

## SÉRIEUX AVERTISSEMENTS

Beaucoup de personnes ont péri en mai 2011 lors des tornades qui ont frappé la ville de Joplin, dans le Missouri, en raison de la violence des intempéries (voir les photographies aériennes page ci-contre). Or bien des vies auraient pu être épargnées si la population avait eu le temps de s'abriter en lieu sûr. Van-kita Brown, sociologue à la NOAA, a travaillé avec les équipes du Service météorologique des États-Unis pour identifier ce qui aurait pu inciter les citoyens à agir. Ils ont découvert que de nombreuses personnes n'ont pas réagi après avoir entendu la première sirène ou la première alerte à la tornade. En fait, elles ont

attendu que la nouvelle leur soit confirmée par d'autres sources. Ce n'est qu'à ce moment qu'elles semblent avoir cherché un abri. D'autres n'ont tout simplement pas pris ce risque assez au sérieux.

Comme l'explique V. Brown, la plupart des gens pensent que des événements graves, mais peu fréquents, tels que les tornades et les ouragans, ne les concernent pas personnellement. On ne passe du sentiment d'être « en sécurité » à celui d'être « en danger » qu'après une catastrophe collective. Après la tornade de Joplin, la NOAA a appelé à un débat sur la façon dont on pouvait organiser le pays pour

être prêt à affronter les risques météorologiques.

Les résultats de plusieurs études mettent l'accent sur un certain nombre de dispositions susceptibles de persuader les gens à agir en cas d'alerte. À la radio et à la télévision, les météorologues peuvent indiquer avec précision la localisation d'une tempête sur le point de se déclencher. Parce que les personnes ont davantage tendance à entrer en action si elles voient des proches s'activer, ceux qui se préparent à l'arrivée d'une tempête peuvent utiliser Facebook ou Twitter pour inciter leurs proches à agir. La NOAA pourrait en-

courager cette attitude en actualisant sa propre page Facebook et son propre compte Twitter – une mesure testée actuellement – et en mettant en avant les alertes via Google Maps. L'Agence fédérale américaine de gestion des urgences et la Commission fédérale des communications ont aussi commencé à diffuser des messages à partir de chaque tour de téléphonie, à destination de tous les téléphones mobiles se trouvant dans leur périmètre. Associées aux alertes lancées en amont, de telles mesures devraient permettre de limiter l'ampleur de ces tragédies.



les particules présentes dans l'atmosphère, telles les gouttes d'eau, la glace, voire les insectes et la poussière. En analysant la puissance du signal réfléchi et le temps écoulé entre l'émission et la réception de l'onde, les prévisionnistes peuvent localiser les précipitations et évaluer l'intensité. Le radar Doppler, utilisé aujourd'hui par le Service météorologique national des États-Unis, mesure également le changement de fréquence du signal réfléchi, ce qui indique la vitesse et la direction du déplacement des précipitations. Grâce à ces informations clés, les météorologues détectent les mouvements de rotation qui s'opèrent à l'intérieur de l'orage et qui annoncent la formation d'une tornade.

En 1973, Rodger Brown, Les Lemon et Don Burgess, des météorologues de la NOAA, ont découvert le potentiel prédictif de ces informations en analysant les données provenant d'une tornade qui avait frappé Union City, dans l'Oklahoma. En observant un cumulonimbus – le type de nuage qui donne les orages et les tornades –, ils avaient remarqué que le radar mesurait des vitesses horizontales de vent extrêmement fortes en direction du radar juste à côté de vitesses de vent aussi élevées dans le sens opposé. L'aspect visuel de cisaillement sur la carte des vents était si extraordinaire que les chercheurs, au début, ne voyaient pas bien ce que cela signifiait. Mais après avoir associé le signal radar et l'emplacement de la tornade, ils les nommèrent signature tourbillonnaire des tornades (*Tornado*

*Vortex Signature*). Ce phénomène est aujourd'hui le critère le plus utilisé et reconnu pour évaluer la probabilité qu'une tornade soit déjà formée ou qu'elle se développe dans un avenir proche. Ces données ont permis d'allonger le délai d'alerte d'environ trois minutes et demie en 1987 à 14 minutes aujourd'hui.

Bien que le radar Doppler ait déjà été amélioré, il n'est pas parfait. Il ne permet pas aux météorologues de percevoir la nature des particules présentes dans la zone d'intérêt, ce qui permettrait de faire la différence, par exemple, entre une tempête de pluie et une tempête de sable.

### Des radars à vision double

L'une des améliorations essentielles porte le nom de double polarisation. Elle correspond à l'émission simultanée d'ondes électromagnétiques polarisées verticalement et horizontalement. Les prévisionnistes peuvent alors distinguer, avec beaucoup plus de fiabilité, les différents types de précipitation et avoir une idée de leur ampleur. Bien que les gouttes de pluie et les grêlons aient parfois la même largeur – et donc apparaissent identiques sur les images transmises par le radar Doppler –, la double polarisation permet de voir qu'elles n'ont pas la même épaisseur et que les premières sont plus plates. Distinguer les diverses formes des particules réduit le nombre d'hypothèses que le

météorologue doit faire pour interpréter les images radar. Cette approche permet de préciser les prévisions pour savoir, par exemple, si on doit se préparer à de la grêle ou à de la pluie.

Les informations recueillies sur la taille et la forme des particules aident aussi à distinguer les petits débris charriés par le vent et dont la taille donne une estimation de la force de l'orage. Il est ainsi possible d'identifier si une tornade est en train de se former. Les données relatives aux particules sont d'autant plus précieuses qu'une tornade n'est pas toujours directement visible. Elle peut être masquée par une forte pluie ou survenir de nuit. Dans ces conditions, la double polarisation détecte quand même les débris aéroportés.

Le Service météorologique des États-Unis est en train d'intégrer la technique de la double polarisation dans ses 160 radars Doppler répartis sur tout le territoire et espère avoir terminé d'ici mi-2013. Ce dispositif est utile également pour surveiller les précipitations lors des ouragans et des tempêtes de neige. En même temps, la NOAA forme son personnel à l'interprétation de ces nouvelles images. Le Bureau des prévisions météorologiques de Newport/Morehead City, en Caroline du Nord, a été le premier à observer un cyclone tropical en utilisant ce type de radar lorsque l'ouragan Irène a frappé la Caroline du Nord en 2011. Au cours de cette tempête, les radars à polarisation double ont permis d'estimer les précipitations avec une meilleure précision que les radars Doppler clas-



Joplin, Missouri, août 2009



Après le passage de la tornade en mai 2011

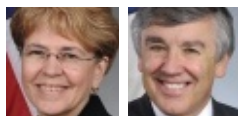
AP Photo/Image aérienne avec l'autorisation de M.J. Harden, A Geovye Company

siques installés plus au Nord. Cette nouvelle génération de radars a conduit à une bonne anticipation des inondations et a probablement sauvé des vies parce que les populations avaient été prévenues – les régions du Nord, elles, ont déploré une trentaine de victimes.

Selon Pamela Heinselman, météorologue à la NOAA, un autre type de radar de pointe améliorerait notablement les prévisions météorologiques. Ce système s'inspire de celui utilisé par la marine américaine pour détecter et suivre les navires et les missiles ennemis. P. Heinselman est à la tête d'une équipe d'ingénieurs en électricité, de prévisionnistes et de chercheurs en sciences sociales qui travaillent à l'Observatoire national de météorologie radar à Norman, dans l'Oklahoma. Leurs travaux portent sur les radars tridimensionnels à balayage électronique. Expliquons de quoi il s'agit.

Les radars Doppler actuels ne sondent qu'une seule direction à la fois, qui correspond à une petite zone du ciel. L'antenne est montée sur un moteur qui la fait tourner de 360 degrés pour un angle d'inclinaison donné par rapport au sol. À chaque tour, elle change d'inclinaison pour sonder un autre secteur de l'atmosphère. Une fois accompli cet échantillonnage du bas vers le haut qui, en période d'orage proche, équivaut à 14 rotations (le sommet d'un système orageux est plus haut que celui d'un système pluvieux et nécessite donc plus de balayages pour atteindre des angles d'inclinaisons plus importants), le radar se repositionne au point de départ

#### LES AUTEURS



Jane LUBCHENCO dirige la NOAA, l'organisme américain chargé de l'étude des océans et de l'atmosphère.

Jack HAYES dirige le Service météorologique de la NOAA.

et recommence le processus. Balayer l'ensemble de l'atmosphère dans des conditions climatiques difficiles prend quatre à six minutes avec un radar Doppler.

En revanche, les radars tridimensionnels à balayage électronique émettent plusieurs faisceaux simultanément selon différents angles, ce qui évite de faire varier l'inclinaison des antennes et réduit la durée de balayage à moins d'une minute. Ce gain de temps permettra aux météorologues de détecter des évolutions rapides à l'intérieur de l'orage et, au bout du compte, de déceler plus vite les changements qui provoquent les tornades.

## Des réseaux de satellites

De nombreux spécialistes estiment qu'avec les radars tridimensionnels à balayage électronique, le délai d'alerte dépassera 18 minutes, mais il reste encore beaucoup à faire en matière de recherche et développement. L'idéal serait d'équiper le système tridimensionnel à balayage électronique de quatre panneaux (un pour chacun des points cardinaux) qui émettraient et recevraient des ondes radio pour fournir une vue à 360 degrés de l'atmosphère. À Norman, les chercheurs n'ont pour l'instant réalisé que des systèmes à un panneau dédiés à la surveillance météorologique et il faudra au moins une dizaine d'années avant que les radars tridimensionnels à balayage électronique ne deviennent la norme aux États-Unis.

#### ✓ BIBLIOGRAPHIE

C. B. Fields et al. (éds.), *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*, Rapport spécial IPCC, Cambridge University Press, à paraître.  
<http://www.ipcc-wg2.gov/SREX/>

R. Davies-Jones, *La naissance des tornades*, *Dossier Pour la Science*, vol. 51, avril-juin 2006.