

Emanuel, du MIT, a proposé un autre modèle en introduisant la théorie WISHE, qui repose sur un élément clé: l'action de vents forts permettant une évaporation plus importante à la surface de l'océan. Plus les vents soufflent fort, plus l'évaporation est efficace – un mécanisme qui renforce les échanges d'énergie entre l'océan et l'atmosphère.

Enfin, grâce à des simulations numériques tridimensionnelles, Michael Montgomery, de la Naval postgraduate school, en Californie, et Roger Smith, de l'université de Munich, ont mis en évidence l'importance de structures atmosphériques tridimensionnelles que l'on appelle des «tours de convection». Elles joueraient un rôle essentiel dans l'intensification du cyclone global en renforçant les vents de sa structure. Le mécanisme d'intensification est encore très débattu au sein de la communauté scientifique. Il faut surtout retenir que ce sont les vents préexistants qui déterminent l'évolution, ou non, vers un cyclone tropical.

LE CALME AU MILIEU DE LA TEMPÊTE

La formation de l'œil du cyclone est un autre aspect qui fait toujours l'objet de recherches. La région centrale du cyclone, de forme conique, constitue sa caractéristique la plus étonnante: souvent visible depuis l'espace, contenant peu ou pas de nuages, cette zone jouit d'un calme absolu au milieu de la tempête (voir les images page 64). Cela est d'autant plus surprenant que lorsqu'on se rapproche de cette région, les vents se font de plus en plus intenses. On atteint alors le «mur», où les vents dépassent parfois 300 kilomètres par heure et où les pluies sont les plus intenses. Mais dès que le mur est franchi, on entre dans l'œil du cyclone, dont le rayon est d'environ 50 kilomètres. Le ciel devient bleu, la pluie et les vents cessent. En 2010, lors du passage du cyclone Oli, de catégorie 4, les habitants de la petite île française de Tubuai, dans l'océan Pacifique sud, ont vécu ce moment de répit dans l'œil du cyclone. Mais le calme n'est que de courte durée. En quelques heures, on se retrouve de l'autre côté de l'œil où l'on franchit à nouveau le mur. Les vents sont immédiatement très violents et soufflent dans le sens opposé!

Les mécanismes responsables de la formation de l'œil et du mur qui l'enveloppe restent mal compris et très controversés. L'une des explications le plus souvent avancées repose sur la libération de chaleur latente. L'air humide monte dans le mur avant d'arriver au centre du cyclone; il libère sa chaleur et renforce ainsi le mur. Devenu froid et sec, l'air redescend alors le long de l'axe; on parle de subsidence. Par conséquent, sans humidité présente, l'œil est souvent dépourvu de nuages. Mais ce mécanisme avancé dans les années 1980 est avant tout une

description phénoménologique de ce qui se passe et suppose déjà l'existence du mur. Il n'explique donc pas la formation de l'œil. Par ailleurs, plusieurs simulations numériques ont montré que l'œil se forme même en l'absence de condensation et de libération de chaleur latente.

En 2018, nous avons proposé un mécanisme reposant sur l'extraction de tourbillons de la couche limite atmosphérique. L'air qui converge vers la zone de dépression est doté de deux mou-

Le XXI^e siècle a déjà connu 14 ouragans de catégorie 5

NOMS DE CYCLONES

Les marins donnaient autrefois des prénoms surtout féminins aux cyclones. Depuis les années 1970 et le mouvement féministe aux États-Unis, un ouragan sur deux porte un prénom masculin. Le centre américain des cyclones, à Miami, établit six listes de noms suivant les lettres de l'alphabet pour six années consécutives et réutilisées par la suite. Lorsqu'un ouragan est particulièrement dévastateur, son nom est remplacé dans la liste («Harvey» a été remplacé, après 2017, par «Harold»). Seules deux lettres manquent à la liste : Q et U, par manque d'imagination. Il n'y a donc pas à craindre de cyclones Quentin ou Ursula ! En 2020, pour la deuxième fois après 2005, la liste a été épuisée. On utilise alors l'alphabet grec pour nommer les cyclones.

vements propres: il tourne autour du centre de la dépression à cause de la force de Coriolis (on parle de «vorticité axiale») et il spirale sur lui-même dans un plan perpendiculaire à ce premier mouvement (on parle de «vorticité azimutale»). Lorsque cet air quitte la surface de l'océan pour s'élever en altitude, il conserve ces deux vorticités. La vorticité azimutale conduit le vent à s'écarter de l'axe alors qu'il monte. On obtient ainsi la forme conique de l'œil. Et, simultanément, cette vorticité entraîne l'air sec d'altitude vers le sol au centre du cyclone, comme observé. Le modèle s'appuie sur un système simplifié afin de bien comprendre les phénomènes en jeu. Des simulations numériques plus réalistes sont en cours pour confirmer ce scénario.

Malgré ces inconnues, les spécialistes tentent déjà de comprendre comment les cyclones évoluent dans un contexte de changement climatique. Ce dernier se traduit en particulier par une hausse des températures océaniques et une élévation du niveau des océans (due à la fonte des calottes antarctique et groenlandaise, mais aussi à la dilatation thermique de l'eau des océans). Par exemple, Ben Santer, du laboratoire américain Lawrence-Livermore, et ses collègues ont montré en 2006 que dans les régions tropicales de l'Atlantique et du Pacifique, la température de surface de l'océan avait augmenté d'entre 0,3 et 0,6 °C au cours du XX^e siècle. L'accumulation de chaleur dans le système implique que les océans transfèrent davantage d'énergie à l'atmosphère. Or une hausse de 1 °C de la température de l'atmosphère permet une augmentation de 8% d'humidité dans l'air. C'est autant d'énergie supplémentaire disponible pour les cyclones. ➤