

## **Evaluation d’un nouveau produit de prévision d’ensemble sans couture pour l’anticipation des crues soudaines sur l’arc méditerranéen français**

*Assessing the ability of a seamless short-range ensemble rainfall product to detect flash floods on the French Mediterranean area*

**Auteurs :** GODET Juliette<sup>1\*</sup>, JAVELLE Pierre<sup>2</sup>, PAYRASTRE Olivier<sup>1</sup> et BOUTTIER François<sup>3</sup>

*\* auteur correspondant*

<sup>1</sup>GERS/LEE, Univ Gustave Eiffel, Campus de Nantes, 44344, Nantes, France, e-mail: juliette.godet@univ-eiffel.fr

<sup>2</sup>UMR RECOVER, INRAE, 13100 Aix-en-Provence, France

<sup>3</sup>CNRM, Université de Toulouse, Météo-France and CNRS, Toulouse, France

### **Choix du thème/session :**

1/ Préparation et gestion de crise

2/ Prévision des crues et des inondations

### **Mots clefs (2 à 3 minimum) :**

Crue soudaine, prévision d’ensemble, évaluation

Les crues soudaines ont souvent des conséquences économiques, sociales et naturelles dramatiques. Les risques associés à ces crues pourraient encore s’aggraver à l’avenir dans un contexte de changement global où la croissance démographique tendra à aggraver notre vulnérabilité aux inondations, et où les régimes de pluie vont probablement s’intensifier, provoquant des aléas plus fréquents et plus forts. Une meilleure anticipation de ces phénomènes constitue une stratégie d’adaptation possible, qu’il est crucial de développer.

Ce travail présente une première évaluation du produit de prévision de pluie à courte échéance PIAF-PE (PIAF Prévision d’Ensemble), récemment développé par Météo-France, pour l’anticipation des phénomènes de crues soudaines. PIAF-PE est une première version ensembliste expérimentale du produit déterministe PIAF<sup>[1]</sup>. PIAF (pour Prévision Immédiate Agrégée Fusionnée) correspond pour sa part à la fusion « sans couture » entre les extrapolations radars à faible échéance et un modèle numérique de prévision immédiate nommé AROME-PI<sup>[2]</sup>, pour les plus longues échéances. Des perturbations d’amplitude et spatiales ont été appliquées sur ce produit pour générer un ensemble de 17 membres, constituant le produit PIAF-PE.

## **1. La chaîne de prévision mise en œuvre**

La chaîne de prévision utilisée dans ce travail pour anticiper les crues soudaines est directement inspirée du système d’avertissement opérationnel Vigicrues Flash<sup>[3]</sup>. Elle est basée sur le modèle hydrologique SMASH<sup>[4]</sup>, dans sa version « lag 0 », c’est-à-dire sans routage de l’écoulement de pixel en pixel, pour correspondre à la version du modèle hydrologique actuellement utilisé en opérationnel dans Vigicrues Flash. En principe, un avertissement de crue « forte » ou « très forte » est émis si le débit simulé dépasse les quantiles de débit correspondants aux périodes de retour de 5 et 20 ans.

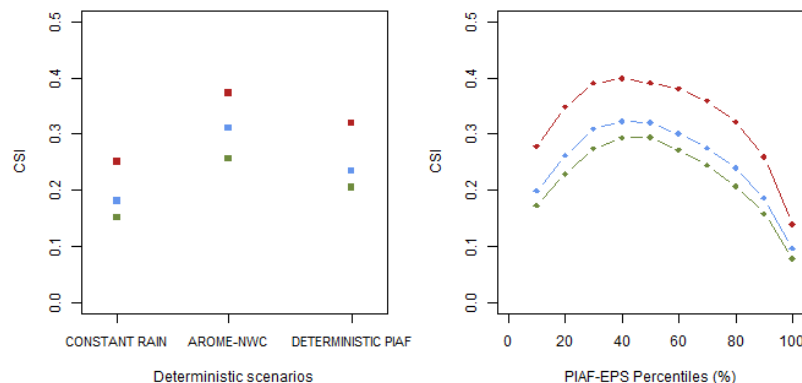
La principale différence avec Vigicrues-Flash est que la chaîne de modélisation a été alimentée ici non seulement avec les lames d’eau radar PANTHERE, mais aussi avec des scénarios de prévisions de pluie. Parmi ces scénarios figure en premier lieu le produit PIAF-PE à évaluer, et également plusieurs références de comparaison : deux scénarios déterministes issus de modèles numériques (PIAF et AROME-PI) et un scénario « naïf » (la pluie future constante).

## 2. La méthode d’évaluation

La méthode d’évaluation appliquée porte sur la capacité de la chaîne de prévision à anticiper les dépassements de seuils de débits de périodes de retour 2, 5 et 10 ans, pour huit événements de crues soudaines récents (entre 2019 et 2021) qui ont été rejoués. L’évaluation se base sur l’utilisation de tableaux de contingence et leur représentation cartographique, suivant la méthode proposée par M. Charpentier-Noyer et al. <sup>[5]</sup> qui a été légèrement adaptée ici, ainsi que sur le calcul de scores synthétiques (Critical Success Index). Il est important de noter que cette évaluation, bien que basée sur des scores statistiques classiques, ne permet pas de caractériser la performance des prévisions sur de longues chroniques temporelles, mais simplement de regarder leur capacité à prédire correctement des événements spécifiques de forte intensité. L’évaluation est en revanche conduite sur chaque pixel de 1km<sup>2</sup> du territoire, afin de produire un haut niveau de détail sur les résultats d’évaluation.

## 3. Les résultats de l’évaluation

Les résultats ont démontré une plus-value nette et systématique de la version ensembliste PIAF-PE par rapport à PIAF déterministe, et par rapport au scénario naïf de pluie future constante, pour les huit événements étudiés. En revanche, il n’a pas été possible de mettre en évidence une plus-value systématique de PIAF par rapport à AROME-PI avec cette méthode d’évaluation, qui regarde toutes les échéances sans les distinguer. En effet, il a été montré <sup>[6]</sup> que le différentiel de performance entre PIAF et AROME-PI dépendait fortement de l’échéance, et que si PIAF est généralement meilleur que AROME-PI pour de très faibles échéances, la prise en compte des extrapolations radars peut également parfois détériorer la qualité de la prévision pour des échéances autour de 1h15 / 1h30. Cependant, dans plusieurs cas la version PIAF-PE permet de compenser ces erreurs de PIAF lorsqu’elles sont présentes, ce qui démontre un réel apport de l’utilisation de la prévision d’ensemble pour ce produit. Ce travail pourrait toutefois être amélioré en comparant les délais d’anticipation offerts pour chaque produit, et en confirmant les résultats obtenus par des évaluations statistiques plus robustes, sur de plus longues périodes temporelles.



**Figure :** CSI moyenné sur les huit événements étudiés, pour les différents scénarios déterministes considérés ainsi que le scénario ensembliste PIAF-PE, pour des seuils de période de retour 2 ans (rouge), 5 ans (bleu) et 10 ans (vert)

#### 4. Pour plus de détails...

Ce travail a fait l’objet d’un article, soumis en mai 2023 et actuellement en preprint sur le dépôt « open access » EGU sphere : <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-907>

#### 5. REFERENCES

- [1] Moisselin, J.-M., Cau, P., Jauffret, C., Bouissieres, I., and Tzanos, R.: Seamless approach for precipitations within the 0-3 hours forecast interval, <https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/10588>, accepted: 2019-05-22T10:44:08Z Publisher: Agencia Estatal de Meteorologia, 2019.
- [2] Auger, L., Dupont, O., Hagelin, S., Brousseau, P., and Brovelli, P.: AROME-NWC: A new nowcasting tool based on an operational mesoscale forecasting system, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 141, 1603–1611, <https://doi.org/10.1002/qj.2463>, 2015.
- [3] Piotte, O., Montmerle, T., Fouchier, C., Belleudy, A., Garandeau, L., Janet, B., Jauffret, C., Demargne, J., and Organde, D.: Les évolutions du service d’avertissement sur les pluies intenses et les crues soudaines en France, *La Houille Blanche*, pp. 75–84, <https://doi.org/10.1051/lhb/2020055>, number: 6 Publisher: EDP Sciences, 2020.
- [4] Maxime Jay-Allemand, Pierre Javelle, Igor Gejadze, Patrick Arnaud, Pierre-Olivier Malaterre, Jean-Alain Fine, and Didier Organde. On the potential of variational calibration for a fully distributed hydrological model : application on a Mediterranean catchment. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(11) :5519–5538, November 2020. doi : 10.5194/hess-24-5519-2020. URL <https://hal.inrae.fr/hal-03085942>. Publisher : European Geosciences Union.
- [5] Maryse Charpentier-Noyer, Daniela Peredo, Axelle Fleury, Hugo Marchal, François Bouttier, Eric Gaume, Pierre Nicolle, Olivier Payrastre, and Maria-Helena Ramos. A methodological framework for the evaluation of short-range flash-flood hydrometeorological forecasts at the event scale. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, pages 1–42, July 2022. ISSN 1561-8633. doi : 10.5194/nhess-2022-182. URL <https://nhess.copernicus.org/preprints/nhess-2022-182/>. Publisher : Copernicus GmbH
- [6] Alexane Lovat, Béatrice Vincendon, and Véronique Ducrocq. Hydrometeorological evaluation of two nowcasting systems for Mediterranean heavy precipitation events with operational considerations. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26(10) :2697–2714, May 2022. ISSN 1027-5606. doi : 10.5194/hess-26-2697-2022. URL <https://hess.copernicus.org/articles/26/2697/2022/>. Publisher : Copernicus GmbH