

Nantes université

Journées scientifiques

27/05/2025

Eric GAUME

GERS – EE

Université Gustave Eiffel



Fianarantsoa (février 2022)

ESTIMER LE DÉBIT DES CRUES EXCEPTIONNELLES PAR TRAITEMENT AUTOMATIQUE DE VIDÉOS D'AMATEURS CAPTURÉES À L'AIDE DE SMARTPHONES

Tahina Ambininkasinirina^{1,2}, **Eric Gaume**^{1,3}, Aimé Richard Hajalalaina², Andry Razakamanantsoa¹, Hasina Rakotonirainy²

1 : GERS/ Université Gustave Eiffel, 2 : LIMAD/ Université de Fianarantsoa, 3 : Osuna

Documenter les crues exceptionnelles

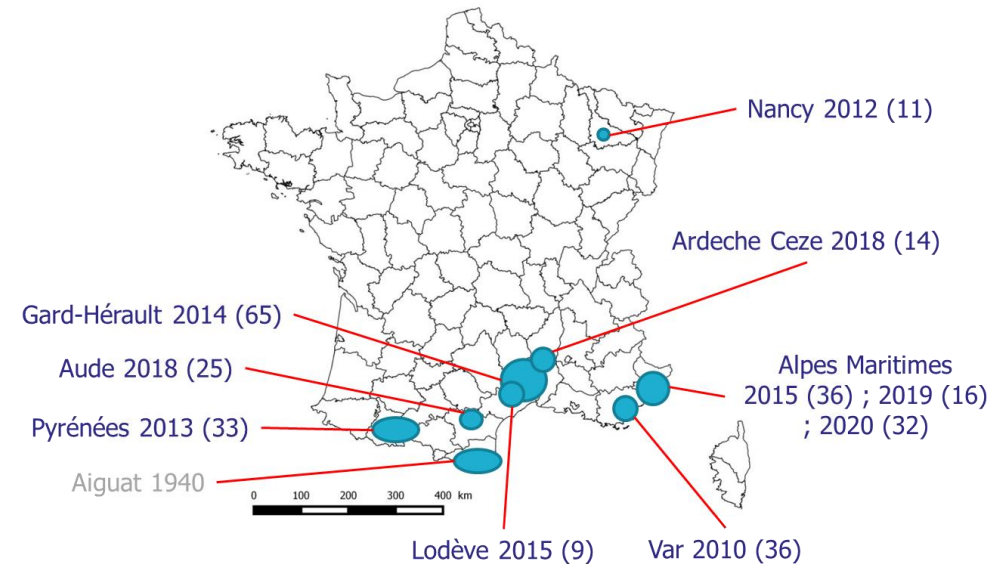
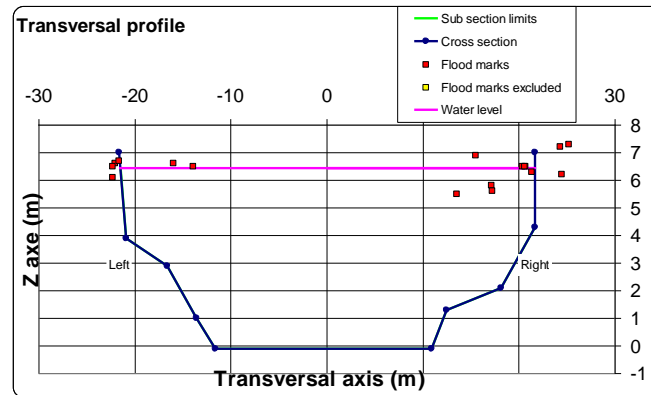
importance des études post-événements

Collecte de données post-catastrophe

Documenter les crues extrêmes

Reconstituer les débits maximums & témoignages

277 débits
maximums
depuis 2010
(+199 avant 2010)



Données disponibles sur :

<https://ids.osuna.univ-nantes.fr/geonetwork/OHM-CV>

Projets de recherche :

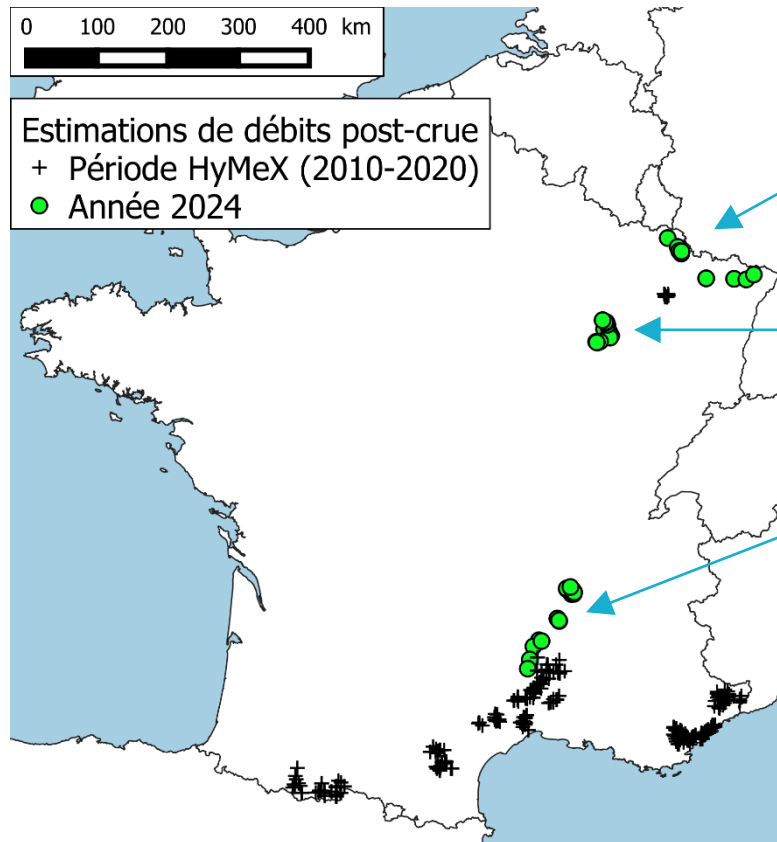
- SNO INSU OHM-CV (2002-aujourd'hui)
- HyMeX (2010-2020) 
- convention DGPR (2010-aujourd'hui)

Partenariats :



OHM-CV:
Observatoire Hydrométéorologique
Méditerranéen Cévennes Vivarais

REX hydrologiques post-crues en 2024-2025

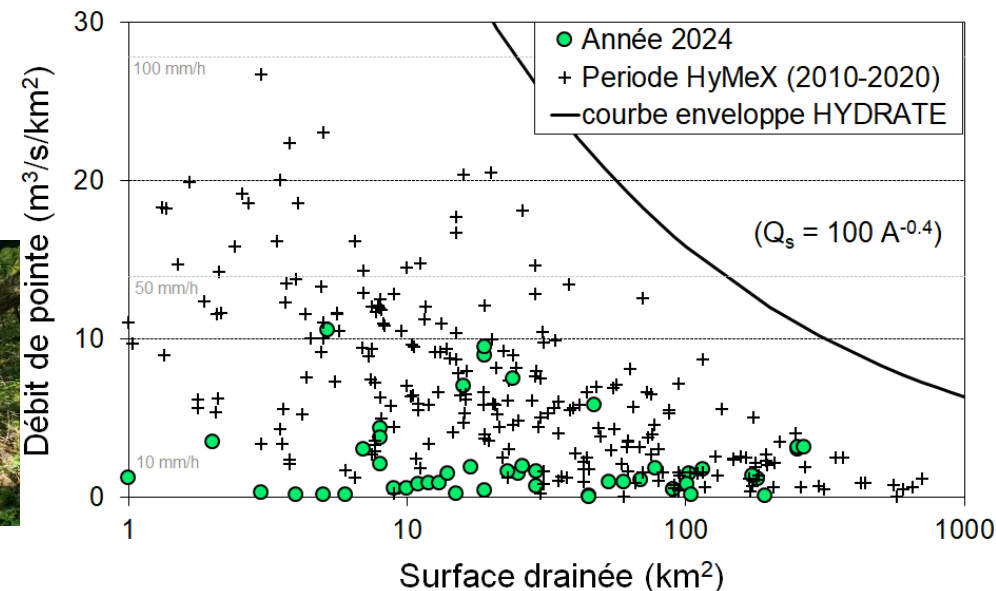


Moselle-Rhin-Sarre 17 mai 2024
10 débits maximums estimés

Haute Marne 30 juin & 20 juillet 2024
15 débits maximums estimés

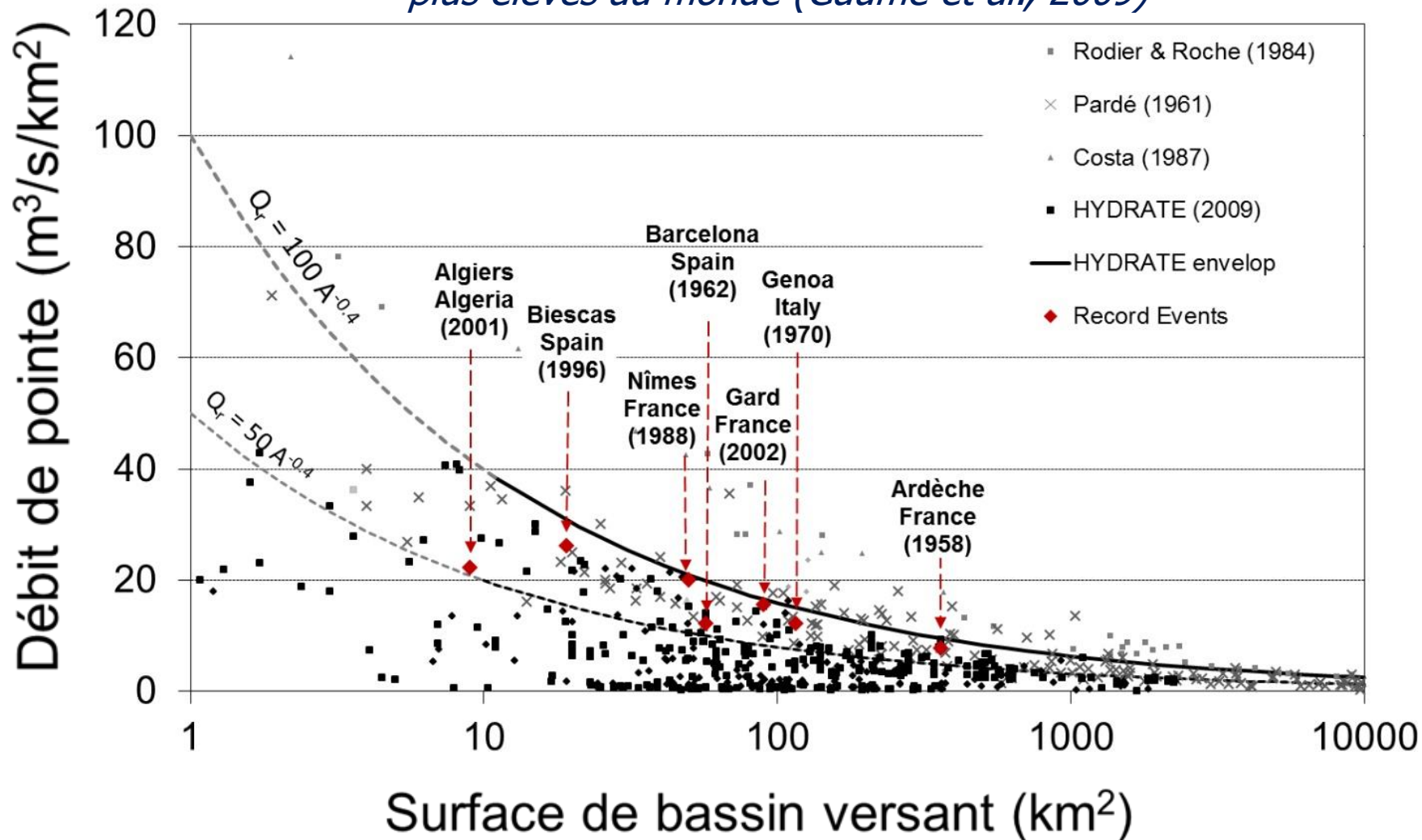
Giers Cance Eyrieux Ardèche 17 octobre 2024
18 débits maximums estimés

Le Rongeant à Poissons, le 30/6/2024
© Ville de Poissons



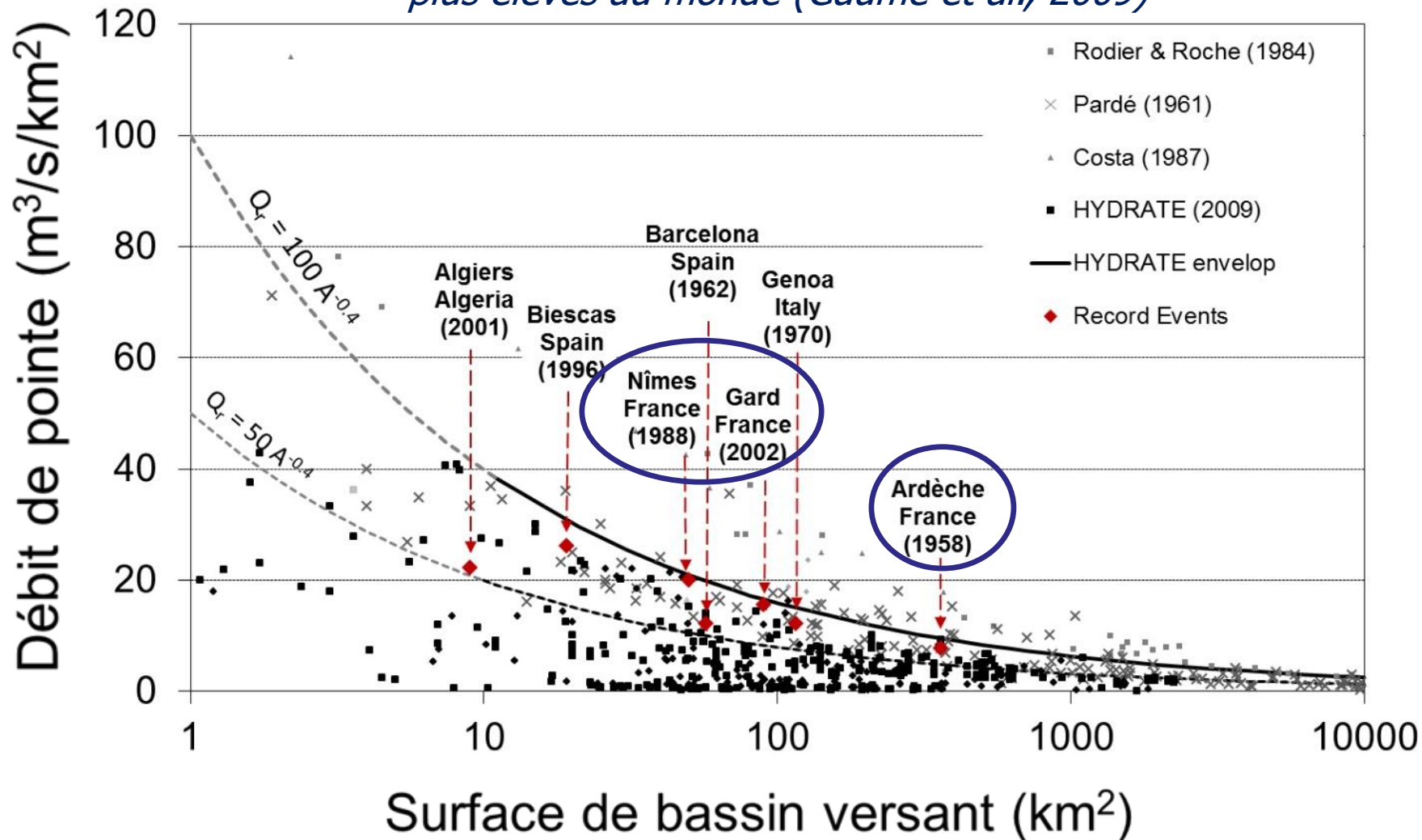
Géographie des crues extrêmes

Les débits des crues exceptionnelles méditerranéennes parmi les plus élevés au monde (Gaume et al., 2009)



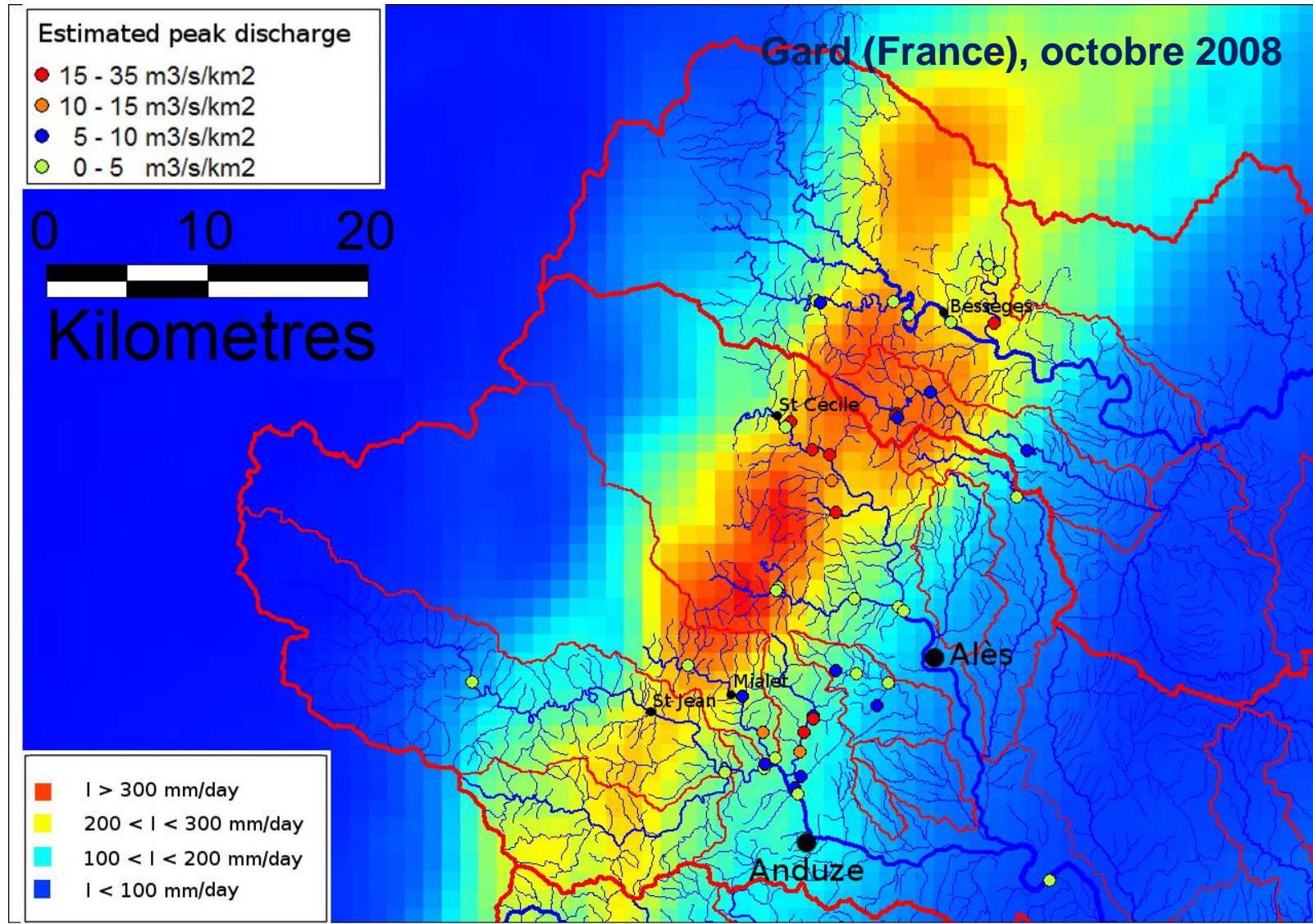
Géographie des crues extrêmes

Les débits des crues exceptionnelles méditerranéennes parmi les plus élevés au monde (Gaume et al., 2009)



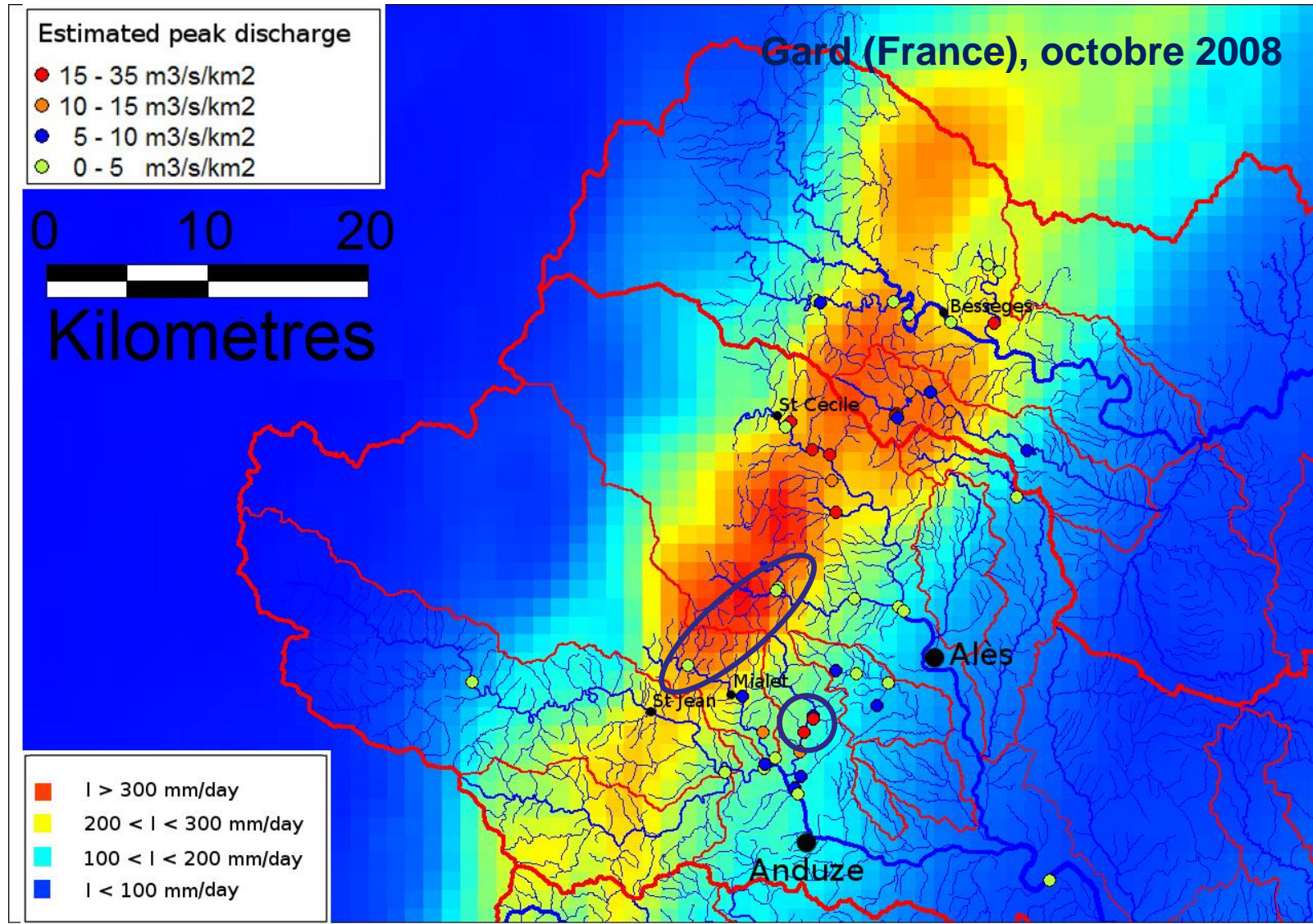
De forts contrastes spatiaux liés aux sols et sous-sols

Répartitions spatiales des cumuls pluviométriques et des débits sur les bassins versants des Gardons lors de la crue d'octobre 2008



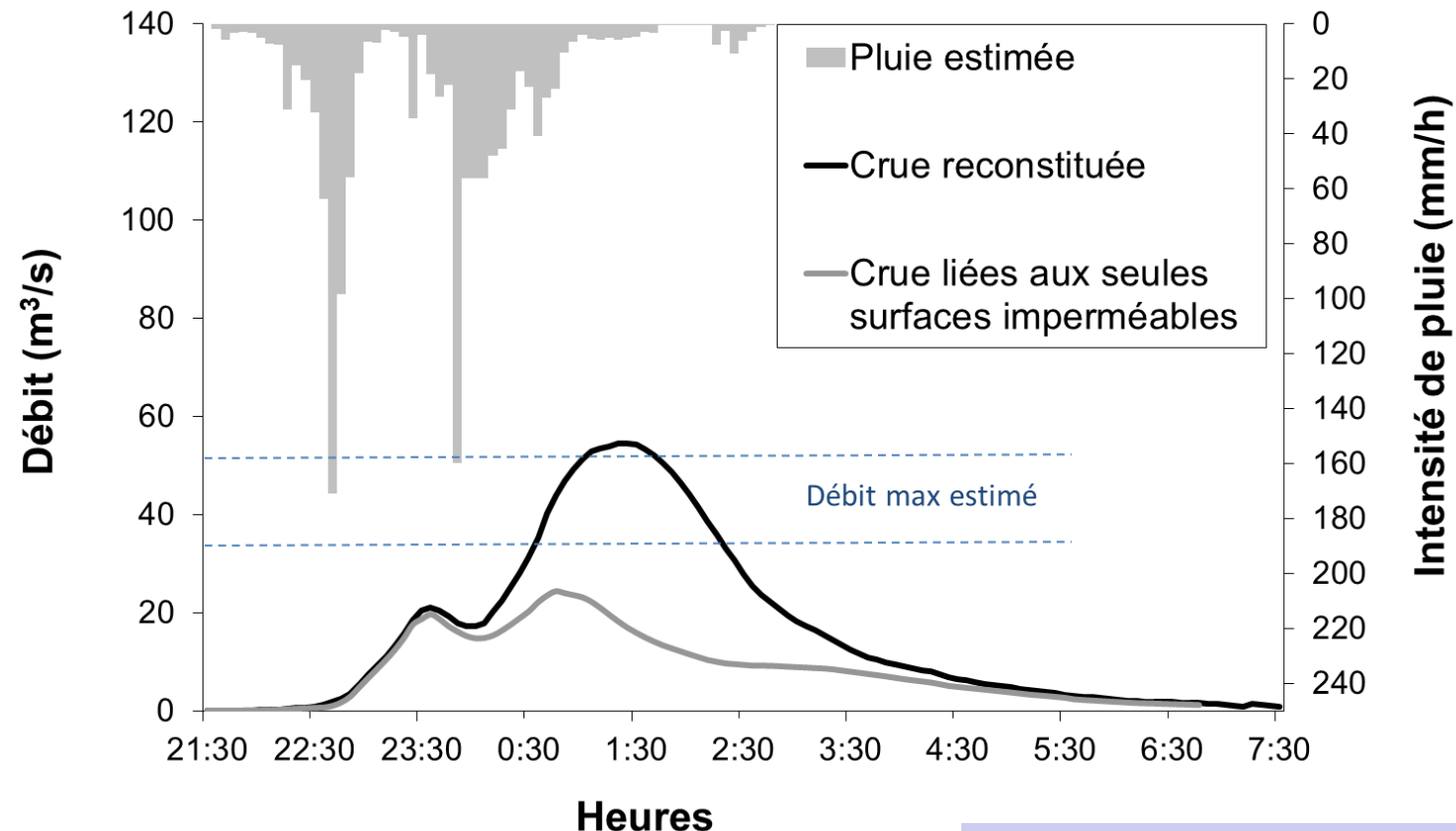
De forts contrastes spatiaux liés aux sols et sous-sols

Répartitions spatiales des cumuls pluviométriques et des débits sur les bassins versants des Gardons lors de la crue d'octobre 2008



Apports des surfaces perméables et espaces périurbains lors des crues exceptionnelles : exemple de Nancy 22 mai 2012

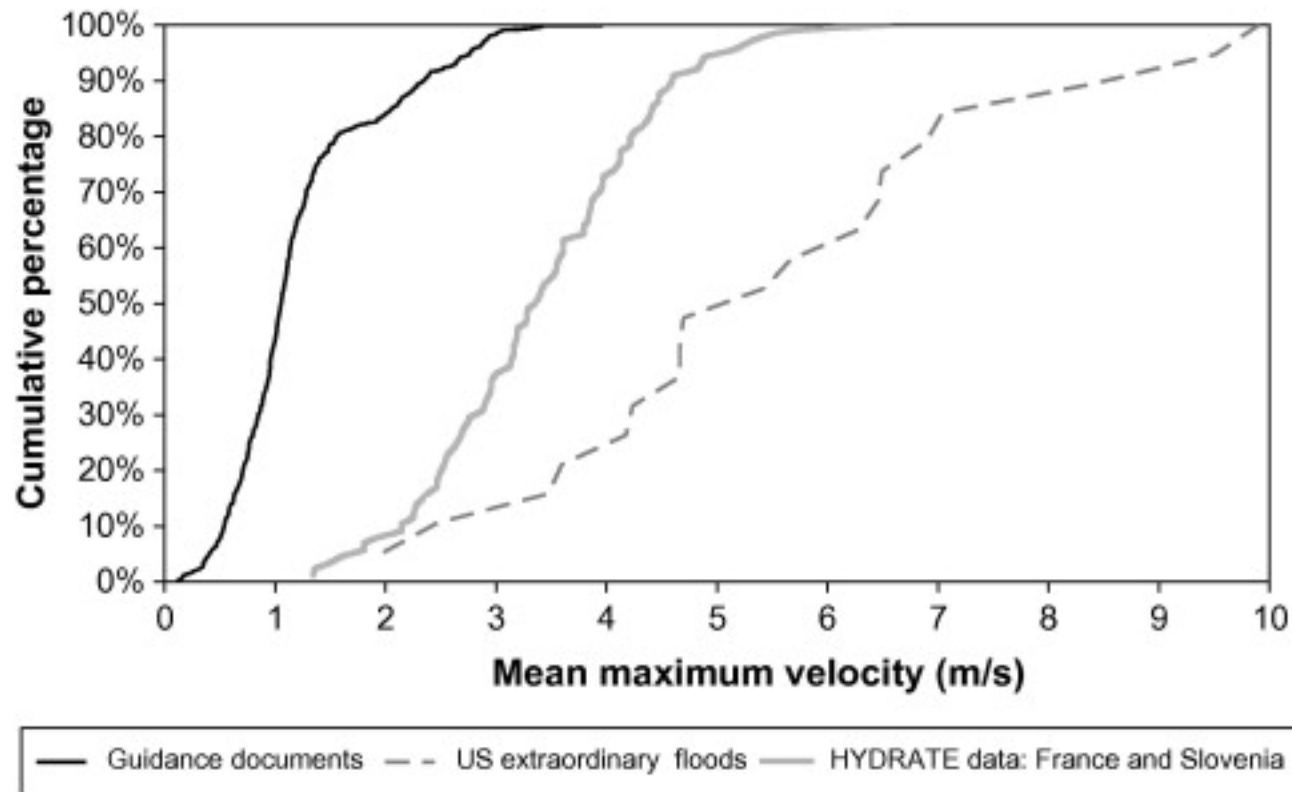
*Exemple de la crue du ruisseau de Grémillon, 21-22 mai 2012 (Nancy)
Bassin versant de 12.7 km² dont 3.8 km² imperméabilisés, 120 mm de pluie*



Quand la nature reprend ses droits !

Forte incertitude sur les vitesses estimées à dire d'experts

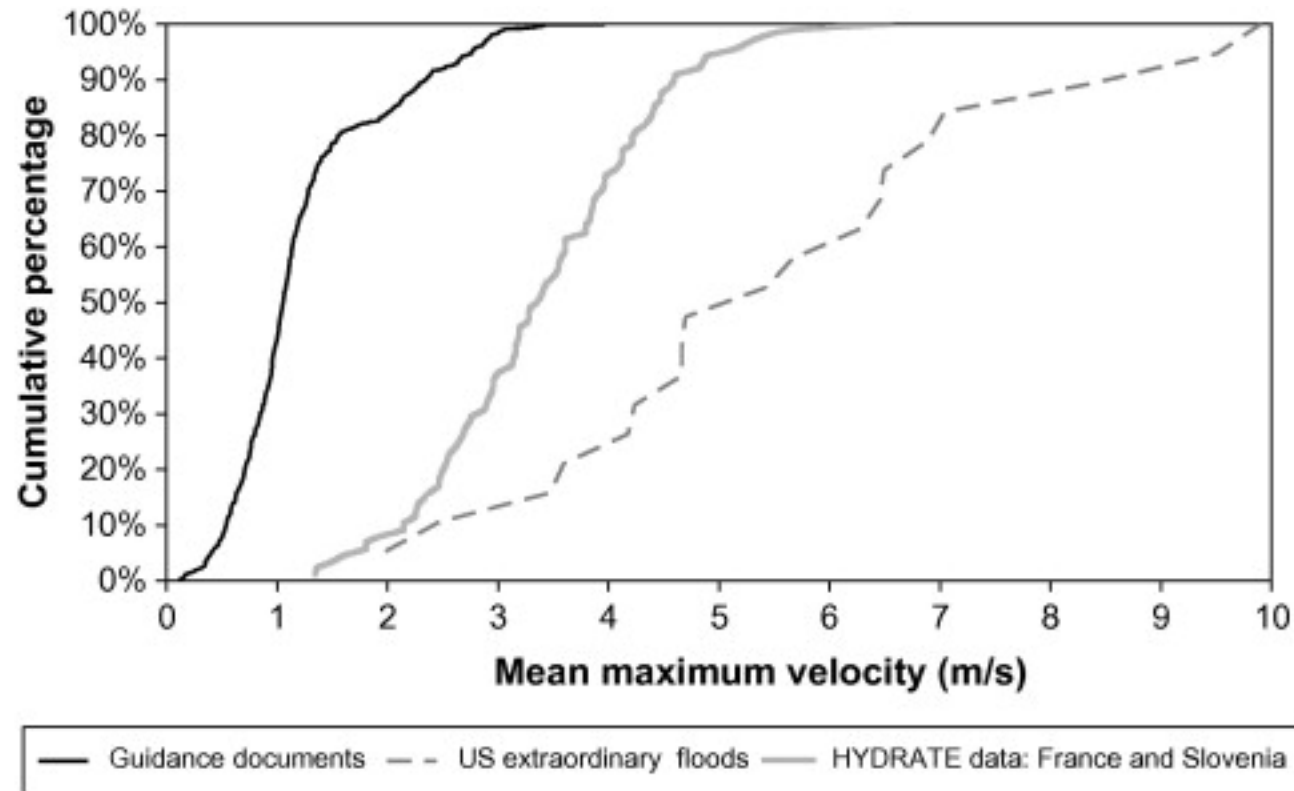
Comparaison des vitesses moyennes d'écoulement de crues estimées dans le monde (Lumbroso & Gaume, 2012)



(Sources of data: Barnes, 1967; Chow, 1959; Cone et al, 1914; Costa and Jarrett, 2008; Environment Agency, 2002; Fasken, 1963; Hicks and Mason, 1998; HYDRATE, 2008; Land and Water Australia, 2009; Ramser, 1929; Scobey, 1939; Soong, 2009; Spreafico et al, 2001)

Forte incertitude sur les vitesses estimées à dire d'experts

Comparaison des vitesses moyennes d'écoulement de crues estimées dans le monde (Lumbroso & Gaume, 2012)



Riou de Lantosque 4/10/2020

(Sources of data: Barnes, 1967; Chow, 1959; Cone et al, 1914; Costa and Jarrett, 2008; Environment Agency, 2002; Fasken, 1963; Hicks and Mason, 1998; HYDRATE, 2008; Land and Water Australia, 2009; Ramser, 1929; Scobey, 1939; Soong, 2009; Spreafico et al, 2001)

Estimations de vitesses d'écoulement de surface sur des sequences vidéos

**La méthode LSPIV
(Large scale particle image velocimetry)**

Etapes de traitement de la méthode LSPIV

Vidéo d'origine



Prise de vue oblique, distorsions liées à la perspective et à l'optique, mouvements de la caméra et absence d'échelle.

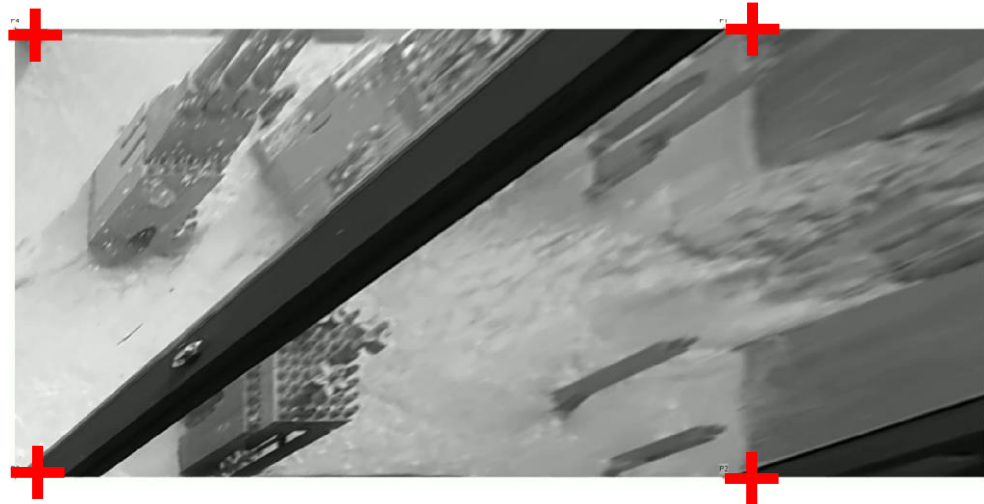
Etapes de traitement de la méthode LSPIV

Vidéo d'origine



Prise de vue oblique, distorsions liées à la perspective et à l'optique, mouvements de la caméra et absence d'échelle.

1/3. Stabilisation et ortho-rectification de la vidéo



La vidéo est stabilisée et des points de repère de coordonnées connues (croix rouges) permettent de redresser et de donner l'échelle des images.

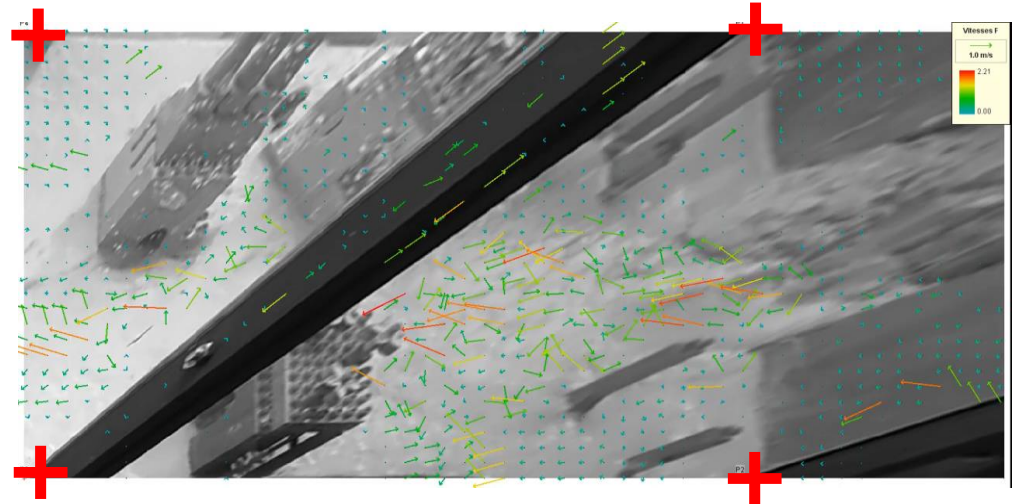
Etapes de traitement de la méthode LSPIV

Vidéo d'origine



Prise de vue oblique, distorsions liées à la perspective et à l'optique, mouvements de la caméra et absence d'échelle.

2/3. Estimation des vitesses d'écoulement



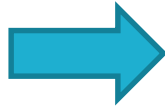
La reconnaissance de motifs similaires dans les images successives permet d'estimer les déplacements et donc les vitesses.

Etapes de traitement de la méthode LSPIV

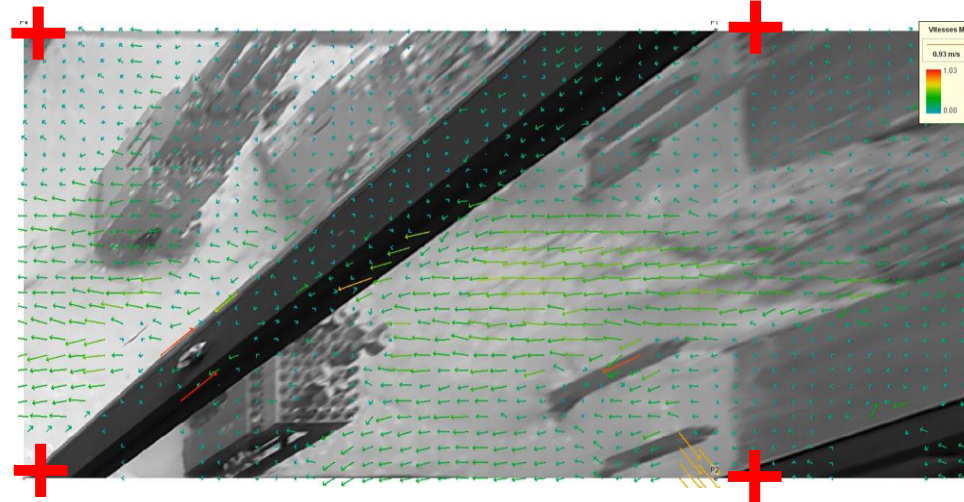
Vidéo d'origine



Prise de vue oblique, distorsions liées à la perspective et à l'optique, mouvements de la caméra et absence d'échelle.



3/3. Estimation des vitesses moyennes



La moyenne des vitesses sur une séquence de plusieurs secondes permet de lisser les incertitudes liées au traitement des images.

Vers une généralisation du traitement des vidéos

Evaluation des sources d'incertitudes

Estimation des vitesses d'écoulement de surface

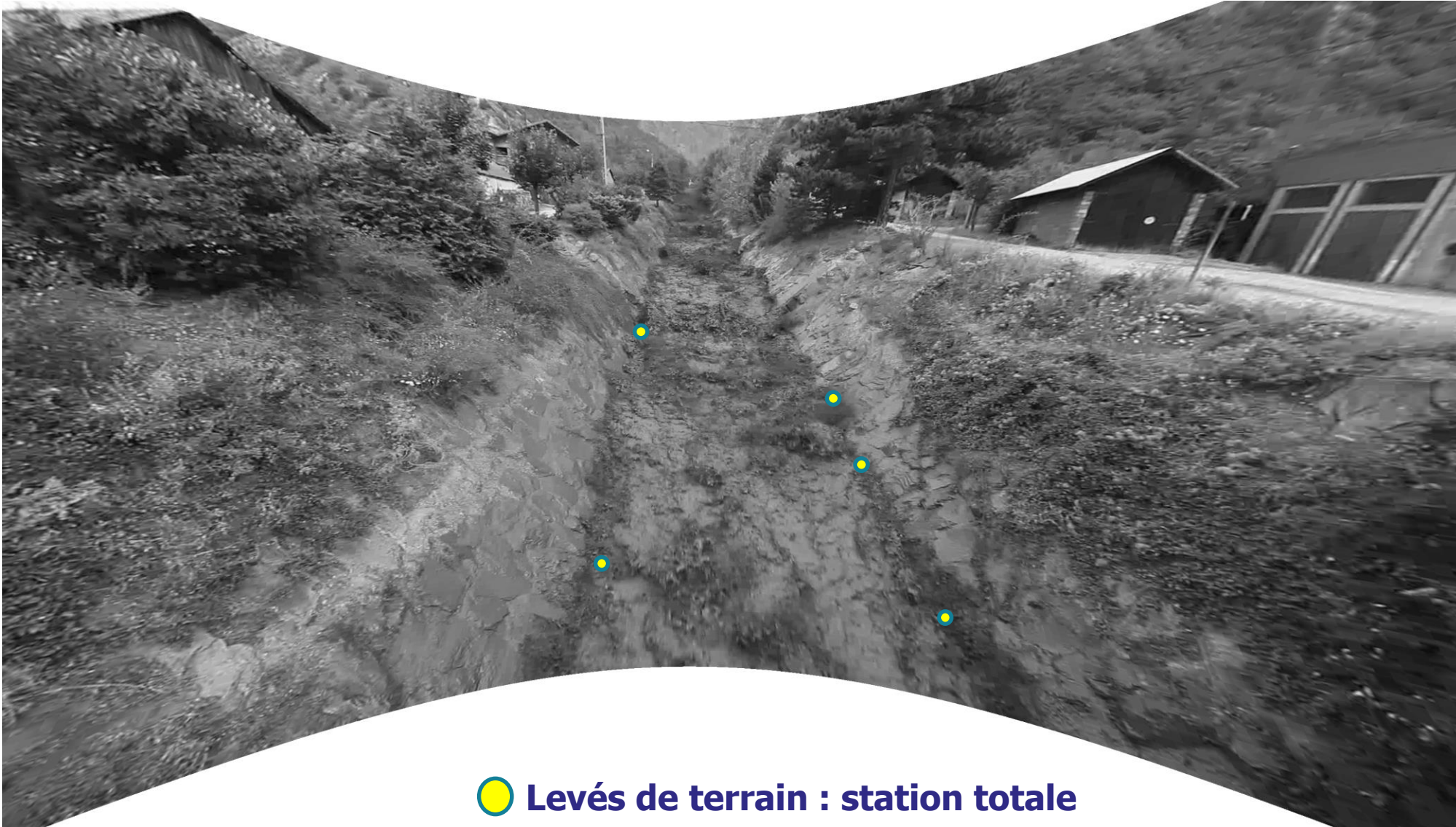
LSPIV (Large Scale Particle Image Velocimetry)



Le boursicaud et al., 2016

Estimation des vitesses d'écoulement de surface

Il faut des points de repère géoréférencés !

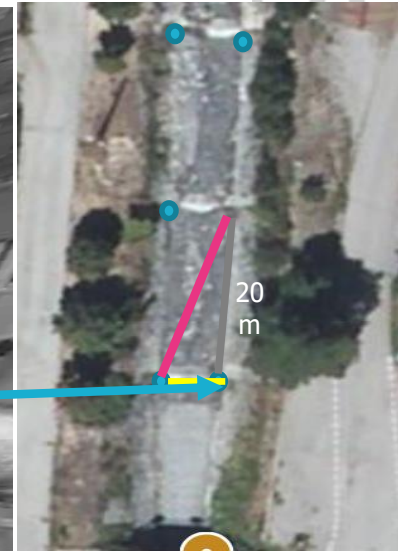
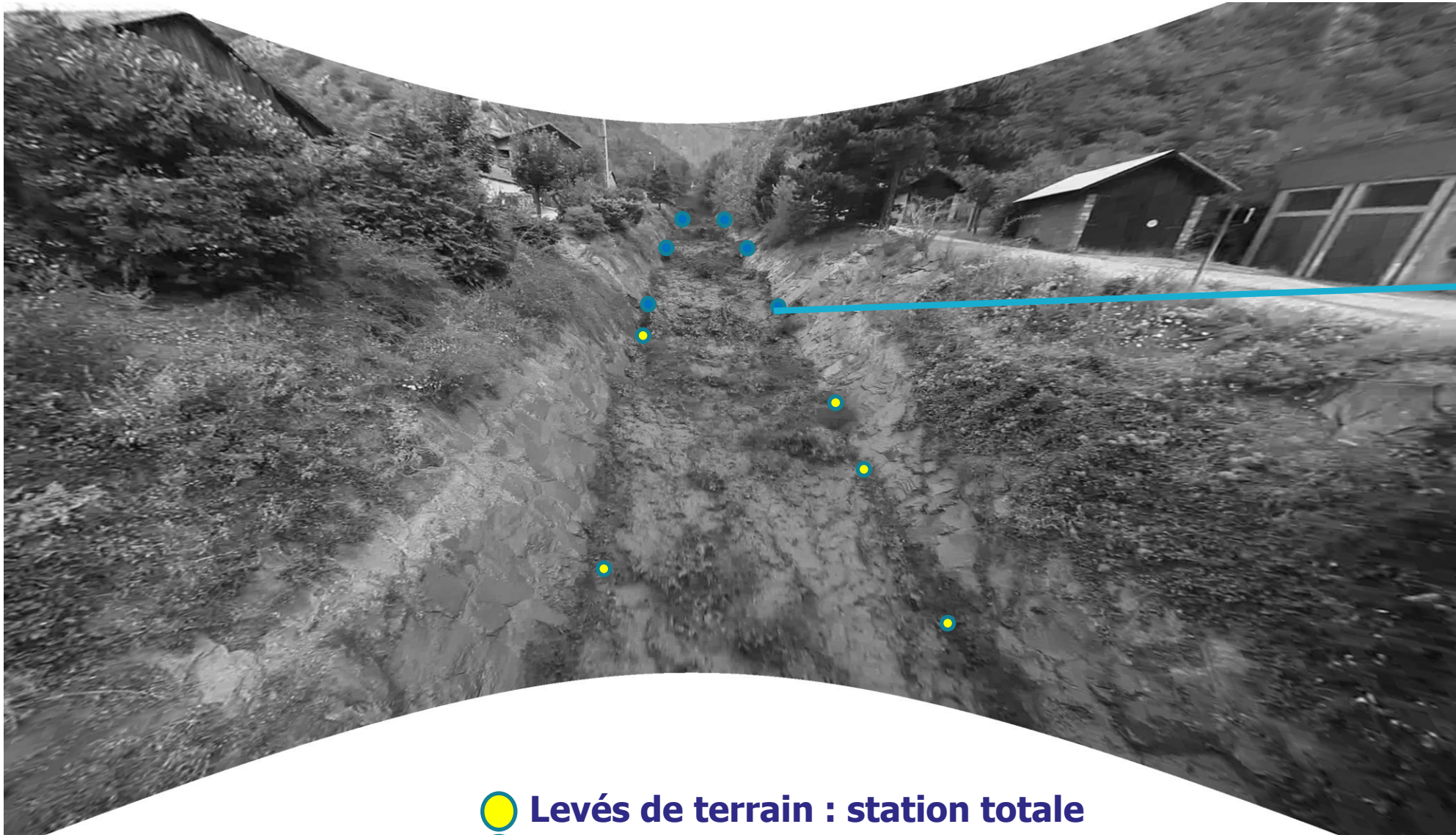


 **Levés de terrain : station totale**

Le boursicaud et al., 2016

Estimation des vitesses d'écoulement de surface

Il faut des points de repère géoréférencés !



Google maps

- Levés de terrain : station totale
- Points repérés sur Google map

Estimation des vitesses d'écoulement de surface

Il faut des points de repère géoréférencés !



Incertitude de positionnement des points dans les vidéos

Estimation des vitesses d'écoulement de surface

Il faut des points de repère géoréférencés !

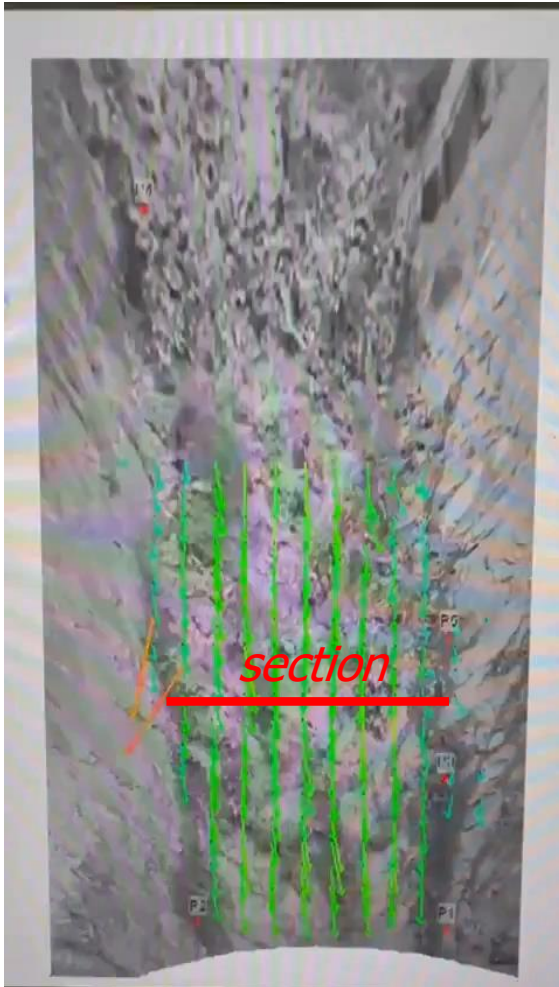


Incertitude de positionnement des points dans les vidéos

Estimation des vitesses d'écoulement de surface

impact des incertitudes de localisation des points de repère

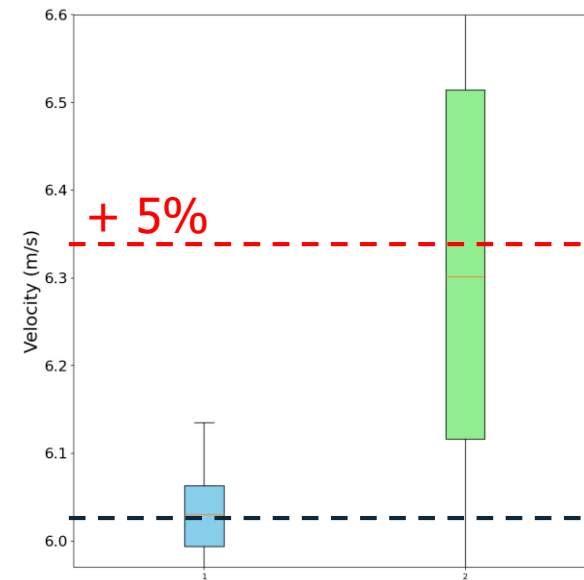
Station totale



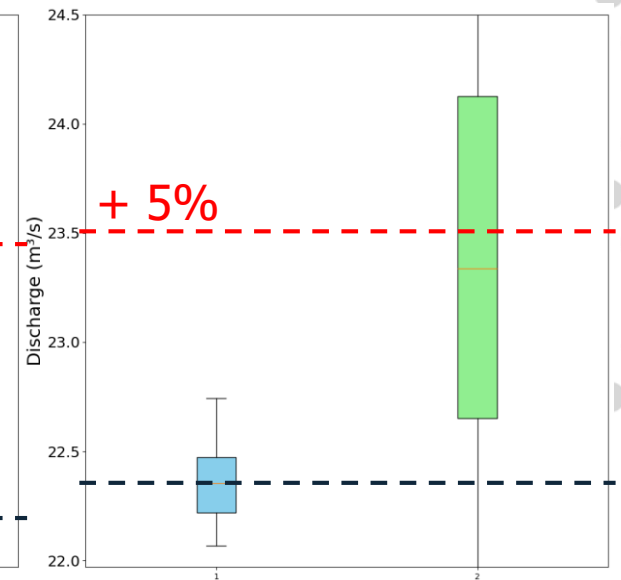
Google Maps



Vitesse moyenne
dans la section (m/s)



Débit (m^3/s)



Station
totale

Google
Maps

Station
totale

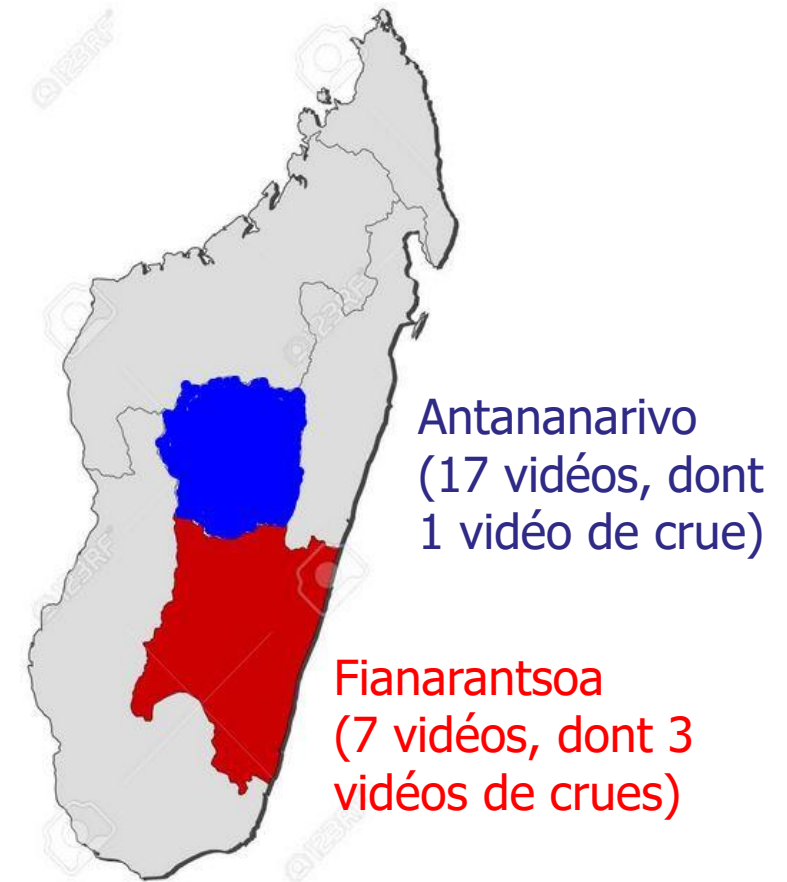
Google
Maps

Images orthorectifiées et champs de vitesse

Application à Madagascar

Collecte de vidéos et levés de terrain

- Sites d'intérêt
 - Vidéos de crue existantes
 - Canaux de restitution de barrages hydro-électriques
- Relevés de terrain : station totale
- Mesures de vitesse de surface par RADAR



+ 4 vidéos de crues récentes en France

Exemple de traitement d'une vidéo de crue récente



Vidéo de crue, cyclone Batsirai,
6/02/2022 Andriamboasary

21°24'29.5"S 47°04'26.3"E

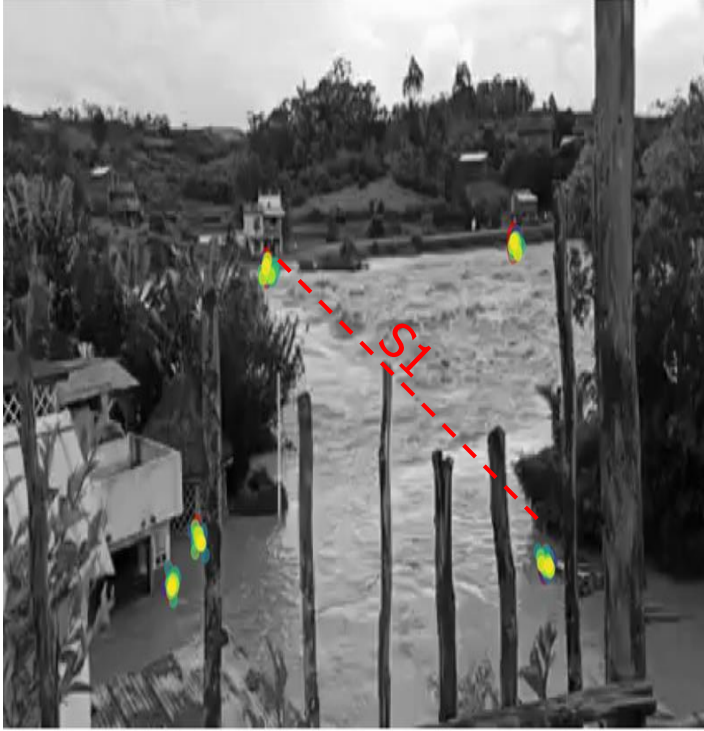


Levés de terrain : station totale

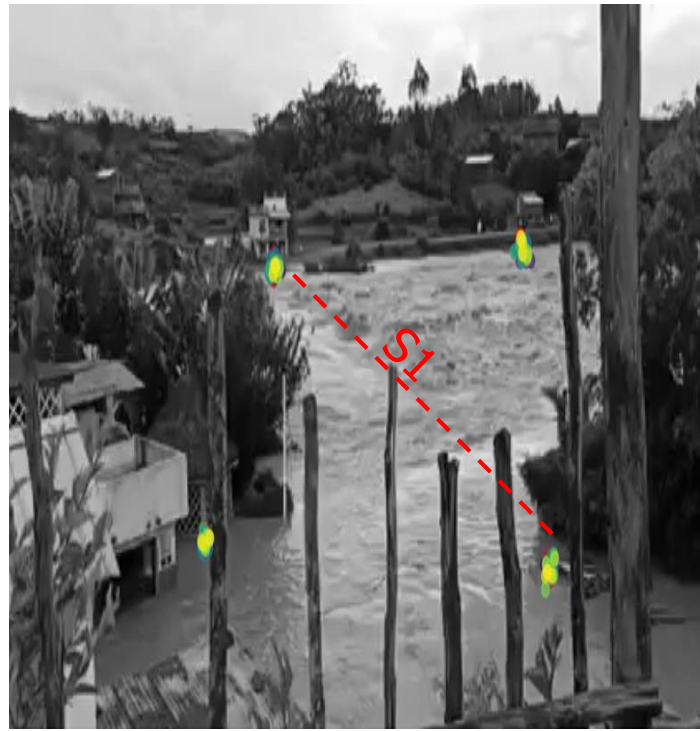


Points levés sur Google Maps

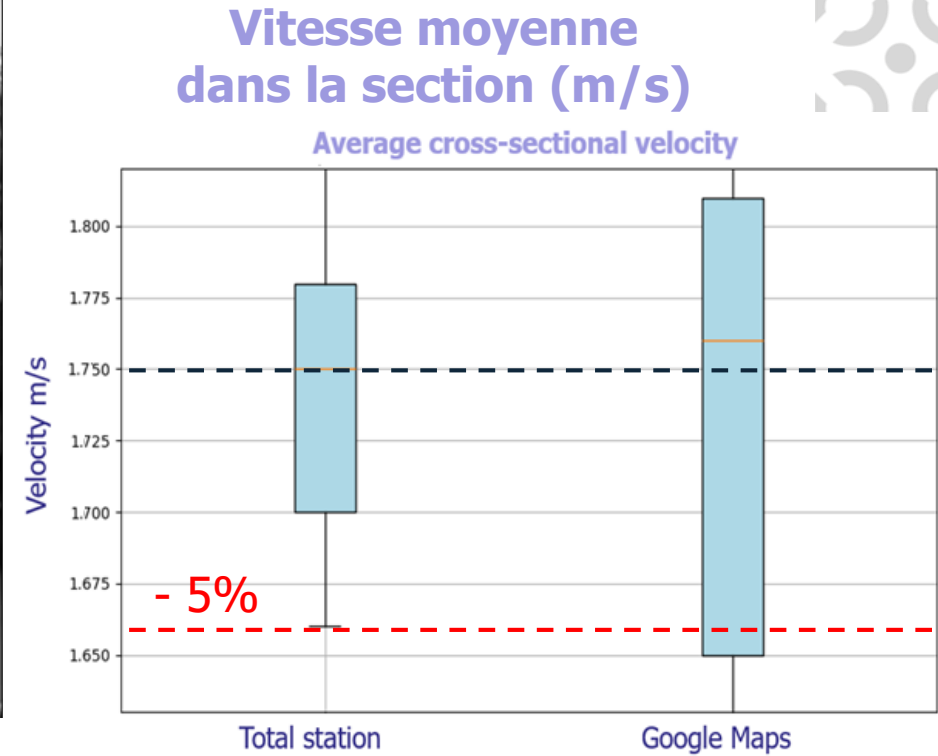
Estimation de la vitesse moyenne de surface dans la section d'écoulement S1



Levés de terrain : station totale



Points levés sur Google Maps



Conclusions and perspectives

Conclusions

- Les incertitudes d'estimation LSPIV des vitesses et débits liées à l'étape d'orthorectification des images peuvent être évaluées.
- Les points de référence repérés sur Google Maps peuvent être utilisés dans certains cas, avec un impact contrôlé sur la précision des estimations.
- Ces résultats ouvrent la voie à une utilisation plus systématique de l'analyse LSPIV de vidéos de crues.

Perspectives

- Étendre l'analyse de sensibilité pour intégrer les incertitudes d'estimation des sections en travers et du coefficient de correction de la vitesse moyenne.
- Développer des méthodes automatisées d'extraction de sections en travers à partir de données LiDAR couplées à la méthode de traitement LSPIV.
- Testez les méthodes proposées sur un vaste ensemble des vidéos d'écoulements

Merci de votre attention

eric.gaume@univ-eiffel.fr