



PICS
Prévision Immédiate Intégrée
des Impacts des Crues Soudaines



Subvention
ANR-17-CE03-0011

Jean-Philippe Naulin



HIWeather



Mise en œuvre d'une chaîne de
modélisation de la sinistralité assurantielle



INRAE



**Université
Gustave Eiffel**

VIGICRUES

La Caisse Centrale de Réassurance

Caisse Centrale de Réassurance

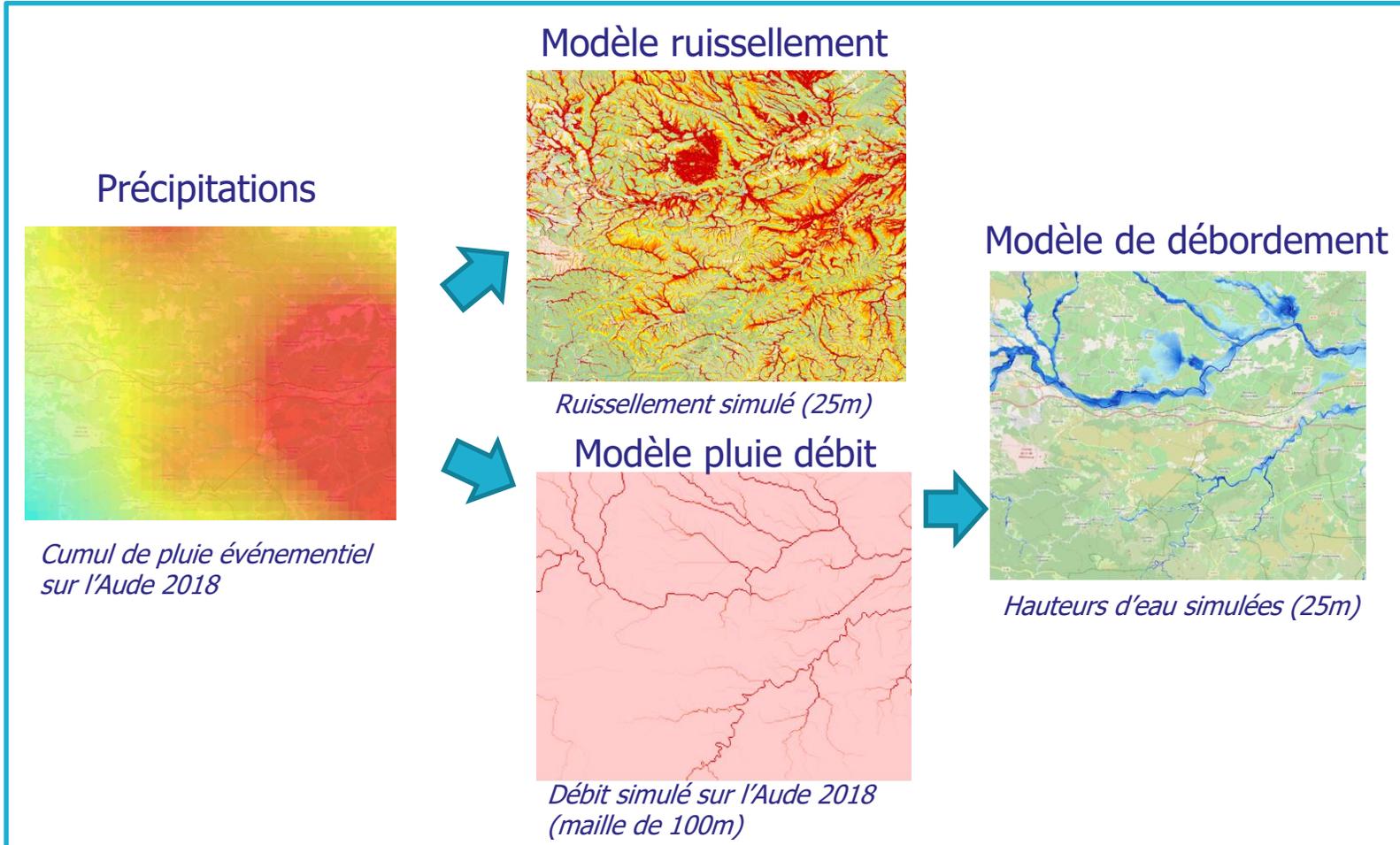
- Société privée détenue par l'état français sous tutelle du Ministère de l'Economie et des Finances
- Couvertures de réassurance illimitées dans le cadre du régime Cat Nat avec la garantie de l'état.
- Couvre 90% du marché français de l'assurance
- Gestion de plusieurs fonds publics dont le fond Barnier

Quels sont les besoins de la CCR en terme de prévision des impacts des crues rapides?

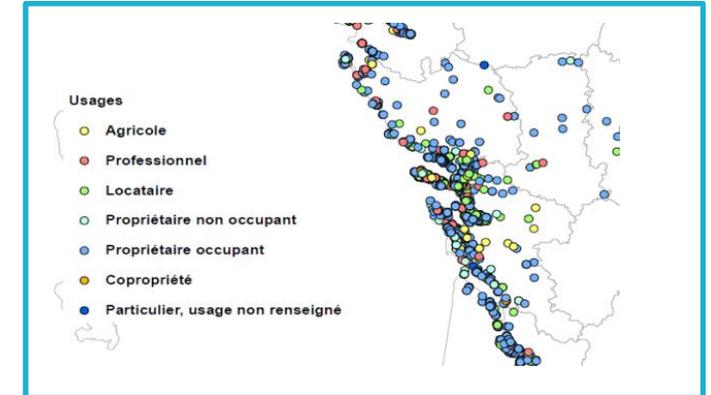
- Estimer le coût d'un événement quelques jours après sa survenance :
 - Communication des chiffres à l'état français et aux clients de CCR
 - Provisionnement
- Estimer l'exposition du territoire français au risque d'inondation:
 - Tarification des contrats avec les sociétés d'assurance
 - Prévention

La modélisation des inondations

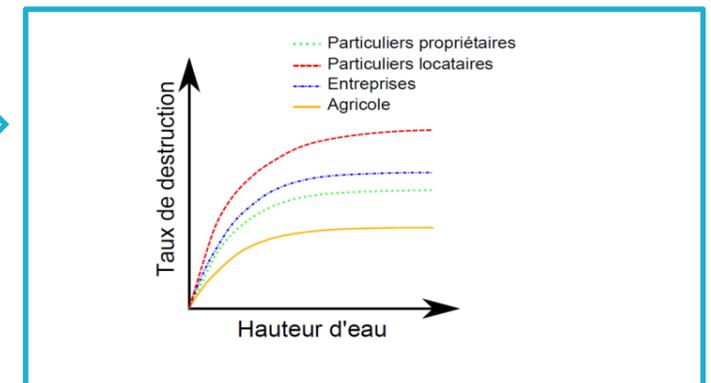
Modèle d'aléa inondation



Modèle de vulnérabilité



Modèle de dommages



Objectifs de la CCR dans PICS

1. Analyser la sinistralité avec des données d'aléa très fines (Floodos 5m)
2. Utiliser ces données d'aléa pour calibrer un modèle de dommages adapté aux crues rapides
3. Evaluer l'intérêt de ce modèle de dommages dans une chaîne opérationnelle de prévision des impacts des crues à laquelle nous pourrions être partie prenante
4. En tant qu'acteur institutionnel : bénéficiaire de l'expertise du monde de la recherche sur la modélisation des crues éclair

Analyse de la sinistralité

PICS

Prévision Immédiate Intégrée
des Impacts des Crues Soudaines

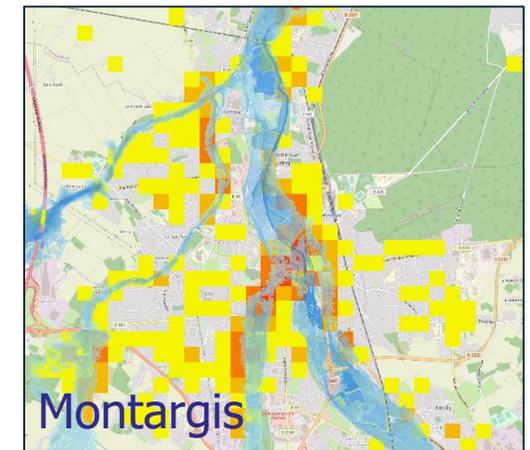
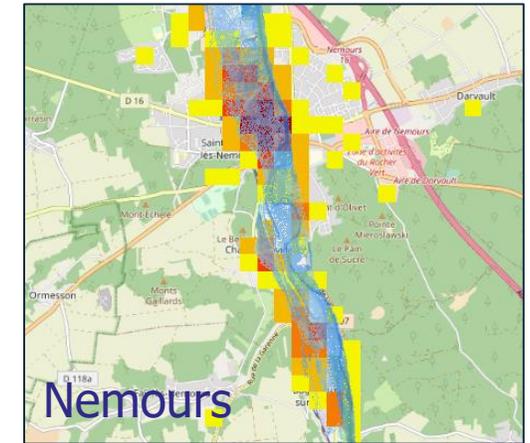
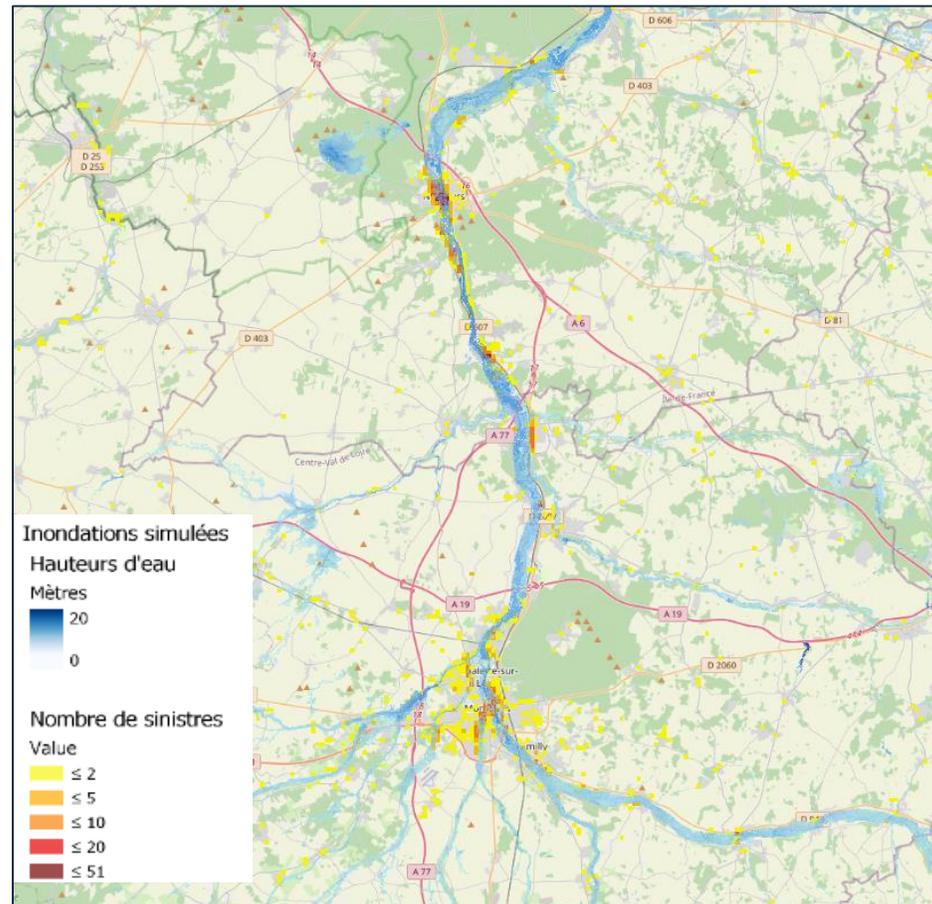


Seine Loire 2016

Pertes observées : 990M€

Superposition aléa sinistre:

- 59% de sinistres détectés
- 72% des couts détectés
- Bonnes performances du modèle d'aléa inondation
- Quelques sinistres manqués dans les zones urbaines : remontées de réseaux et géocodage



Comparaison entre les zones d'inondation simulées et les sinistres observés sur la crue du Loing 2016

Analyse de la sinistralité

PICS

Prévision Immédiate Intégrée
des Impacts des Crues Soudaines



Alpes maritimes 2015

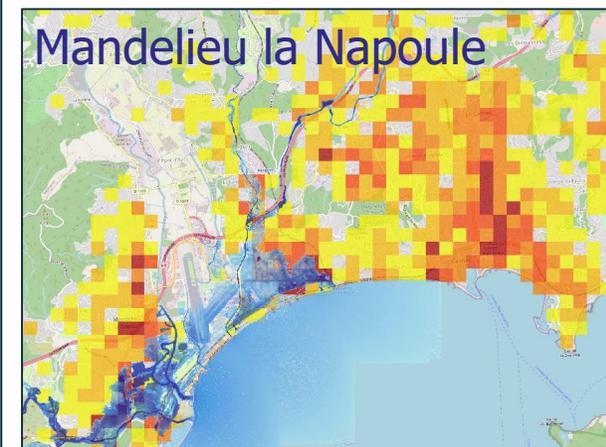
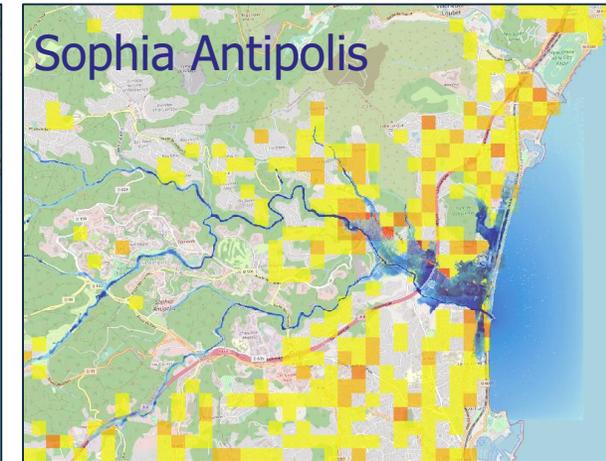
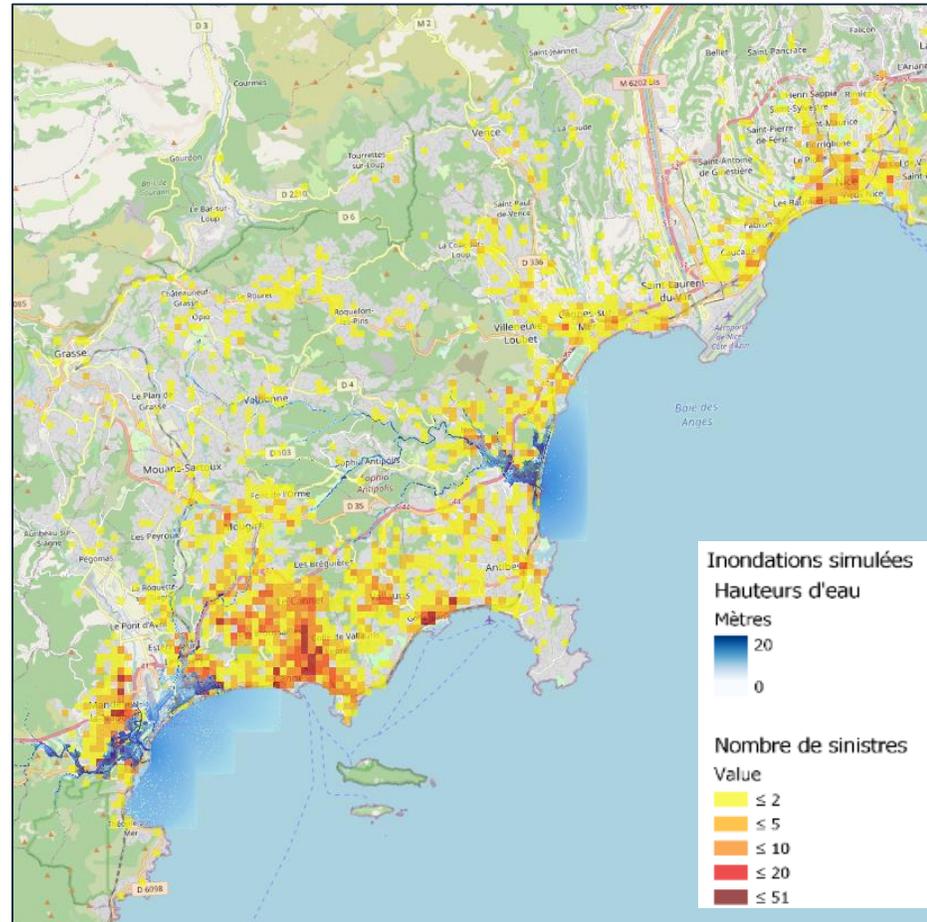
Pertes observées : 540M€
20 morts

Superposition aléa sinistre:

- 18% de sinistres détectés
- 33% des couts détectés

Un nombre importants de sinistres ont été causés par du ruissellement urbain ou par le débordement de très petits cours d'eau / thalweg non modélisés (superficie drainée inférieure à 5km²)

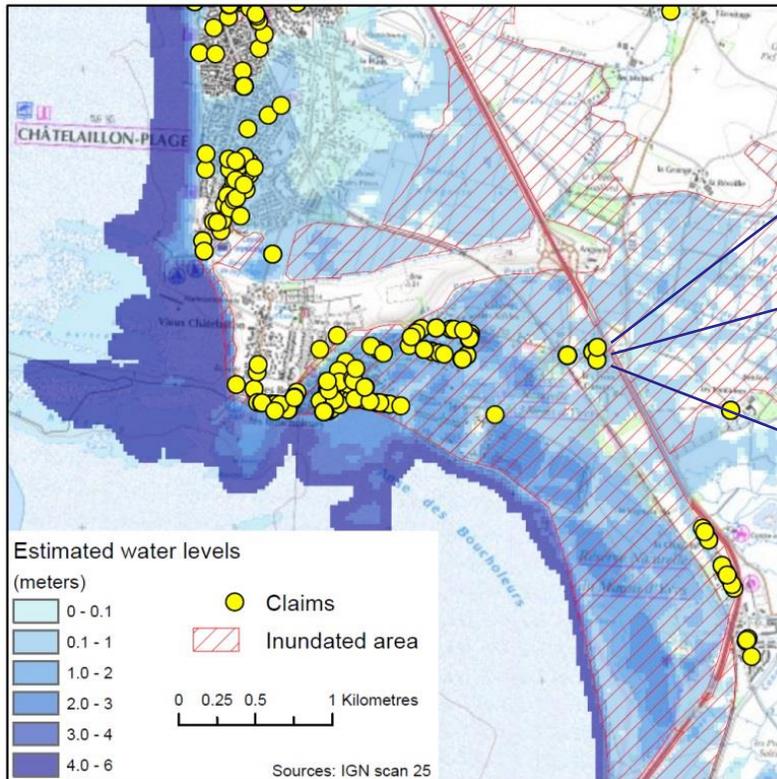
Il est important de prendre en compte les zones non couvertes par le modèle de débordement lorsqu'on souhaite modéliser la sinistralité



Comparaison entre les zones d'inondation simulées et les sinistres observés dans les Alpes Maritimes 2015

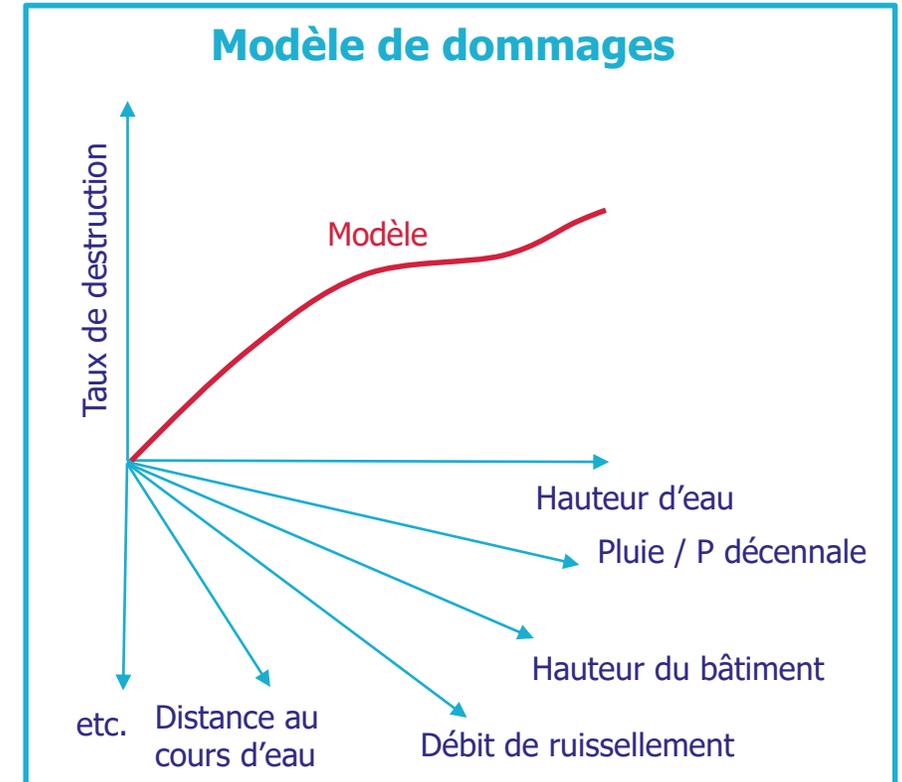
Calibration du modèle de dommages

Fonctionnement du modèle de dommages



$$\begin{aligned} & \text{Taux de} \\ & \text{destruction} \\ & * \\ & \text{Probabilité} \\ & \text{d'être sinistrée} \\ & * \\ & \text{Valeur assurée} \\ & = \end{aligned}$$

Estimation des dommages



Calibration à partir des sinistres historiques

Calibration du modèle de dommages

Test de différentes méthodes

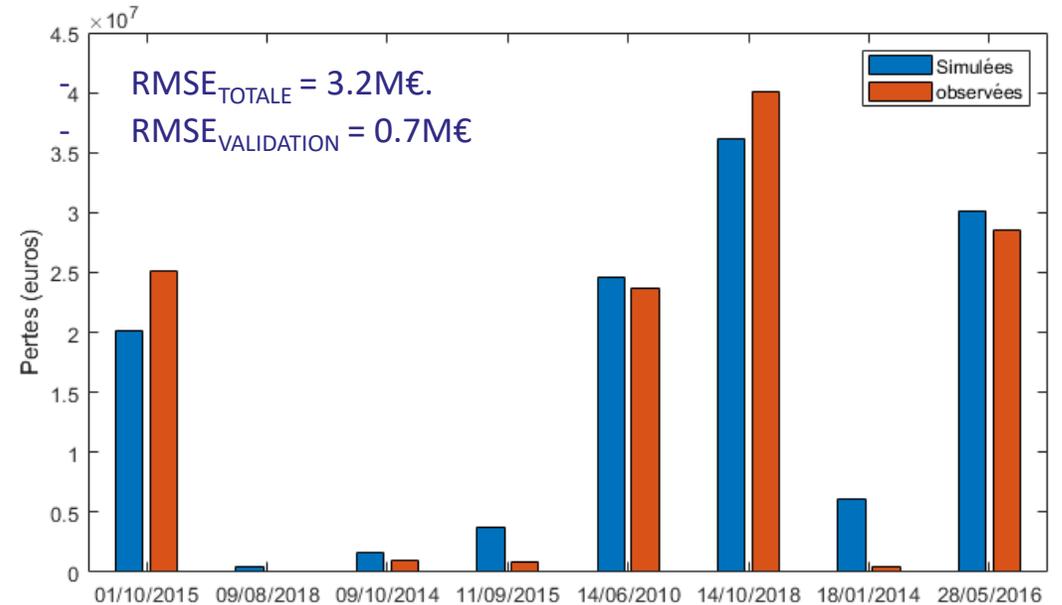
- Régressions linéaires multiples
- Lasso
- Forêt aléatoire

On distingue les zones de débordement des zones de « ruissellement »

L'approche retenue est une calibration expertisée à partir de régressions linéaire multiples: meilleure robustesse et parcimonie

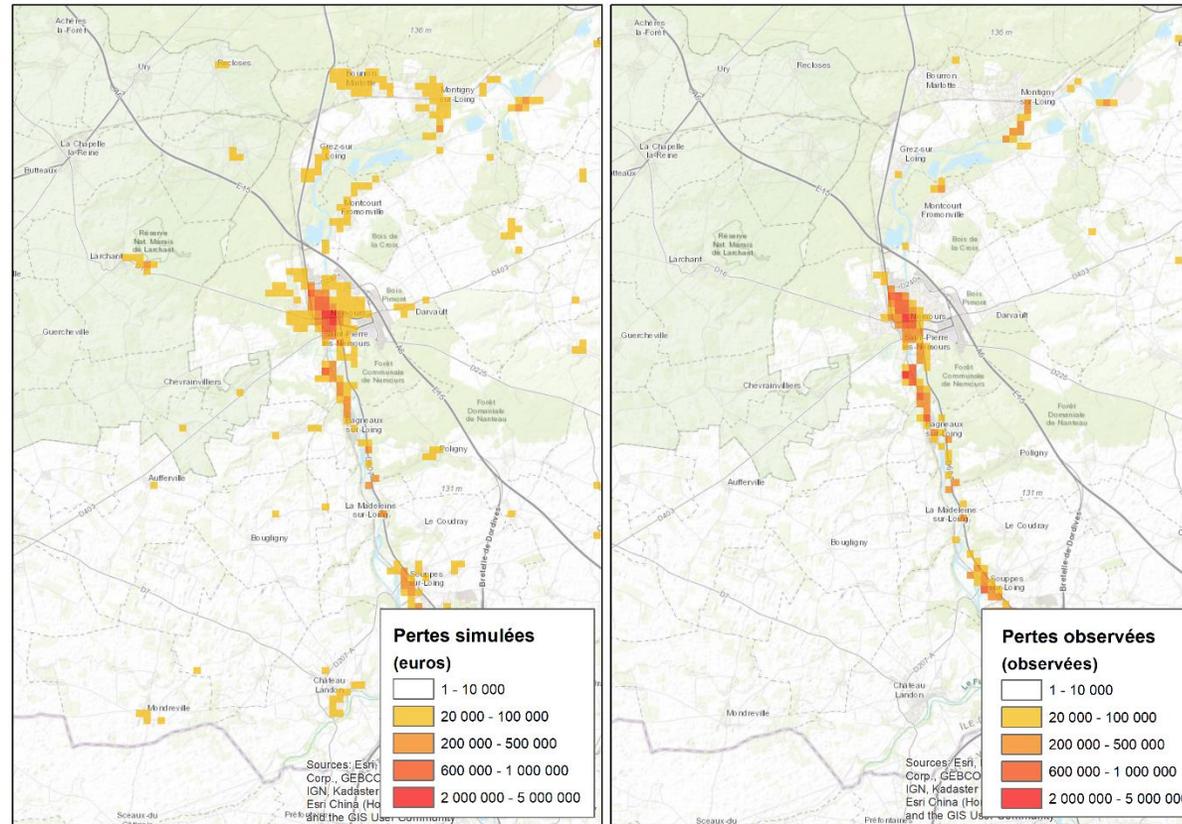
Calibration satisfaisante:

- Modèle de dommages sensible à l'aléa simulé : meilleures performances à 5m qu'avec une résolution de 25m
- tendance à surestimer les pertes sur des événements de faible intensité



COMPARAISON ENTRE LES PERTES OBSERVÉES ET SIMULÉES AVEC LA MÉTHODE DE CALAGE MANUELLE SUR LES RISQUES DE PARTICULIERS (ÉCHANTILLON DE CALIBRATION)

Calibration du modèle de dommages



*Pertes simulées et observées sur le Loing 2016
(échantillon de calibration)*

Le modèle de dommage permet de bien reproduire la répartition spatiale des sinistres
Il estime des pertes en dehors de zones de débordement

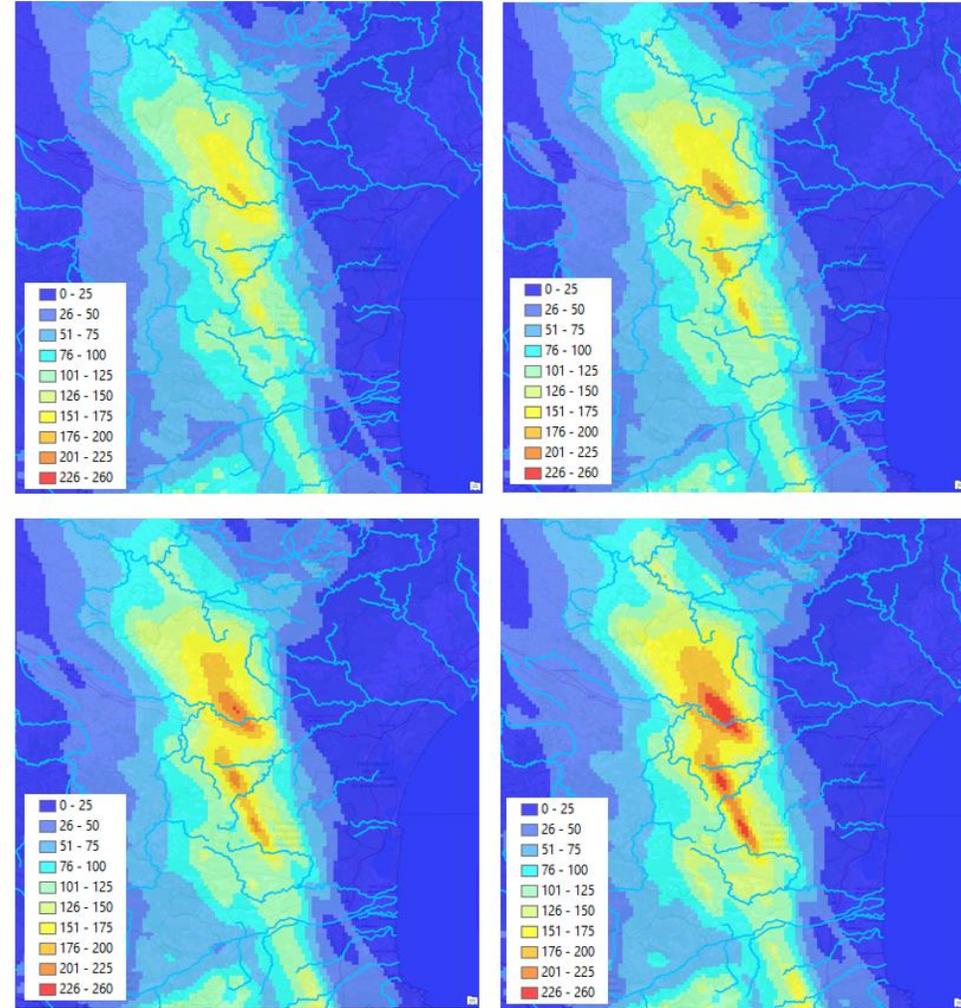
Utilisation des données AROME PI par le modèle de dommages

AROME PI :

- Jusqu'à 6h d'échéance
- Pas de temps de 15 minutes
- Actualisation des prévisions toutes les heures

Ces données ont été implémentées dans la chaîne de modélisation CCR permettant de :

- Modéliser le débit des cours d'eau
- Simuler le débordement avec une résolution de 25m
- Simuler les dommages

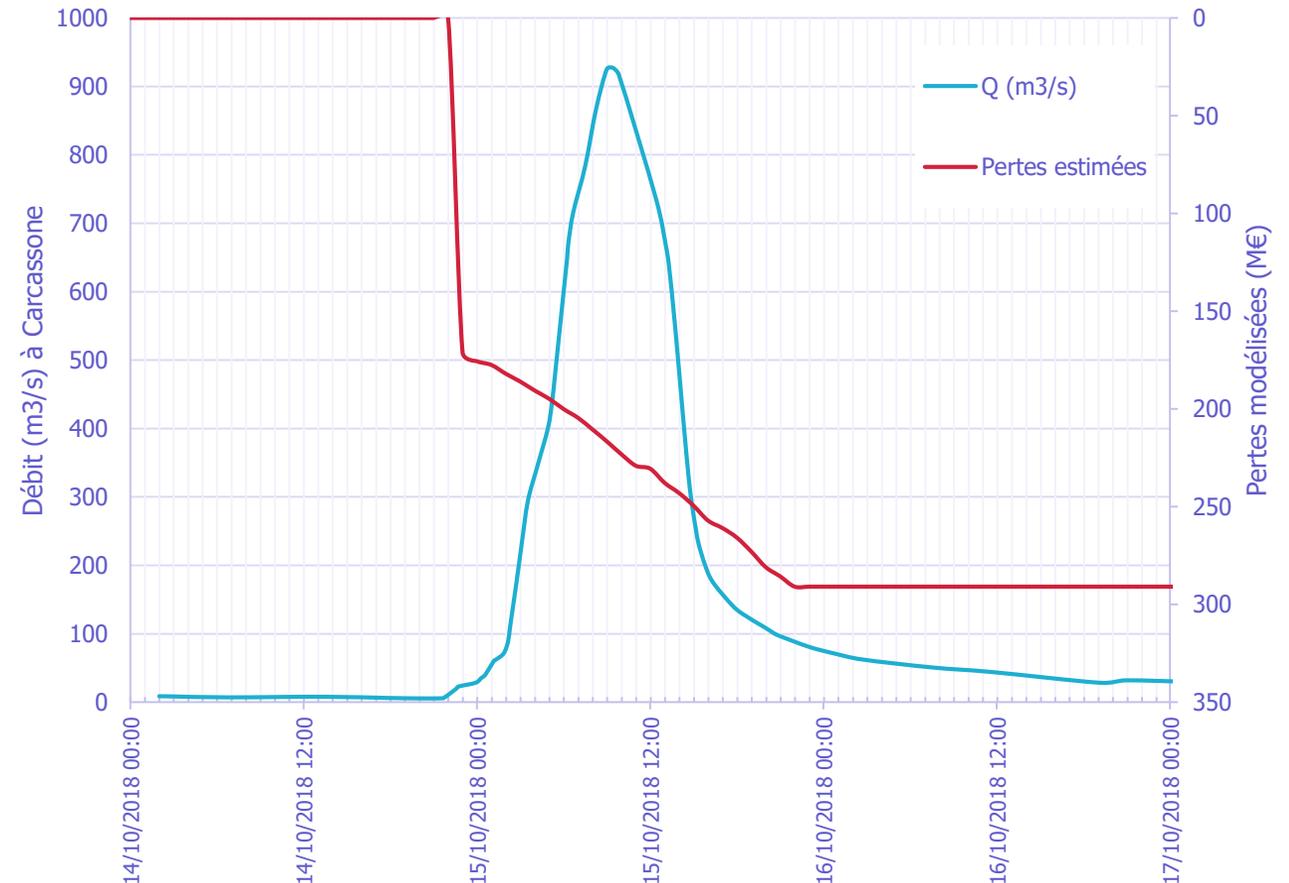


CARTES DE CUMULS DE PLUIE ISSUES DES PRÉVISIONS DU MODÈLE AROME À 00H, 06H, 12H ET 18H LE 15/10/2018

Utilisation des données AROME PI par le modèle de dommages

Dommmages:

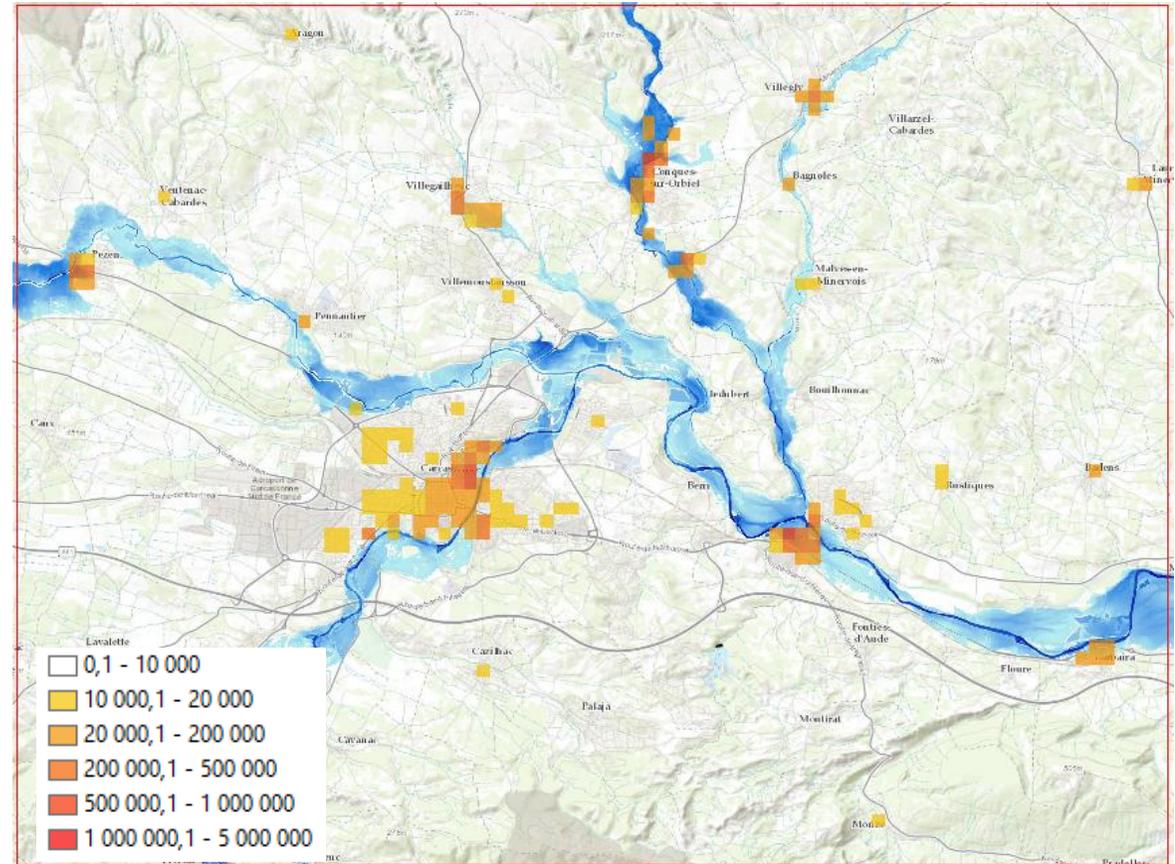
- 10h avant le pic de crue à Carcassonne, le modèle de dommage pouvait pressentir un évènement significatif à plus de 170M€.
- Dans les heures qui suivent, le coût de l'évènement va s'affiner pour aboutir le 16 octobre 2018 à un montant de 291M€.
- Le montant réel de l'évènement a été pour sa part estimé a posteriori à 220M€.



Prise en compte des prévisions AROME-PI

15/10/2018 00:00

- Dès minuit, on estime des dommages dans les communes qui vont être frappées par l'événement
- Confirmation des pertes par la suite
- Le résultat reste dépendant de l'aléa estimé (cf. surestimation à Carcassonne)
- La prise en compte du ruissellement par le modèle de dommage est importante pour ne pas se focaliser sur les cours d'eau principaux

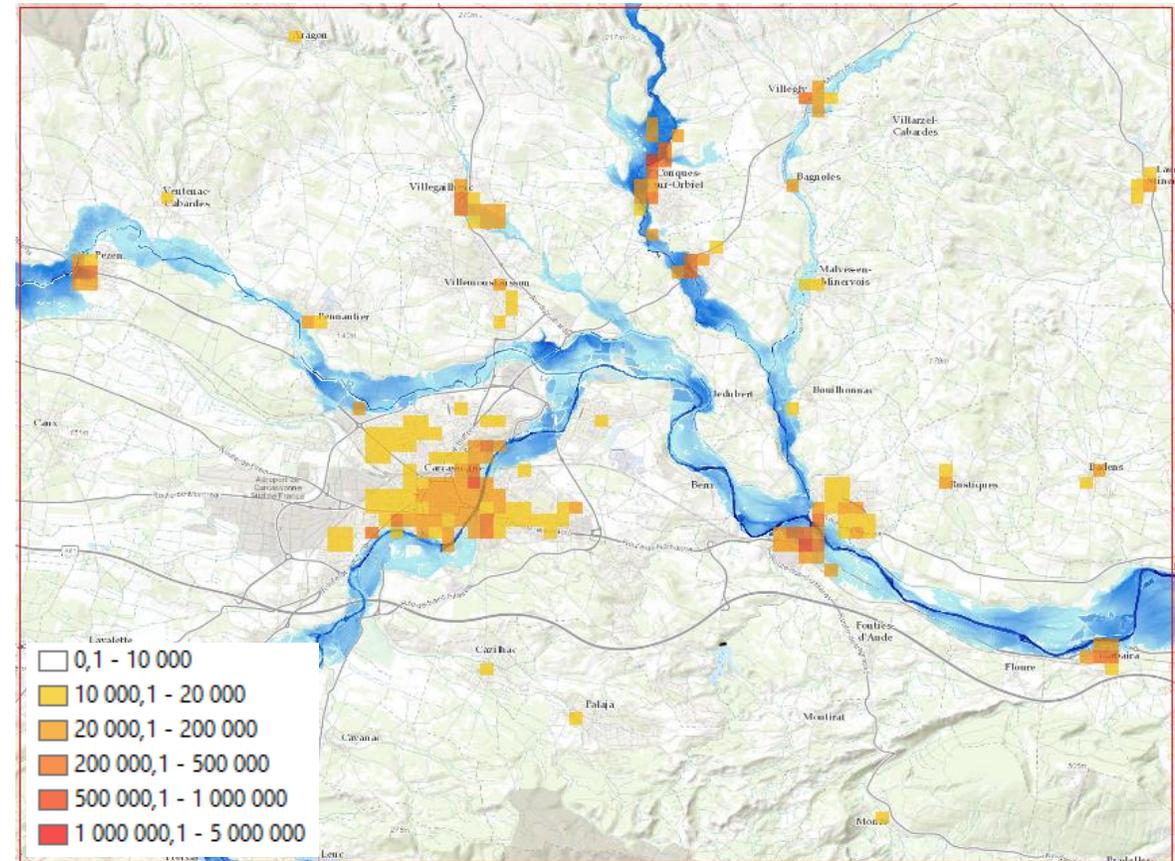


PERTES SIMULÉES SUR UNE MAILLE DE 250M POUR UN
ÉCHANTILLON DE POLICES

Prise en compte des prévisions AROME-PI

15/10/2018 06:00

- Dès minuit, on estime des dommages dans les communes qui vont être frappées par l'événement
- Confirmation des pertes par la suite
- Le résultat reste dépendant de l'aléa estimé (cf. surestimation à Carcassonne)
- La prise en compte du ruissellement par le modèle de dommage est importante pour ne pas se focaliser sur les cours d'eau principaux



PERTES SIMULÉES SUR UNE MAILLE DE 250M POUR UN
ÉCHANTILLON DE POLICES

Conclusion

- Construction d'une chaîne de modélisation des dommages adaptée aux crues soudaines
 - Grand intérêt de sorties de modélisation fines et de qualité pour modéliser les dommages
 - Il est également important de considérer les très petits cours d'eau, le ruissellement et les remontées de réseau pour modéliser les dommages
- Utilisation de données de prévision météorologique : le modèle est capable d'anticiper des dommages à venir lorsqu'il est alimenté par des données issues d'un modèle de prévision météo
 - Cette estimation est sujette à des incertitudes importantes
 - Mais elle pourrait permettre d'anticiper l'impact d'événements en cours ou à venir en donnant une idée des montants en jeu et des zones touchées.
- Perspectives:
 - Test sur d'autres événements (et non-événements)
 - Aller au-delà des montants assurés vers un indicateur de sévérité / danger pour la population?
 - Identifier les utilisateurs potentiels de cet outil et la forme de diffusion éventuelle des résultats

Jean-Philippe Naulin

jnaulin@ccr.fr

01 44 35 14 00