

L'ESSENTIEL

- Le pourtour méditerranéen est régulièrement victime de pluies intenses entraînant souvent l'apparition de crues destructrices, sources de nombreux dégâts humains et matériels.
- Des progrès récents, notamment dans les modèles météorologiques, offrent une meilleure compréhension de ces phénomènes et surtout des conditions favorables à leur apparition.
- Les prévisionnistes sont alors plus en mesure de les anticiper avec précision, tant du point de vue de leur localisation que de la quantité d'eau attendue.
- L'amélioration des prévisions est un enjeu important, car le réchauffement climatique s'accompagne d'une intensification de ces épisodes extrêmes.

Que d'eau, que d'eau !

Les épisodes de pluies extrêmes et les crues qui en découlent sont de mieux en mieux compris. On peut alors mieux les anticiper. Indispensable quand on sait que ces événements vont probablement s'intensifier.

L

e vendredi 2 octobre, dans les vallées de la Roya et de la Vésubie, dans l'arrière-pays niçois, jusqu'à 500 millimètres d'eau, soit 500 litres par mètre carré, sont tombés en seulement vingt-quatre heures. Un épisode d'une rare intensité aux conséquences catastrophiques: les crues exceptionnelles qui ont accompagné ce déluge ont tout dévasté sur leur passage, coupant du monde les populations et faisant neuf morts. Comment expliquer un tel phénomène? Par une conjonction de deux événements, la tempête Alex ayant renforcé un épisode méditerranéen.

L'un est inhabituel, l'autre, qui nous occupera ici, plus fréquent. Qu'en sera-t-il à l'avenir? Qu'attendre de l'effet du réchauffement climatique sur les épisodes de pluies intenses dans le sud de la France? Comment s'y préparer et limiter au mieux les dégâts (*voir l'encadré page 83*)? Pour répondre, il convient d'abord de comprendre les rouages de ces manifestations extrêmes où mer et montagne s'associent.

Trois à six fois par an en moyenne et le plus souvent à l'automne, des précipitations intenses touchent le sud-est de la France et déversent l'équivalent de plusieurs mois de pluie en seulement quelques heures ou quelques jours. Tout commence lorsque des conditions météorologiques favorables au développement d'une activité pluvio-orageuse se mettent en place. Le plus souvent, il s'agit d'une zone de basses pressions venant de l'ouest et apportant de l'air froid en altitude qui se combine avec des remontées d'air chaud, humide et instable venant de la mer Méditerranée dans les basses couches de l'atmosphère (*voir la figure page 81*).

On comprend alors que l'automne est la saison privilégiée pour ces événements, quand l'atmosphère commence à se refroidir tandis ➤

> que la mer est encore chaude, favorisant une forte évaporation. Ce conflit de masses d'air est source d'instabilité, à l'origine de mouvements verticaux intenses: les masses d'air chaud et humide des basses couches s'élèvent et se refroidissent entraînant la condensation de la grande quantité de vapeur d'eau qu'elles contiennent en nuages d'orage, sources possibles de fortes pluies. Les très forts cumuls de précipitations observés lors des épisodes méditerranéens s'expliquent par la quasi-immobilité des systèmes orageux qui se régénèrent pendant plusieurs heures au-dessus de la même région. Une situation due à plusieurs mécanismes de soulèvement de l'air chaud en altitude.

TROIS SOULÈVEMENTS

Le premier est d'ordre orographique, c'est-à-dire lié aux montagnes. Le Massif central, les Pyrénées, les Alpes ou les sommets corses sont autant de barrières sur lesquelles la masse d'air chaud vient buter et s'élever. Les épisodes cévenols, comme celui de novembre 2011 pendant lequel 1000 millimètres de pluie sont tombés sur l'Ardèche, sont un exemple typique de ce phénomène avec de très forts cumuls de précipitations en quelques jours. Le qualificatif «cévenol», normalement réservé à ce type de soulèvement, est d'ailleurs souvent employé abusivement pour caractériser tout épisode de pluies diluviennes touchant le sud-est de la France.

Le soulèvement résulte aussi parfois de la convergence de vents près de la surface, engendrant des mouvements ascendants stationnaires. Enfin, des bulles d'air froid de surface qui apparaissent essentiellement en raison de l'évaporation des précipitations sous l'orage lui-même ont le même effet. Ces dômes froids agissent comme un relief en soulevant la masse d'air toujours au même endroit. Les orages associés à ce dernier cas se traduisent par de très fortes précipitations, pouvant dépasser les 100 millimètres par heure. Ces deux derniers mécanismes correspondent à des systèmes orageux que l'on rencontre dans des zones de plaine, dès le littoral.

Où en est la prévision des épisodes méditerranéens? Encore délicate parfois en termes de localisation précise et d'intensité, elle s'est améliorée ces dernières années grâce à une meilleure compréhension des phénomènes et l'évolution des outils numériques de prévision et de suivi de ces épisodes.

Une avancée importante a eu lieu en 2008 avec l'utilisation à Météo France d'un modèle de prévision à très haute résolution, Arome, développé suite aux épisodes méditerranéens dramatiques survenus dans les années 1990,

notamment celui qui a entraîné le débordement de l'Ouvèze, à Vaison-la-Romaine, dans le Vaucluse, en 1992. Grâce à la finesse de sa résolution spatiale sur l'hexagone, avec des mailles aujourd'hui de 1,3 kilomètre contre 10 pour son prédécesseur Aladin, Arome est capable de modéliser les mouvements verticaux locaux, et ainsi de mieux simuler les orages.

En pratique, les prévisionnistes peuvent reconnaître une situation atmosphérique favorable à la survenue d'un épisode méditerranéen environ une semaine à l'avance, mais sans pouvoir donner plus de précision à ce stade. Au fil des jours et des sorties de modèles, le scénario se précise. Dans le cas d'un épisode cévenol où le relief, un paramètre stable, joue un rôle prépondérant, la prévisibilité est souvent plus grande. Dans les autres situations, ce n'est qu'à 48 heures d'échéance que la localisation et cumuls attendus se préciseront.

Établie en lien avec le Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations (Schapi) pour la prévision des crues, la carte de vigilance permet d'avertir la population et les services de la sécurité civile si la situation le nécessite. Enfin, lorsque l'événement se met en place, les prévisionnistes en assurent le suivi en temps réel grâce aux images satellites, aux radars météorologiques et aux cumuls de précipitations mesurés dans les stations au sol afin d'affiner la prévision.

DU CIEL À LA TERRE

De nouveaux progrès sont attendus dans les années à venir grâce à l'amélioration continue des modèles avec notamment une meilleure intégration des observations ainsi que de nouveaux outils. Les prévisionnistes commencent à utiliser une «prévision d'ensemble» avec le modèle Arome: l'idée est d'utiliser plusieurs scénarios de prévision issus de ce modèle pour mieux caractériser la «prévisibilité» des situations plusieurs jours à l'avance et délivrer des informations probabilistes. De la sorte, les populations et les autorités seront mieux informées pour réagir et éviter les drames survenant essentiellement quand les pluies intenses se transforment en crues. De fait, dans quelle mesure peut-on prévoir le comportement des cours d'eau pour alerter et mettre les personnes en sécurité?

Les réactions des cours d'eau soumis aux pluies intenses méditerranéennes varient notablement dans le temps et l'espace. D'une façon générale, les bassins-versants, c'est-à-dire les surfaces drainées par les cours d'eau, jouent un rôle atténuateur important: ils absorbent une part significative de la pluie, qui s'infiltre et reste provisoirement stockée dans les sols et le

**En France,
des montées de
niveau d'eau de plus
de 5 mètres en
1 heure ont parfois
été observées**