



**INNOVATION  
& TECHNOLOGIE**

Figure 1 – Station de mesure hydrologique vortexX-io - © vortexX-io

## RISQUE INONDATION : COMMENT L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE TRANSFORME L'ANTICIPATION ET LA DÉCISION

**Maurane Boulanger**, chargée de communication chez vortexX-io

**Face à l'intensification des inondations, les territoires et les organisations doivent adapter leur manière d'anticiper et de gérer le risque. Les innovations technologiques, notamment les stations de mesure connectées et les services d'aide à la décision, offrent aujourd'hui des leviers concrets pour mieux comprendre les phénomènes, appuyer la décision et renforcer la résilience collective.**

### LE RISQUE INONDATION : UN DÉFI PARTAGÉ POUR LES TERRITOIRES

Premier risque naturel en France, l'inondation concerne à la fois les populations, les infrastructures publiques et les activités économiques. Selon le ministère de la Transition écologique, près de 17 millions de personnes, 9 millions de logements et plus de 3 millions d'emplois sont exposés à ce risque<sup>1</sup>. Les épisodes récents rappellent la vulnérabilité persistante de nombreux territoires, urbains comme ruraux.

Dans un contexte de changement climatique, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements hydrologiques extrêmes impose une évolution des stratégies de prévention et de gestion de crise. Collectivités, services de

l'État, exploitants d'infrastructures et entreprises sont désormais confrontés à un même enjeu : anticiper des phénomènes rapides, très localisés et parfois violents.

### DE L'APPLICATION RÉGLEMENTAIRE À L'ANTICIPATION OPÉRATIONNELLE

La gestion du risque inondation en France s'inscrit dans le cadre de la directive européenne 2007/60/CE, dite directive Inondation, qui vise à réduire les conséquences des inondations sur les populations, l'environnement et les activités économiques. Elle est déclinée au niveau national par la Stratégie nationale de gestion des risques d'inondation (SnGRI), puis, à l'échelle des bassins hydrographiques, par les Plans de gestion des risques d'inondation (PgRi). Les Territoires à risque important d'inondation (Tri) constituent enfin des zones prioritaires, faisant l'objet d'actions renforcées de prévention et de gestion.

Ces dispositifs réglementaires constituent un cadre structurant et indispensable. L'innovation technologique permet de les compléter en apportant une connaissance fine du terrain.

Les stations de mesure connectées,

comme celles de l'entreprise toulousaine vortexX-io (voir figure 1), fournissent des données continues et en temps réel sur la hauteur d'eau, la vitesse de surface, le débit (en complément d'une courbe de tarage), la température de surface. Des images sont également prises par la caméra embarquée à bord de la station. Ces informations deviennent un outil précieux pour l'ensemble des acteurs confrontés aux aléas hydrologiques (décideurs publics, entreprises, assureurs...).

### L'ACCÈS AUX DONNÉES : DE LA MESURE BRUTE À LA DÉCISION ÉCLAIRÉE

La valeur de la donnée ne réside pas uniquement dans sa collecte, mais dans sa capacité à être facilement accessible, exploitée et traduite en aide à la décision.

Les données recueillies par les stations de mesure hydrologique vortexX-io sont mises à disposition via une plateforme en ligne dédiée, conçue comme un outil d'aide à la décision. La collecte s'effectue de manière continue, avec une actualisation des données toutes les heures par défaut, et une fréquence renforcée lors des épisodes à risque. Les informations sont soumises à un post-traitement automatisé visant à en vérifier la cohérence et

<sup>1</sup> Ministère de la Transition écologique – Les chiffres clés des risques naturels en France

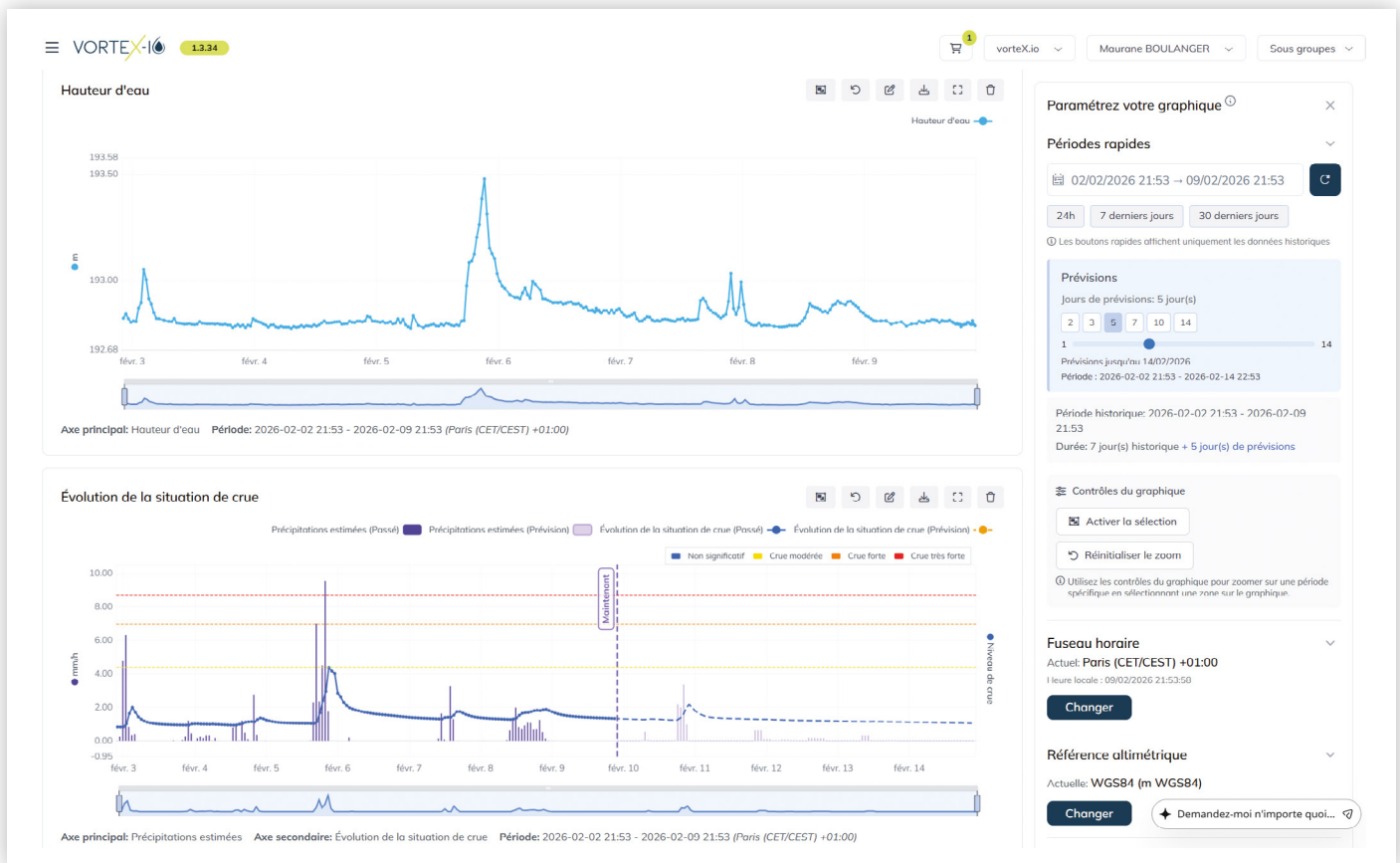


Figure 2 – Extrait de la plateforme vortex-io montrant les variations de hauteur d'eau ainsi que l'estimation des niveaux de crue grâce à l'Ipc à Luynes (Indre-et-Loire) - © vortex-io

la fiabilité avant leur diffusion.

La plateforme permet de comparer les mesures entre différents points d'un même cours d'eau ou sur différentes temporalités. Des seuils prédéfinis peuvent être associés à des notifications automatiques, transmises par mail, SMS ou appel vocal en cas de franchissement. Des rapports d'évènements permettent de documenter les situations de crue. L'intégration de données issues de sources publiques complète cette approche, offrant une lecture élargie et contextualisée de la situation hydrique à l'échelle du territoire.

Ce type de service contribue à :

- ▶ améliorer la lecture locale du risque,
- ▶ anticiper les conséquences sur les réseaux, les équipements et les populations,
- ▶ déclencher des mesures graduées de protection ou d'alerte.

Pour les acteurs économiques, il permet d'articuler ces informations avec les Plans de continuité d'activité (Pca), en cohérence avec les stratégies territoriales de gestion de crise.

### L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DE LA PRÉVISION

La collecte massive de données hydrologiques trouve son plein potentiel dans le développement d'algorithmes prédictifs. L'Indice prédictif de crue (Ipc) développé par vortex-io, basé sur l'apprentissage profond et une chaîne de traitement automatique, analyse l'évolution des précipitations, les caractéristiques des bassins versants et des débits observés pour estimer les niveaux de crue à court et moyen terme (jusqu'à 14 jours - voir figure 2).

Si les modèles hydrologiques

## SMART MÉTROPOLE ET GESTION DE L'EAU : RETOUR D'EXPÉRIENCE D'AIX-MARSEILLE-PROVENCE

Face aux épisodes méditerranéens soudains et intenses, le service GEMAPI de la Métropole Aix-Marseille-Provence a engagé une politique ambitieuse combinant innovation, données en temps réel et protection des populations.

Dans le cadre du projet Smart Métropole, le réseau de surveillance a été densifié pour couvrir non seulement les principaux cours d'eau, mais aussi des vallons secs susceptibles de se mettre rapidement en crue, grâce aux stations de mesure vortex-

io. Cette approche combinée (prévisions météorologiques, études de risque, modélisation hydrologique et mesures in situ) permet de renforcer la surveillance et l'anticipation.

Depuis le déploiement il y a deux ans, plusieurs épisodes méditerranéens ont été observés et analysés. Les données en temps réel ont permis d'identifier rapidement les secteurs en crise, de suivre la hauteur d'eau dans les vallons secs et de renforcer la vigilance opérationnelle. Ces évènements ont également servi à

affiner les modèles hydrologiques et hydrauliques, en confrontant les simulations à la réalité terrain. L'épisode de pluie de septembre 2025 illustre l'efficacité de ce dispositif : les mesures du réseau ont permis de vérifier le comportement de plusieurs bassins versants et de consolider la confiance dans les scénarios de prévention (voir figure 3).

Cette expérience montre comment l'innovation et la donnée en temps réel enrichissent la gestion opérationnelle des risques hydrologiques.



Figure 3 - Observation de la réaction du Raumartin à Marignane (Bouches-du-Rhône) grâce aux mesures hydrologiques en temps réel vortex-io - © vortex-io

classiques, nécessitant une modélisation complexe du territoire, restent des outils de référence, ils montrent parfois leurs limites pour appréhender des phénomènes rapides et complexes. Les approches fondées sur l'intelligence artificielle ouvrent donc de nouvelles perspectives en matière de prévision.

Combiné aux données météorologiques en temps réel, l'indicateur prédictif contribue à renforcer l'anticipation et l'aide à la décision, en offrant une lecture complémentaire du risque et une approche globale de gestion des inondations.

### L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE, UN LEVIER STRUCTURANT DE LA RÉSILIENCE TERRITORIALE

Face à l'intensification des aléas climatiques, les services de surveillance hydrologique en temps réel et les indicateurs prédictifs de crue constituent des outils essentiels pour affiner la lecture du risque et appuyer la décision, au plus près des territoires.

Cette évolution s'inscrit pleinement dans les orientations nationales en matière d'adaptation au changement climatique. Le Plan national d'adaptation au changement climatique (Pnacc-3) encourage explicitement le recours

à l'innovation technologique pour renforcer la résilience territoriale, améliorer la connaissance des risques et soutenir la décision publique. En facilitant la convergence entre acteurs publics et privés autour d'une information partagée, ces outils contribuent à une gestion plus anticipée, plus coordonnée et plus efficace du risque inondation.