



**Prévision des crues et des
inondations – Avancées,
valorisation et perspectives**



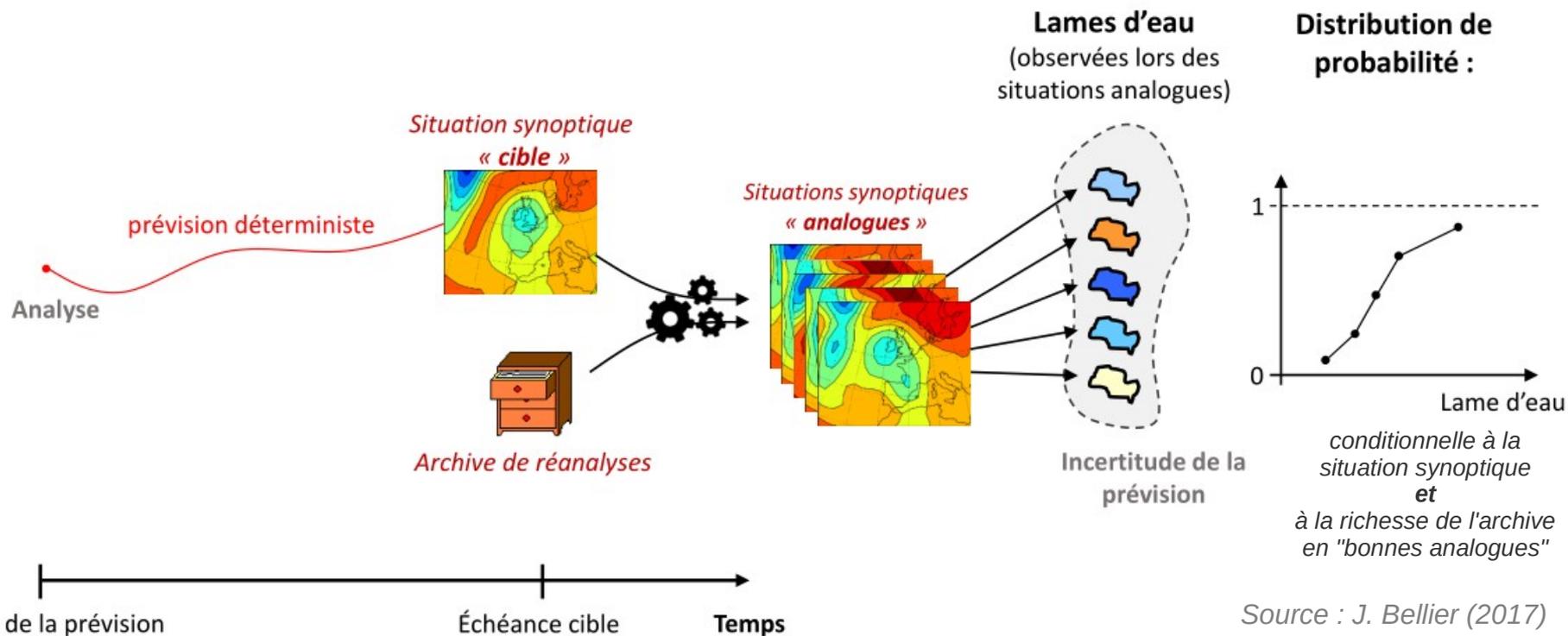
Les Analogues, une approche statistique adaptée pour la prévision opérationnelle des crues et étendue à l'ensemble de la France

R. Marty, A. Gautheron, S. Edouard, P. Horton et C. Obled

Les Analogues : le principe de la méthode

Deux situations météorologiques similaires doivent engendrer des effets locaux similaires (Lorenz, 1969)

→ Sélection de situations passées pour connaître la lame d'eau future ?



Les Analogues : vers des systèmes opérationnels

Recherches & Développement

Systèmes opérationnels

60'-70'

D. Duband

- Prédiction des précipitations journalières
- Champs Z 700
- Données ponctuelles

90'

S. Guilbaud

- 1^{ères} Réanalyses météo
- Données grille
- Z 700 et Z 1000
- Analogie de forme

00'

G. Bontron

- CRPS
- Réanalyses NCEP/NCAR
- Analogie humidité
- Prototype opérationnel

10'

A. Ben Daoud

- Grands bassins
- Flux vertical

10'

P. Horton

- Optimisation par algorithme génétique
- Réanalyses ERA5
- Projet MINERVE



Nouveau système Vigicrues : principes & objectifs

Extension de la méthode

- Réanalyses pluviométriques SAFRAN 0h-0h
- Réanalyses météo : ERA5
- Prévisions météo : GFS / ARPEGE / CEP
- Analogies : 4 champs géopotentiels seulement (4Z)

Vers une plate-forme unique

- Open-source
- Multi-OS : Linux/Docker, Windows
- Conforme avec les usages des SPC AN (6h, 24h) et LACI (24h)
- Possibilité de développements de fonctionnalités facilitant son intégration dans le SI du réseau

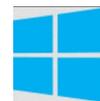
Vigicrues



GFS (USA)

ARP (MF)

IFS (CEP)



Nouveau système Vigicrues : clustering pluviométrique

Problématique

- Réanalyses pluviométriques SAFRAN : env. 10 000 pixels (8x8 km²)
- Coût numérique / financier de l'optimisation des Analogues
- → 20 à 30 zones « homogènes »

Méthodologie

- 2 algorithmes
 - Kmeans : déjà appliqué par Météo-France
 - funFEM : finalement pas compatible avec des séries pluviométriques
- Normalisation ?
 - Oui : pour obtenir des zones de tailles comparables à l'échelle de la France
 - Non : si on s'intéresse aux secteurs les plus précipitants (zone de montagne, pourtour méditerranéen)
- Seuil pluviométrique : cibler les fortes pluies ?

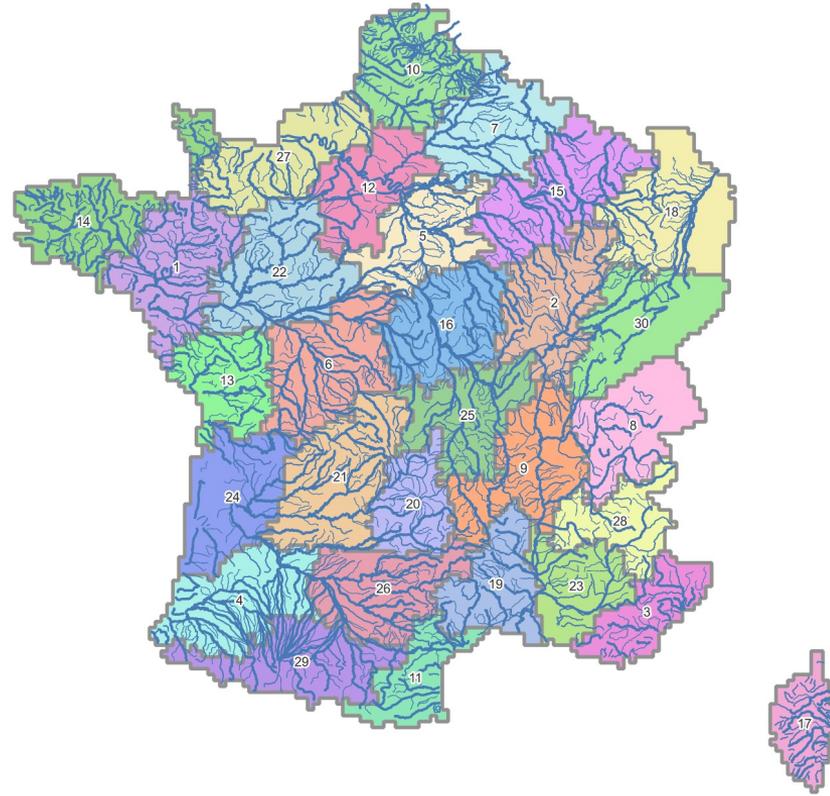
Nouveau système Vigicrues : clustering pluviométrique

Choix

- kmeans
- Normalisation
- Seuil pluviométrique :
50 % de la pluie
décennale

Résultats

- 30 zones
- « Re-affectation » des
pixels isolés
- 13000 à 26000 km²



Nouveau système Vigicrues : nouvelles analogies France

Algorithme de calage

- Optimisation globale par algorithmes génétiques
- Optimisation conjointe des instants, niveaux, fenêtres spatiales (différentes entre les niveaux), pondération entre les niveaux et nombre d'analogues
- Permet de s'approcher de l'optimum global
- Variabilité dans les résultats possible (temps de calculs; critère d'arrêt)
- Optimise le CRPS (*écart quadratique entre prévision et observation*)

Analyses préliminaires

- Pré-sélection des dates candidates (± 60 jours) : optimisation non pertinente
- Résolution spatiale : 1° suffisant pour Z. Pas de plus-value de la résolution nominale (0.25°).

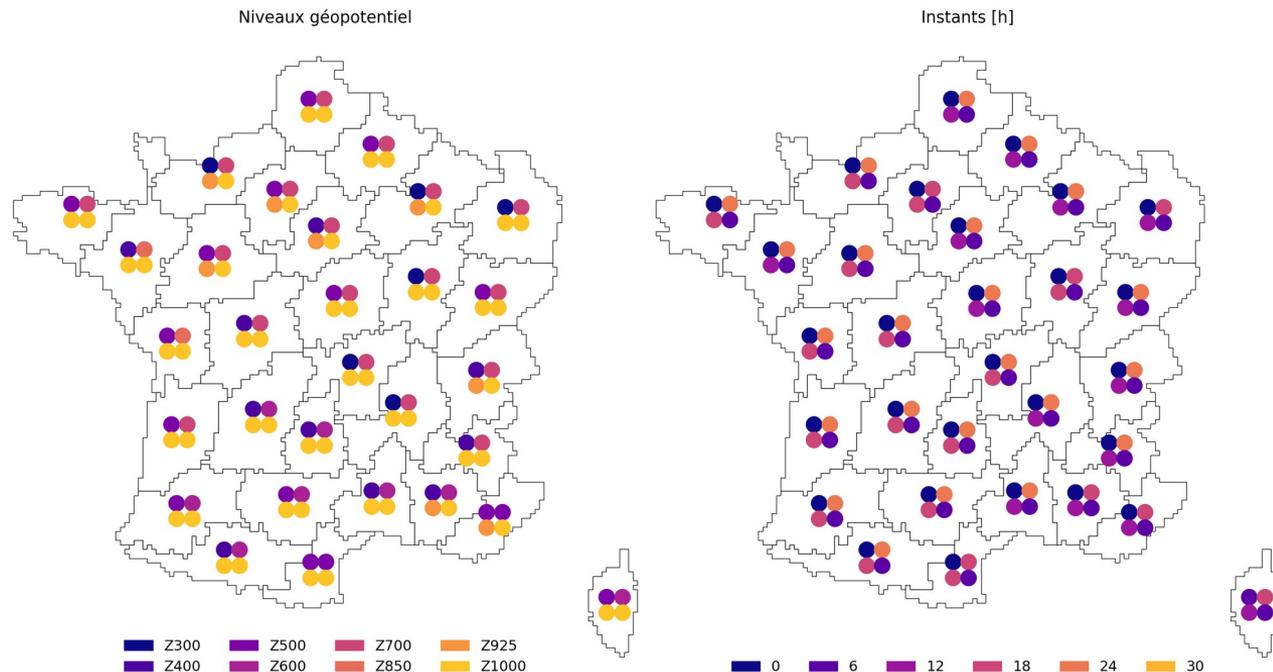


Nouveau système Vigicrues : nouvelles analogies France

Résultats

- Amélioration Performance // existants
- Niveaux et instants :
 - 300 - 500 hPa @ 0 - 6 h
 - 500 - 850 hPa @ 18 - 24 h
 - 850 - 1000 hPa @ 12 - 18 h
 - 1000 hPa @ 6 h

⇒ Cohérence spatiale



Nouveau système Vigicrues : suite AtmoSwing



Module adapté pour Vigicrues : atmoswing-vigicrues

- Objectif : permettre des pré-/post-traitements des prévisions d'AtmoSwing Forecaster pour l'intégration dans le réseau Vigicrues
- Module Python ⇒ plus facile à maintenir
- PyPI : <https://pypi.org/project/atmoswing-vigicrues/>
- DockerHub : <https://hub.docker.com/r/atmoswing/atmoswing-vigicrues>
- Utilisation en ligne de commande ; configuration par fichiers yaml



Forecaster
sans interface

Exports

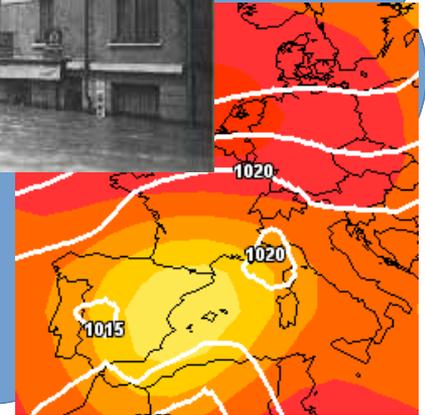
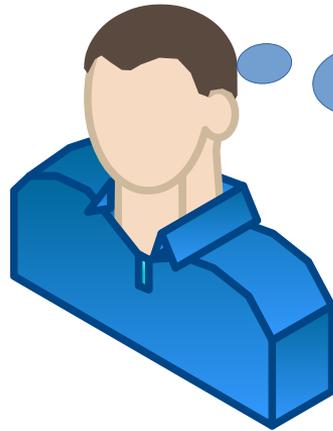
**Volonté facilité intégration
dans SI des SPC**

- 1) prv (Scores)
- 2) json (inspiré de BdApbp)

Usages pour la prévision de crues : expertise du prévi

Utilisation directe des dates « analogues »

- En référence à des épisodes historiques
- Pour déterminer la circulation « générale » prédominante



Usages pour la prévision de crues : scén. pluviométrique

Besoins des SPC

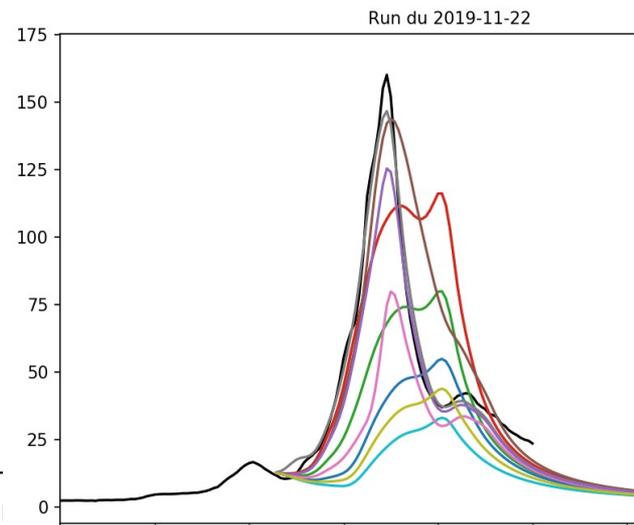
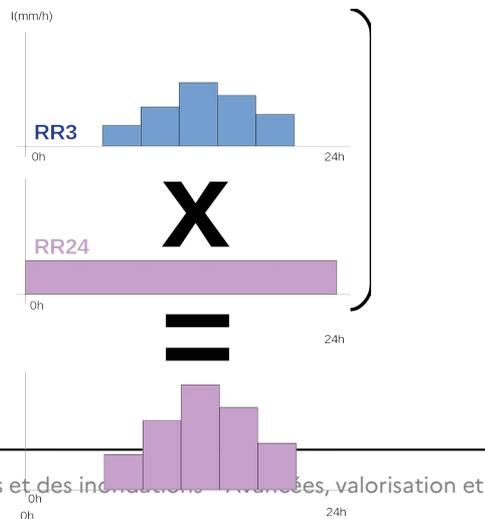
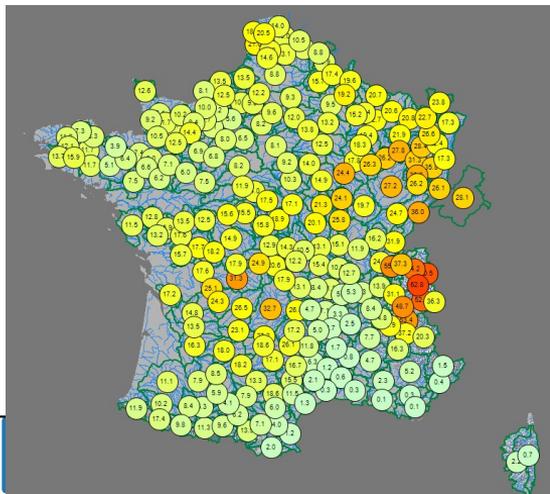
- Échelle : bassin
- J à J+7
- Évolutions
 - Réseau mesure
 - Réseau vigilance
 - Modélisation

Scénarios disponibles

- RR3 (Alpha) : 3h
- BP
- Fourchettes
- 24h
- Modèles numériques

Prévision hydrologiques

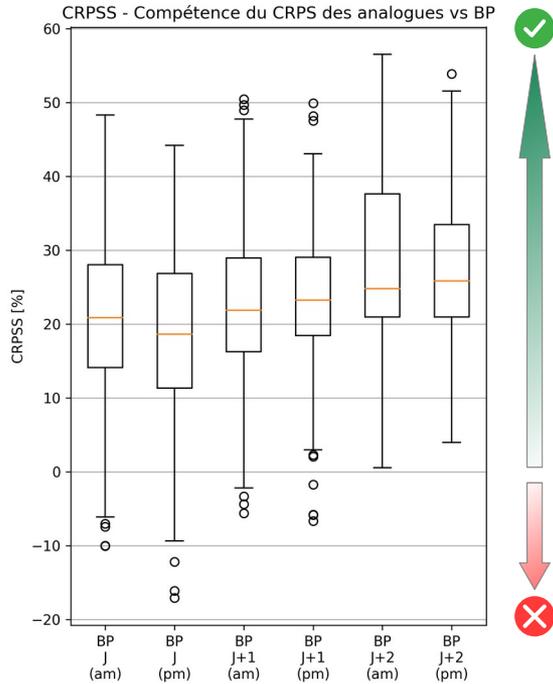
- Incertitudes météo
- + Incertitudes hydro



Usages pour la prévision de crues : scén. pluviométrique

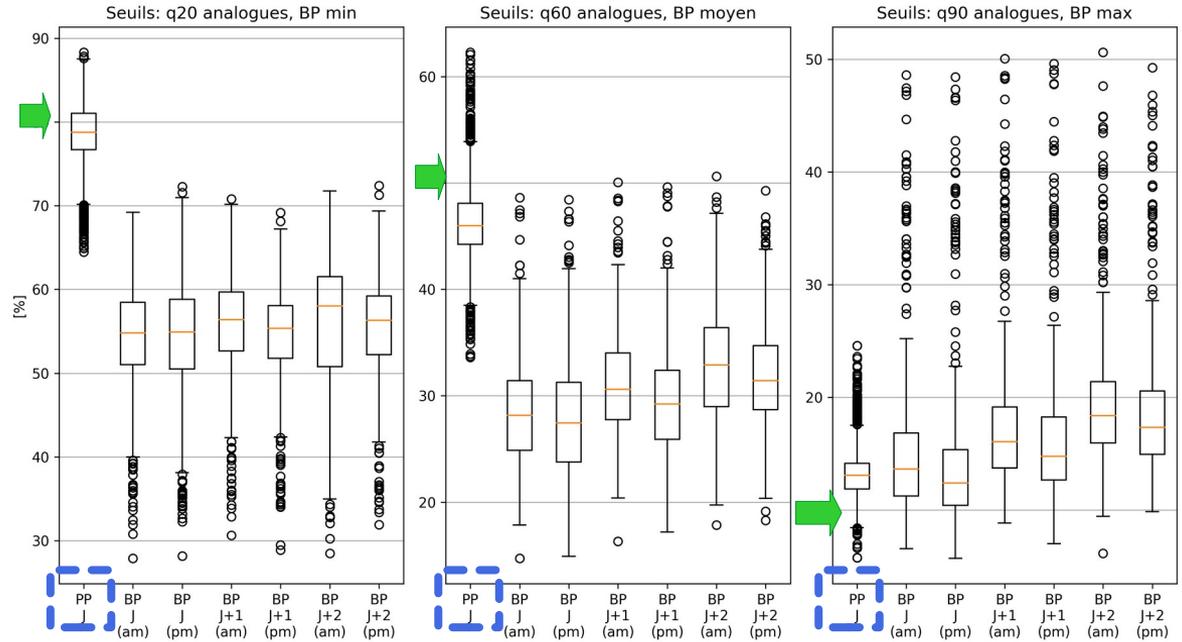
Comparaison BP : Plus-value des Analogues en fiabilité et en précision

Avantage Analogues



Avantage BP

Pourcentage des prévisions où Pobs > seuil prévision



BP : seulement 60 % des valeurs observées dans la fourchette

Usages pour la prévision de crues : perspectives

Perspectives : thèse de J. Bellier

- Post-traitement des prévisions d'ensemble
- Reconstruction de scénarios météorologiques
 - abandonner les quantiles
 - utiliser de véritables scénarios
- Reconstruction de scénarios hydrologiques
 - tendances (expertises SPC) vers l'aval

Usage national

- Facilité l'usage par tous les SPC :
 - webservices ? visu web ?
 - Vers un hébergement centralisé au Schapi ?
- N'est plus un projet stratégique Vigicrues