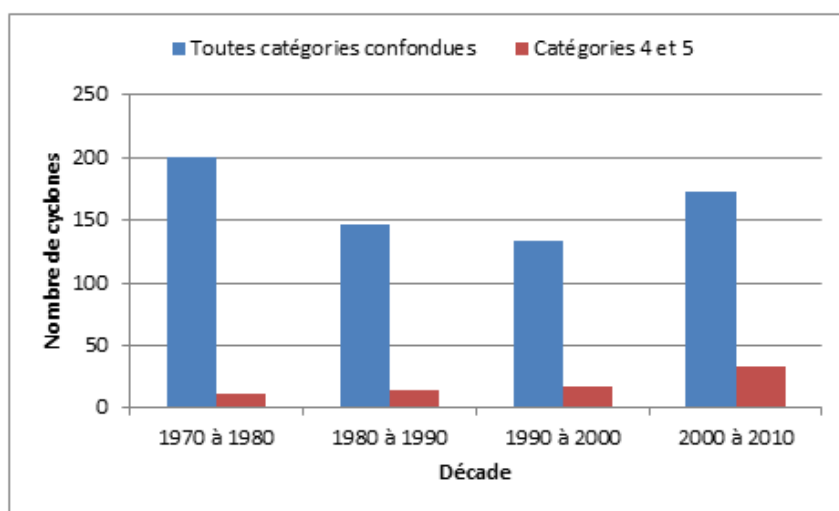


Figure 4 : Evolution du nombre de dépressions tropicales, tempêtes tropicales et cyclones (en bleu) et des cyclones de catégories 4 et 5 (en rouge) depuis 1970 regroupés par décennie.

Sur ces données, nous constatons une augmentation du nombre de cyclones de forte intensité au détriment de ceux de plus faible intensité. Cependant, cette augmentation peut être due uniquement à l'amélioration des technologies de mesure, comme nous allons le voir.

III. Homogénéité des données

A. Homogénéité dans le temps

Nous disposons de témoignages remontant jusqu'en 1500 qui décrivent des cyclones. Mais ils ne permettent pas d'évaluer précisément l'amplitude des cyclones. De plus, ils ne sont bien évidemment pas exhaustifs.

Les bases de données de la NOAA remontent à 1851 et se basent les premières années sur des témoignages. Avant 1944, les observations de cyclones se faisaient seulement par bateau.

Depuis lors, des avions de reconnaissance ont vu le jour, la mise en place du système satellitaire et son amélioration permanente (technique de Dvorak en 1970 et infrarouges en 1980), ainsi que l'arrivée des radars Doppler ont largement permis d'améliorer les mesures.

C'est notamment la technique des satellites infrarouges, mise au point dans les années 1980, qui a permis une réelle avancée dans la précision de la mesure de la vitesse des vents. Cela pose problème pour la classification des cyclones en différentes catégories. En effet la norme utilisée est l'échelle de Saffir-Simpson et celle-ci se base sur le maximum de la vitesse soutenue en moyenne pendant dix minutes.

L'amélioration du système satellitaire, comme l'a expliqué Christophe Landsea dans la 22^{ème} Annual Governor's Hurricane Conference résumée en [Governor's Hurricane Conference], nous permet aujourd'hui de détecter des cyclones de force 4 et 5, ce qui n'était pas possible avant. Ainsi l'augmentation du nombre de cyclones de catégories élevées peut être due à ces progrès techniques, voir [Landsea et Brown].

Dans un souci d'homogénéisation, des études, par J. P. Kossin et al, voir [Governor's Hurricane Conference], ont été faites en dégradant les données obtenues entre 1983 et 2005 pour s'aligner sur la qualité des anciennes données. Ceci a pour conséquence de diminuer le nombre de tempêtes les plus violentes. Cependant il est incorrect d'évaluer l'évolution de mesures ayant été corrigées de cette façon ; nous nous sommes donc limités à l'étude de ces phénomènes à partir de 1970.

C'est pourquoi, dans notre étude, nous accorderons plus de poids aux résultats obtenus sur l'évolution du nombre de cyclones depuis les années 1970 qu'à ceux concernant l'augmentation de leur intensité.

La manière d'analyser des données est variable, ce qui rend également difficile une homogénéisation des données. Nous pouvons citer l'exemple du cyclone Andrew (1992) qui est passé de la catégorie 4 à 5 dix ans après, dans la base de données de la NOAA.

Le NHC, connaissant la nécessité de l'homogénéisation des données, a lancé en 2009 le "Atlantic Hurricane Database Re-analysis Project", voir [NOAA_HRD] dont le but est d'étendre et de revoir la base de données HURCAT. Pour cela, ils remontent jusqu'en 1851, date à partir de laquelle ils disposent de données, et les revoient avec leurs connaissances et techniques actuelles.

La NOAA est tout à fait transparente, quant aux modifications dans la base de données et à leurs justifications ; celles-ci sont soigneusement répertoriées sur leur site.

B. Homogénéité dans l'espace

La qualité des données varie de manière significative entre deux bassins différents et même au sein du même bassin. La couverture satellite est loin d'être uniforme. Le bassin Atlantique Nord est bien surveillé et les données qui en découlent sont disponibles.

C. Analyse critique

Ici, nous avons pu obtenir les données brutes et faire notre propre travail d'analyse : il en résulte clairement, contrairement à ce qu'on lit partout, qu'il n'y a aucune augmentation du nombre des cyclones depuis 40 ans. Nous avons constaté une faible augmentation du nombre des cyclones dans les catégories 4 et 5 (les plus fortes), mais les nombres sont très faibles chaque année et ceci peut être dû tout simplement à des modifications dans la comptabilité.

Une tromperie souvent rencontrée est la suivante : on commence par s'intéresser aux cyclones qui touchent le continent américain (ce sont ceux qui concernent les populations et les assureurs) et on les dénombre. Puis, on modifie le périmètre, en considérant l'ensemble des cyclones de l'Atlantique Nord, y compris ceux qui se perdent en mer. Evidemment, le second ensemble comporte davantage d'éléments !

Comme dit plus haut, les travaux statistiques présentés ici concernent l'ensemble des cyclones de l'Atlantique Nord.