



**PICS**  
Prévision Immédiate Intégrée  
des Impacts des Crues Soudaines



Subvention  
ANR-17-CE03-0011

Restitution du projet ANR PICS, Aix en Provence, 18 mai 2022

Olivier Payraastre



HIWeather



# Objectifs et résultats du projet ANR PICS

## Prévision immédiate et intégrée des Impacts des Crues Soudaines



Université  
Gustave Eiffel



# Contexte et enjeux

**PICS**

Prévision Immédiate Intégrée  
des Impacts des Crues Soudaines

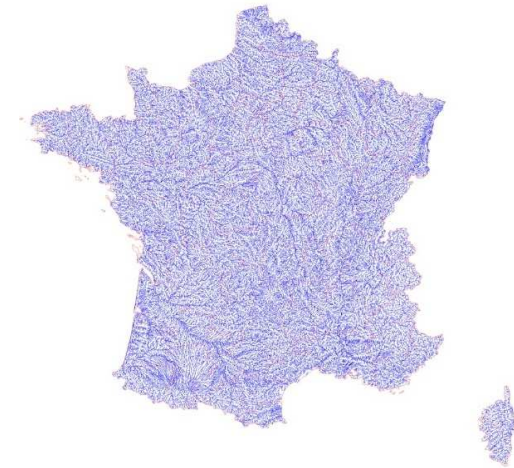


## Des crues soudaines dévastatrices

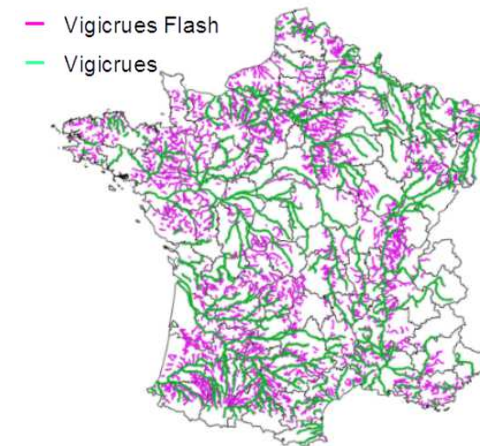
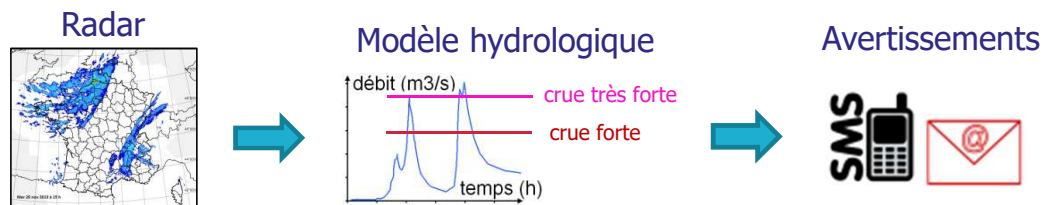


## De nombreux petits cours d'eau (>100.000 km)

- enjeux disséminés
- connaissance limitée des zones inondables



## 2017 : premier service d'avertissement, Vigicrues Flash



# Objectifs du projet ANR PICS (2018-2022)

**PICS**

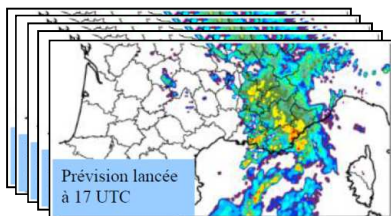
Prévision Immédiate Intégrée  
des Crues Soudaines



## Concevoir et évaluer des chaînes de prévision des crues soudaines :

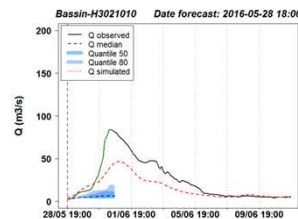
- Couverture des petits cours d'eau
- Jusqu'à 6 heures d'anticipation
- Zones inondées et impacts représentés
- Calcul rapide et automatique

### PLUIE



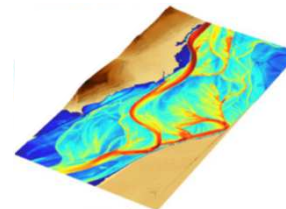
Radar + Prévision numérique (0-6h)

### DEBITS



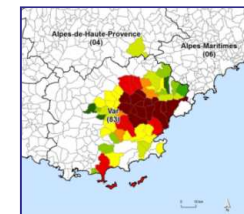
Modèles hydrologiques

### INONDATIONS



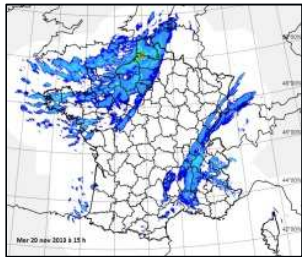
Modèles hydrauliques

### IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES



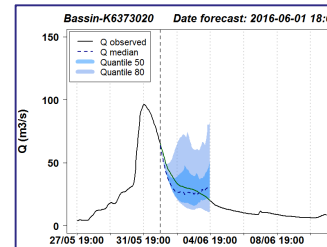
Modèles de vulnérabilité

# Les principales questions scientifiques



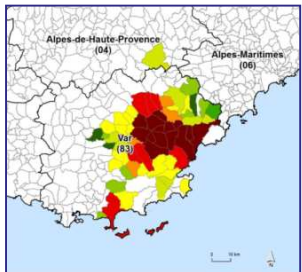
## PLUIE

Représentation des incertitudes de prévision



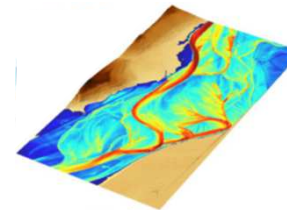
## DEBITS

Résolution des modèles et estimation des paramètres



## IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES

Quels impacts et quelles méthodes ?



## INONDATIONS

Automatisation et incertitudes associées

Stratégies de validation?

### Impacts observés



Medias

Rescue operations



Transport networks



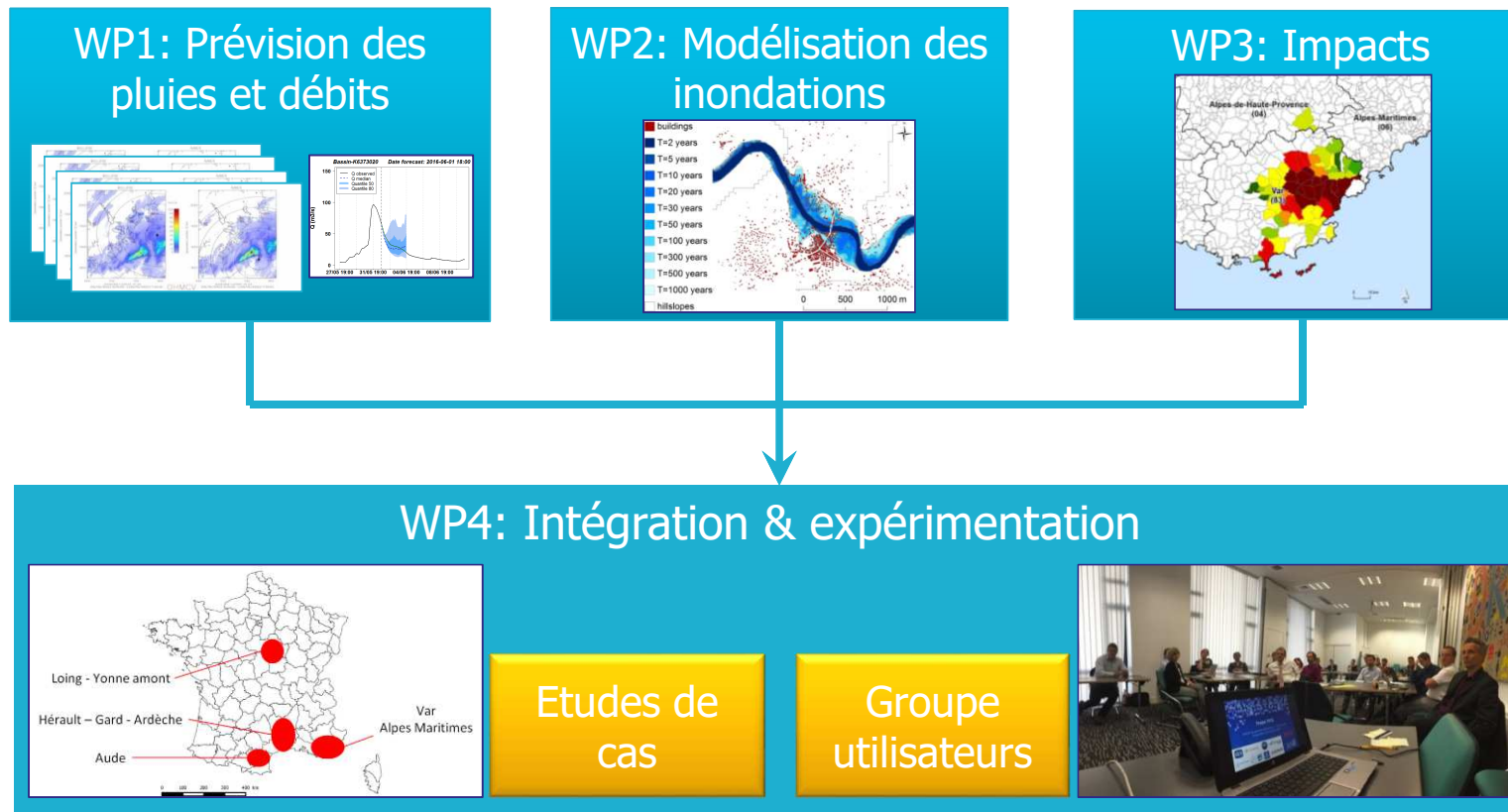
Insurance claims



# Organisation générale du projet

# PICS

Budget total 2.283 k€ , dont 628 k€ d'aide ANR



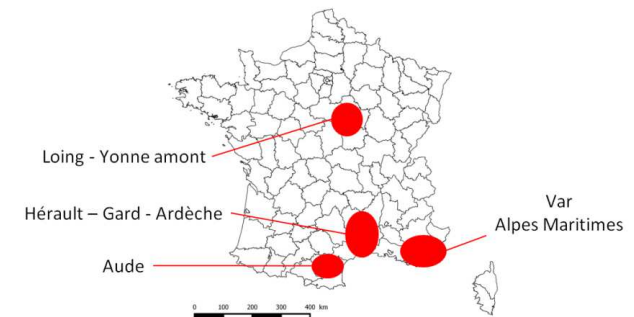
# Le groupe utilisateurs PICS

3 ateliers: Mai 2018, Déc. 2019, Mai 2022



Objectifs, structure et sorties  
des chaines de modélisation

Choix des études de cas

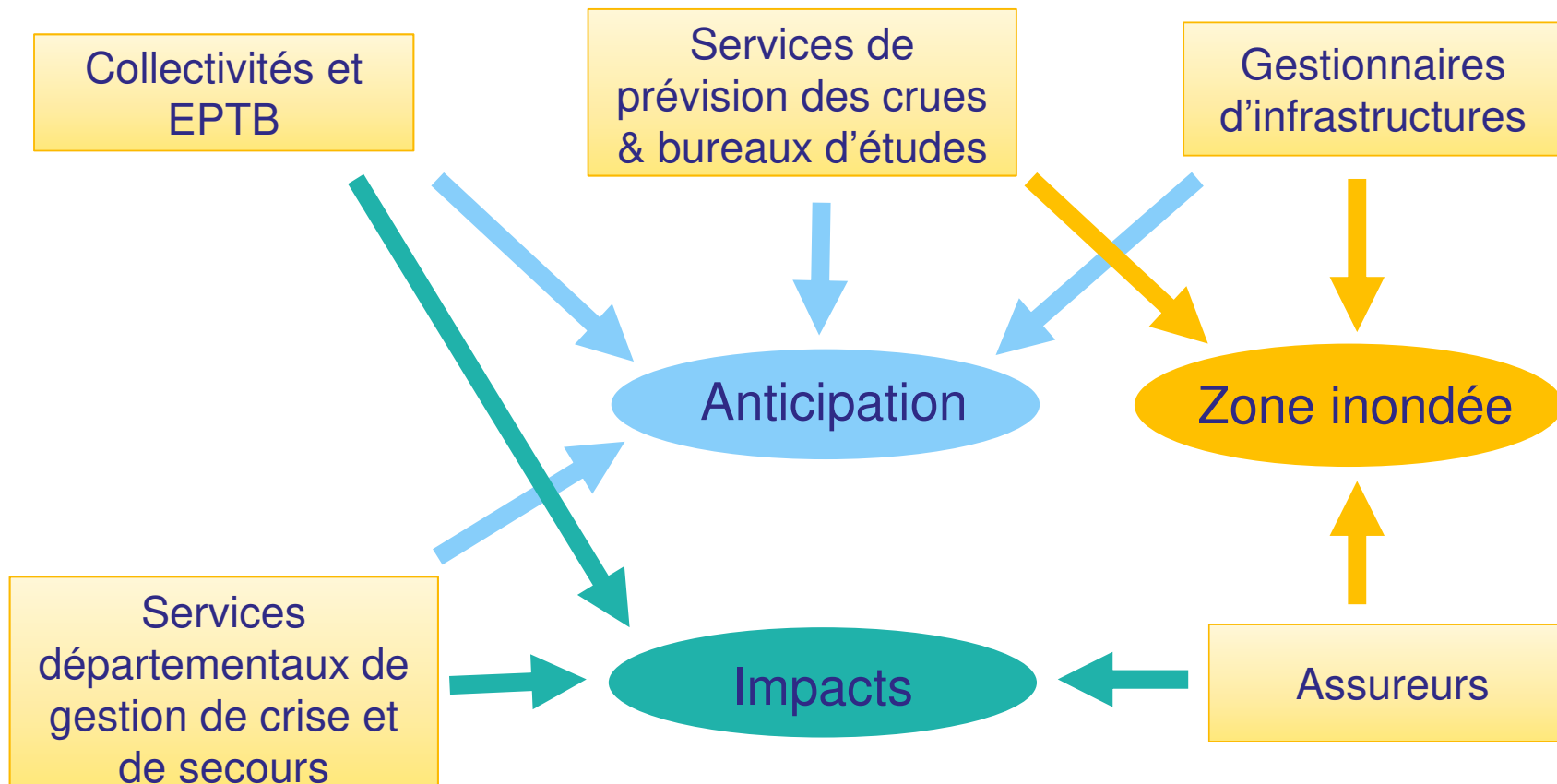


- Collectivités (Cannes, Nîmes, Nîmes Métropole)
- EPTB (Argens, Arc, Aude)
- Services de protection civile et de secours (DGSCGC, DDTM 11 – RDI, SDIS 30, MIIAM)
- Services de Prévision des crues (Grand Delta, Med Est, Med Ouest)
- Bureaux d'études (Predict Services, Tenevia, Novimet)
- Assureurs et réassureurs (Axa, Willis Re)
- Producteurs d'électricité (CNR, EDF)
- Compagnies de transports (SNCF)

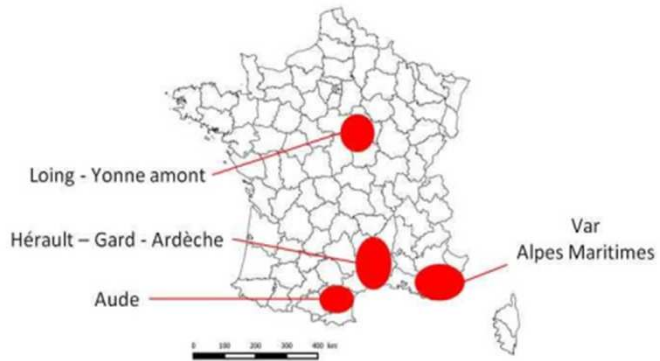
Stratégies de validation



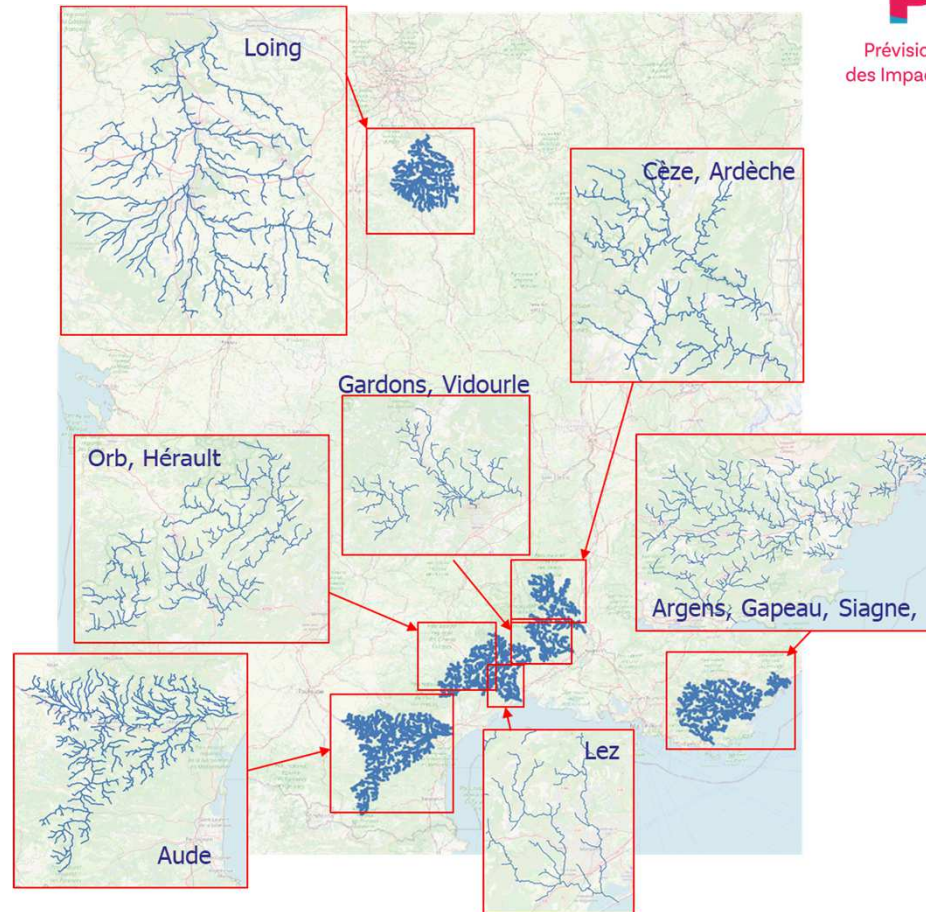
# Echanges avec le groupe utilisateurs PICS



# Stratégie d'évaluation



- Rejeu d'événements récents (2010-2018)
- 15 événements bien documentés (débits, zones inondées)
- Collecte de données d'impacts



**PICS**  
Prévision Immédiate Intégrée  
des Impacts des Crues Soudaines



Secours



Medias



Sinistralité

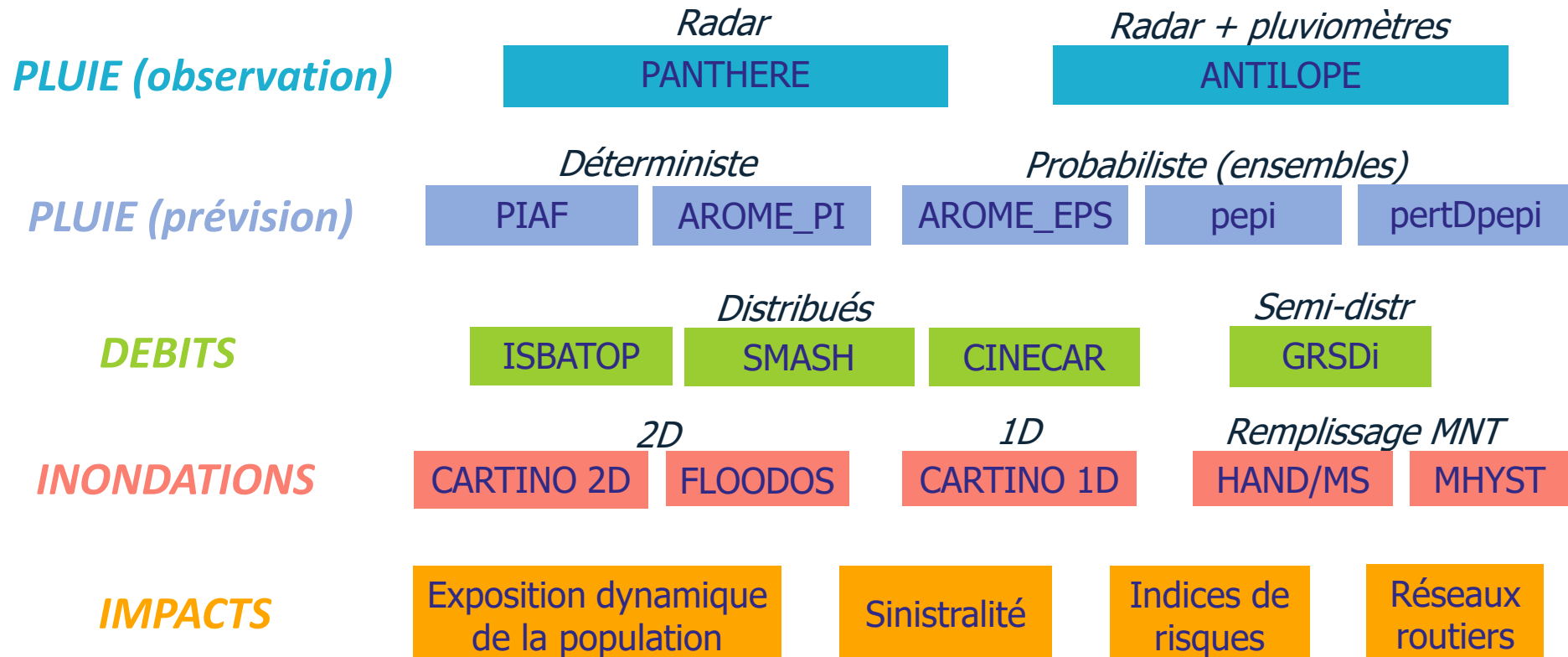


Réseaux de transports



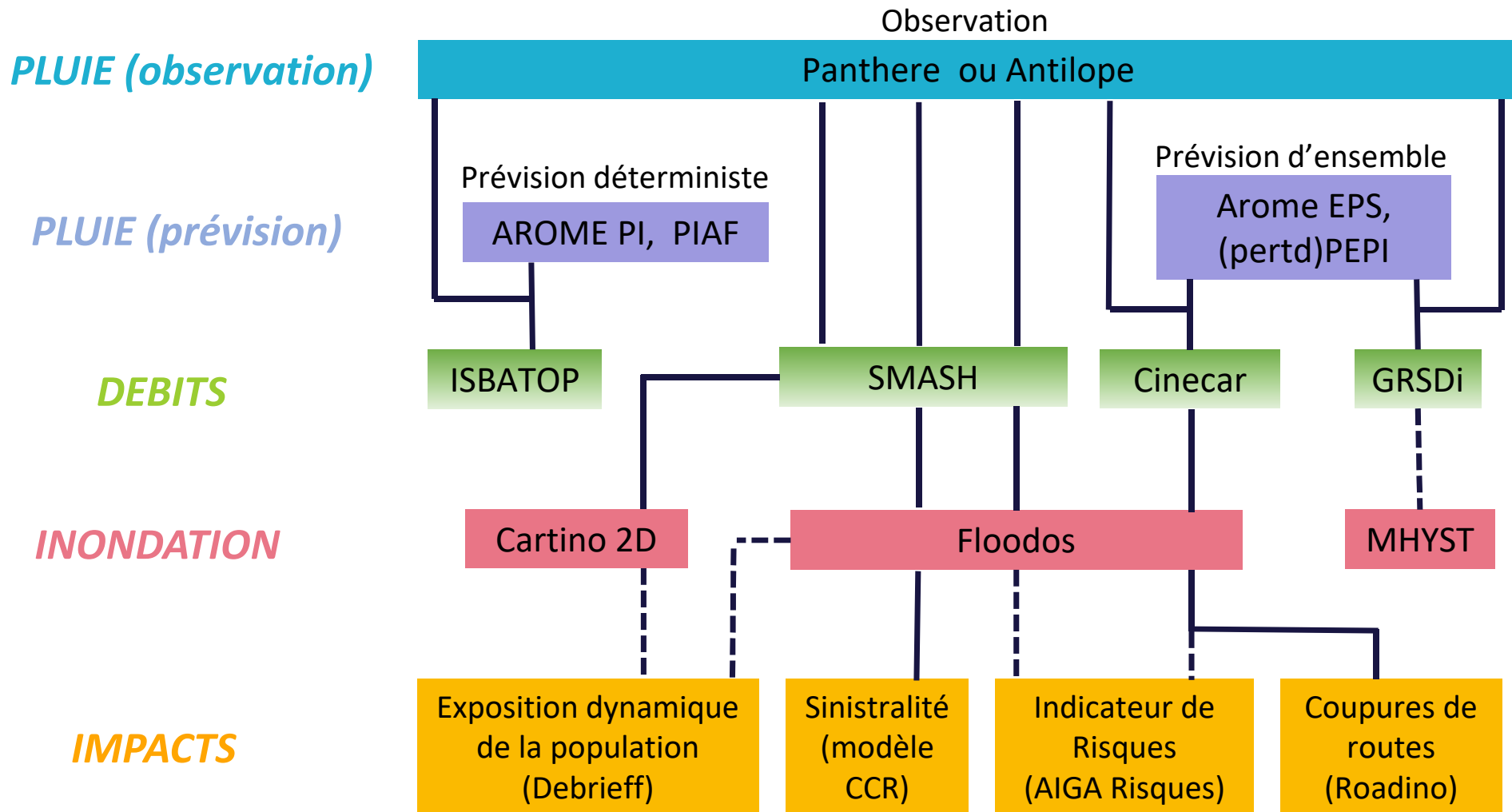


# Les méthodes et modèles mobilisés



Quels modèles combiner, pour quels usages ?

# Les chaines de prévision testées



# Les contributions de doctorants et ingénieurs (financement ANR)

*PLUIE (observation)*

*PLUIE (prévision)*

*DEBITS*

*INONDATIONS*

*IMPACTS*

Axelle Fleury  
(Ing.)

Gaia Piazzini  
(post-doc)

Léa Poinsignon  
(Ing.)

Galateia Terti  
(post-doc)

Maxime Jay  
Allemand (thèse)

Nabil Hocini  
(thèse)

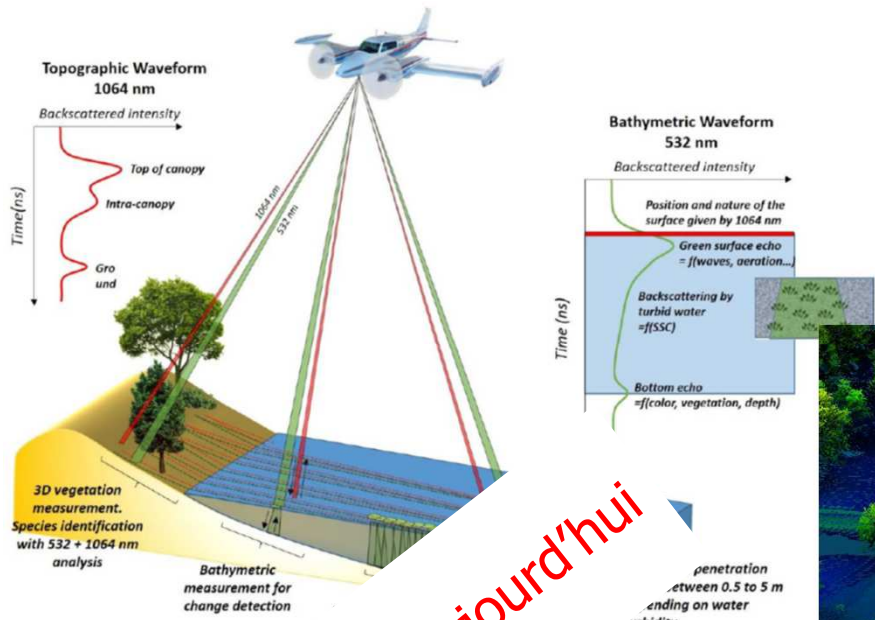
Alexane Lovat  
(thèse)

Daniela Peredo  
(thèse)

Maryse Charpentier  
Noyer (thèse)

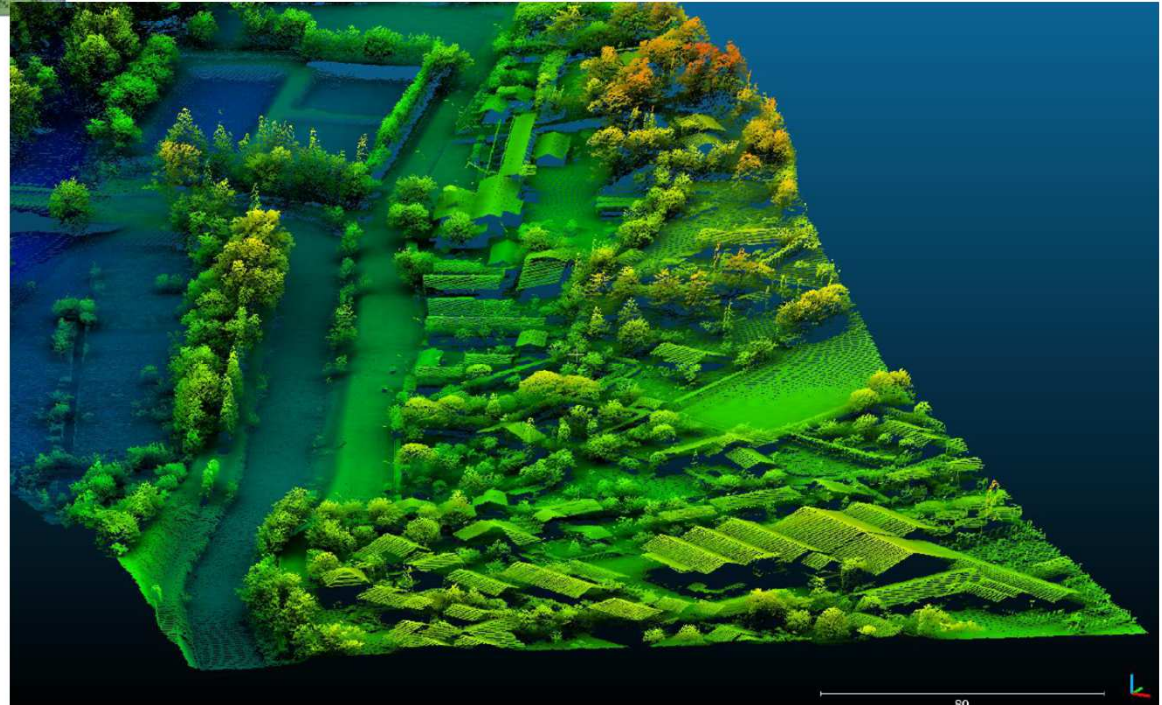


# MNTs : acquisitions LIDAR



## Acquisition Lidar Topo-Bathymétrique

Détail Lidar brut - Aude - secteur de Trèbes



Non présenté aujourd'hui

# Observation des pluies (lames d'eau radar)

**PICS**

Prévision Immédiate Intégrée  
des Impacts des Crues Soudaines



PLUIE (obs)



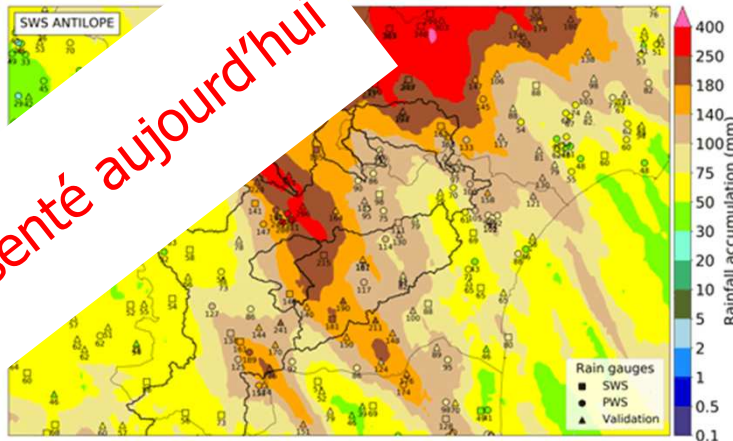
Crues de l'Aude octobre 2018

Intégration de réseaux  
pluviométriques participatifs

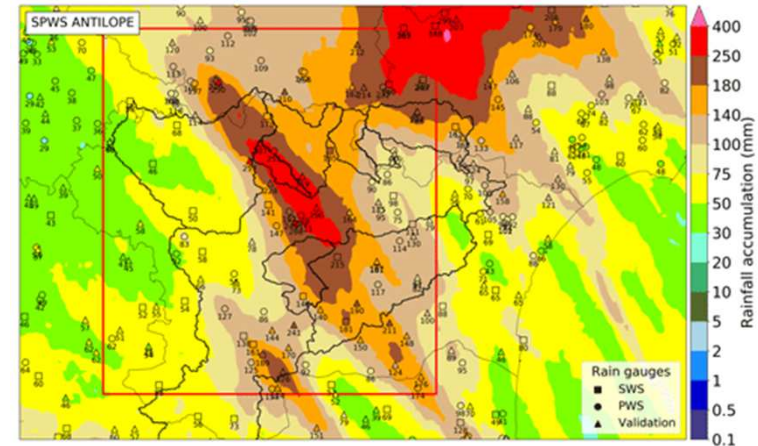


Caumont et al. (2020)

ANTILOPE (radar+pluvios MF)



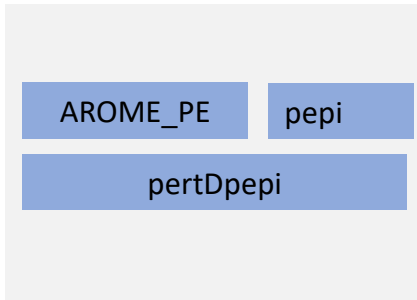
ANTILOPE + pluvios participatifs



En rouge: pluies localement > 250 mm en 48-h

# Prévision des pluies

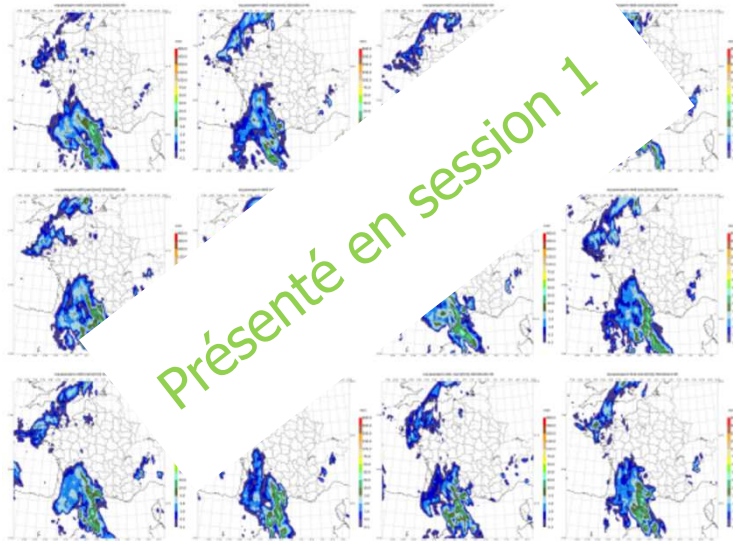
PLUIE (prev)



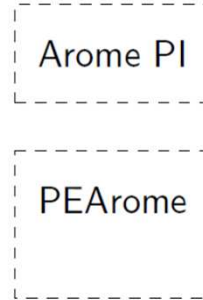
## Proposition de nouveaux produits de prévision d'ensemble dédiés aux courtes échéances (0-6h)



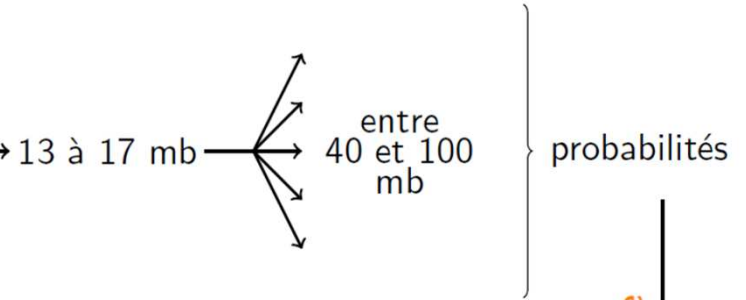
CDD Axelle Fleury



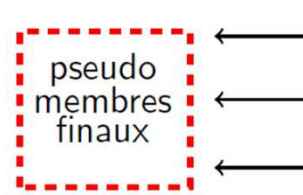
### 1. combiner deux modèles



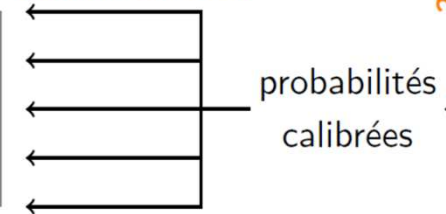
### 2. perturbations



### 5. filtrage



### 4. retour aux membres



### 3. calibrage



# Débits : prévision déterministe

**PICS**

Prévision Immédiate Intégrée  
des Impacts des Crues Soudaines



PLUIE (obs)

ANTILOPE

PLUIE (prev)

AROME\_PI

PIAF

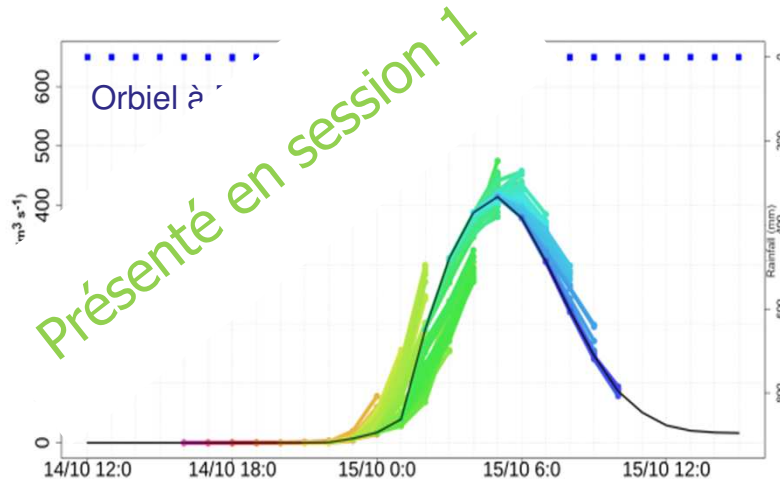
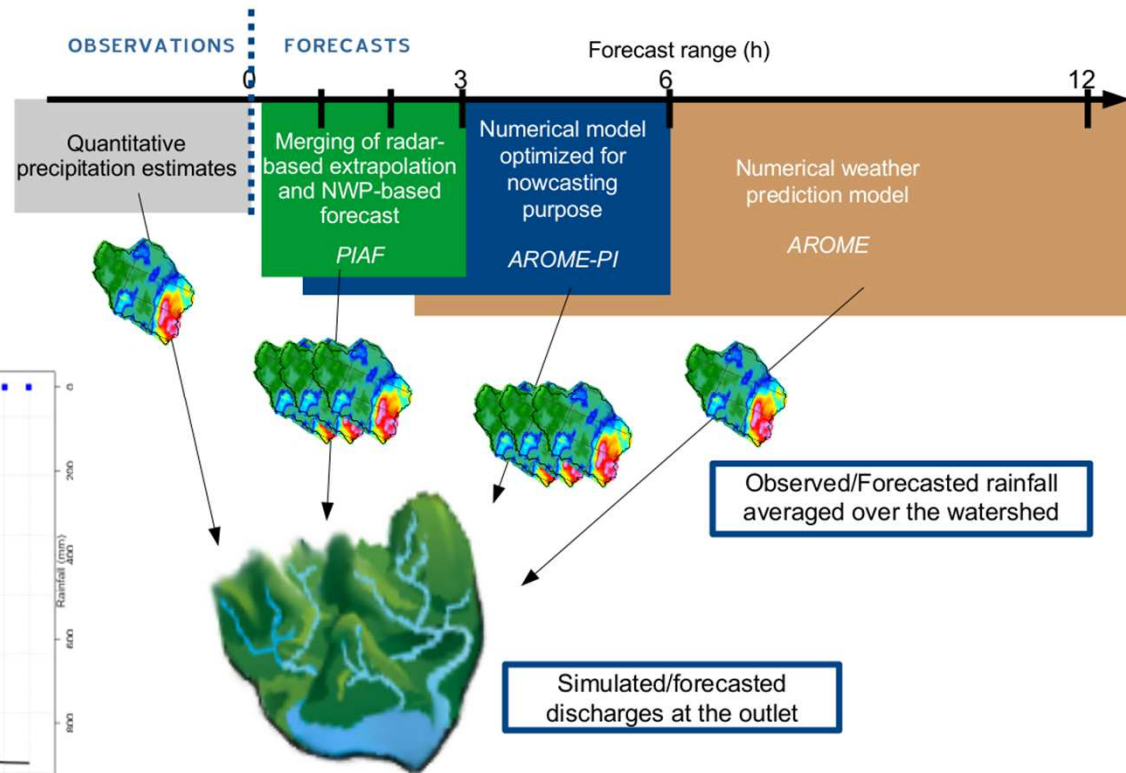
DEBITS

ISBATOP

## Evaluation de prévisions hydrologiques « sans couture » à échéance + 6h



Thèse d'Alexane Lovat



Présenté en session 1

# Débits : prévision probabiliste

**PICS**

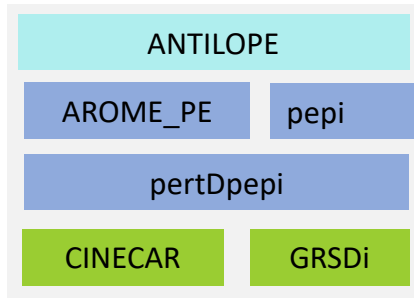
Prévision Immédiate Intégrée  
des Impacts des Crues Soudaines



PLUIE (obs)

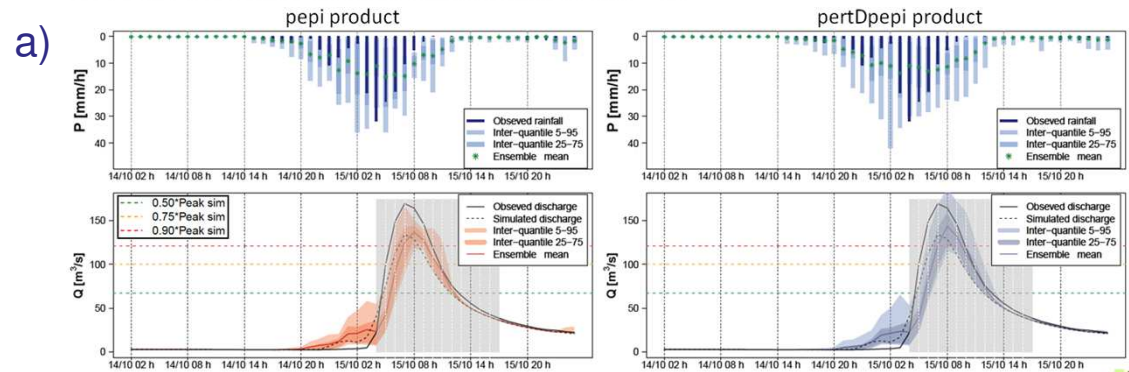
PLUIE (prev)

DEBITS



## Evaluation de prévision hydrologiques d'ensemble à échéance +6h

Hydrological ensemble forecasts evaluation : lead time +2 h

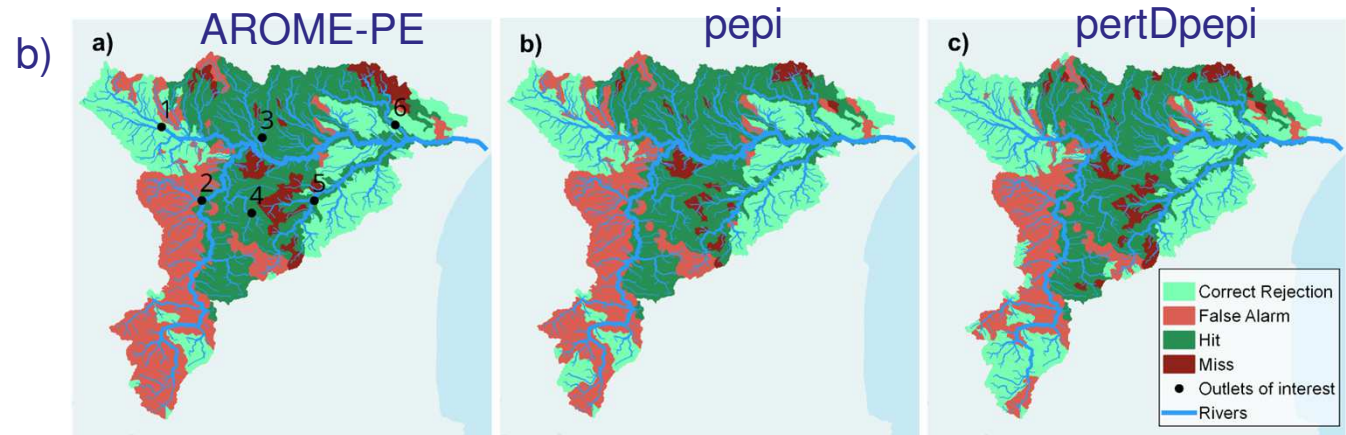


a) thèse Daniela Peredo

b) thèse Maryse Charpentier Noyer



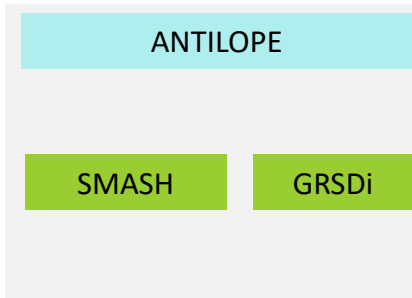
Présenté en session 1





# Débits : Amélioration des modèles hydrologiques

PLUIE (obs)



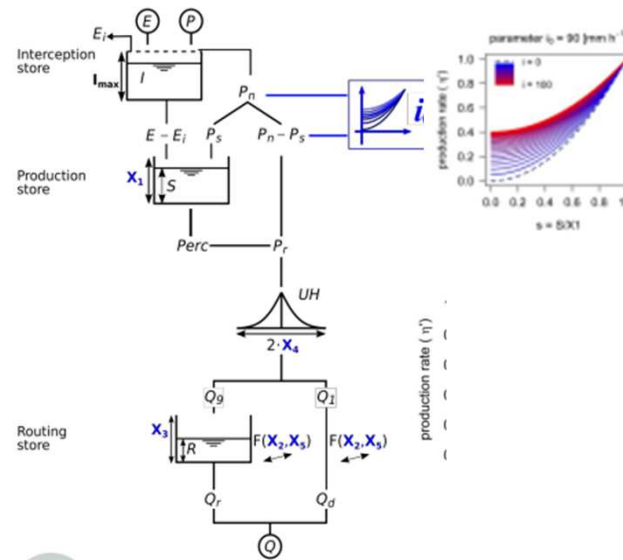
DEBITS

- a) thèse Daniela Peredo
- b) thèse Maxime Jay-Allemand

**INRA**

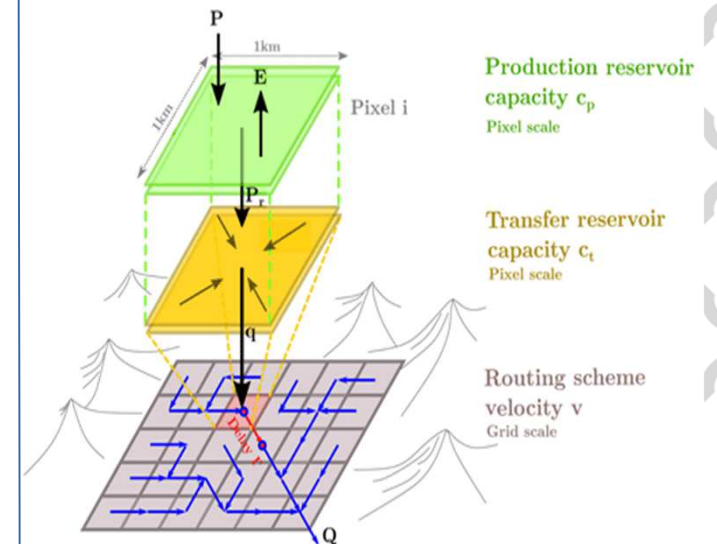
Présenté en session 1

## GRSDi (a)



Fonction de production adaptée aux crues soudaines

## SMASH (b)



Calibration distribuée des paramètres par assimilation variationnelle



# Inondation : modélisation des petits cours d'eau

PLUIE (obs)

ANTILOPE

DEBITS

CINECAR

INONDATION

HAND

FLOODOS 2D

CARTINO 1D

## Comparaison de méthodes de cartographie automatisée des débordements de cours d'eau

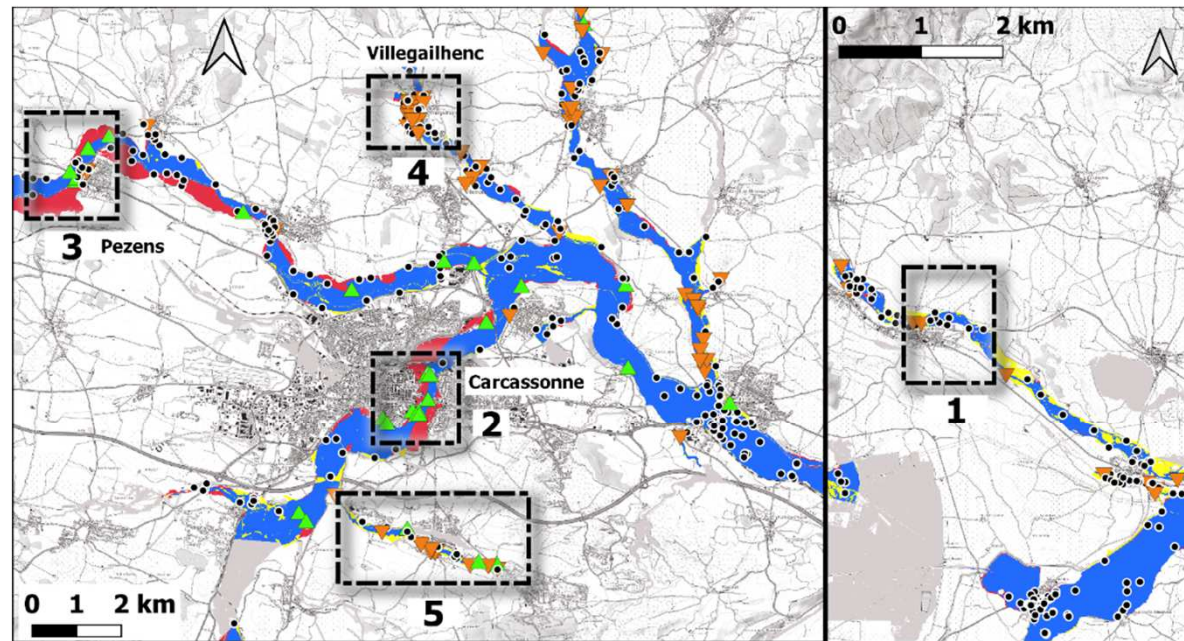
Thèse Nabil Hocini  
Hocini et al., 2020

Université  
Gustave Eiffel

GEO SCIENCE  
Ren



Présenté en session 2



Flood extent comparison

- Hit
- Miss
- False alarm

Simulated water levels - Observed HWM [m]

- ▼ <-1
- -1 - 0
- 0 - 1
- ▲ >1

# Inondation : modélisation du ruissellement

**PICS**

Prévision Immédiate Intégrée  
des Impacts des Crues Soudaines



PLUIE (obs)

ANTILOPE

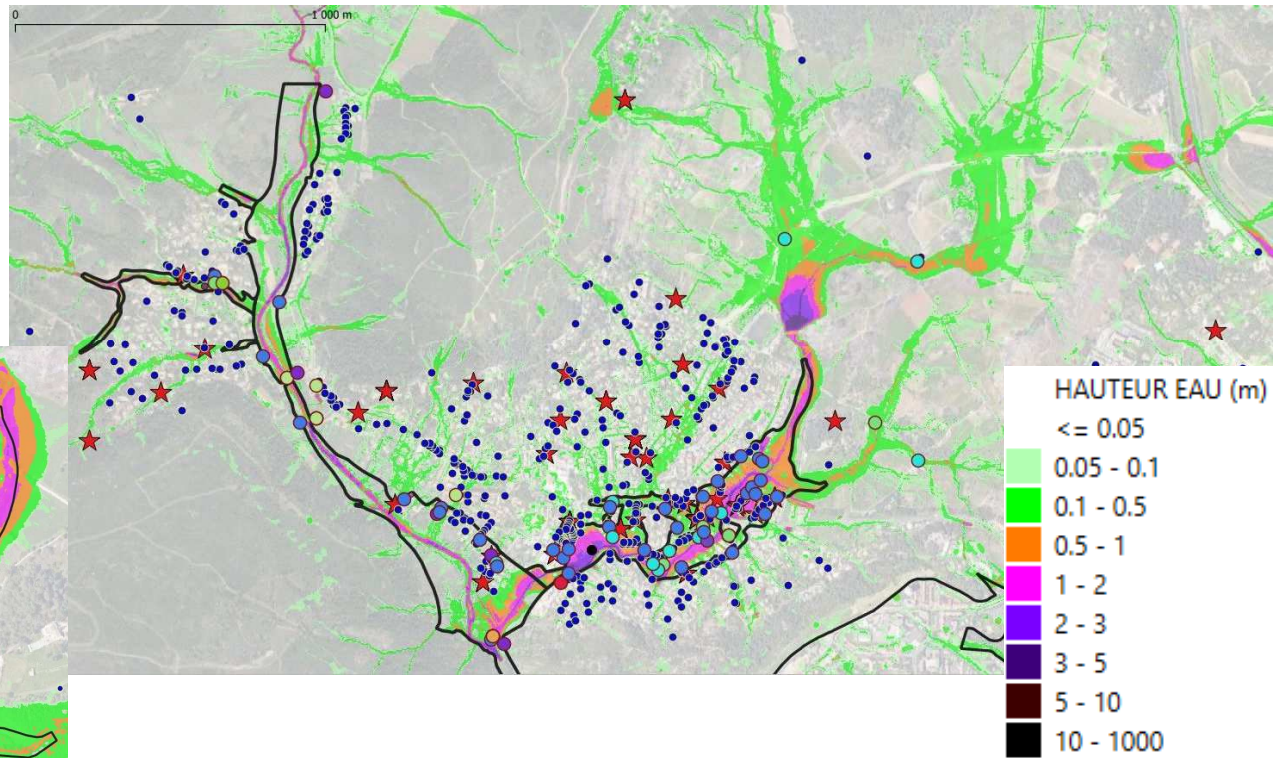
INONDATION

CARTINO 2D

## Modélisations 2D alimentées par les enregistrements pluviométriques



Présenté en session 2



# Impacts : modélisation de la sinistralité

PLUIE (obs)

ANTILOPE

DEBITS

CINECAR

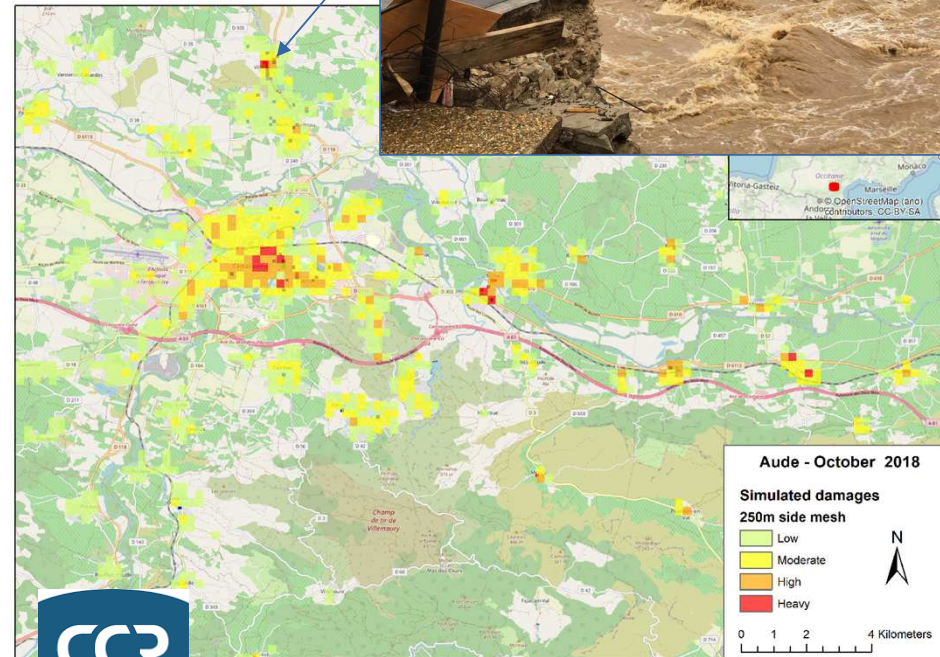
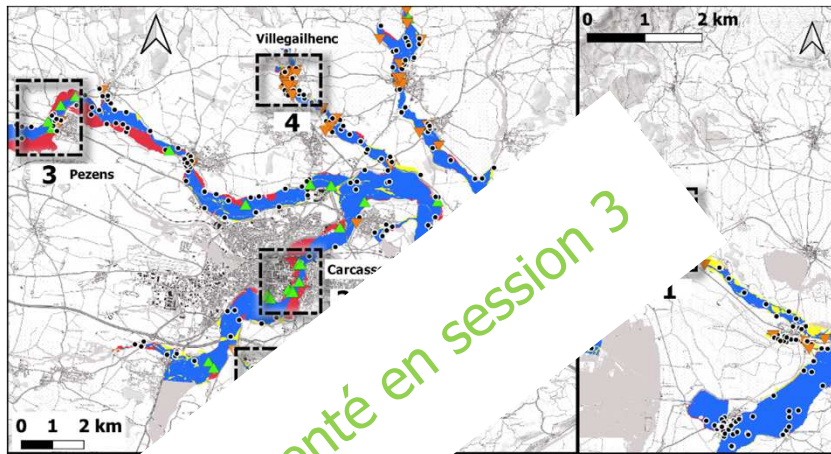
INONDATION

FLOODOS 2D

IMPACT

Sinistralité CCR

## Calibration d'un modèle de sinistralité



# Impacts : modélisation dynamique des populations

**PICS**

Prévision Immédiate Intégrée  
des Impacts des Crues Soudaines



PLUIE (obs)

ANTILOPE

DEBITS

CINECAR

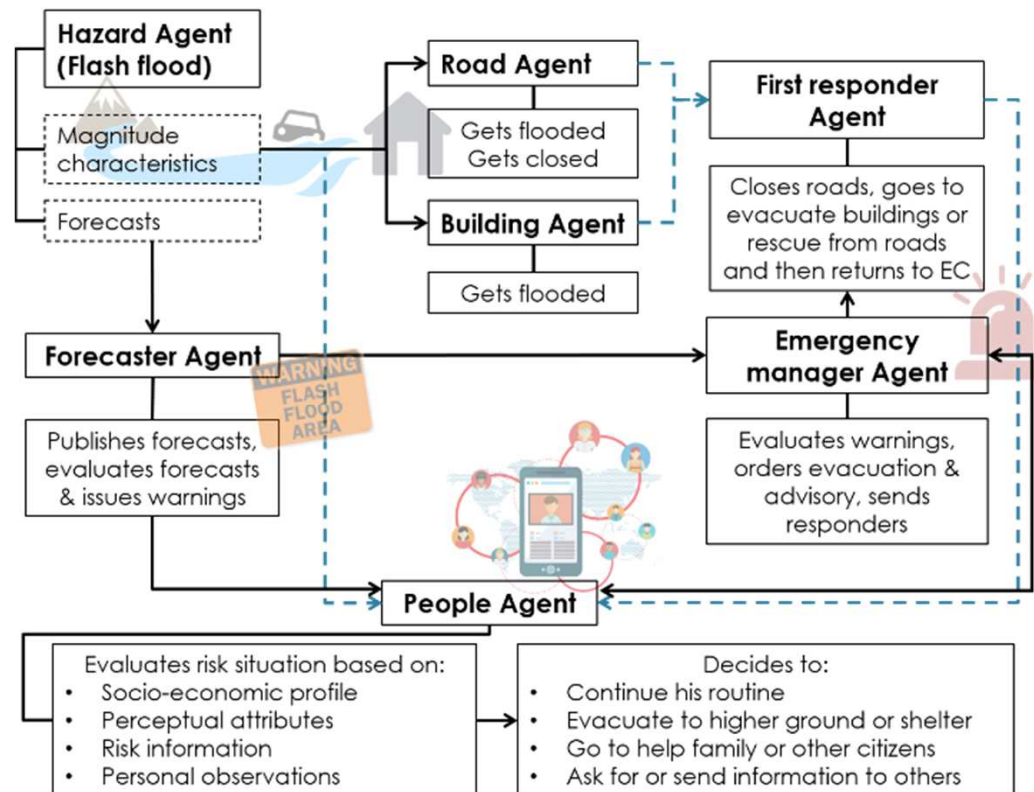
INONDATION

FLOODOS    CARTINO 2D

IMPACT

Debrief

## Modélisation multi-agents pour représenter les comportements des individus

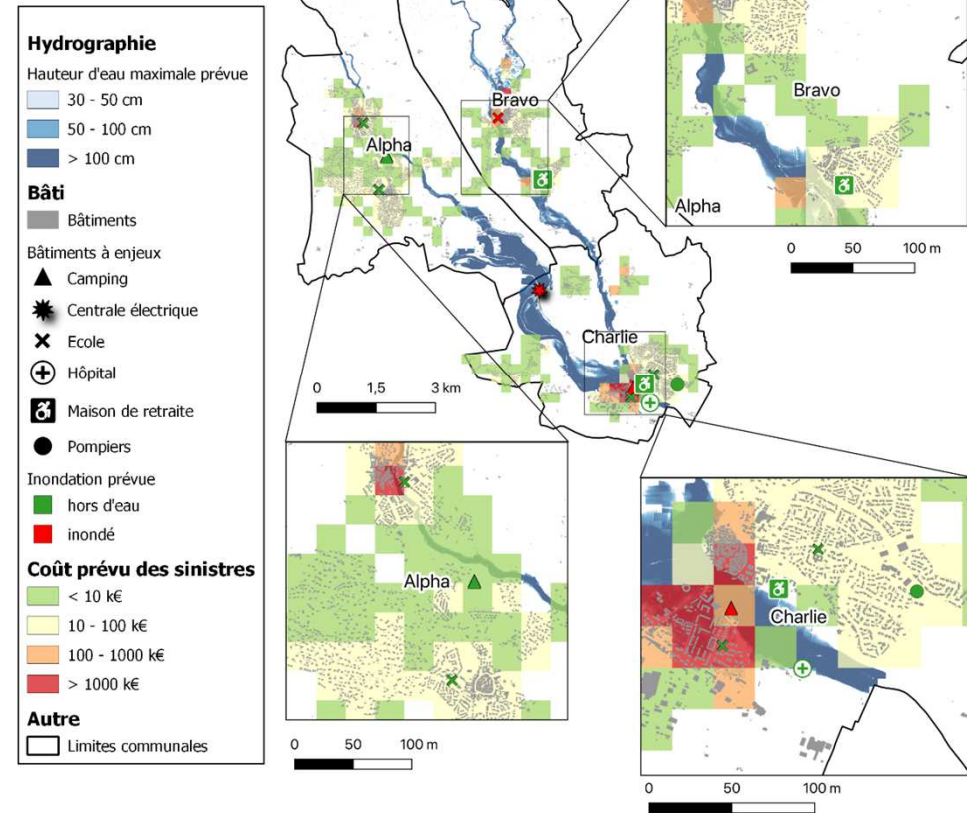
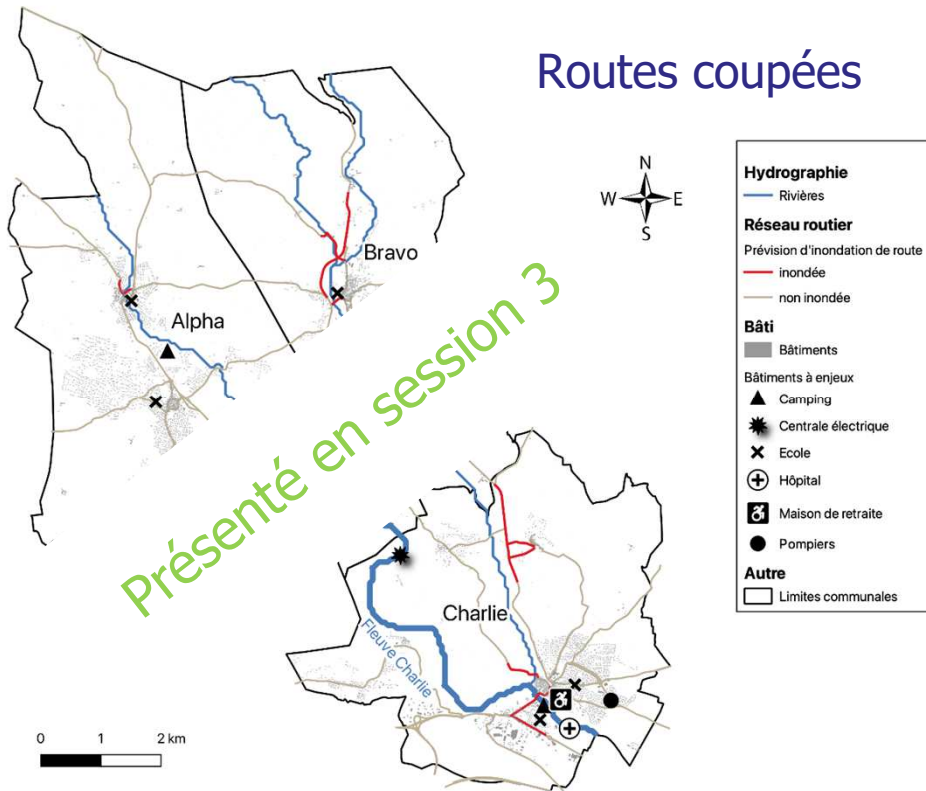


# Evaluation des chaines de prevision complètes

## Jeu sérieux pour évaluer la plus-value des chaines de prévision:

1<sup>ère</sup> session avec le groupe utilisateurs  
le 17 mai 2022

Sinistralité + bâtiments à enjeux



# Contenu de la journée

**PICS**

Prévision Immédiate Intégrée  
des Impacts des Crues Soudaines



*PLUIE (prévision)*

*PLUIE (observation)*

*DEBITS*

*INONDATIONS*

*IMPACTS*

Session 1 (11-12h)  
améliorer l'anticipation et la modélisation des crues

Session 2 (12-12h45)  
représenter les zones inondées

Session 3 (14h15-15h15)  
estimer les impacts dans des chaînes de modélisation

Session 4 (15h45-16h30)  
Table ronde avec des membres du groupe utilisateurs



# Les posters et vidéos présentés lors des pauses

## Posters

- Les défis de l'évaluation événementielle des crues rapides : exemple de la crue d'octobre 2018 sur le bassin versant de l'Aude en France – Peredo et al.
- Evaluation de prévisions immédiates d'ensemble des crues soudaines à l'échelle de l'événement – Charpentier et al.
- SMASH – Modélisation distribuée et assimilation pour l'hydrologie – Jay Allemand et al.
- Comparaison de méthodes de cartographie automatisée des débordements de petits cours d'eau – Hocini et al.
- Cartographie automatisée des débordements de cours d'eau: illustration des sources d'erreurs et d'incertitude – Hocini et al.

## Vidéos

- Simulation et prévision de la crue d'octobre 2018 dans l'Aude
- Application de la méthode Cartino2D sur la Dracenie (2010) et Grabels (2014)





## **Les autres ressources ([www.pics.ifsttar.fr/documents](http://www.pics.ifsttar.fr/documents))**



## **Actualités et newsletters du projet**

## **Thèses de doctorat soutenues**

4 mémoires de thèse, en téléchargement sur le site (+ 1 à venir)

## **Publications scientifiques**

7 publications scientifiques, en open access (+ d'autres à venir)



**Olivier Payrastre**

[olivier.payrastre@univ-eiffel.fr](mailto:olivier.payrastre@univ-eiffel.fr)

