

# Les cyclones atlantiques en 2004 : chronique d'une année annoncée

Frank Roux

Laboratoire d'aérodynamique - Observatoire Midi-Pyrénées  
14, avenue Edouard-Belin - 31400 Toulouse  
frank.roux@aero.obs-mip.fr

## Résumé

Les cyclones de l'océan Atlantique ont défrayé la chronique au cours des mois d'août et septembre 2004. Certains ont cru voir dans cette activité renforcée un signe du changement climatique planétaire. Il s'agit plus vraisemblablement d'une manifestation de la variabilité climatique multidécennale qui, depuis 1995, génère des conditions favorables à la cyclogenèse sur l'Atlantique tropical. Après la période calme du point de vue cyclonique entre 1970 et 1995, l'océan Atlantique est probablement revenu à des conditions plus actives, susceptibles de se prolonger encore dix à vingt ans. Il faudra donc apprendre à vivre avec ce risque.

## Abstract

### Atlantic tropical cyclones in 2004: column of an announced year

During August and September 2004, the media devoted a lot of attention to the tropical storms over the Atlantic. Some saw this reinforced activity as a sign of global climate change. It is more probably a signature of multi-decadal climatic variability which, since 1995, has been more favourable to cyclogenesis over the tropical Atlantic. After the relatively quiet cyclonic period between 1970 and 1995, the Atlantic has probably returned to a more active state which could last for 10 to 20 years. Thus, we must learn to cope with this threat.

Sur le bassin atlantique, la saison cyclonique 2004 a été particulièrement active avec 15 **tempêtes tropicales** nommées, 9 **cyclones** et 6 **cyclones intenses** (voir encadré ci-dessous). La moyenne pour la période 1950-2000 est de 9,6 tempêtes, 5,9 cyclones et 2,3 cyclones intenses ; l'excédent pour 2004 est donc tout à fait notable. Autre caractéristique particulière de cette saison 2004, la répétition d'arrivées de cyclones sur les terres émergées (voir figures 1 à 4 page suivante) : Charley sur Cuba, puis sur le centre et le nord-est de la Floride début août ; Frances sur les Bahamas, puis sur le centre et le nord-ouest de la Floride fin août - début septembre ; Ivan sur la Jamaïque, puis sur l'Alabama et le Mississippi mi-septembre ; Jeanne sur Haïti, puis sur le centre et le nord-ouest de la Floride vers la fin septembre.

Certains commentateurs se sont empressés d'y voir la signature du réchauffement climatique planétaire, conséquence de l'effet de serre additionnel résultant des activités humaines (consommation de combustibles fossiles, déforestation, agriculture...). Il est maintenant avéré qu'au cours du XX<sup>e</sup> siècle, la température moyenne du globe s'est élevée de façon significative, l'humidité atmosphérique a augmenté et les précipitations moyennes se sont renforcées, la cause majoritairement anthropique de ces évolutions semblant établie. Mais aucune tendance n'a été mise en évidence quant au nombre total ou à l'intensité moyenne des cyclones tropicaux sur l'ensemble des bassins océaniques où ils se produisent (IPCC, 2001). En effet, le récent renforcement de l'activité cyclonique sur l'Atlantique a été compensé, notam-

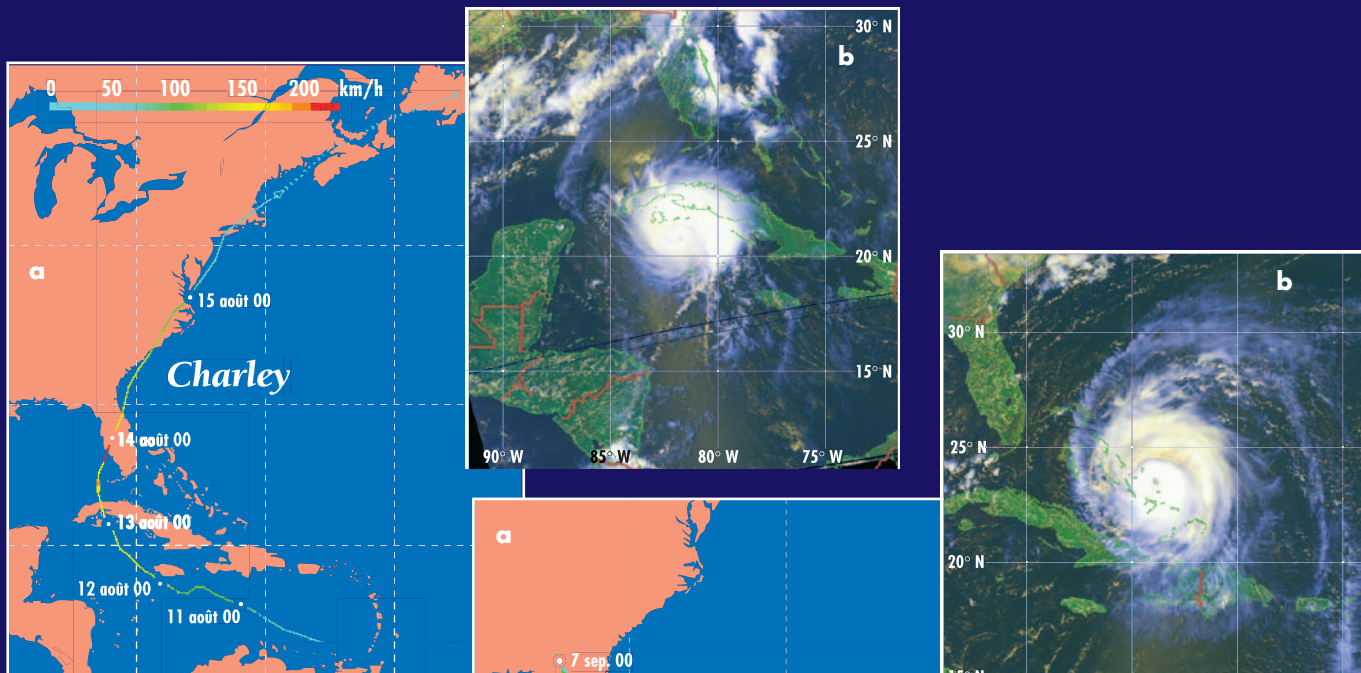
ment, par une diminution au moins aussi importante de cette activité sur tout le bassin Pacifique. Les modèles numériques qui simulent l'évolution du climat sous l'influence de l'effet de serre additionnel ne montrent pas non plus de tendance prévisible à l'accroissement du nombre de cyclones, même s'ils indiquent une possible augmentation de leur intensité maximale potentielle (Henderson-Sellers et al., 1998). Associer le nombre élevé de cyclones tropicaux sur le bassin atlantique en 2004 au réchauffement climatique résulte donc d'une méconnaissance des analyses du passé et des probables tendances futures.

## Tempête tropicale, cyclone tropical, cyclone intense

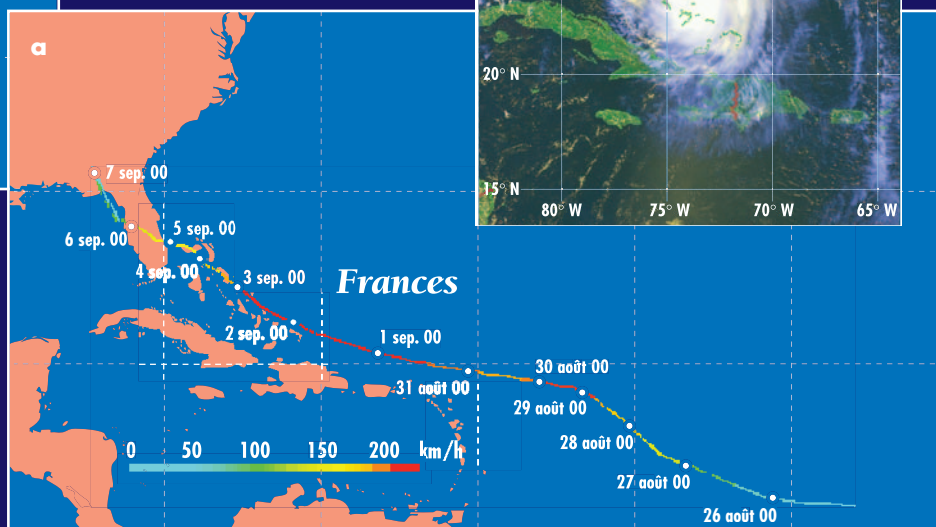
Une **tempête tropicale** est une perturbation synoptique non accompagnée d'un système frontal, prenant naissance au-dessus des océans tropicaux et présentant une convection organisée et une circulation cyclonique du vent de surface. On lui donne un nom, pris dans des listes préétablies, lorsque le vent de surface moyenné sur une minute dépasse 63 km/h. L'état de **cyclone tropical** requiert des vents de plus de 118 km/h. Enfin, les **cyclones intenses** atteignent ou dépassent le niveau 3 sur l'échelle de Saffir-Simpson (Saffir, 1977) :

- **Niveau 1** : vents de surface (moyennés sur une minute) de 118 à 152 km/h.
- **Niveau 2** : vents de 153 à 176 km/h.
- **Niveau 3** : vents de 177 à 208 km/h.
- **Niveau 4** : vents de 209 à 248 km/h.
- **Niveau 5** : vents dépassant 248 km/h.

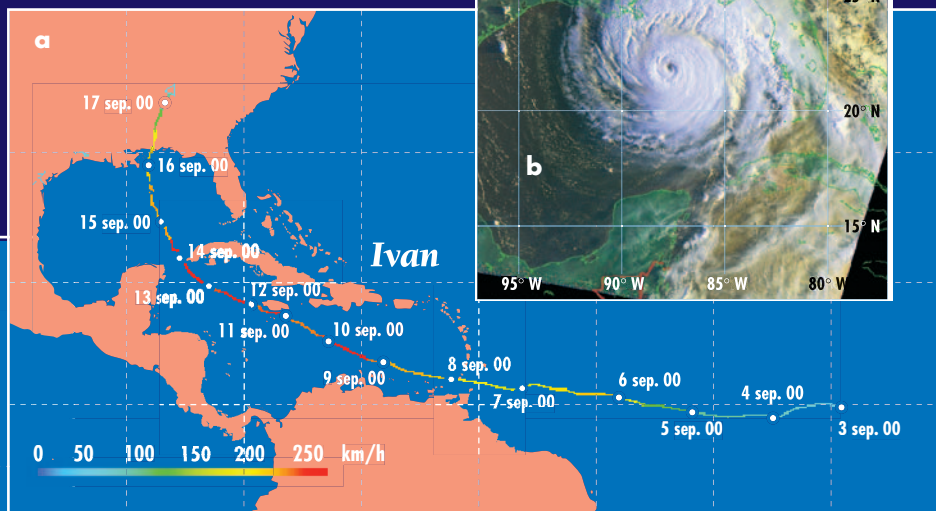
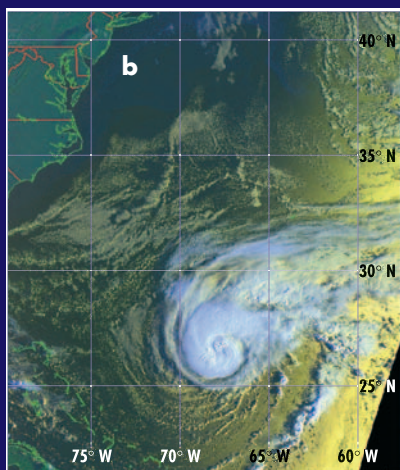
Pour en savoir plus sur les cyclones tropicaux, voir Roux et Viltard (1997).



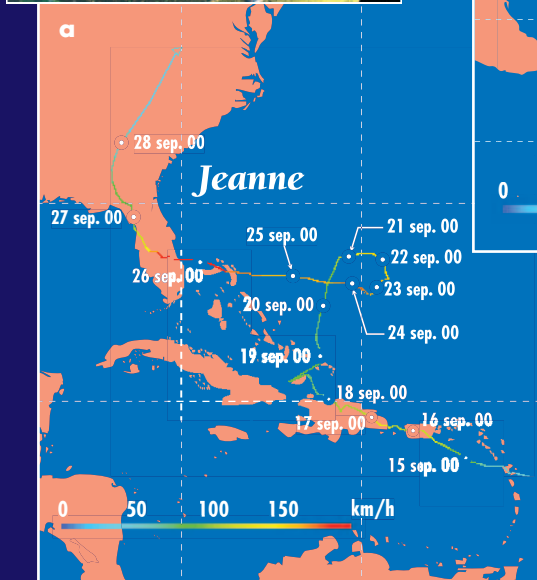
▲ Figure 1  
 a) Trajectoire du cyclone Charley du 10 au 15 août 2004. La position indiquée correspond à 0 h UTC, la couleur à l'intensité des vents de surface.  
 b) Image prise par le satellite américain NOAA 16 le 12 août 2004 à 19 h 21 UTC. (Reproduite avec la permission de R. Sterner, University of Maryland, Department of Meteorology)



▲ Figure 2  
 a) Trajectoire du cyclone Frances du 25 août au 7 septembre 2004.  
 b) Image prise par le satellite américain NOAA 17 le 2 septembre 2004 à 15 h 24 UTC. (Reproduite avec la permission de R. Sterner, University of Maryland, Department of Meteorology).



▲ Figure 3 -  
 a) Trajectoire du cyclone Ivan du 3 au 17 septembre 2004.  
 b) Image prise par le satellite américain NOAA 15 le 15 septembre 2004 à 12 h 29 UTC. (Reproduite avec la permission de R. Sterner, University of Maryland, Department of Meteorology).



◀ Figure 4 -  
 a) Trajectoire du cyclone Jeanne du 14 au 28 septembre 2004.  
 b) Image prise par le satellite américain NOAA 15 le 22 septembre 2004 à 11 h 23 UTC. (Reproduite avec la permission de R. Sterner, University of Maryland, Department of Meteorology).

## Ce qui fait varier l'activité cyclonique d'une année à l'autre

Il est reconnu que l'activité cyclonique sur les différents bassins est sujette à une forte variabilité interannuelle à décennale. Ainsi l'**Enso** (El Niño Southern Oscillation), qui modifie avec un rythme de deux à six ans les conditions océaniques et atmosphériques du bassin Pacifique, induit des changements très marqués dans l'activité cyclonique de cette région. Pendant les **années El Niño**, quand les eaux chaudes du Pacifique ouest migrent vers le centre et l'est du bassin et que les alizés faiblissent, les cyclones sont nettement moins nombreux à l'ouest – l'Australie et l'Asie du Sud-Est étant plutôt épargnées –, alors qu'Hawaii, la Polynésie et la côte pacifique du Mexique connaissent une activité cyclonique accrue. À l'opposé, pendant la **phase La Niña**, qui voit les eaux devenir anormalement chaudes à l'ouest et plus froides à l'est avec des alizés plus forts, les cyclones sont beaucoup plus fréquents à l'ouest et plus rares au centre du Pacifique.

Dans l'Atlantique, l'activité cyclonique connaît de semblables variations, que l'on peut quantifier en comptant d'année en année :

- le nombre de tempêtes nommées ;
- le nombre de jours où des tempêtes nommées ont été présentes sur le bassin atlantique (en multipliant les jours où plusieurs tempêtes existent simultanément par le nombre de tempêtes) ;
- le nombre de cyclones ;
- le nombre de jours où des cyclones ont été présents ;
- le nombre de cyclones intenses ;
- le nombre de jours avec cyclones intenses.

Une combinaison de ces différents nombres, déduits des observations par les satellites météorologiques depuis 1970 et des données météorologiques conventionnelles auparavant, montre d'importantes variations au cours des cinquante dernières années (figure 5). À la période active, qui a duré jusque vers 1970, a succédé une période nettement plus calme de 1970 à 1995, suivie par une recrudescence sensible depuis : sur l'Atlantique, toutes les saisons cycloniques ont été remarquablement actives depuis 1995, sauf 1997 et 2002, tant en ce qui concerne le niveau moyen (figure 5a) que le nombre de cyclones intenses (figure 5b). Soulignons à nouveau que, sur l'ensemble de la planète, l'activité cyclonique est, quant à elle, plutôt en légère diminution depuis 1995, la tendance positive sur l'Atlan-

tique étant compensée par des tendances négatives sur les autres bassins, notamment celui du Pacifique.

À cette tendance pluridécennale, se superpose une variabilité pluriannuelle essentiellement conditionnée par l'**Enso** (Goldenberg et Shapiro, 1996) : les années où les conditions El Niño s'installent sur le Pacifique (par exemple 1997 et 2002), les eaux de surface deviennent plus froides et les vents plus forts sur l'Atlantique tropical, conditions défavorables au développement des cyclones. En revanche, pendant les années La Niña (par exemple, 1998, 1999 et 2000), les eaux sont plus chaudes, les vents moins forts et les cyclones plus nombreux sur l'Atlantique. De même, l'**oscillation stratosphérique quasi biennale** (Quasi-Biennial Oscillation, QBO, en anglais), qui module l'intensité et la direction des vents dans la haute troposphère, inhibe les cyclones en **phase d'est**, avec un renforcement des alizés, et les favorise en **phase d'ouest**, avec une atténuation des alizés (Gray, 1984). Il existe aussi une relation marquée entre l'activité cyclonique sur le bassin atlantique et l'intensité de la mousson ouest-africaine, en raison de l'influence qu'exercent les perturbations orageuses issues du continent africain sur la cyclogenèse dans la zone de convergence intertropicale, au-dessus des eaux chaudes de l'Atlantique tropical est (Landsea et Gray, 1992).

Mais le paramètre le plus important pour le contrôle de l'activité cyclonique atlantique est sans conteste la distribution des anomalies de la température de surface de l'océan Atlantique tropical (Goldenberg et al., 2001). La couche mélangée océanique, qui s'étend sur une centaine de mètres de profondeur, est le principal réservoir d'énergie des cyclones et les anomalies de la température de surface de l'océan (TSO) ont un fort impact sur leur développement. En août 2004, l'océan Atlantique tropical présentait une anomalie positive de TSO, favorable aux développements cycloniques (figure 6a). Un mode spécifique de la TSO est l'**oscillation multidécennale atlantique (OMA)**, dont la phase positive s'accompagne d'anomalies de la TSO allant jusqu'à +0,4 °C dans les régions à la fois tropicales (0-30 degrés nord) et septentrionales (40-70 degrés nord) du bassin (Kerr, 2000). La raison principalement évoquée pour expliquer l'OMA est le changement régulier d'intensité de la circulation thermohaline, produisant un transport plus ou moins efficace de chaleur par les courants océaniques (Delworth et Mann, 2001).

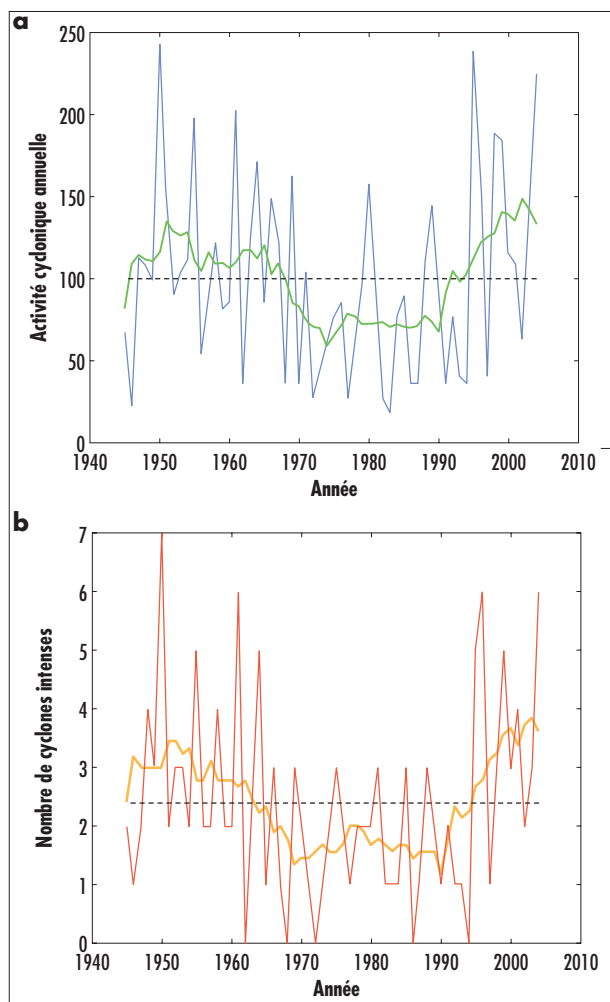


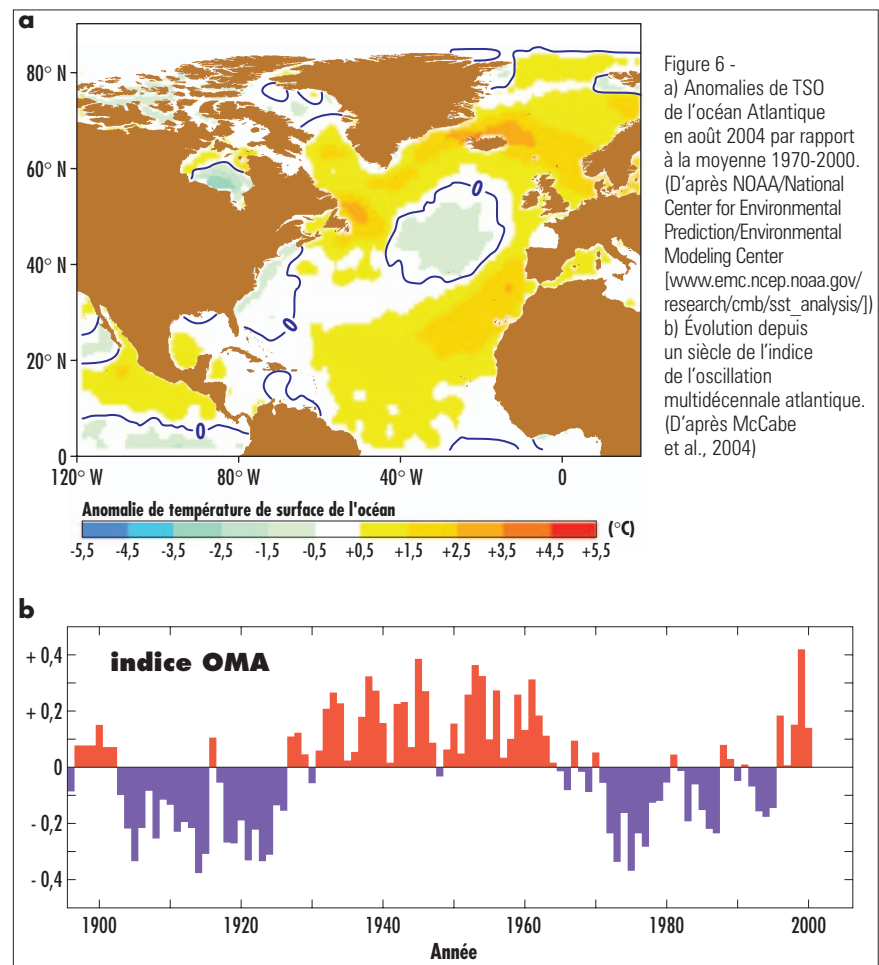
Figure 5 - a) Évolution de l'activité cyclonique annuelle sur le bassin atlantique, en pourcentage par rapport à la moyenne 1945-2004. En bleu, données annuelles ; en vert, données lissées sur neuf ans. (D'après NOAA/ National Weather Service/ Climate Prediction Center [www.cpc.ncep.noaa.gov/products/outlooks/hurricane.html]). b) Évolution du nombre de cyclones intenses sur le bassin atlantique : en rouge, données annuelles ; en orange, données lissées sur neuf ans. (D'après Goldenberg et al., 2001)

L'indice OMA, déduit des écarts de la TSO de l'Atlantique nord (entre 0 et 70 degrés nord) à la moyenne de 1970 à 2000, est redevenu positif depuis 1995, après une période négative qui durait depuis 1965 (figure 6b). C'est très probablement le signe d'une évolution vers des conditions plus favorables aux cyclones sur l'Atlantique tropical. Il est possible que ce réchauffement océanique soit aussi responsable de la diminution observée du cisaillement de vent, autre évolution propice aux cyclones tropicaux. L'analyse des données historiques montre que des fluctuations de l'OMA se sont produites depuis des siècles avec un rythme de 25 à 50 ans (Gray et al., 2004). Il est donc vraisemblable que les anomalies positives de ces dernières années vont persister encore pendant dix ou vingt ans, générant des conditions très différentes de celles qui ont prévalu entre 1970 et 1994.

## La prévision de l'activité cyclonique

Sur le bassin atlantique, la saison cyclonique dure officiellement du 1<sup>er</sup> août au 31 octobre. Des prévisions de l'activité de cette saison cyclonique atlantique sont publiées chaque année, dès le début avril, par le groupe de météorologie tropicale de l'université du Colorado, dirigé par W. M. Gray (voir sur Internet [tropical.atmos.colostate.edu/Forecasts/]). Elles sont ensuite régulièrement actualisées. Ces prévisions reposent sur l'observation des paramètres climatiques pertinents (anomalies de TSO et de la pression de surface, vents d'altitude en relation avec l'oscillation stratosphérique quasi biennale, phase El Niño ou La Niña, pluviométrie sahélienne...). La vérification à posteriori de ces prévisions montre que le niveau de l'activité cyclonique est largement prévisible par cette approche climatique.

Le 1<sup>er</sup> août 2004, alors que le premier cyclone, Alex, venait à peine de se former au large des côtes américaines de Georgie, la prévision indiquait que la saison pourrait être plus active que la normale (probabilité de 45 %) ou normale (probabilité de 45 %). Le nombre prévu de tempêtes nommées était de 12 à 15 (il sera effectivement de 15), dont 6 à 8 deviendraient des cyclones (9 en réalité) et 2 à 4 des cyclones intenses (6 en réalité). Les données climatiques disponibles en début d'année 2004 indiquaient en effet des TSO supérieures à la moyenne, des vents faibles dans toute la



troposphère et une pluviométrie sahélienne assez conséquente en 2003. Contrastant avec cet ensemble de conditions favorables, un doute subsistait néanmoins sur la possible évolution de l'Enso vers une phase El Niño défavorable aux cyclones atlantiques. En fait, cette évolution ne s'est pas produite et les conditions environnementales sont restées, tout au long de la saison 2004, très propices aux développements cycloniques.

## 2004, une année exceptionnelle ?

Si 2004 a été un cru remarquable pour les cyclones atlantiques, ce n'est pas une année isolée : toutes les années depuis 1995 (sauf 1997 et 2002) ont été au-dessus de la moyenne. Mais, pour l'appréhension du risque par un large public, ce qui fait la différence entre le normal et l'exceptionnel, c'est bien souvent la couverture médiatique du phénomène. Et ce qui a marqué les esprits en 2004, c'est essentiellement le fait que quatre cyclones sont passés sur le continent américain et sur des îles Caraïbes entre le début août et la fin septembre. Au cours des années précé-

dentes, les cyclones avaient eu le bon goût de rester la plupart du temps loin des terres émergées, ce qui fait que le nombre de victimes et les dégâts matériels avaient été bien moindres.

Mais, avec l'établissement probable de conditions climatiques favorables aux cyclones dans les dix ou vingt prochaines années, la situation vécue en 2004 risque de se reproduire... En fait, nous sommes en train de revenir à une situation semblable à celle qui prévalait au cours des années 1940 à 1970, lors de la précédente période favorable aux cyclones atlantiques. À cette époque, les Caraïbes, le golfe du Mexique et la Floride étaient frappés chaque année par un ou plusieurs cyclones, parfois intenses. Mais les conditions socio-économiques ont changé depuis : l'augmentation des populations – pour des raisons de confort dans les zones côtières américaines, par suite d'une croissance démographique peu contrôlée dans certaines îles – accroît considérablement la vulnérabilité aux risques. Si des mesures spécifiques de prévention ne sont pas prises face à une menace cyclonique quasi certaine, il est à craindre que des catastrophes semblables à celles de 2004 soient à nouveau à la une des médias dans les années à venir.

Pour finir, il faut revenir sur deux aspects du risque cyclonique. Le premier concerne le très grand nombre de victimes (plusieurs centaines à quelques milliers, selon les estimations) et les très importants dommages causés par le passage de la tempête tropicale Jeanne sur Haïti les 17 et 18 septembre 2004. Plus que la violence de cette perturbation, ce sont l'amplification des pluies par l'interaction avec le relief, l'accroissement du

ruissellement – causant inondations, éboulements et glissements de terrain – par suite d'une déforestation massive et le sous-développement chronique de cette République qui sont à l'origine de ces dévastations. En termes d'impact, c'est bien plus l'amplification de l'aléa par les conditions naturelles et socio-économiques locales que l'intensité effective du phénomène météorologique qui détermine le risque.

Le deuxième point se rapporte à la relation entre l'activité cyclonique du bassin atlantique et la mousson de l'Afrique de l'Ouest. Le grand nombre de cyclones qui se sont formés lors des quinze premiers jours de septembre 2004 résulte en partie des multiples systèmes orageux en provenance du continent africain. En se propageant sur les eaux chaudes de l'Atlantique tropical, ces systèmes orageux ont fortement activé la zone de convergence intertropicale, incubateur naturel des cyclones. Ainsi, la bonne nouvelle pour les agriculteurs sahéliens d'une mousson plus humide depuis quelques années n'est pas forcément la bienvenue pour les populations vivant de l'autre côté de l'Atlantique. La variabilité climatique change la donne et redistribue les cartes, et les gagnants d'hier peuvent être les perdants de demain.



Un bus transporte des Haïtiens vers le sud, sur une route inondée près de Gonaïves (Haïti), le 24 septembre 2004, six jours après les terribles inondations provoquées par la tempête tropicale Jeanne. (© AFP, Roberto Schmidt)

## Bibliographie

- **Delworth T. L.** et **M. E. Mann**, 2001 : Observed and simulated multidecadal variability in the Northern hemisphere. *Climate Dyn.*, 16, 661-676.
- **Goldenberg S. B.** et **L. J. Shapiro**, 1996 : Physical mechanisms for the association of El Niño and West African rainfall with Atlantic major hurricane activity. *J. Climate*, 9, 1169-1187.
- **Goldenberg S. B.**, **C. W. Landsea**, **A. M. Mestas-Nuñez** et **W. M. Gray**, 2001 : The recent increase of Atlantic hurricane activity: causes and implications. *Science*, 293, 474-479.
- **Gray W. M.**, 1984 : Atlantic seasonal hurricane frequency: Part I. El Niño and 30 mb quasi-biennial oscillation influences. *Mon. Wea. Rev.*, 112, 1649-1668.
- **Gray S. T.**, **L. J. Graumlich**, **J. L. Betancourt** et **G. T. Pederson**, 2004 : A tree-ring based reconstruction of the Atlantic multidecadal oscillation since 1567 A.D. *Geophys. Res. Lett.*, 31, L12205.
- **Henderson-Sellers A.**, **H. Zhang**, **G. Berz**, **K. Emanuel**, **W. Gray**, **C. Landsea**, **G. Holland**, **J. Lighthill**, **S.-L. Shieh**, **P. Webster** et **K. McGuffie**, 1998 : Tropical cyclones and global climate change: A post-IPCC assessment. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 79, 19-38.
- **IPCC**, 2001 : Climate Change 2001, The Scientific Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO, Geneva, Switzerland. (Voir le site [www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg1/](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/))
- **Kerr R. A.**, 2000 : A North Atlantic climate pacemaker for the centuries. *Science*, 288, 1984-1986.
- **Landsea C. W.** et **W. M. Gray**, 1992 : The strong association between Western Sahel monsoon rainfall and intense Atlantic hurricanes. *J. Climate*, 5, 435-453.
- **McCabe G. J.**, **M. A. Palecki** et **J. L. Betancourt**, 2004 : Pacific and Atlantic ocean influences on multi-decadal drought frequency in the United States. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 101, 4136-4141.
- **Roux F.** et **N. Viltard**, 1997 : Les cyclones tropicaux. *La Météorologie* 8<sup>e</sup> série, 18, 9-33.
- **Saffir H. S.**, 1977 : Design and construction requirements for hurricane resistant constructions. Preprint 2380, Amer. Soc. Civil. Eng., New York, États-Unis, 20 p.