

Séminaire d'échange
Site atelier "Arc-Isère"
2 avril 2026 - INRAE Grenoble

Partenaires de l'événement :



La Zone Atelier Bassin du Rhône

Un observatoire sur les hydrosystèmes du bassin du Rhône

- **Comprendre et évaluer les interactions au sein des socio-hydrosystèmes dans un contexte de changement** et de transformations climatiques, énergétiques, sociales
- **Proposer des outils d'aide à la décision** pour une gestion durable des territoires de l'eau

Nos modes de faire

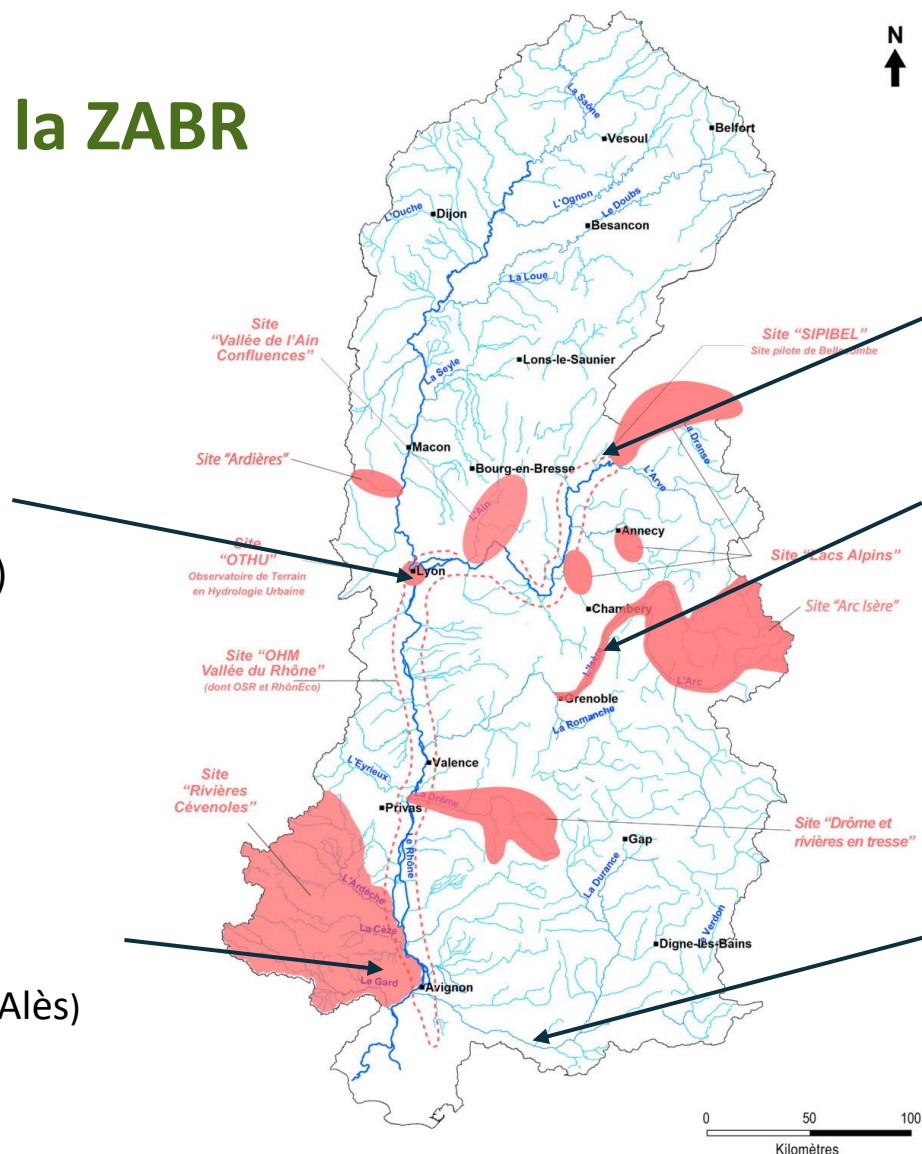
- **Mise en réseau des laboratoires et des acteurs du bassin**
- **Construction de projets interdisciplinaires à l'interface sciences-gestion** (projets sur le temps long et projets plus ponctuels)
- **Accompagnement du transfert des résultats de recherche** (cafés ZABR, fiches outils, pêches aux outils scientifiques, séminaires, conférence IS Rivers)

19 laboratoires dans la ZABR

350 personnes
impliquées dont 62
doctorants
129 ETP

RIVERLY (UR INRAE)
LEHNA (UMR 5023)
EVS (UMR 5600)
DEEP (UR 7429 INSA)
LEM (UMR 5557)

ESPACE (UMR 7300)
G-EAU (UMR 1458)
CHROME (EA 7352)
CREER (IMT Mines d'Alès)



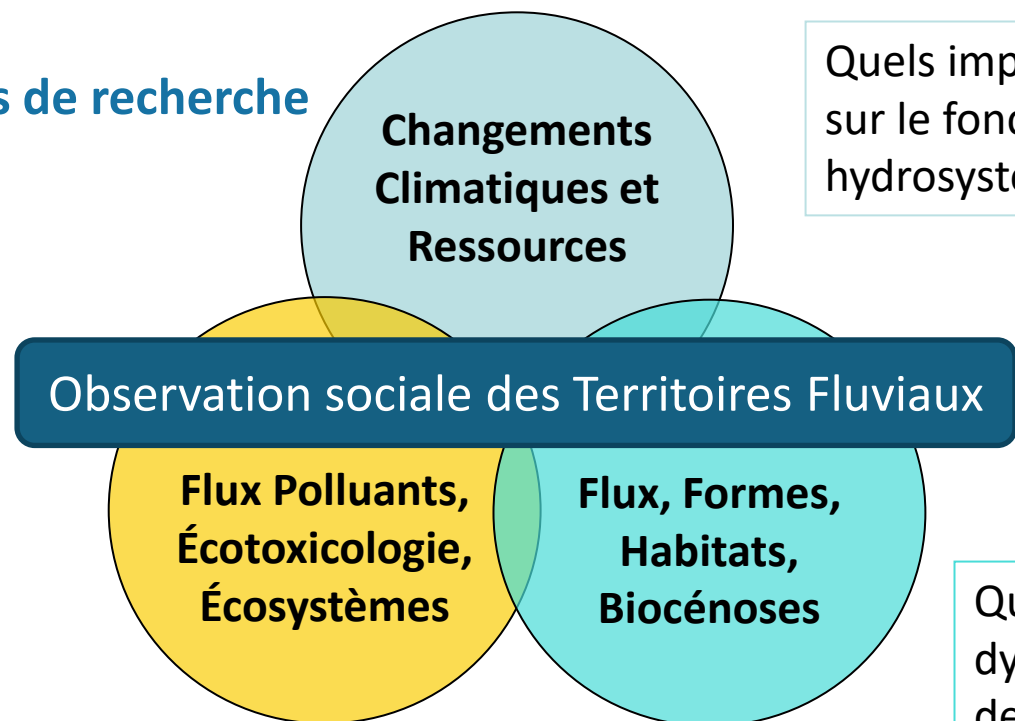
inTNP (HEPIA)
Institut Forel et ISE (Univ. Genève)

CARTEL (UMR 042)
EDYTEM (UMR 5204)
IGE (UMR 5001)
LESSEM (UR INRAE)

IMBE (UMR 7263)
CEREGE (UMR 1410)
LPED (UMR 151)
RECOVER (UMR 1467)
ASNR (équipe associée)

Structuration des activités scientifiques

4 thèmes de recherche



Quels impacts du changement climatique sur le fonctionnement des hydrosystèmes et sur les ressources ?

Quelle compréhension des phénomènes sociaux intervenant dans les politiques de gestion des milieux aquatiques ?

Quelles sont les relations entre habitat physique, hydrologie, dynamique fluviale et biodiversité ? Quels effets des modes de gestion ?

Comment les apports multiples de contaminants impactent les milieux aquatiques, la biodiversité et la santé des écosystèmes ?

vallée de l'Ain, Confluences et (Dis-)Continuités (ACDC)

Ardières



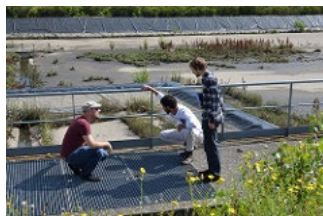
Saône (en construction)



Observatoire des Lacs Alpains (AnaEE)



OTHU (IR OZCAR)



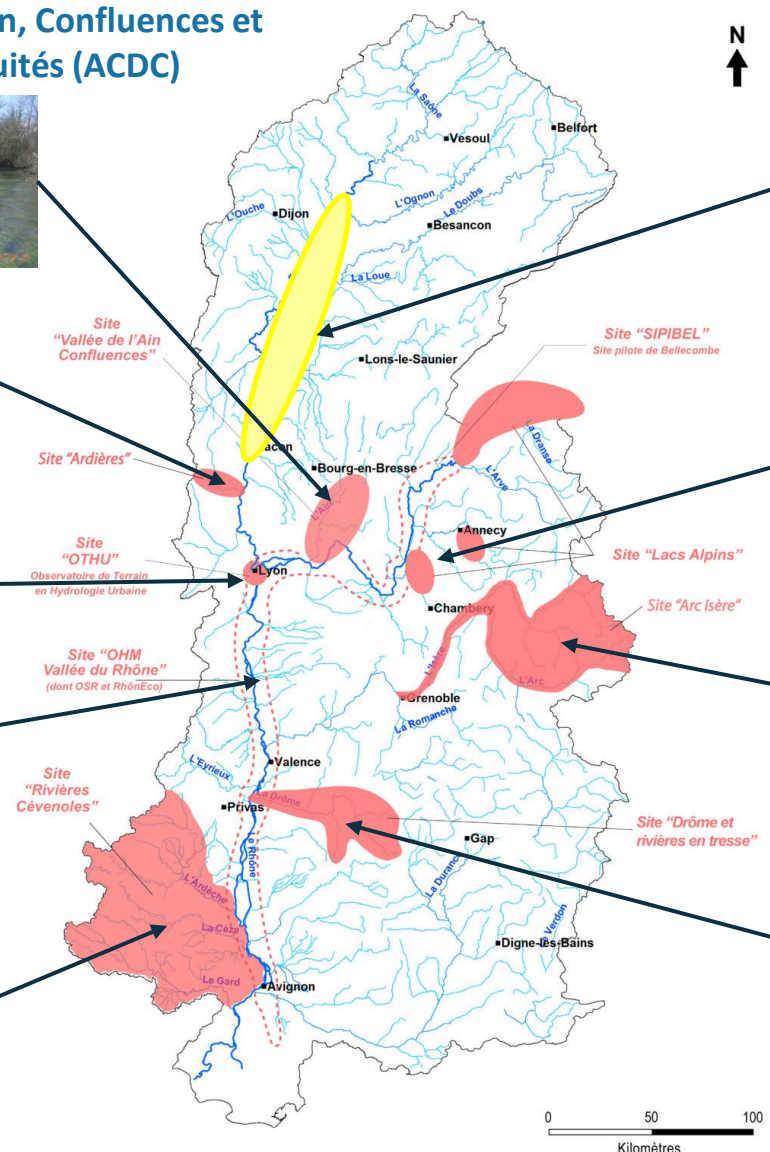
Vallée du Rhône (OHM)

OSR et RhônEco



Rivières Cévenoles

OHMCV (IR



Arc-Isère



Drôme & Rivières en Tresses



8 sites ateliers dans un bassin hétérogène

Programme de la journée

Matinée : Partager les avancées scientifiques et les enjeux des acteurs des territoires

09h30 | **Le site atelier « Arc-Isère »** | *J. Némery, B. Camenen*

09h45 | **Les enseignements de quelques projets phares**

- **Réseau de mesure** (sables, MES, carbone, contaminants) | *J. Némery, B. Camenen, F. Lauters*
- **Caractérisation des bancs d'une rivière endiguée** | *B. Camenen*
- **Processus de végétalisation des lits endigués** | *P. Janssen, J. Godfroy*
- **Dynamiques spatio-temporelles d'un hydrosystème alluvial dans un bassin anthropisé** | *N. Minon*

11h15 - Pause

11h30 | **Table ronde autour des enjeux, actions, priorités des gestionnaires** | *C. Godayer et D. Kuss (SYMBHI) – B. Maneval (GAM) – J.-C. Français (EPTB Isère) – T. Boissy (SISARC) - Benoît Mottet (EDF HYDRO ALPES)*

13h00 - Déjeuner

Programme de la journée

Après-midi | Construire ensemble les dynamiques du site atelier

14h00 | Session Flash poster pour découvrir les travaux de recherche en cours

14h30 | Atelier 1 - Partage et hiérarchisation des envies de recherche et besoins de connaissances à développer

16h00 | Atelier 2 - Quelles modalités d'échanges pour favoriser les collaborations scientifiques / gestionnaires ?

16h45 | Conclusion et perspectives

Séminaire d'échange
Site atelier "Arc-Isère"
2 avril 2026 - INRAE Grenoble

Partenaires de l'événement :



Le site atelier : contexte, scientifiques et acteurs, questions de recherche depuis 2007

Julien Némery, Grenoble INP/UGA-IGE

Benoit Camenen, Inrae-RiverLy



Contexte : site d'étude et partenaires scientifiques et opérationnels

• Gouvernance

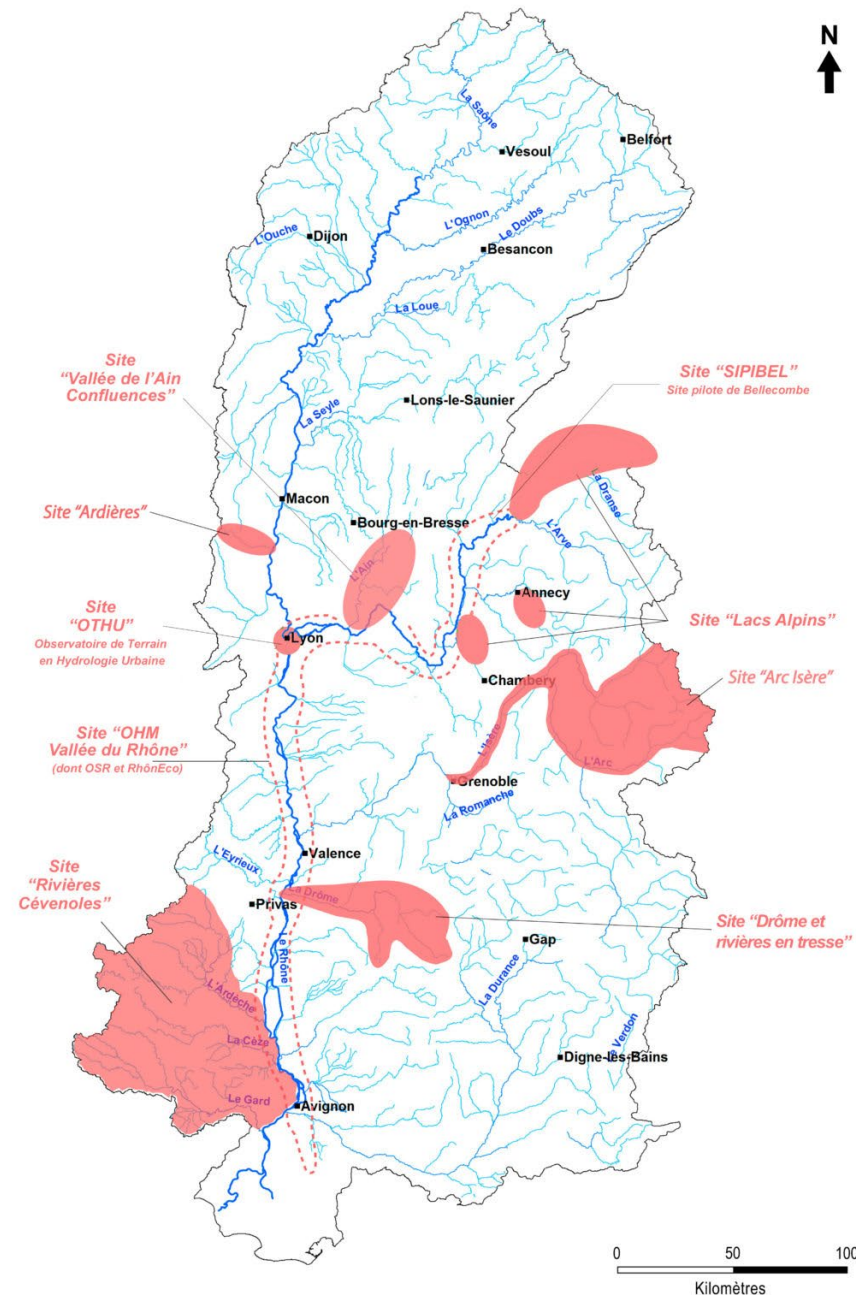
- Site Arc-Isère, un des 9 sites Ateliers de la ZABR
- Lien Observatoire des Sédiments du Rhône

• Animation

- INRAE UR RiverLy (Lyon) → B. Camenen
- IGE, Université Grenoble-Alpes → J. Némery

• Partenaires industriels et opérationnels

- EDF (DTG Grenoble, LNHE Chatou)
- CNR (Laboratoire Hydraulique et mesures)
- Syndicats de rivière (SPM, SISARC, SYMBHI)
- SPC Alpes du Nord, DREAL Rhône-Alpes, DDT38
- Grenoble Alpes Métropole/AERMC



Contexte : site d'étude et partenaires scientifiques et opérationnels

• Partenaires scientifiques pluridisciplinaires

- Hydrologie, Hydraulique, Transport Solide, Géomorphologie
 - INRAE UR RiverLy (Lyon, B. Camenen, J. Le Coz, L. Pénard, G. Dramais)
 - IGE (Grenoble, J. Némery, H. Castebrunet, C. Legout, T. Condom, A. Recking, N. Gratiot)
 - CEN (Grenoble, I. Gouttevin)
 - EDF-DTG (Grenoble, F. Lauters, S. Zanker), LNHE (Chatou, M. Jodeau, C. Bel, P. Tassi, N. Claude), CIH (Chambéry, E. Valette, R. Loire)
 - CNR (Lyon, G. Pierrefeu)
- Biologie, Ecologie, Dynamique végétation
 - INRAE UR RiverLy (Lyon, S. Cauvy-Fraunié)
 - INRAE LESSEM (Grenoble, P. Janssen)
 - LECA (Grenoble, S. Sroda)
- Géochimie, Flux de Matière et Contaminants
 - IGE (Grenoble, J. Némery, C. Baduel)

Enjeux opérationnels et verrous scientifiques

Gestion environnementale des ouvrages hydro-électriques et des rejets urbains dans une rivière alpine

- Q1: Métrologie (méthodes innovantes, incertitudes, base de données)
- Q2: Quantification des flux de sédiments et polluants (source, transfert, échanges avec le lit)
- Q3: Morphodynamique d'une rivière endiguée (bancs de galets, impact des fines et de la végétation)
- Q4: Habitats des cours d'eau alpin (influence glaciaire, altérations)

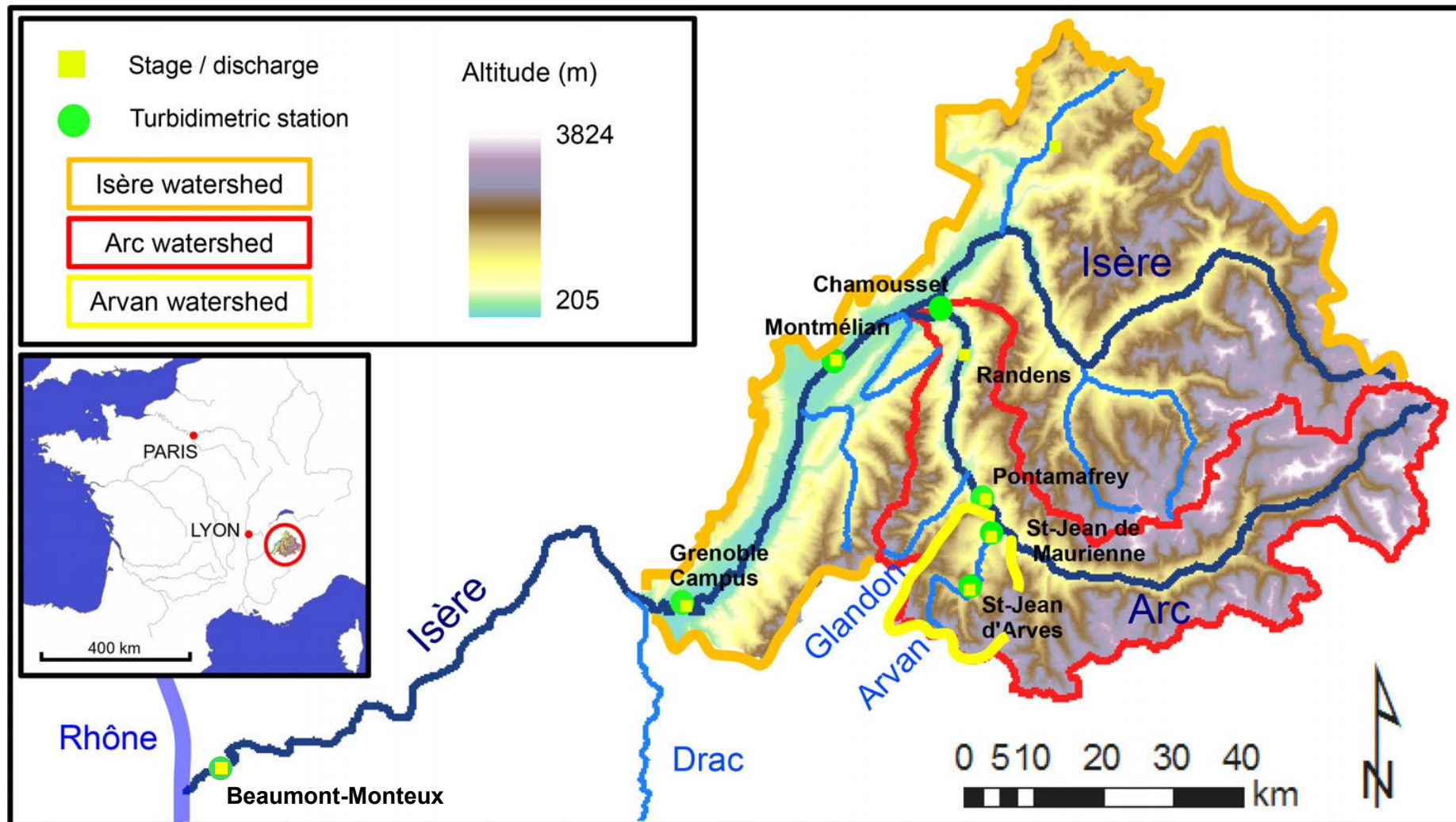
Réseau de mesure hydro-sédimentaire

Système de bassins emboîtés (Arvan, Arc, Isère)

58 km²
(Arvan amont)

5720 km²
(Isère Grenoble)

11800 km²
(Isère Beaumont-Monteux)



Dynamique de recherche en partenariat 2007-2024

19 thèses soutenues

- 2 thèses CIFRE ANRT (TEREO, GAM/AERMC)
- 5 thèses co financées EDF
- 1 thèse co financé CNR
- 6 thèses bourse INRAE
- 5 thèses bourse Universités (UGA, MESR)

3 thèses en cours (2 UGA, 1 EDF)

21 projets de recherche

- 1 Projet UE Interreg (SHARE)
- 2 Projets ANR (SCAF, DEAR)
- 1 projet PEPR (FairCarbon)
- 3 Projets EC2CO
- 4 conventions de recherche (3 EDF, 1 GAM/AERMC)
- 3 projets Labex ou Universités
- 1 projet Fondation BNP Paris
- 1 projet ZABR/AERMC
- 2 projets Carnot (Eau, PITI DEFI)
- 3 projets Accord Cadre INRAE (1 OFB, 2 AERMC)

 INRAE

 UGA
Université
Grenoble Alpes

 GRENOBLE
INP
UGA

 EDF

 ANRT
ASSOCIATION NATIONALE
RECHERCHE TECHNOLOGIE

 TEREO
ETUDES ET RESTAURATION DES ESPACES NATURELS

 GRENOBLE ALPES
MÉTROPOLE

 agence
de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE
CORSE
établissement public de l'État

Illustration 1

Impacts écologiques des altérations hydrologiques sur l'Arvan

Thèse CIFRE INRAE-TEREO de Juliette Becquet (2019-2022)

Projet ZABR/AERMC (2018-2020)

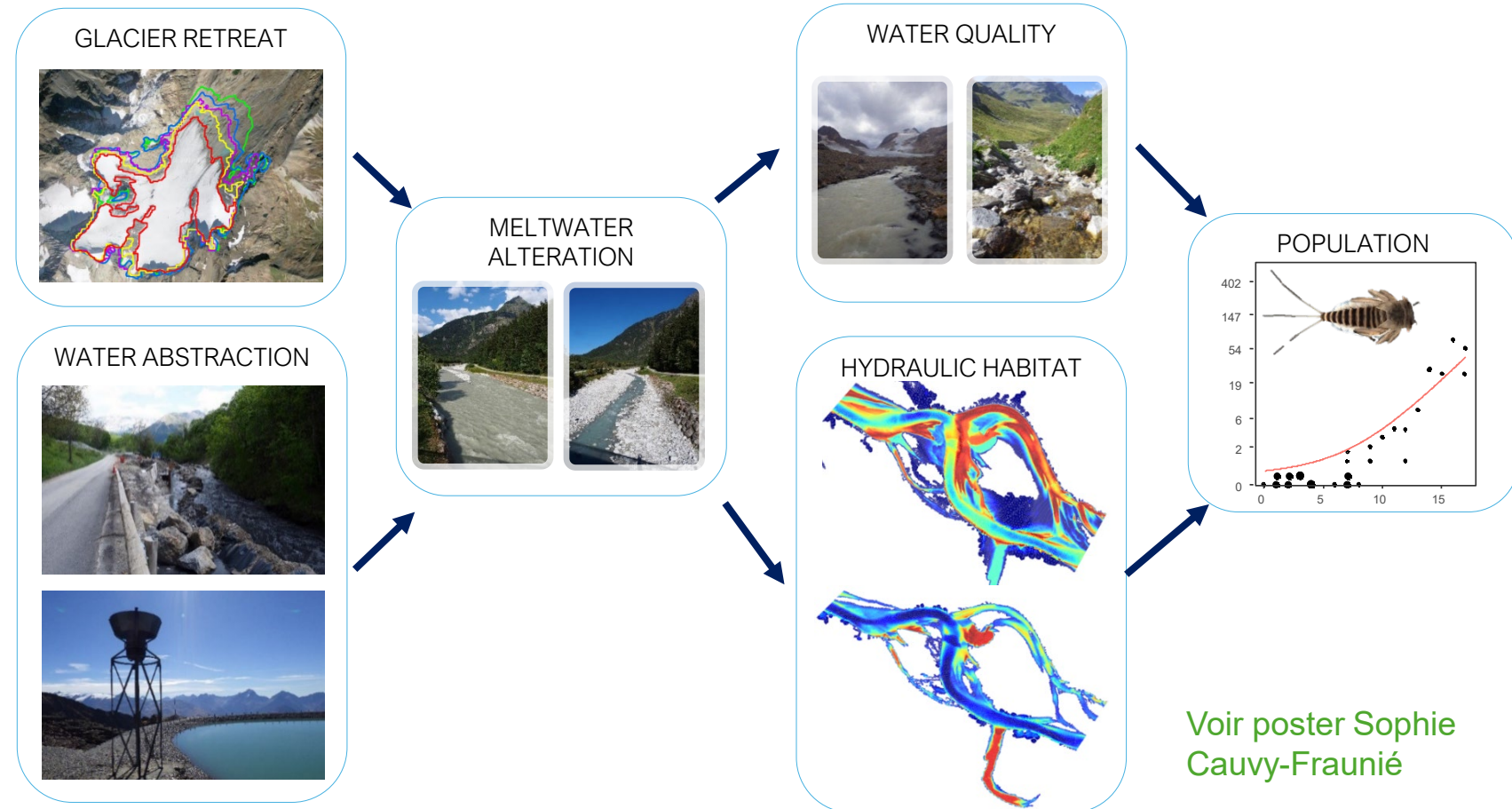
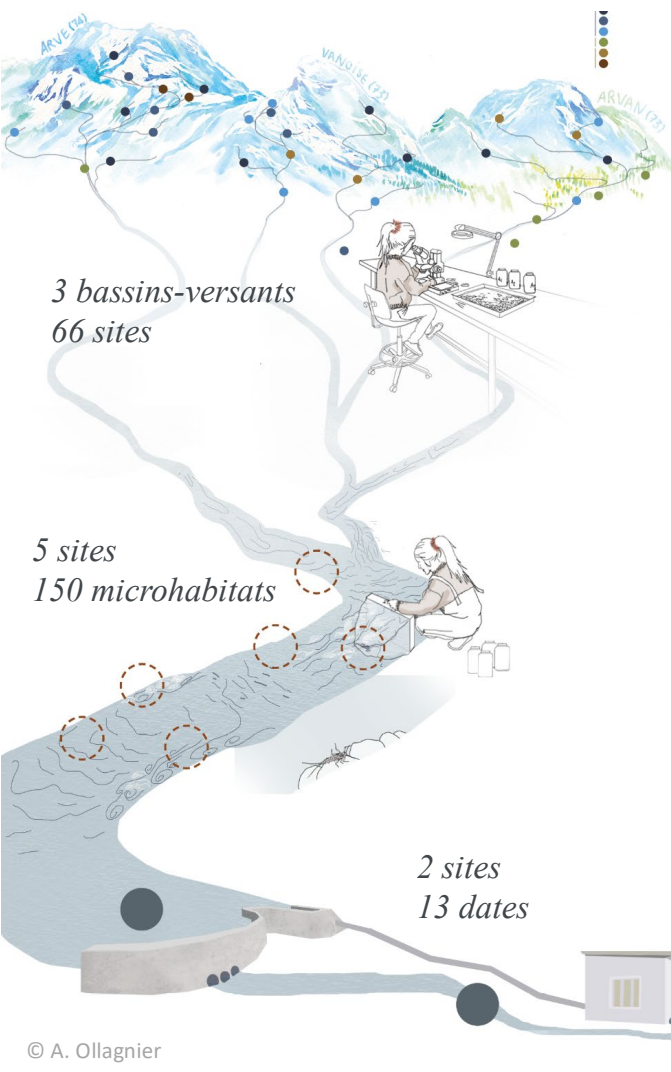
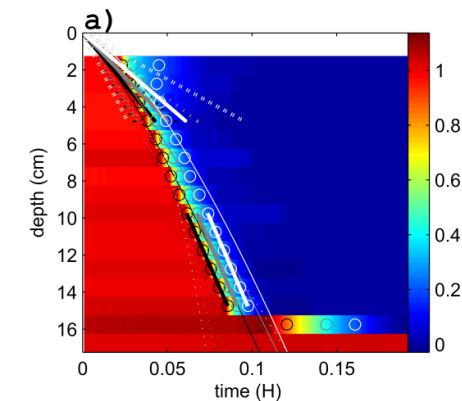


Illustration 2

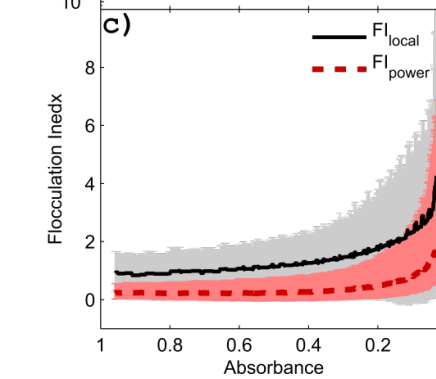
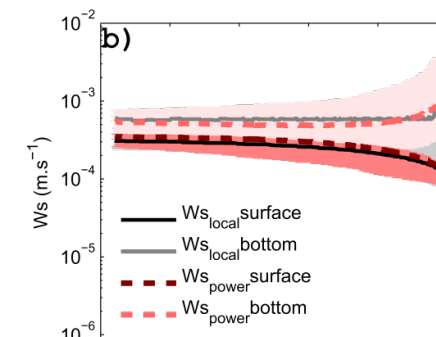
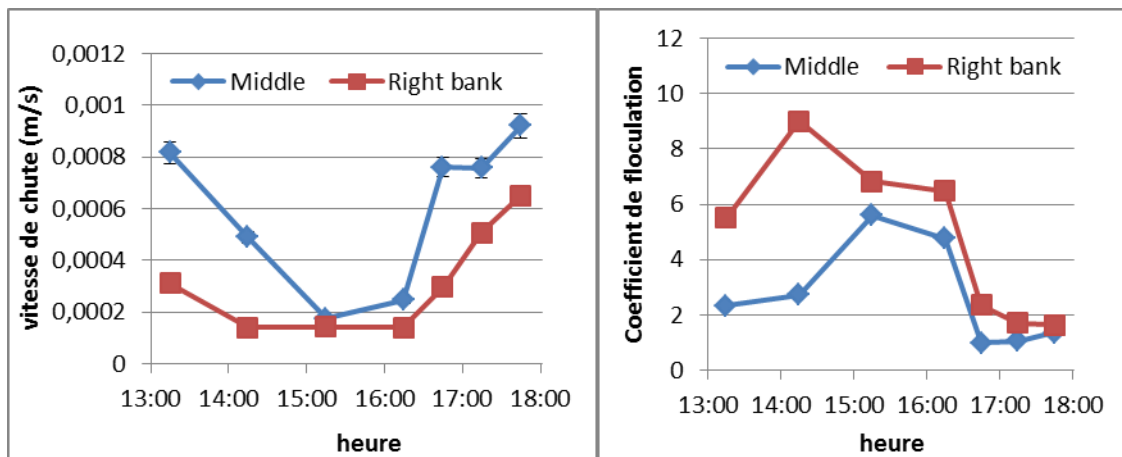
Evolution des propriétés physiques des particulaires pendant les crues

Thèse UGA de Valentin Wendling (2011-2014)

Projet ANR SCAF (Système de Caractérisation des Agrégats et des Floccs (2012-2015))



Chasse de l'Arc 2014



Enjeux opérationnels et verrous scientifiques

Gestion environnementale des ouvrages hydro-électriques et des rejets urbains dans une rivière alpine

- Q1: Métrologie (méthodes innovantes, incertitudes, base de données)
- Q2: Quantification des flux de sédiments et polluants (source, transfert, échanges avec le lit)
- Q3: Morphodynamique d'une rivière endiguée (bancs de galets, impact des fines et de la végétation)
- Q4: Habitats des cours d'eau alpin (influence glaciaire, altérations)

Questions émergentes 2026...

- Q5 : Relation nappes-rivières (Présentation Nathan Minon)
- Q6 : Usages partagés de la ressource en eau (poster SWIM 2050)
- Q7 : Restauration des cours d'eau par méthode LowTech (poster Guillaume Piton)
- Q8 : Evaluation des socio-écosystèmes en bassin versant (poster Romain Dopierala)
- Q9 : Lien végétation-transport solide (présentation Julien Godfroy)

Séminaire d'échange
Site atelier "Arc-Isère"
2 avril 2026 - INRAE Grenoble

Partenaires de l'événement :



Réseau de mesure : suivi des flux des sédiments et substances associées

Julien Némery, IGE-UMR 5001

Benoit Camenen, Inrae RiverLy

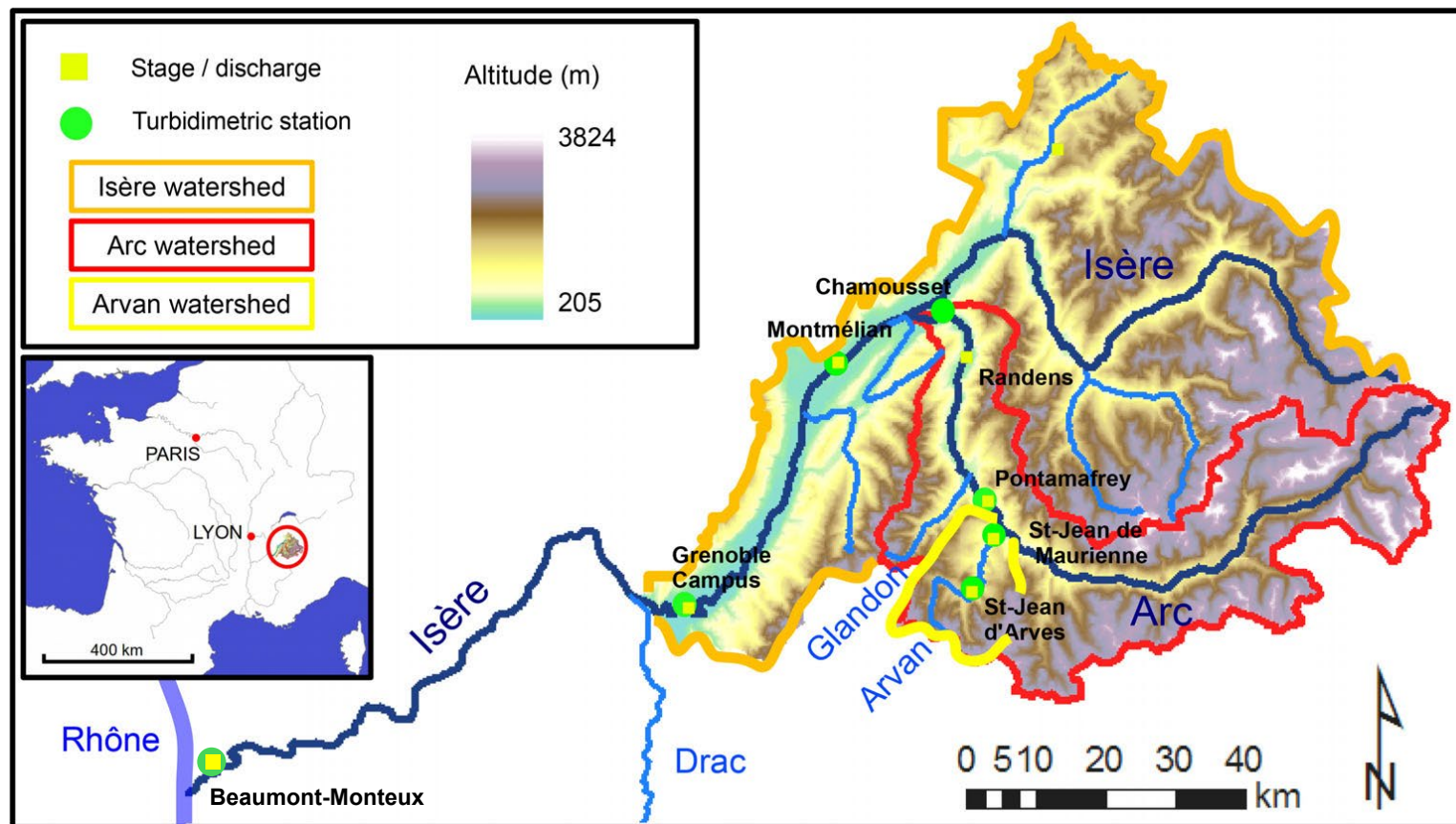
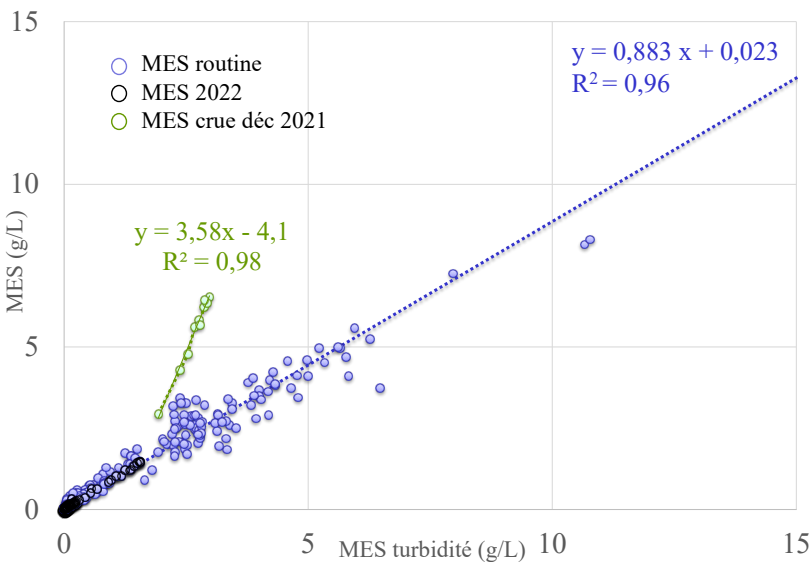
François Lauters, EDF HYDRO-DTG



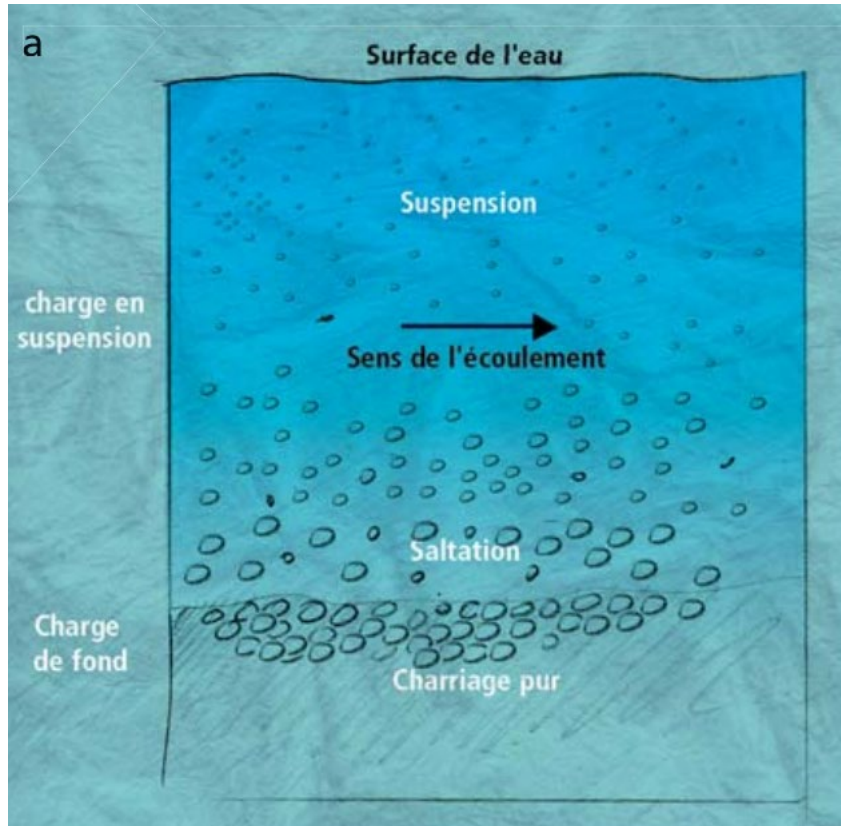
INRAE



Mesure en continu par turbidimétrie depuis 2006...



Que mesure ce réseau de stations turbidimètres ?



La suspension homogène	Argiles et limons (< 63 µm)	OUI	Stations « turbidité »
La suspension graduée	Sable (63 µm à 2 mm)	Partiel*	Cf travaux de thèse ci-après
Le charriage	Graviers, cailloux (> 2 mm)	NON	2 stations (hydrophones) sur le bassin hors site atelier

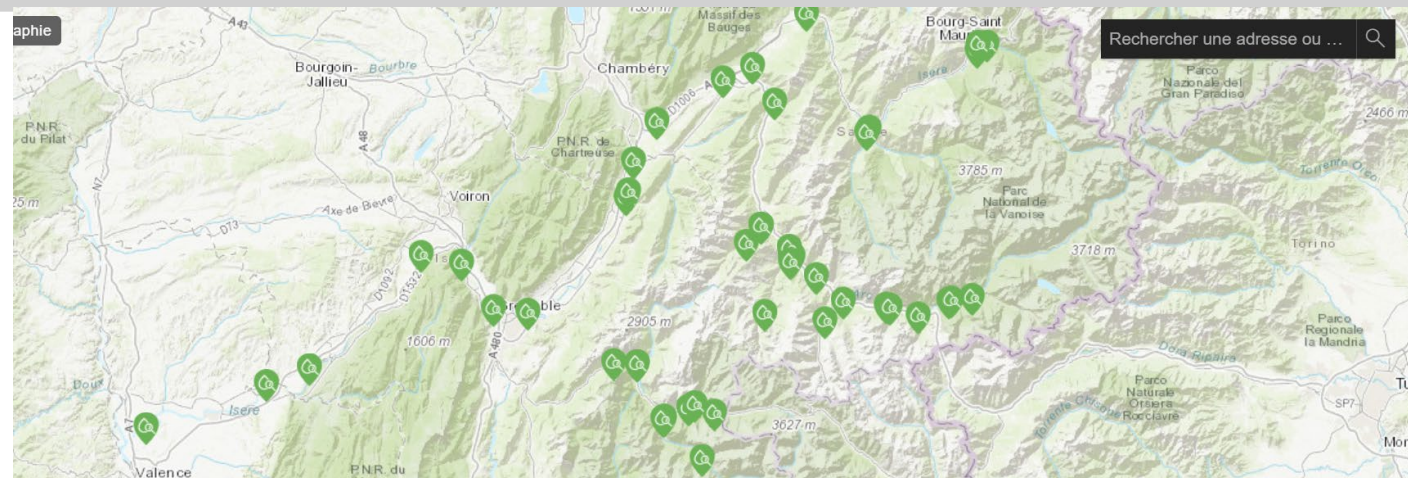
* Spécificité de la fraction sableuse :

- Les turbidimètres distinguent mal les sables par rapports aux fines (argiles limon); sensibilité à la taille des particules (Thollet et. al, 2013); Sous estimation possible des concentrations et pas de distinction fine/sable
- La mesure ponctuelle en berge par les turbidimètres n'est pas forcément représentative de toute la section et donc du flux de sable.

Origine du réseau de stations turbidimètres

Arvan - St Jean d'Arves - St Jean de Maurienne	Gestionnaire : INRAE (EDF en appui) Mise en place : 2010 et 2009 → Arrêt exploitation 2015 et 2018 Objet : Connaissance scientifique (fonte nivale, apports Arc) + Gestion des aménagements EDF/Arc-Isère
Arc - Pontamaffrey - Chamousset	Gestionnaire : INRAE puis EDF Mise en place : 2009 Objet : Connaissance scientifique (crues/chasses) + Gestion des aménagements EDF/Arc-Isère
Isère à Montmélian → Poncharra (Pont de la Gâche) (2023)	Gestionnaire : EDF Mise en place : 2010 Objet : Gestion des aménagements EDF/Arc-Isère + Connaissance scientifique
Isère à Grenoble Campus (2006)	Gestionnaire : IGE (EDF en appui) Mise en place : Prélèvements depuis 1995 / Turbidimètre depuis 2026 Objet : Connaissance scientifique + Gestion ouvrages EDF → LA station patrimoniale.

Réseau de stations hydro-sédimentaires EDF pour la gestion de leur ouvrages



Bancarisation des données

Data paper dans la revue Hydrological Processes (2021)

Received: 28 September 2020 | Accepted: 5 January 2021

DOI: 10.1002/hyp.14044

RESEARCH AND OBSERVATORY CATCHMENTS: THE LEGACY AND THE FUTURE

WILEY

Long term high frequency sediment observatory in an alpine catchment: The Arc-Isère rivers, France




Fabien Thollet¹  | Christophe Rousseau² | Benoit Camenen¹  |
Stephane Boubkraoui² | Flora Branger¹  | François Lauters³ | Julien Némery²

TABLE 1 Mean interannual suspended sediment fluxes (SSF) on the Arc-Isère catchment (<https://dx.doi.org/10.17180/OBS.ARC-ISERE>)

Station/river	Start year	Catchment area (km ²)	Annual average SSF (kt)	Specific SSF (t/km ²)
Saint Jean d'Arves/Arvan	2010	58	50.3	867
St Jean de Maurienne/Arvan	2009	222	250	1126
Pontamafrey/Arc	2009	1510	515 ^a	341 ^a
Chamousset/Arc	2011	2000	1200 ^a	600 ^a
Montmélian/Isère	2010	4840	1500	310
Grenoble-Campus/Isère	2006	5720	1440	251

Données disponibles sur BDOH,
doi associé à la base de données:

[10.17180/OBS.ARC-ISERE](https://doi.org/10.17180/OBS.ARC-ISERE)

Sites expérimentaux

- **Arc**
Rivière torrentielle fortement aménagée pour la production hydroélectrique, affluent de l'Isère et au transport sédimentaire très actif faisant l'objet d'un suivi (suspension et charriage).
- **Arvan**
Torrent de montagne, affluent de l'Arc générant un flux de sédiments en suspension important pour le bassin versant de l'Arc.
- **Isère**
Rivière à la dynamique fluviale, un des principaux affluents au Rhône par sa contribution en matières solides. Questions scientifiques traitées en lien avec la quantification des flux en MES, Matière Organique, nutriments et contaminants (métaux et micro polluants organiques), l'envasement des retenues hydroélectriques...

Paramètres étudiés

- ▾ **Hydrologie**
 - Altitude
 - Débit
 - Hauteur d'eau
 - Pente
 - Température de l'eau
 - Vitesse de l'eau
- ▾ **Sédiment**
 - Conc. en matières en suspension (MES)
 - Flux de matières en suspension (MES)
 - Turbidité
- ▾ **Chimie**
 - ▾ **Général**
 - Conductivité

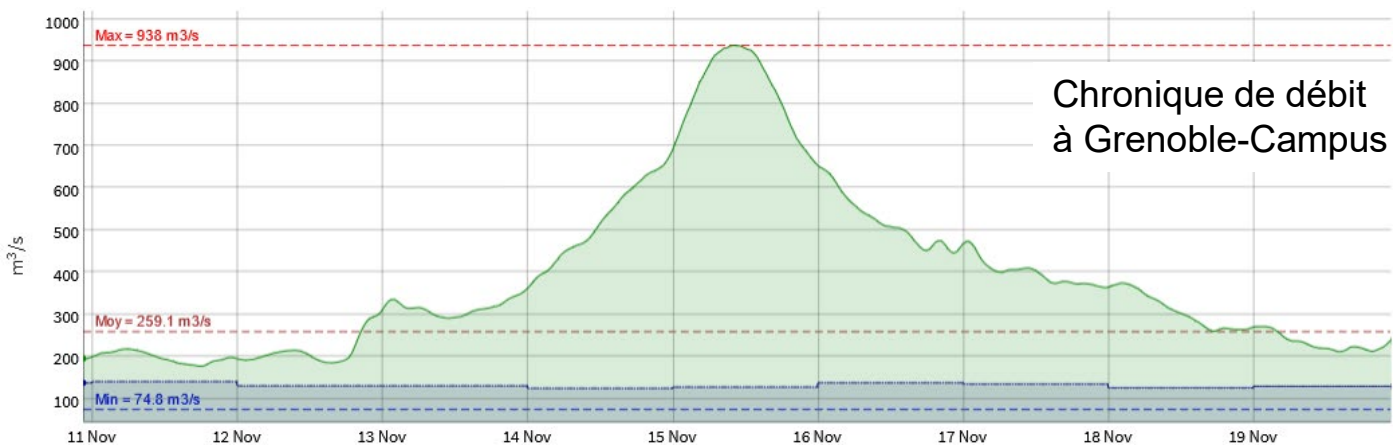
Merci à :

F. Thollet
C. Rousseau

Exemple : Crue du 15 novembre 2023

800 000 tonnes de sédiment en 4 jours

- fortes précipitations en Savoie
- fonte nivale due au redoux

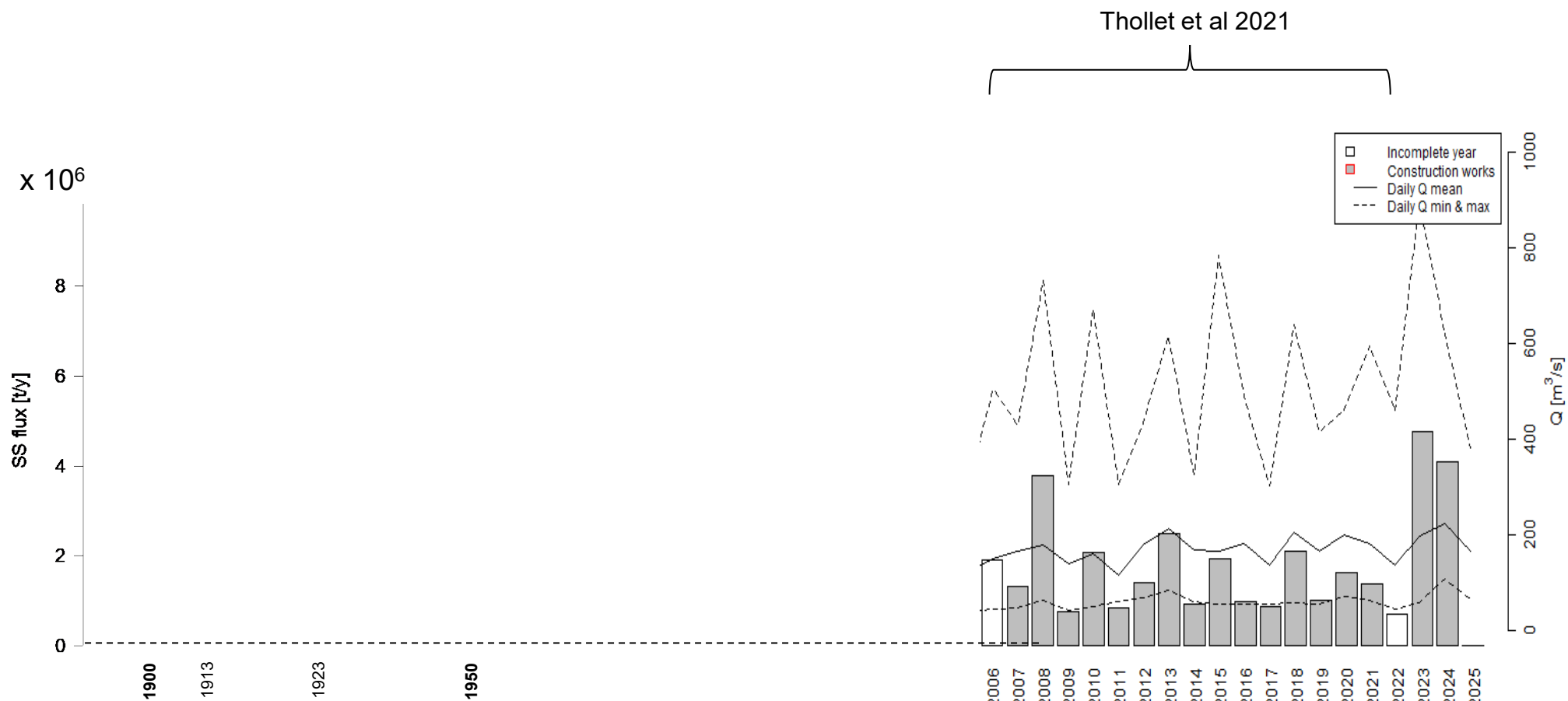


Station Isère Campus

Bilan des flux de MES (vision historique)

Article de synthèse

Némery/Camenen et al.,
Compte Rendus de
l'Académie des Sciences;
en prep 2026



Bilan des flux de MES (vision historique)

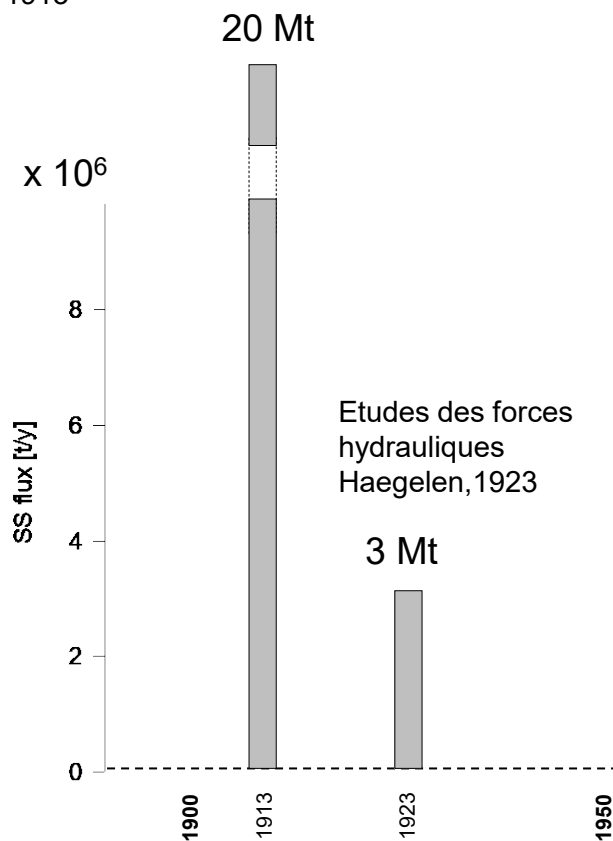
Dauphiné libéré 9 janvier 1962



30 ans d'observation
 Flux max : 5 Mt (2023)
 Flux min : 0,8 Mt (2009)

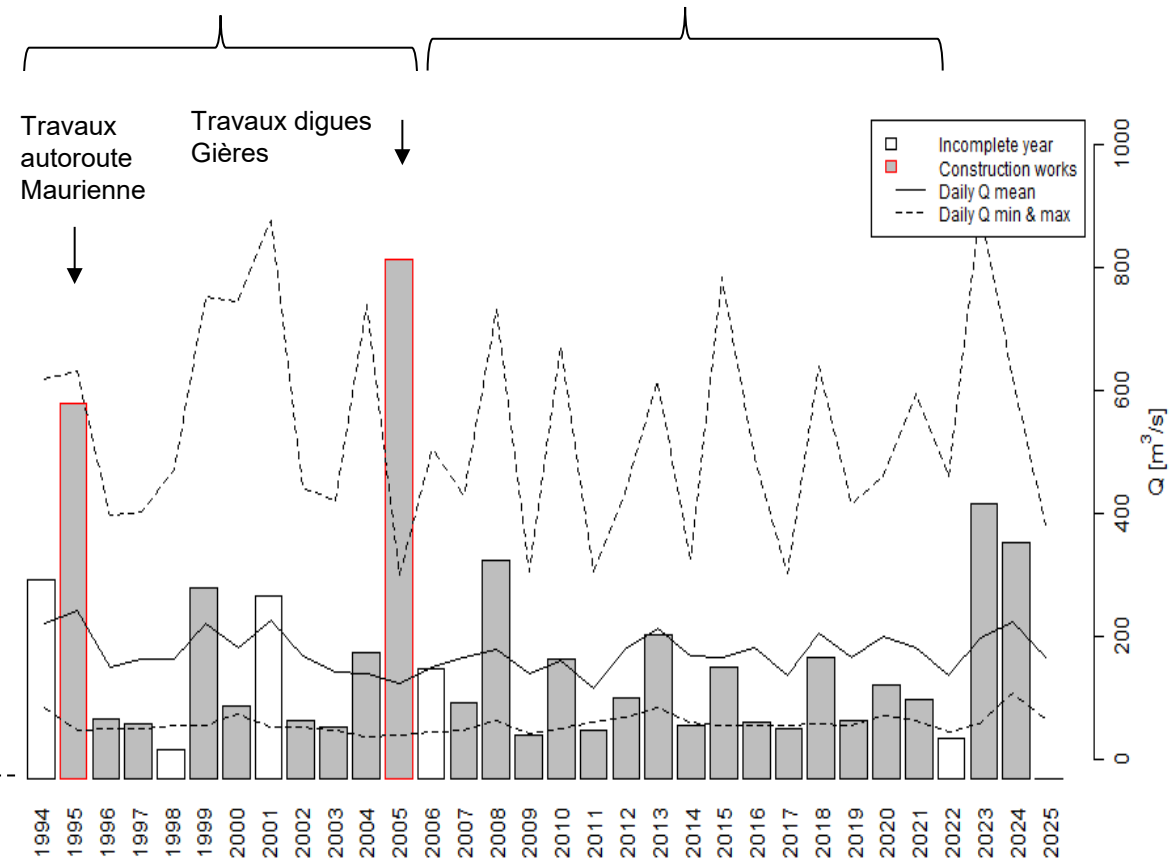
COMPTES RENDUS
 HEBDOMADAIRES
 DES SÉANCES
 DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Muntz & Lainé
 1913



Dumas 2007, CRAS

Thollet et al 2021



Article de synthèse

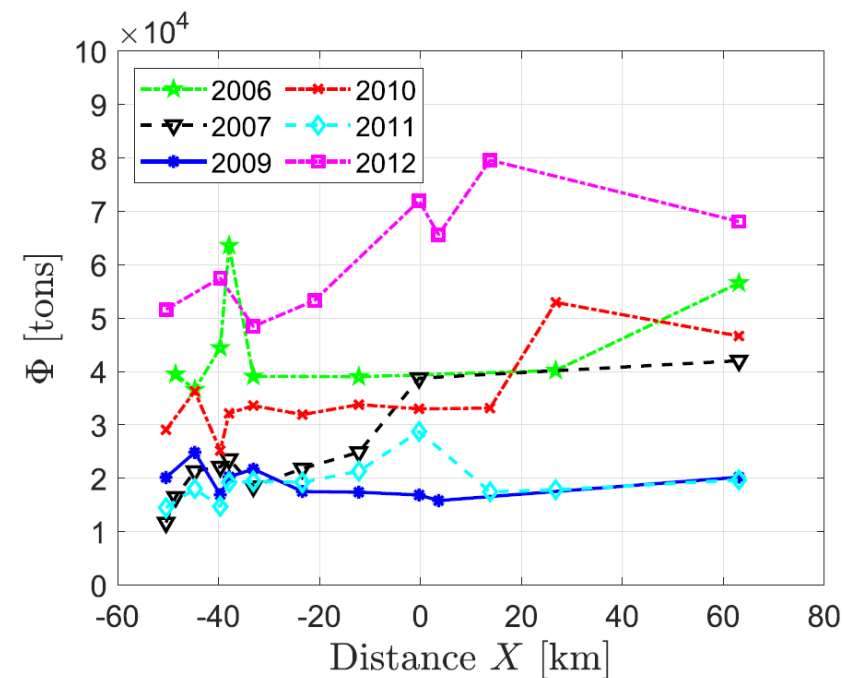
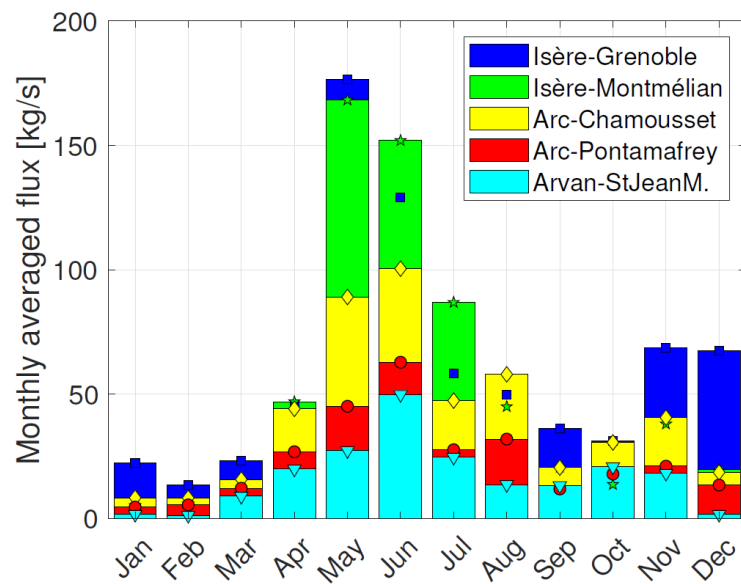
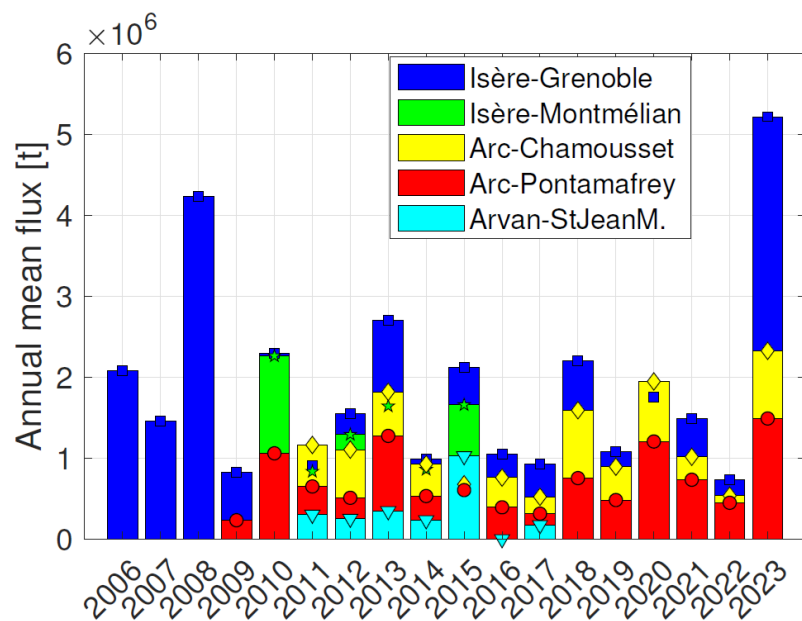
Némery/Camenen et al.,
 Compte Rendus de
 l'Académie des Sciences;
 en prep 2026

Bilan des flux depuis 2006

- Bilan inter bassins; Distribution interannuelle des flux
- Vision spatio-temporelle de la dynamique des MES (chasses)

Article de synthèse

Némery/Camenen et al.,
 Compte Rendues de
 l'Académie des Sciences;
 en prep 2026



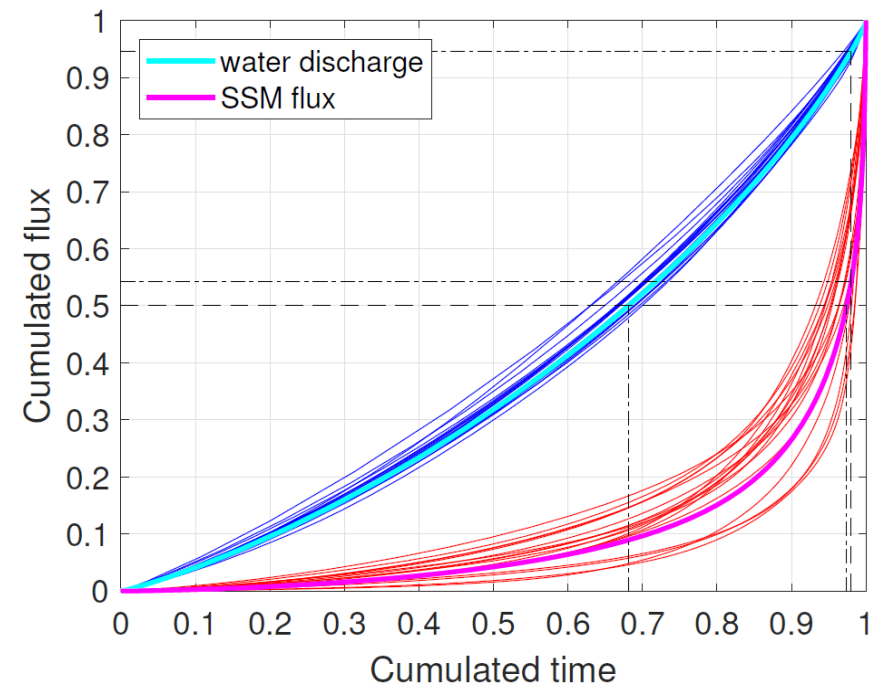
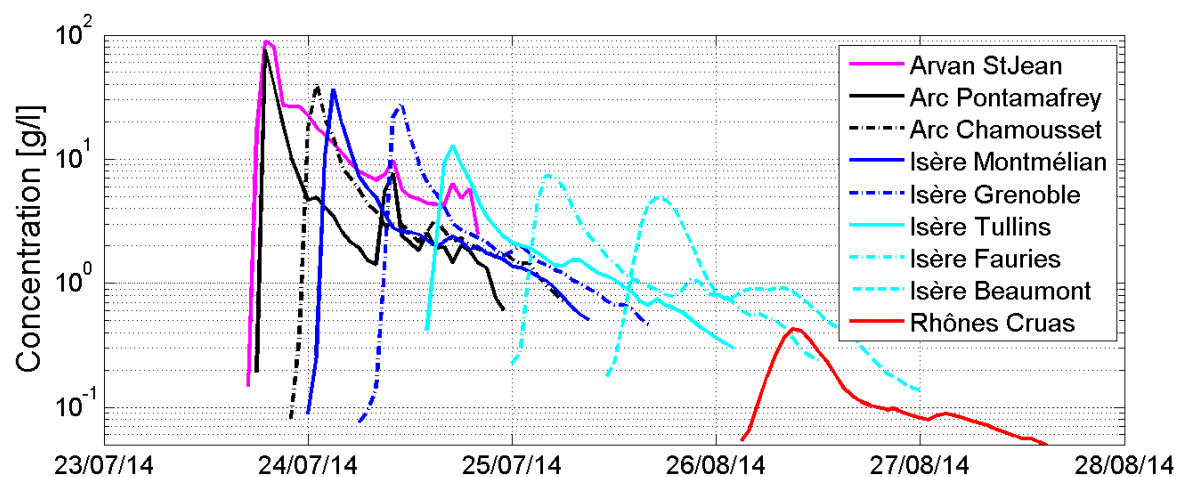
Antoine et al.,
 J. of Hydrology 2018

Bilan des flux depuis 2006

- Flux concentrés en période de crue: 50% du flux en 2% du temps
- Typologie des évènements
 - Crues de fonte
 - Laves torrentielles
 - Chasses de barrage
 - Crues automnales

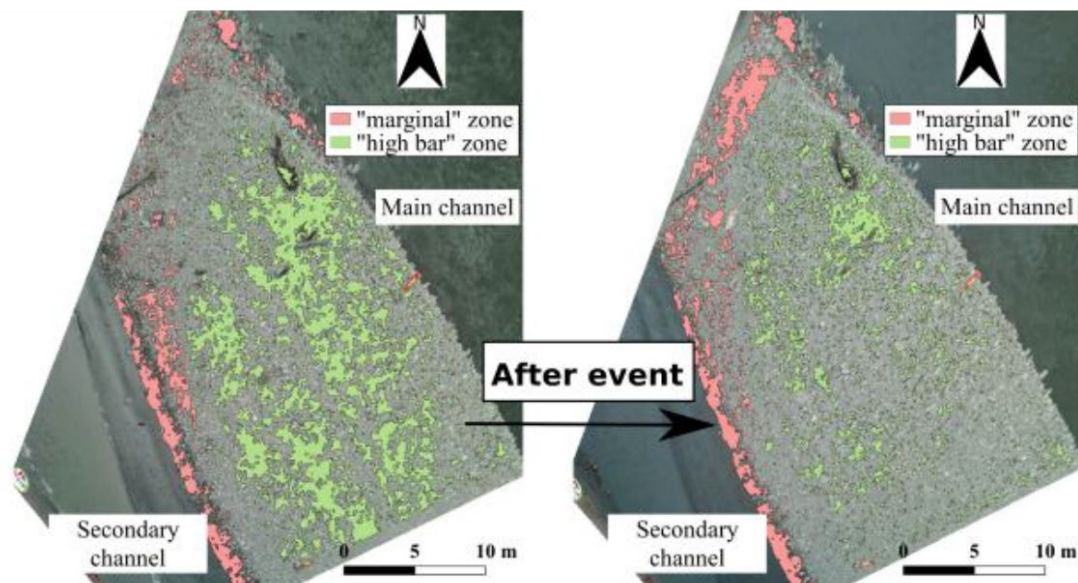
Article de synthèse

Némery/Camenen et al.,
Compte Rendues de
l'Académie des Sciences;
en prep 2026

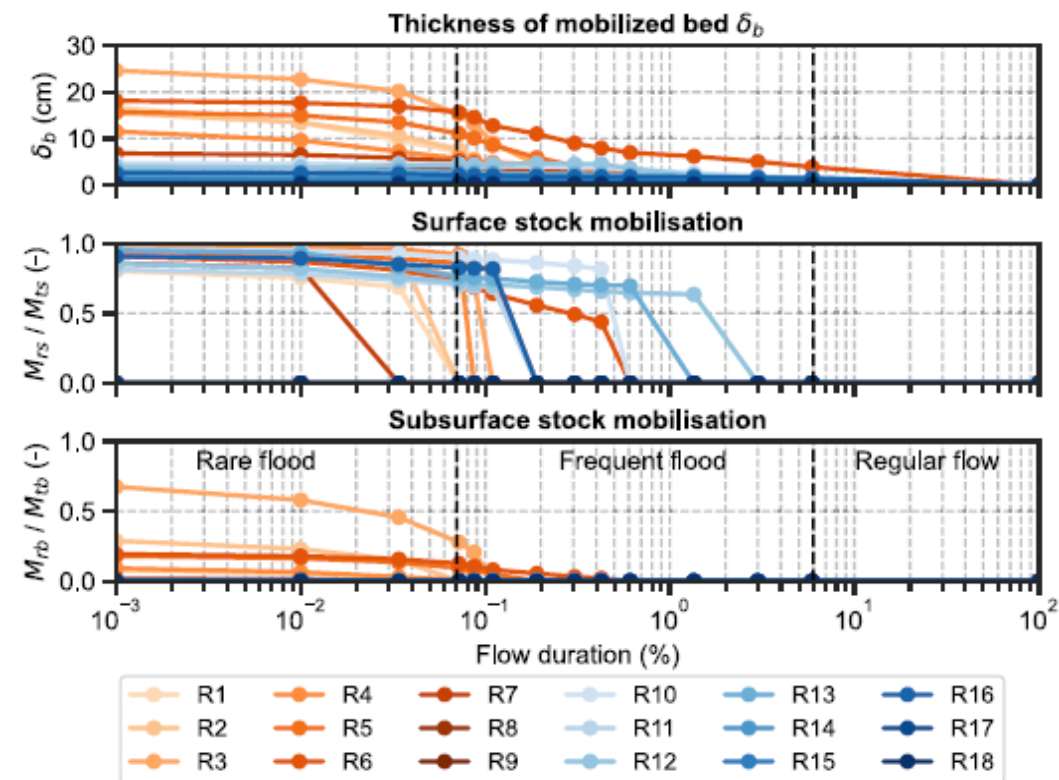


Dynamique des stocks de fines dans l'Arc et l'Isère

- Thèse de Junjiang Deng (2019-2022)
 - Impact non-négligeable du vent sur la remobilisation des sédiments sur les bancs de l'Arc
 - Remobilisation plus difficile sur les bancs de l'Isère, même sur les crues rares



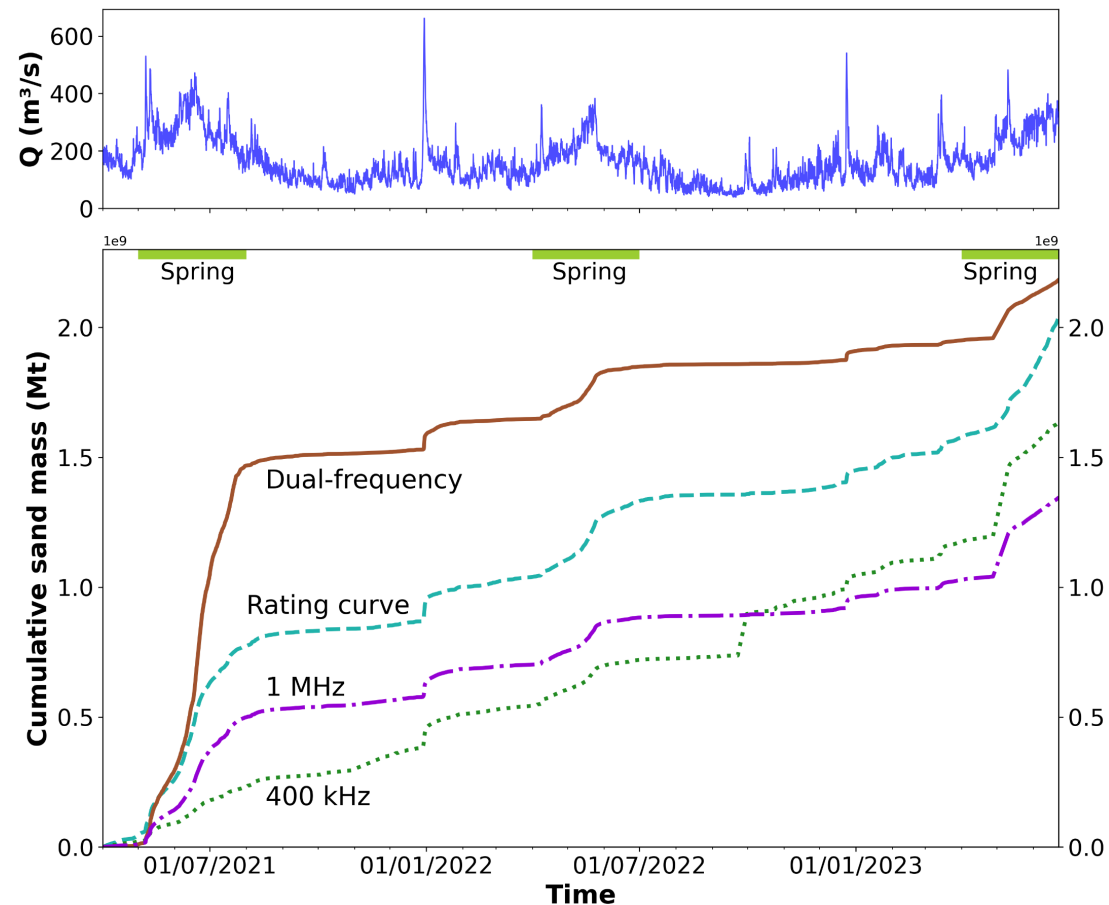
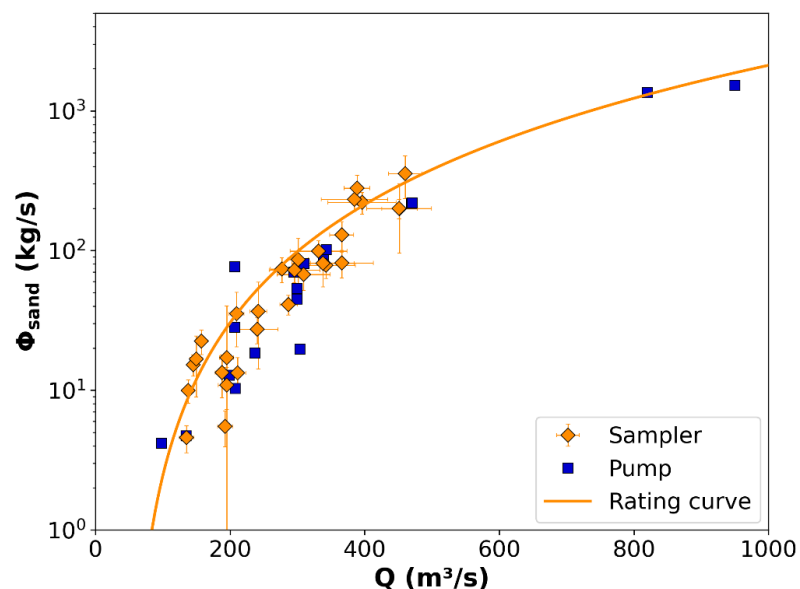
Deng et al. (Catena, 2023)



Deng et al. (Environmental Fluid Mechanics 2023)

Flux de sable sur l'Isère et la Basse-Isère

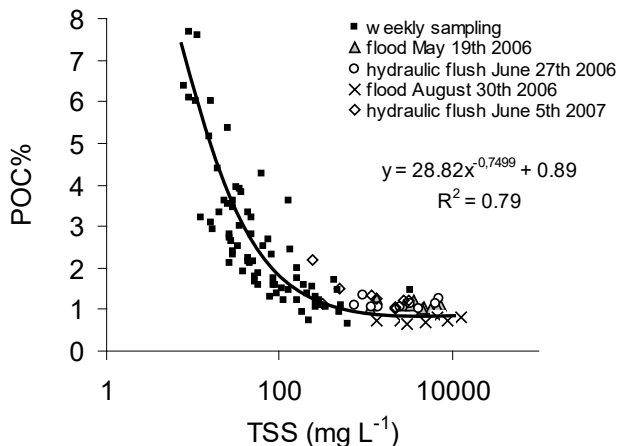
- Thèse de **Jessica Marggraf (2020-2024)**
 - Mise en place d'une station hydroacoustique à Grenoble-campus -> flux de sable en continu
 - Méthodologie pour le jaugeage solide des sables en suspension
 - Flux de sable à Grenoble et à Baumont-Monteux estimé à 0.7Mt environ



Marggraf et al. (Earth Surf. Proc. Landforms 2024)

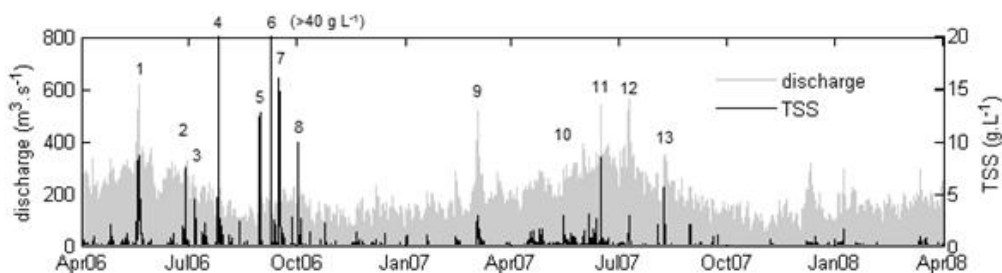
Flux de carbone dans le continuum Terre Mer

Carbone Organique Particulaire

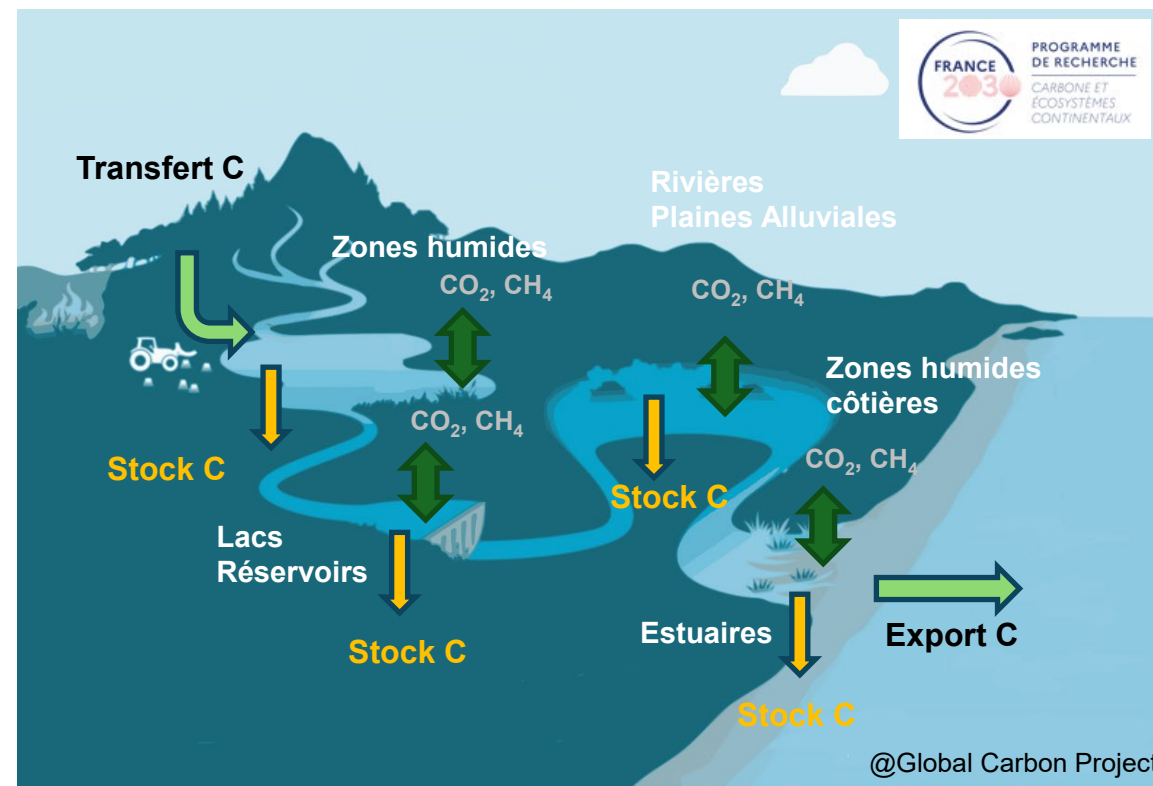


- Relation MES/POC%
- Chasse hydraulique 1,5 % du flux annuel C vs crue naturelle 10%
- Flux C : 31-36 T/km²/an

$$FPOC_i = (Q_i \pm \sigma_Q) \times (TSS_i \pm \sigma_{TSS}) \times (POC\%_i \pm \sigma_{POC})$$



Némery et al, (Hydrol. Proc. 2023) (Projet Variflux 2008-2010)



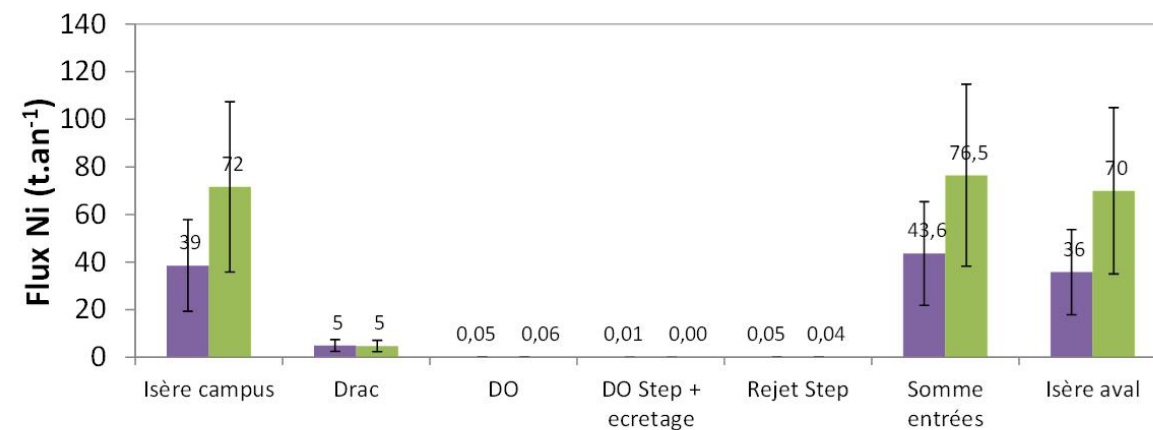
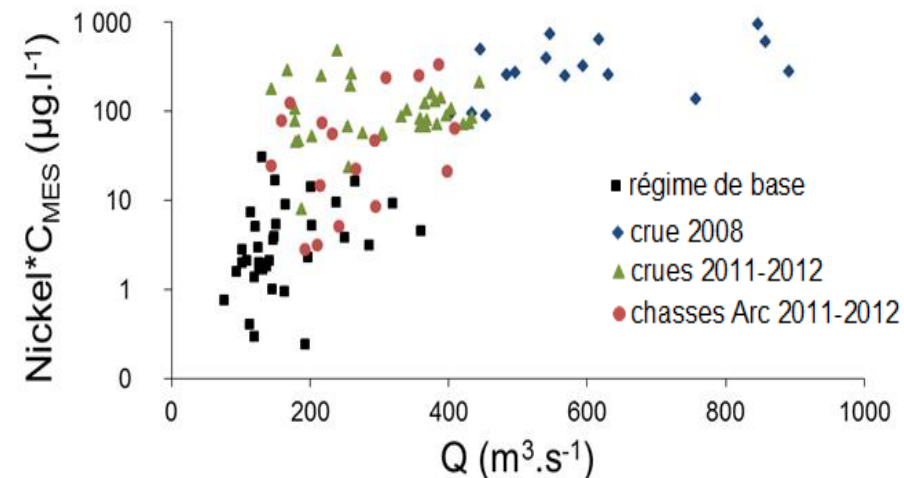
Projet CarboNium (PEPR FairCarbon 2023-2028)

- Flux de C >>>> poster C. Crapart
- Métabolisation du C >>> Thèse M. Gilles
- Stockage du C

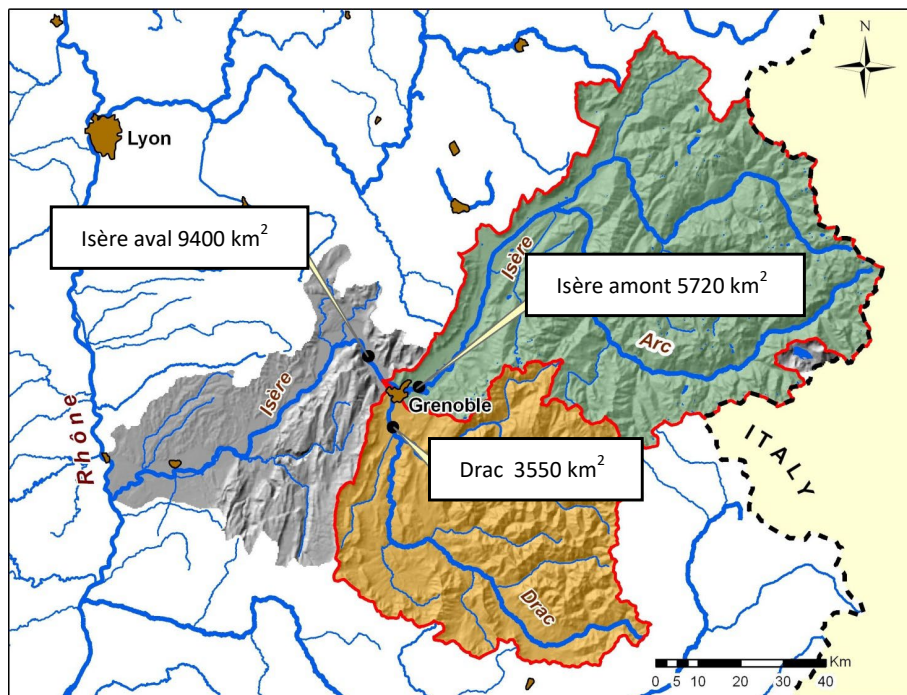
Flux de contaminants dans un contexte urbain

Thèse CIFRE de Solène Dutordoir (2011-2014)

- Apports de contaminants de l'agglomération de Grenoble
- Contribution des déversoirs d'orage aux flux totaux
- Apport méthodologique des suivis MES/débit en continu pour le calcul de flux des métaux particuliers



Laroche N, Dutordoir et al, (Tech. Sc. Méthodes 2013)



Conclusions et perspectives

Métérologie du site atelier principalement focalisée jusqu'ici sur la compréhension physique des flux

- Réseau de mesure des flux solides et contaminants associés
- Nombreux tests météorologiques en lien avec les chasses de l'Arc (à date connue)
- Liens avec les problématiques de gestion de barrages et des rejets urbains

Des problématiques qui s'ouvrent vers d'autres flux

- Mesure des flux de sable; comment améliorer le suivi des flux de MES en prenant mieux en compte les sables (thèse EDF Anne Meurou)?
- Interactions nappes-rivières; quelle est la contribution des eaux souterraines aux flux d'eau et de contaminants (thèse Nathan Minon)?
- Usages partagés : quels apports de la métérologie des flux en climat changeant pour qualifier et quantifier le partage des usages (thèse Alice Roze)?

Séminaire d'échange
Site atelier "Arc-Isère"
2 avril 2026 - INRAE Grenoble

Partenaires de l'événement :



Caractérisation des bancs de galets d'une rivière fortement endiguée à l'aide de données LiDAR et photos aériennes : Application à l'Arc aval

Marianne Laslier

(aujourd'hui Université Picardie Jules Verne, Amiens)

Benoit Camenen & Lionel Pénard, Inrae RiverLy



INRAE



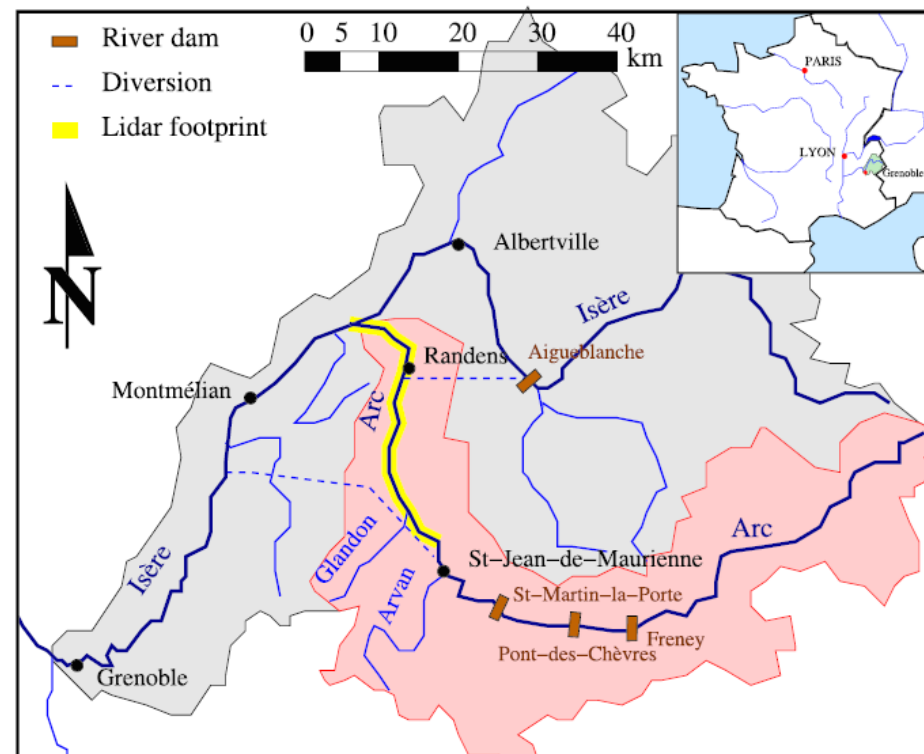
Introduction, contexte

• Rivière Arc en aval de St-Jean-de-Maurienne

- Rivière alpine anthropisée avec un endiguement généralisé et un débit modifié
- Forte dynamique sédimentaire avec la présence de bancs de galets peu végétalisés

• Objectifs de l'étude

- Proposition d'une méthodologie pour caractériser les bancs de galets sur la base de données LiDAR
- Application sur le tronçon aval de l'Arc
- Proposition d'une typologie des bancs
- Caractérisation de l'impact de la crue de juin 2013



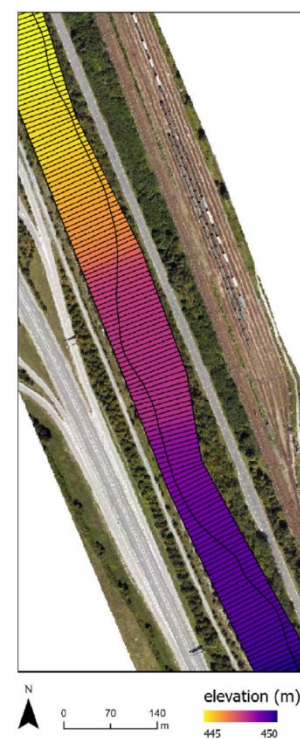
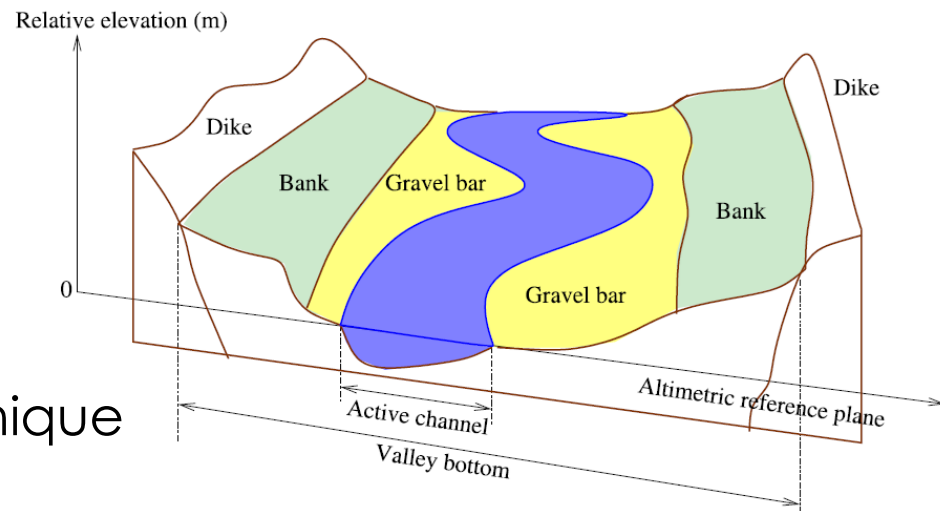
Méthodologie

• Traitement LiDAR

- Plan de référence sur la surface libre adapté de la méthode d'Alber et Piégay (2011): Fluvial Corridor
- Création MNT et DoD (*DEM of Difference*) en diachronique
- Segmentation manuelle des bancs de galets
- Traitement orthophoto pour la végétation
- Utilisation d'un modèle hydraulique 1D

• Extraction de métriques

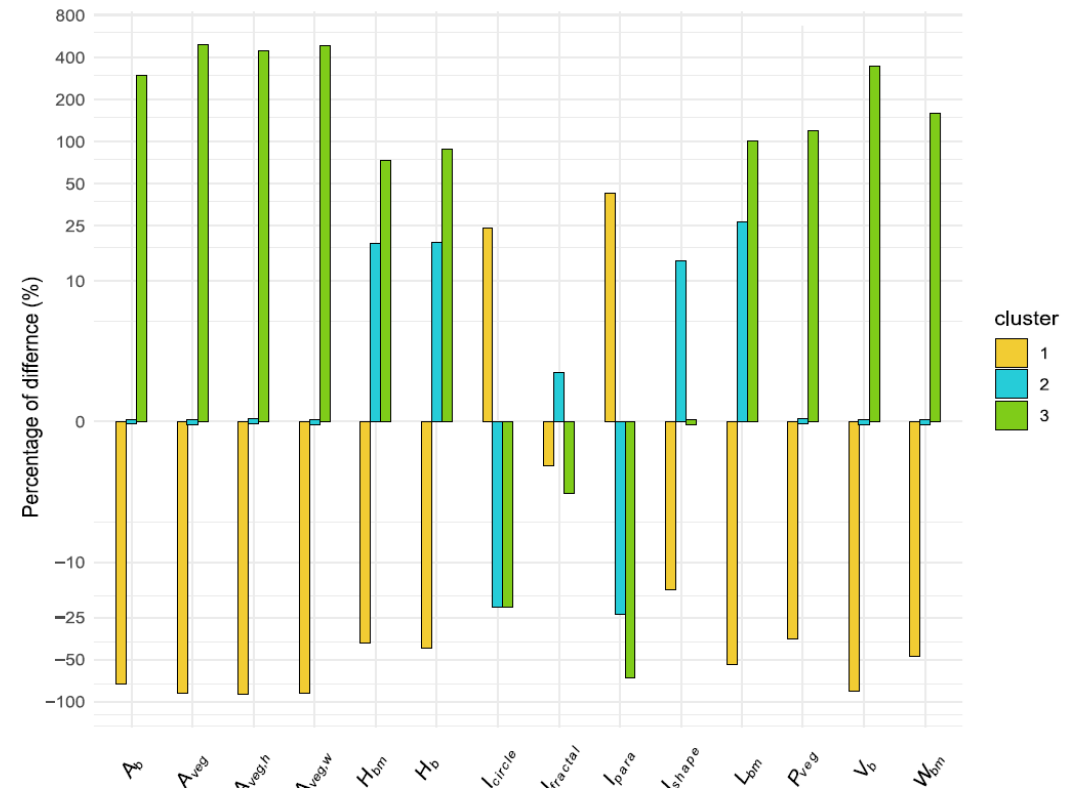
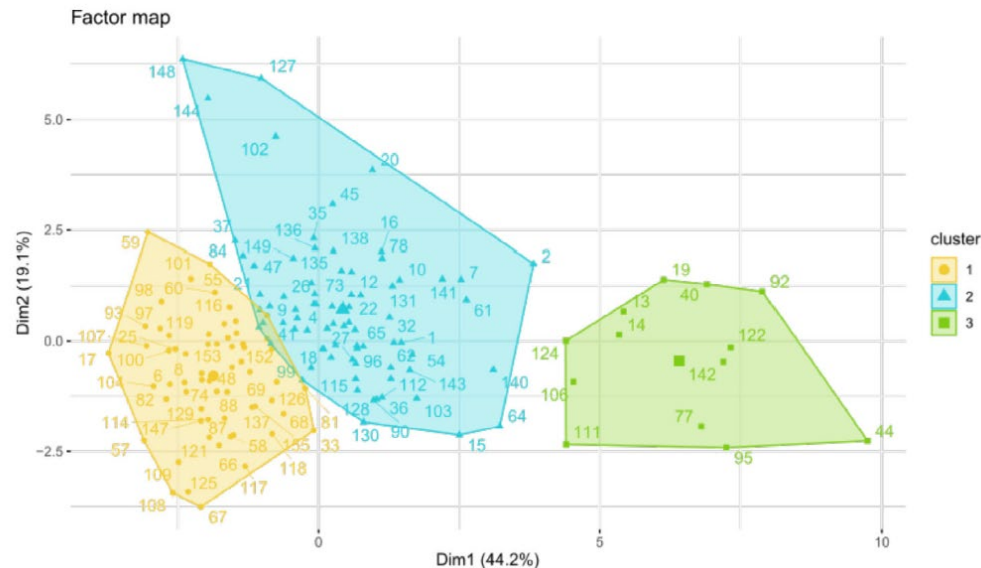
- Élévation relative par rapport au plan de référence (étiage)
- Caractérisation des bancs (position, surface, volume, hauteur, longueur, largeur, périmètre, etc., % végétalisation, herbacée ou arbustive)
- Caractérisation de la morphologie de la rivière (pente, sinuosité, largeur, ratio d'aspect, contrainte moyenne au fond pour un débit d'étiage et crue)



Analyse en composantes principales

Basée sur les caractéristiques des bancs
(80 en 2010; 73 en 2013)

- Cluster 1: Petits bancs libres et îlots, non végétalisés
- Cluster 2: Bancs de taille moyenne, allongés, mobiles, et peu végétalisés
- Cluster 3: Grands bancs de galets végétalisés



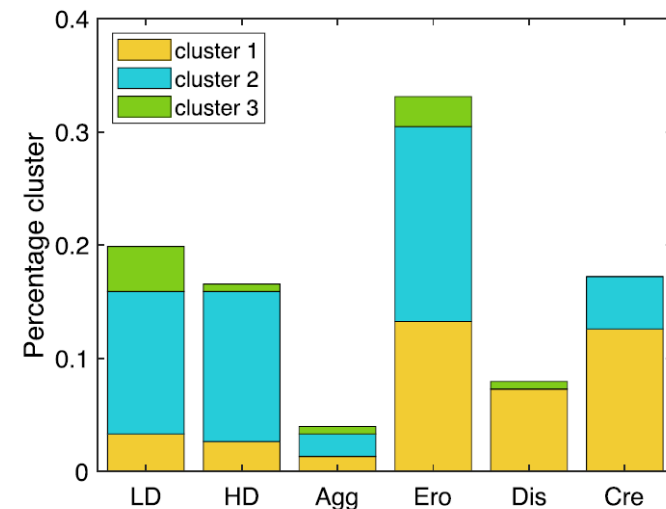
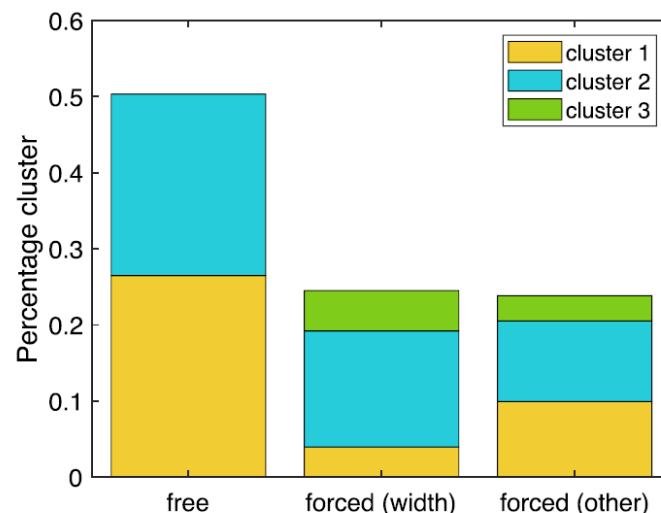
Analyse « experte »

- **Forçage**

- Libre
- Forcé (variation de largeur)
- Forcé (virage, pont, confluence)

- **Dynamique**

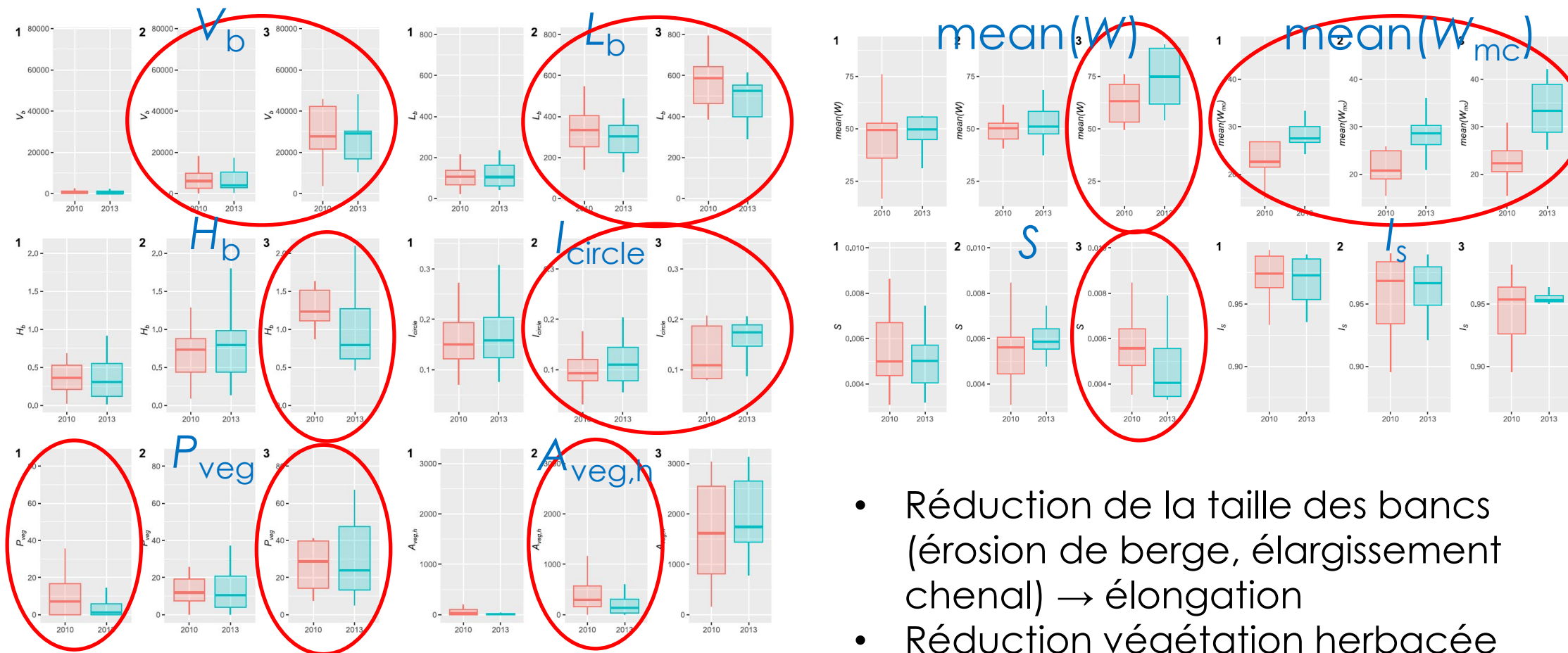
- Pas de dynamique
- Mouvement aval
- Aggradation
- Érosion
- Disparition
- Création



Pas de relation directe

- Cluster 1: Érosion, disparition ou création
- Cluster 3: Bords forcés stables
- Cluster 2: Bords hybrides ?

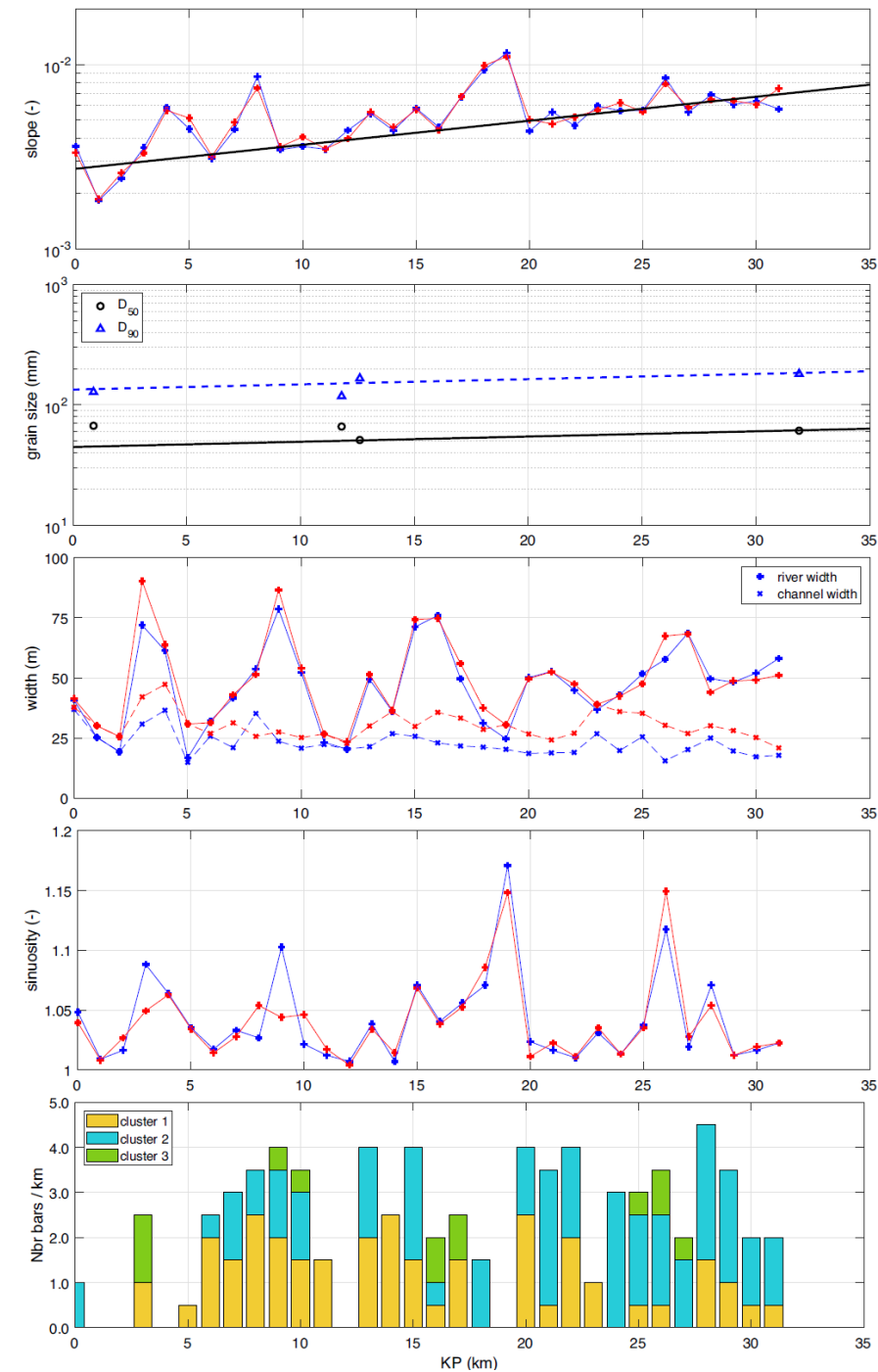
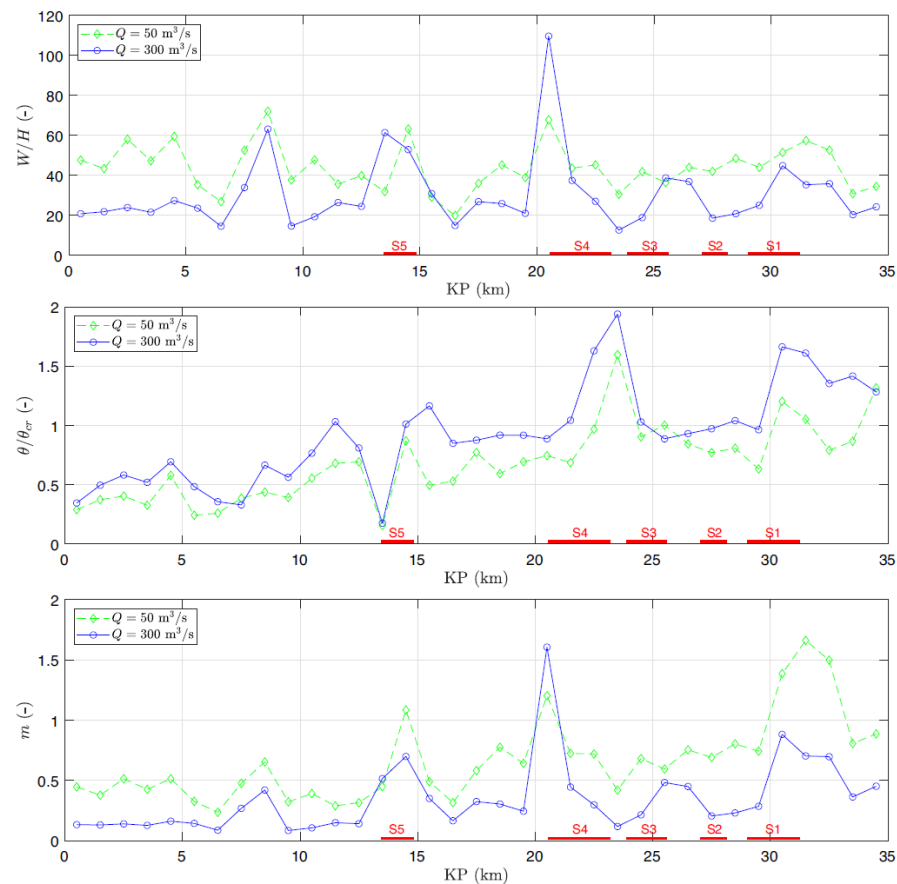
Effet de la crue de juin 2013



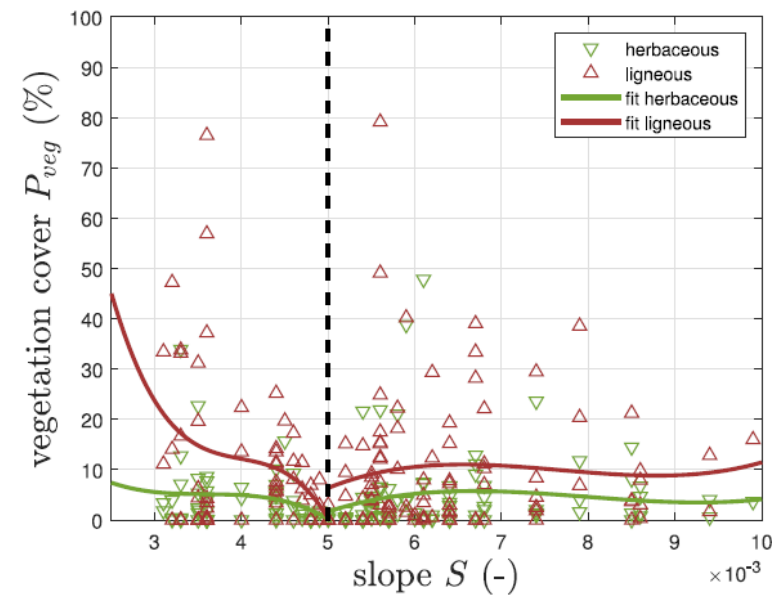
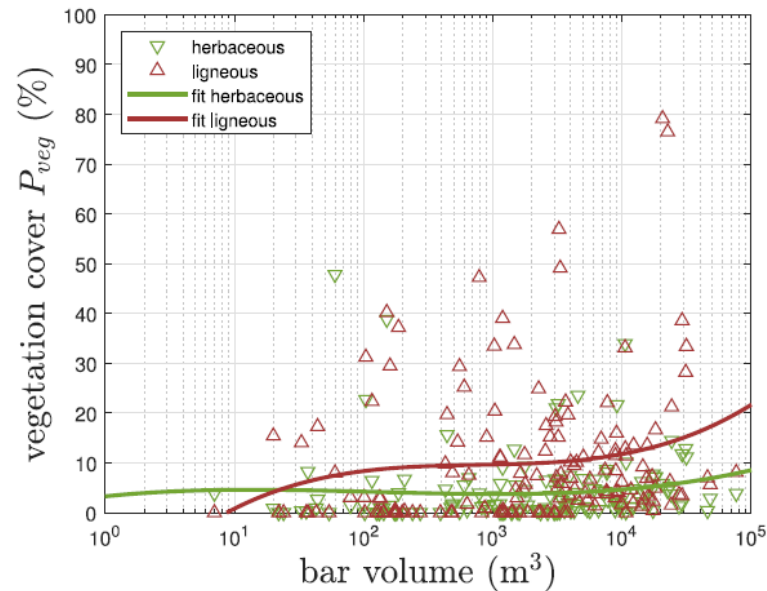
- Réduction de la taille des bancs (érosion de berge, élargissement chenal) → élongation
- Réduction végétation herbacée

Analyse longitudinale

- Pas de lien direct avec largeur ou sinuosité
- Système de bancs alternés (hybrides) observé pour des ratios d'aspect et contraintes relativement élevés
- Potentiel effet d'un barrage (Christine en aval)



Effet de la végétation



- Corrélation entre végétation (arbustive) et volume du banc
→ cluster 1: bancs jeunes peu végétalisés; cluster 3: bancs anciens très végétalisés
- Corrélation inverse avec la pente pour $S < 0.5\%$

Conclusions et perspectives

• Caractérisation des bancs de galets

- Intérêt des métriques décrivant bancs et tronçons de rivière
 - Apport des variables hauteur de banc, volume (2D → 3D) issus du MNT LiDAR
 - Apport de la description végétation herbacée et arbustive
 - Meilleure compréhension statistique des effets d'une crue
- Améliorations possibles
 - Difficultés d'interprétation si présence de chenaux transverses
 - Délimitation automatique encore complexe

• Typologie des bancs

- Trois types de bancs fonction de la taille et de l'âge de la forme sédimentaire
 - Cluster 1: Petits bancs libres et îlots, jeunes et non végétalisés
 - Cluster 2: Bancs hybrides de taille moyenne, allongés, mobiles, et peu végétalisés
 - Cluster 3: Grands bancs de galets anciens et végétalisés (arbres)
- Typologie à relier à l'analyse experte, généralisable à d'autres rivières alpines endiguées?

Séminaire d'échange
Site atelier "Arc-Isère"
2 avril 2026 - INRAE Grenoble

Partenaires de l'événement :



Processus de végétalisation des lits endigués : facteurs de contrôle et variabilité spatio-temporelle

Janssen Philippe¹, Godfroy Julien¹, Borgniet Laurent¹, Piégay Hervé², Melun Gabriel³

¹Université Grenoble Alpes, INRAE, LESSEM

²Université Lyon, UMR 5600 EVS, CNRS, ENS de Lyon

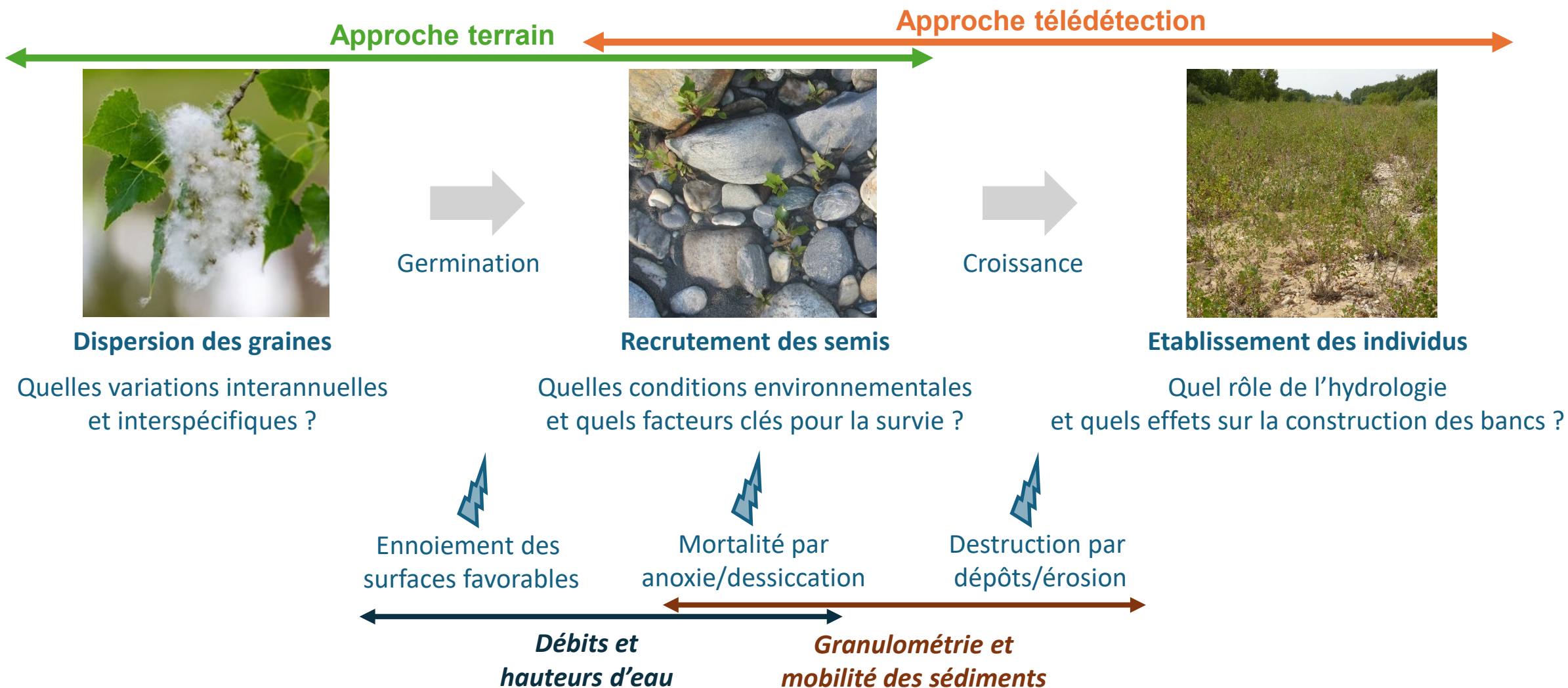
³Office Français de la Biodiversité, Direction de la recherche et de l'appui scientifique



Objectifs et description de l'action

- Projet OFB/INRAE 2023-2028
- Préciser les connaissances sur les conditions d'installation et de croissance des végétations riveraines dans un contexte multi-stress
- Proposer des développements méthodologiques autour du suivi multi-temporel et multi-sites de la végétalisation par télédétection
- Etudier les liens entre l'installation et la croissance des végétations et l'hydrologie saisonnière
- Zone d'étude se concentre sur le lit endigué de l'Isère entre Albertville et Montmélian avec un focus fort sur un tronçon d'environ 5 km

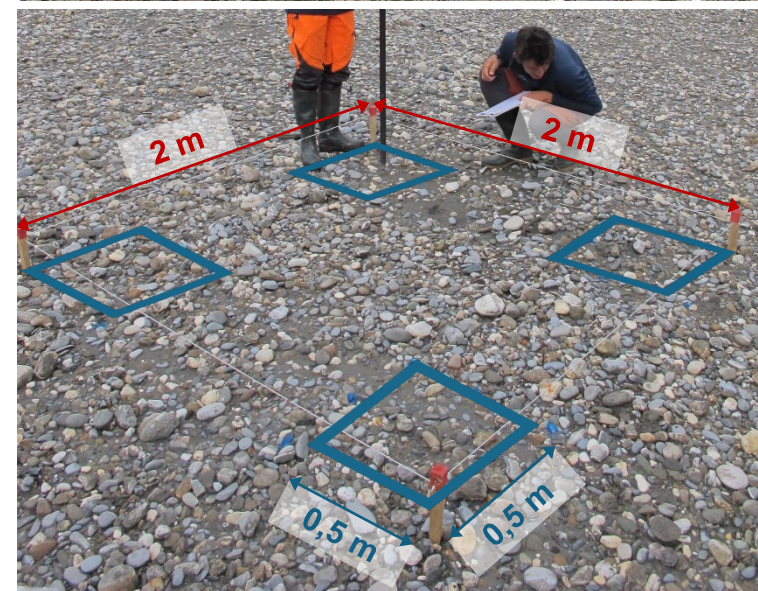
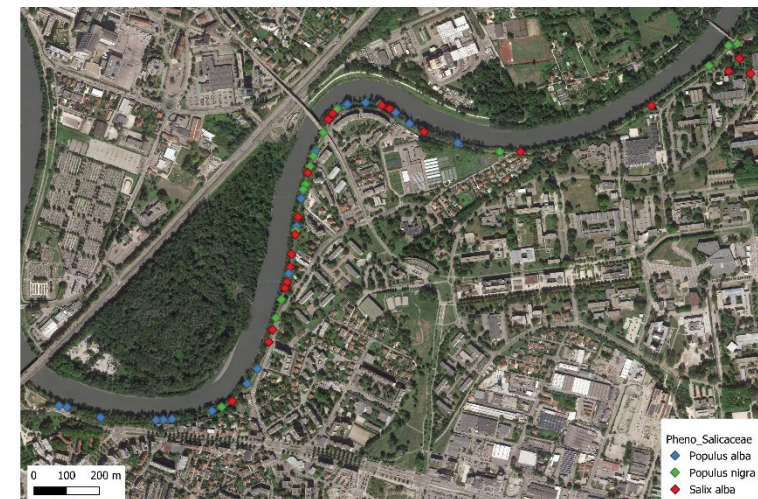
Processus de végétalisation



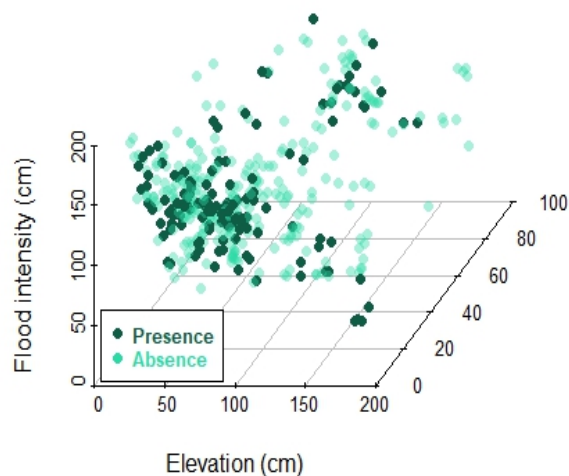
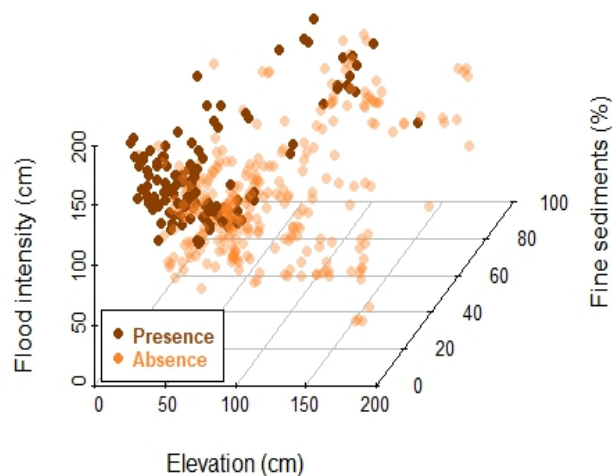
Approche terrain: méthodologie

Dispersion et recrutement

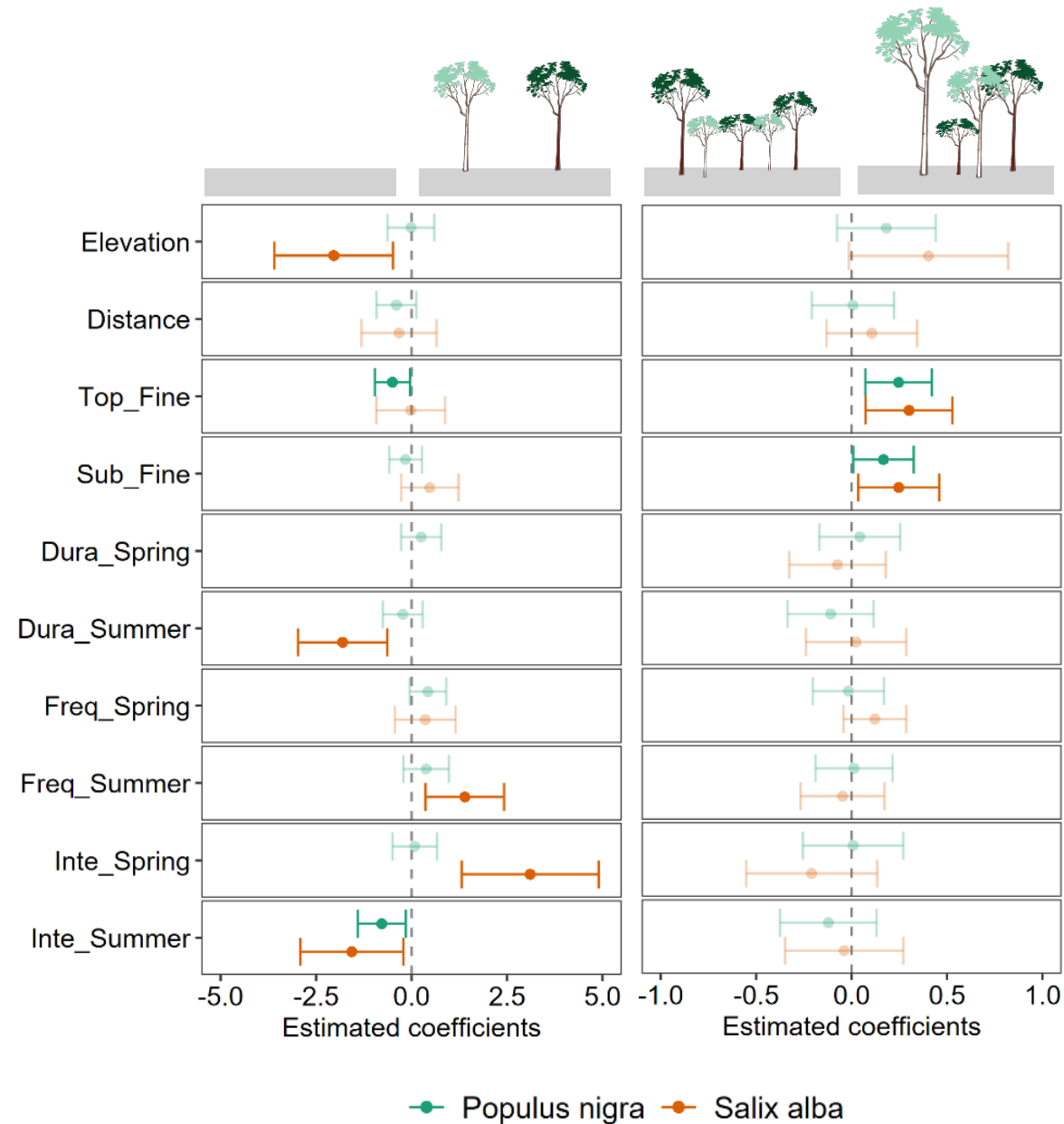
- Suivi phénologique sur 3 années
60 individus suivis 1 à 2 fois/semaine (*Populus alba*, *Populus nigra* et *Salix alba*)
- Suivi des communautés riveraines
Inventaires à l'échelle des bancs (6/an)
Relevés phytosociologiques à l'échelle de quadrats (n = 108)
- Suivi du recrutement des salicacées
Mesures des individus à l'échelle de placettes (n = 432)



Approche terrain: résultats



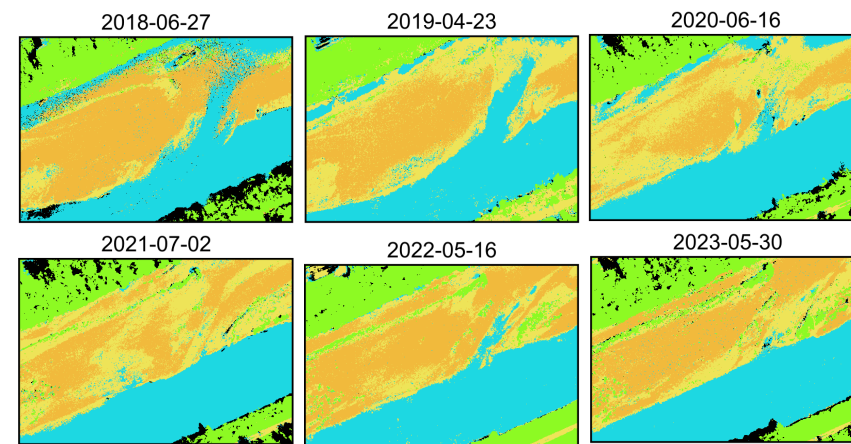
- Fenêtre de recrutement de *Salix alba* bien définie
- Forte valence écologique de *Populus nigra*
- Distribution des individus contrainte spatialement



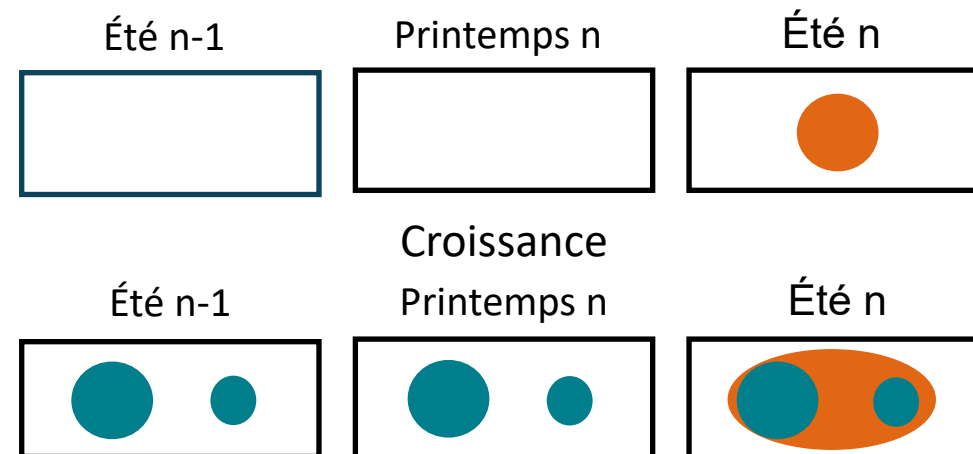
Approche télédétection: méthodologie

Établissement et destruction

- Extraction de l'occupation du sol par analyse d'images
Chrono-séquence d'imagerie multi-source depuis 2018
Modèles d'apprentissage et utilisation d'indices
- Reconstruction de la dynamique de la végétation (> 2m²)
Opérations spatiales pour caractériser les changements
Analyses de la série temporelle et de la cinquantennale
- Exploration des drivers de l'établissement et la destruction
Granulométrie de surface et série hydrologique



Recrutement / Établissement



Approche télédétection : résultats

Conditions d'établissement de la végétation

- Certaines années sont plus propices à l'établissement de la végétation

Années sèches favorables à la végétalisation du lit

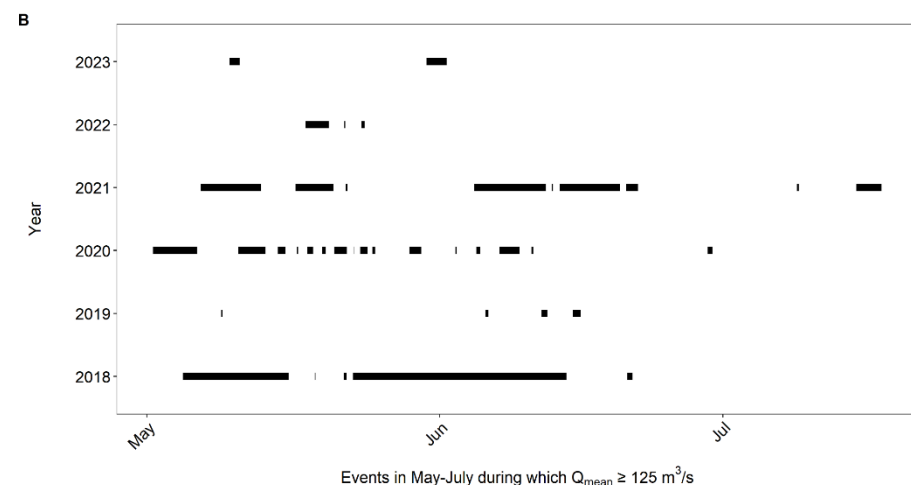
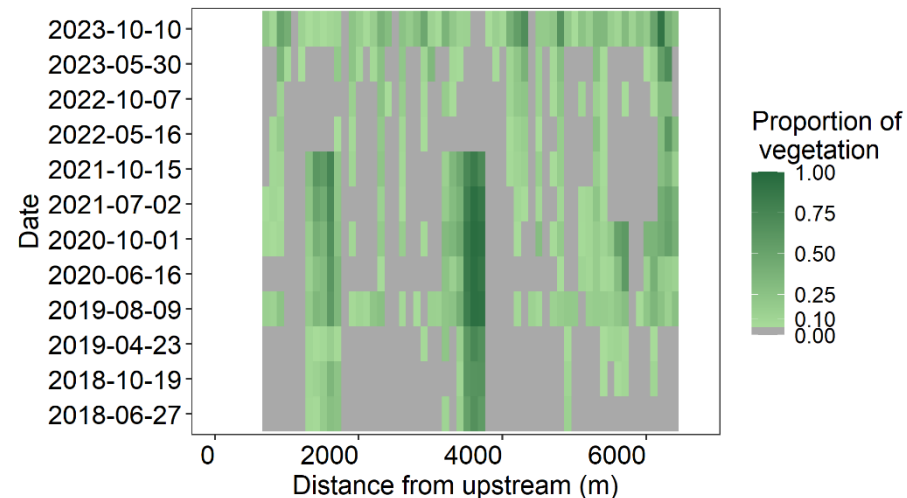
Seuil observé entre $125 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ => f(submersion)

= (Recrutement -) > 30j/mai-juin vs. < 10j/mai-juin (Recrutement +)

- La végétation s'établit plutôt sur des surfaces de fines et/ou en eau à $110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ou moins

La majorité du recrutement et de la croissance est observé sur ces surfaces (> 70%), avec un effet du débit de l'image

Une proportion moins importante de ces surfaces se végétalise quand l'hydrologie est défavorable

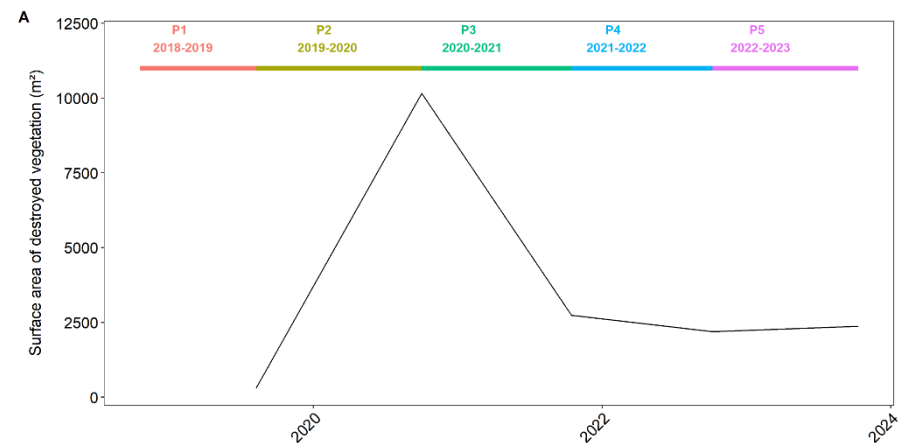


Approche télédétection : résultats

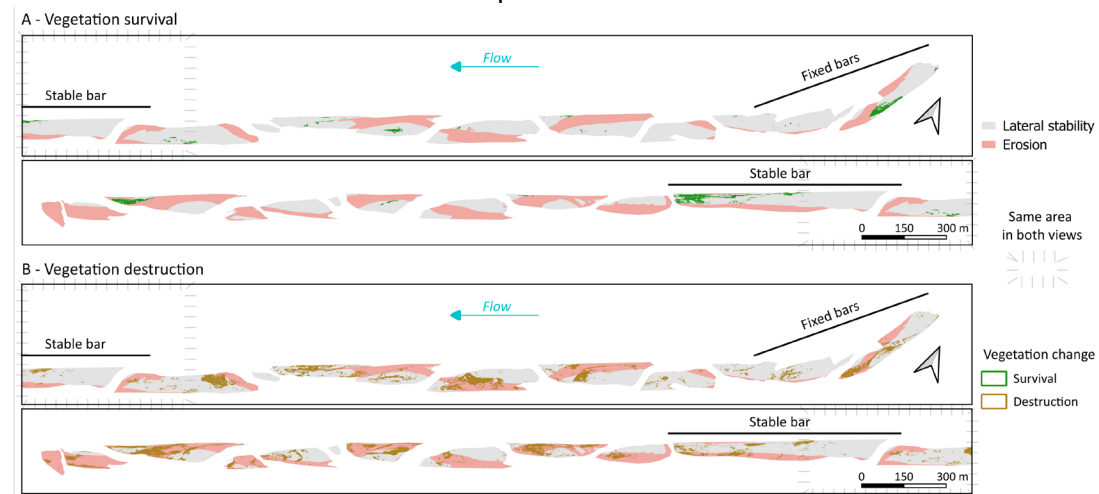
Conditions de destruction de la végétation

- Peu de destruction par l'hydrologie sur 2018-2023
Hydrologie insuffisante pour régénérer la végétation
Destruction observée pour des épisodes de crues sur une végétation jeune (< 1 an)

- Un effet morphogène de la cinquantennale de 2023
> 80% des surfaces végétalisées détruites et mobilité des sédiments observée sur tout le tronçon
Survie partielle des plus grandes taches (0.1 à 0.7 ha, ≤ 6 ans)



Effets de la séquence de crues de 2023



Principaux enseignements

Recrutement

- L'hydrologie saisonnière influence le recrutement des Salicacées avec un effet négatif des inondations estivales de forte intensité
- Les dépôts de sédiments fins, en surface et en profondeur, favorisent la croissance et donc l'établissement à terme des Salicacées

Établissement

- L'établissement de la végétation dans le tronçon est influencé par l'hydrologie printanière et estivale, avec un effet négatif de la submersion prolongée des bancs
- Les zones de fines ou sous l'eau en début de saison ($Q < 110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) sont celles où s'établit préférentiellement la végétation lorsque les conditions hydrologiques sont favorables
- Lorsqu'elle s'établit, la végétation devient très rapidement résistante aux événements hydrologiques de l'Isère, et n'est que partiellement remise à zéro par une crue cinquantennale

Séminaire d'échange
Site atelier "Arc-Isère"
2 avril 2026 - INRAE Grenoble

Partenaires de l'événement :



Dynamique d'un hydrosystème alluvial dans un bassin versant anthropisé : le cas grenoblois

Nathan Minon¹

02-04-2026

Encadrant.e.s :

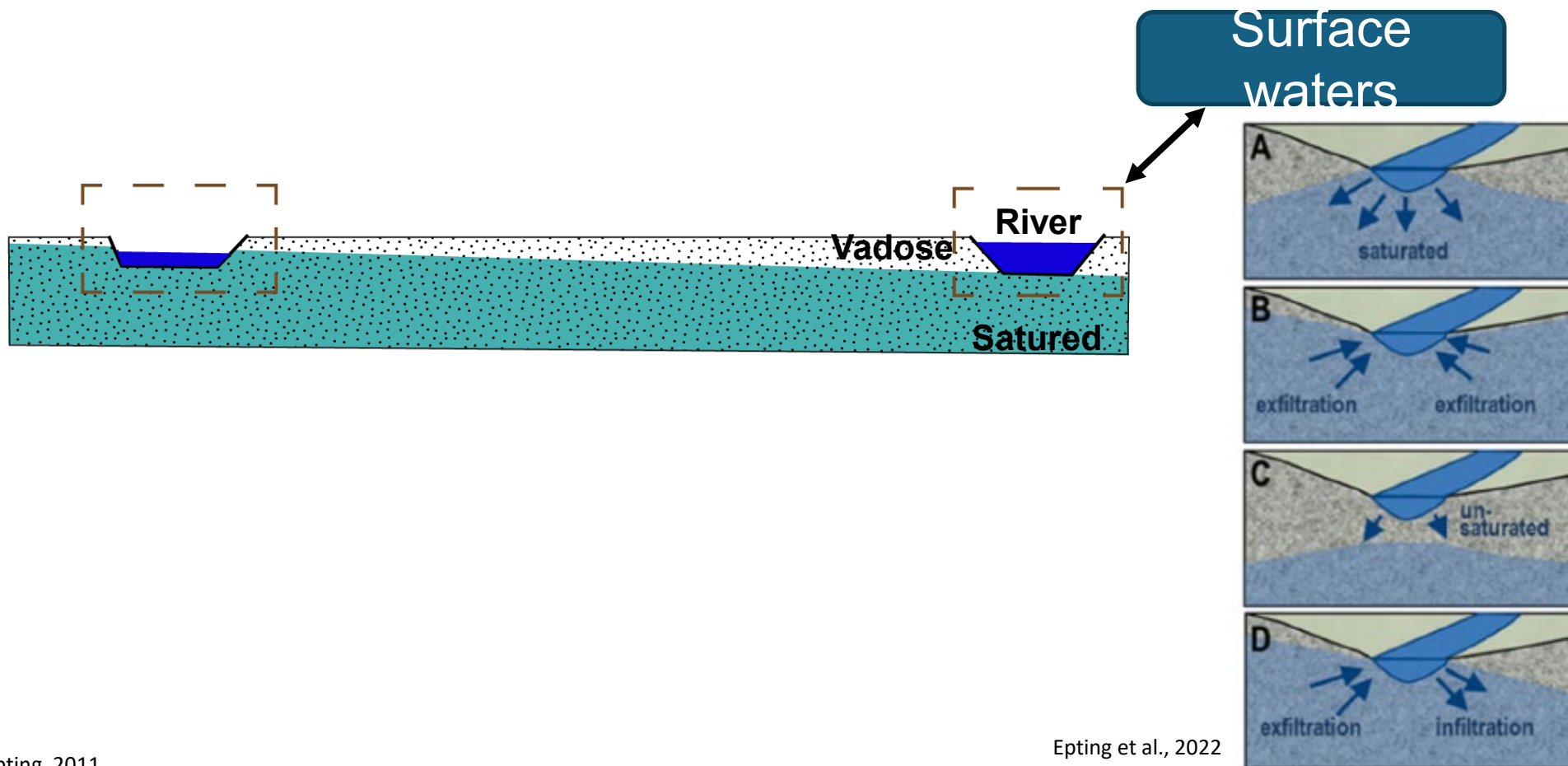
Hélène CASTEBRUNET¹ Gérémy PANTHOU¹

Cédric LEGOUT¹

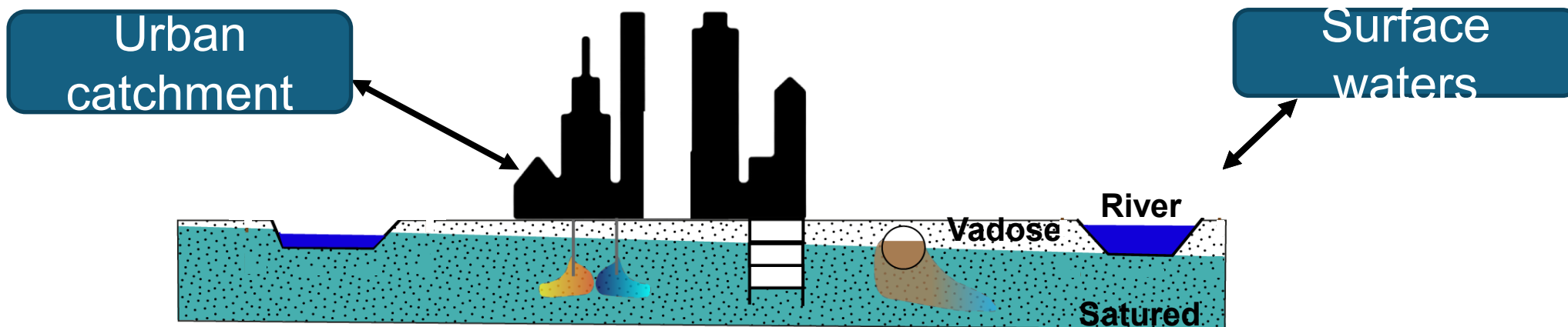
¹Institut des Géosciences de l'Environnement - Grenoble



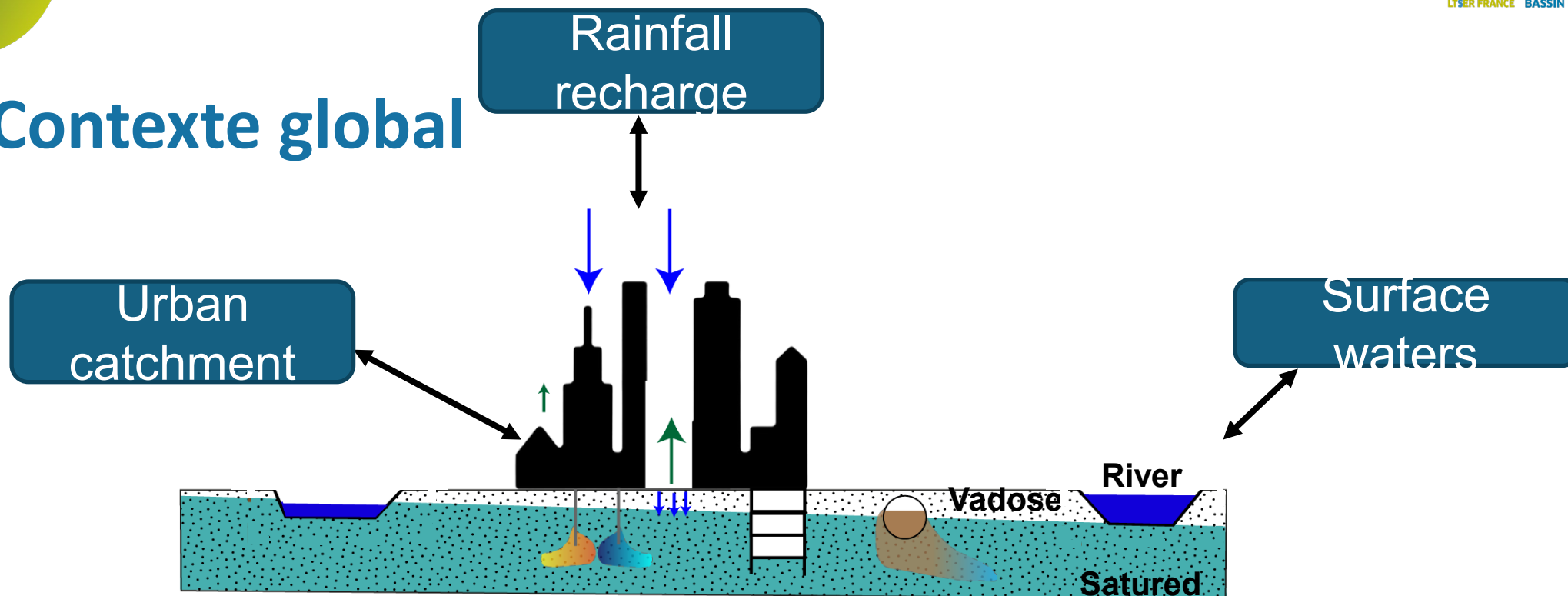
Contexte global



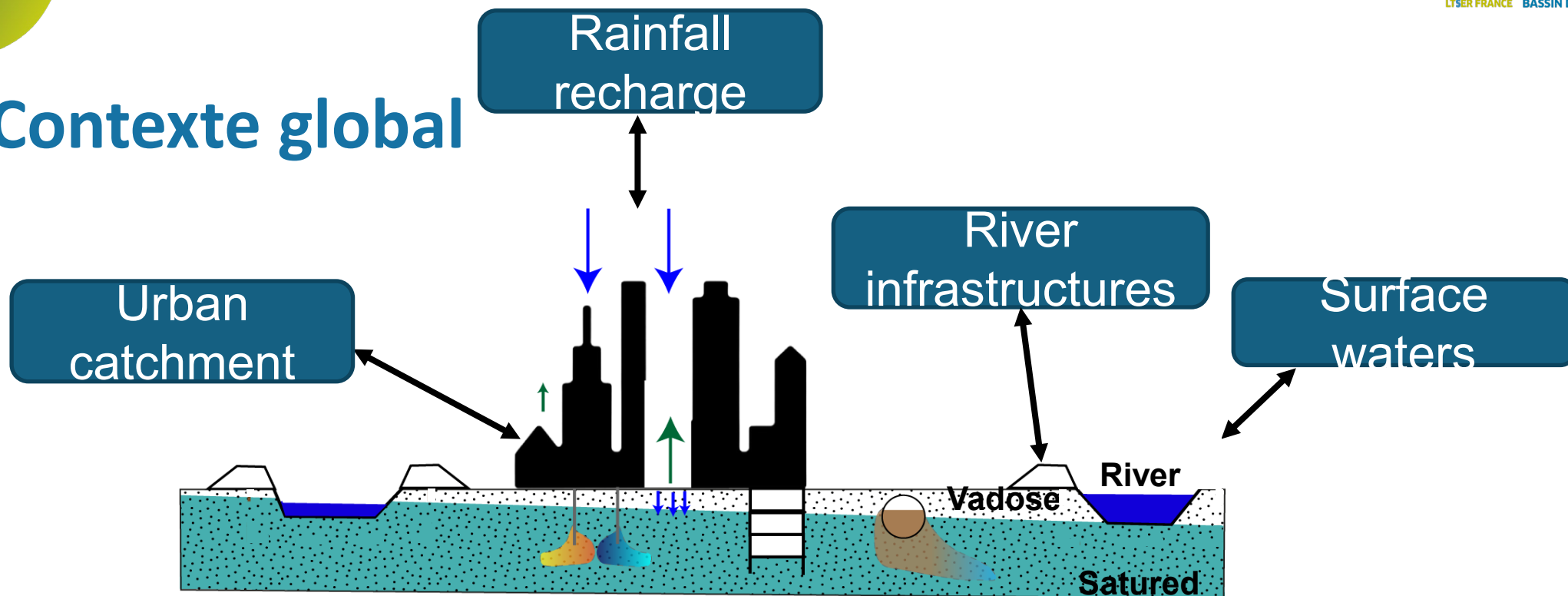
Contexte global



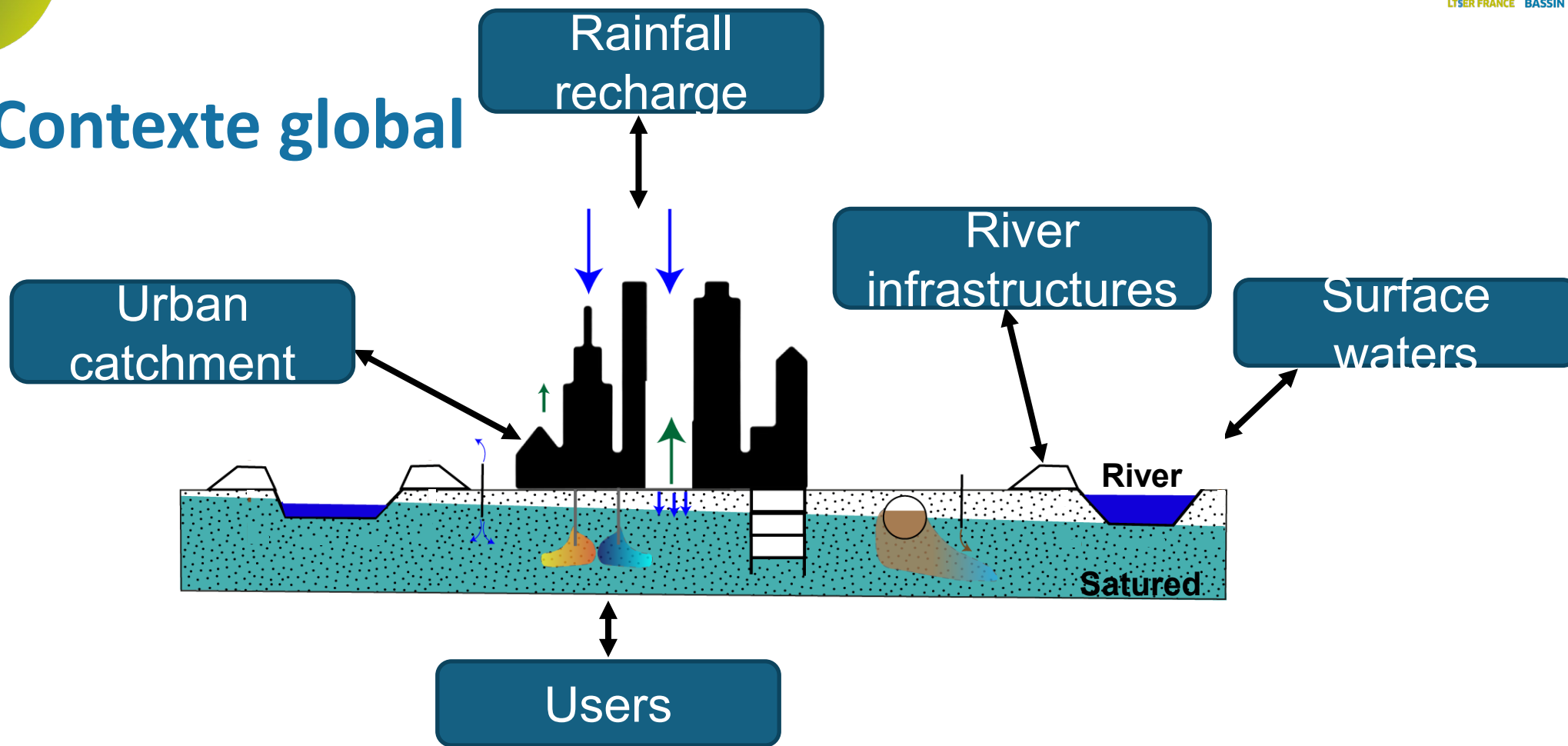
Contexte global



Contexte global



Contexte global

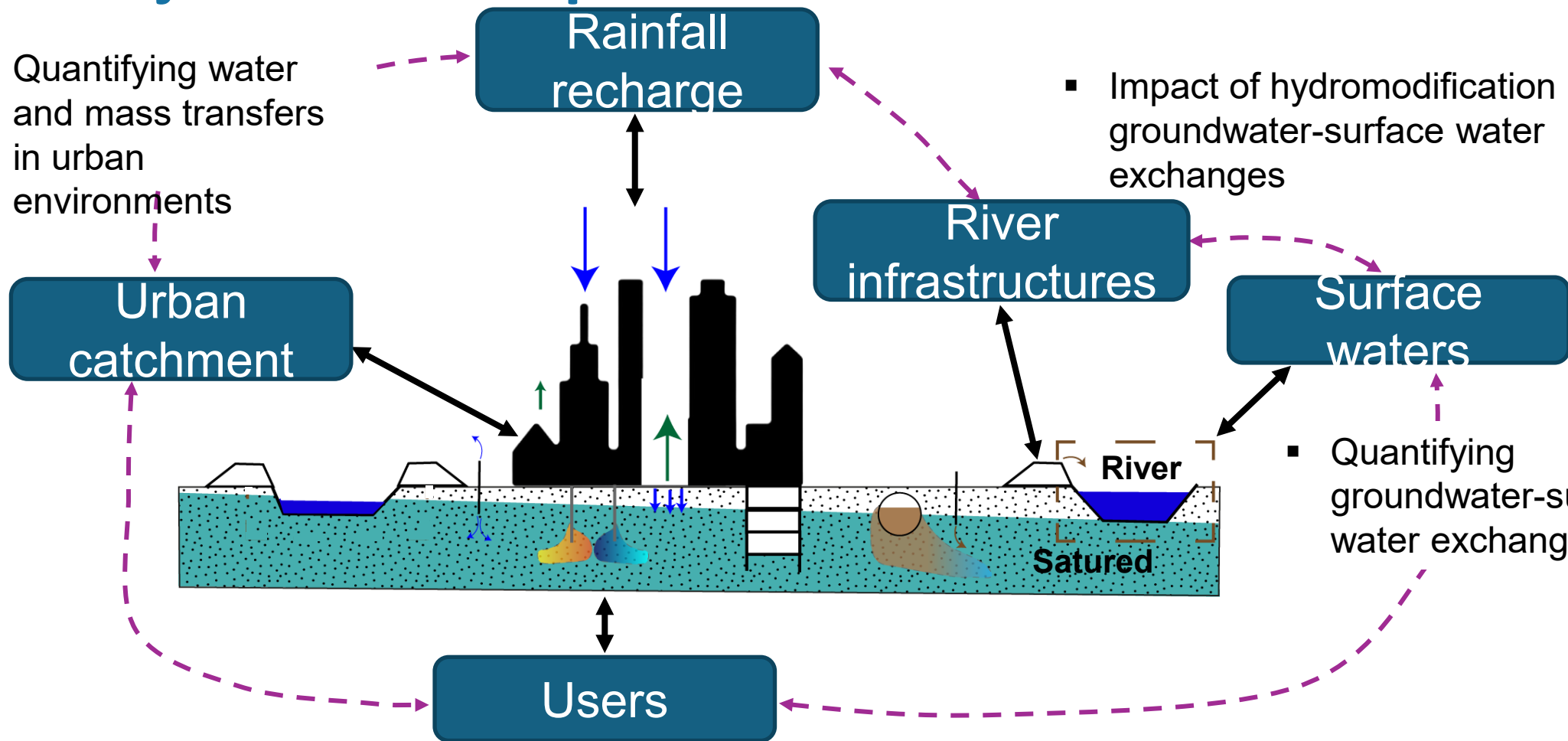


Enjeux scientifiques

- Quantifying water and mass transfers in urban environments

- Impact of hydromodification on groundwater-surface water exchanges

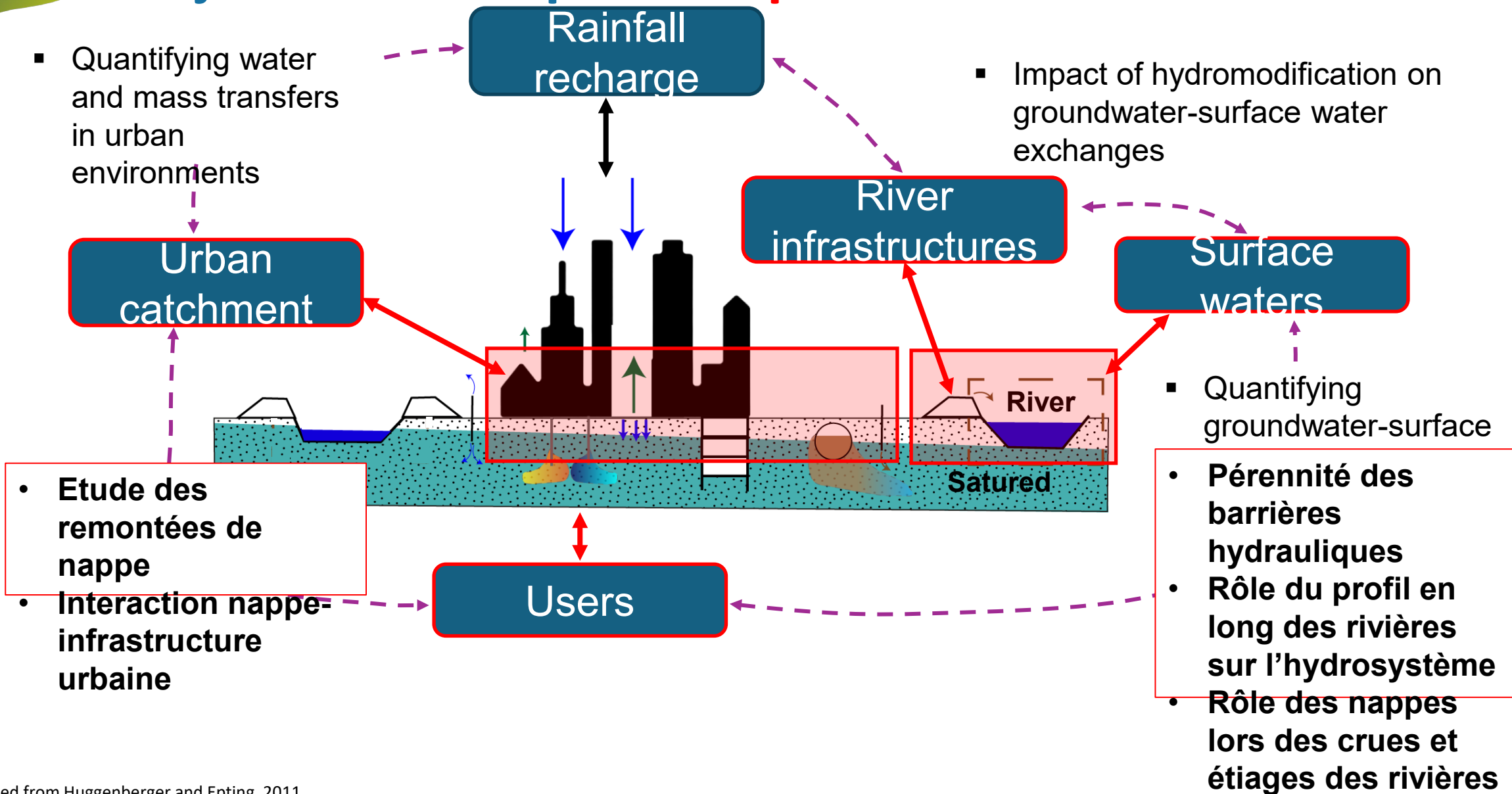
- Quantifying groundwater-surface water exchanges



Enjeux scientifiques et opérationnels

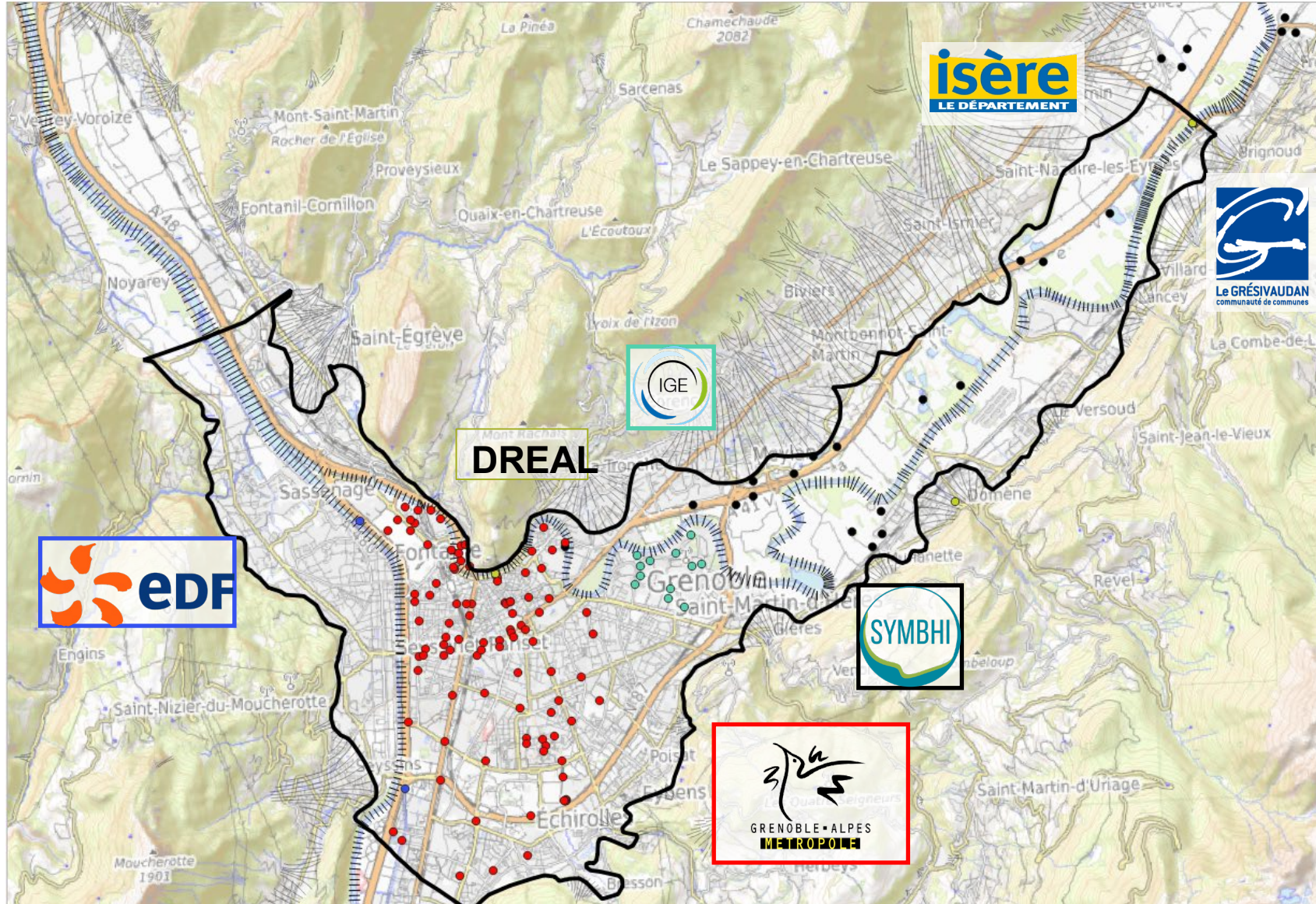
- Quantifying water and mass transfers in urban environments

- Impact of hydromodification on groundwater-surface water exchanges



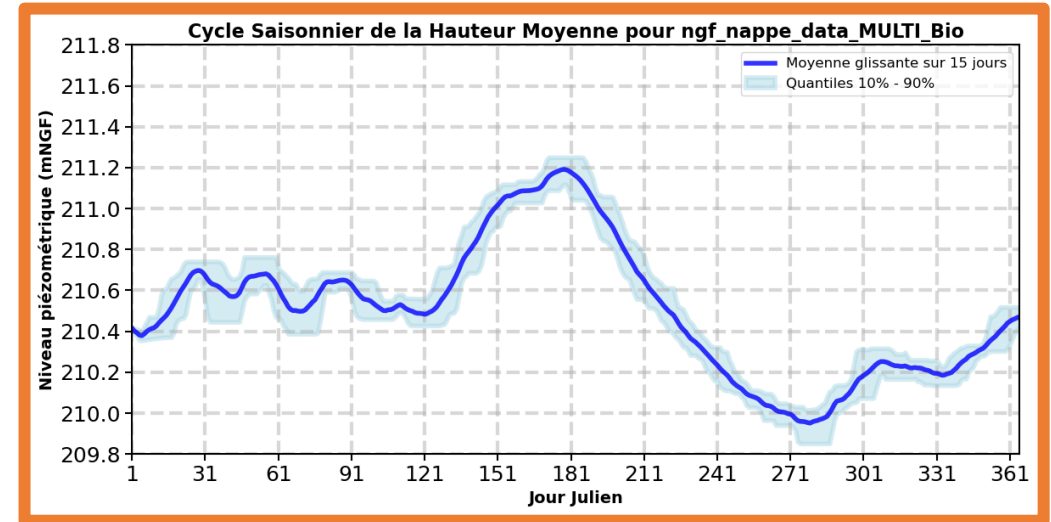
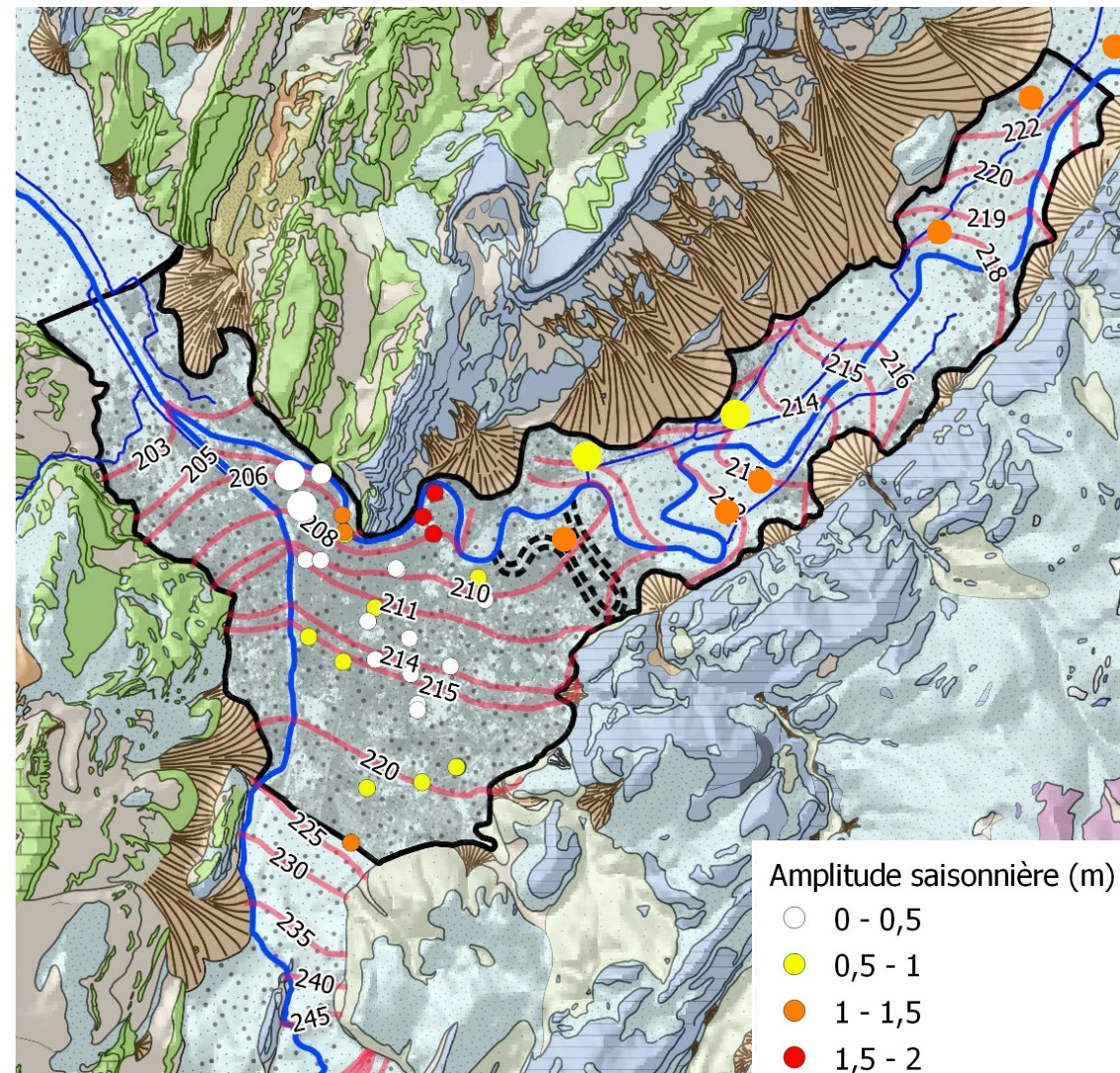
Séminaire d'échange Science Gestion du site atelier « Arc-Isère » - Jeudi 2 avril 2026

Sites d'études et partenaires



Résultats

Quels facteurs contrôlent la *variabilité spatiale* des fluctuations saisonnières des niveaux de nappe ?

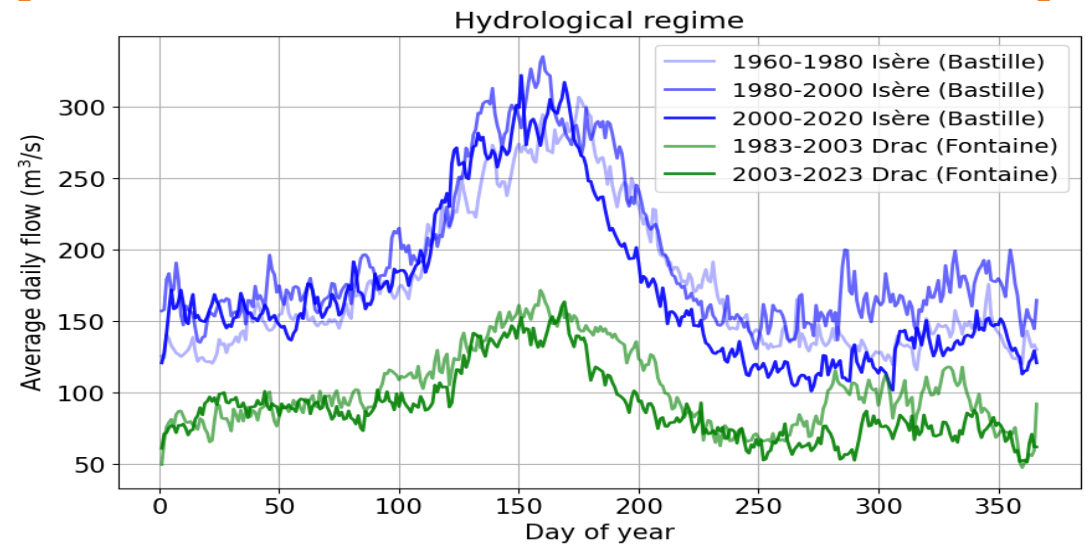
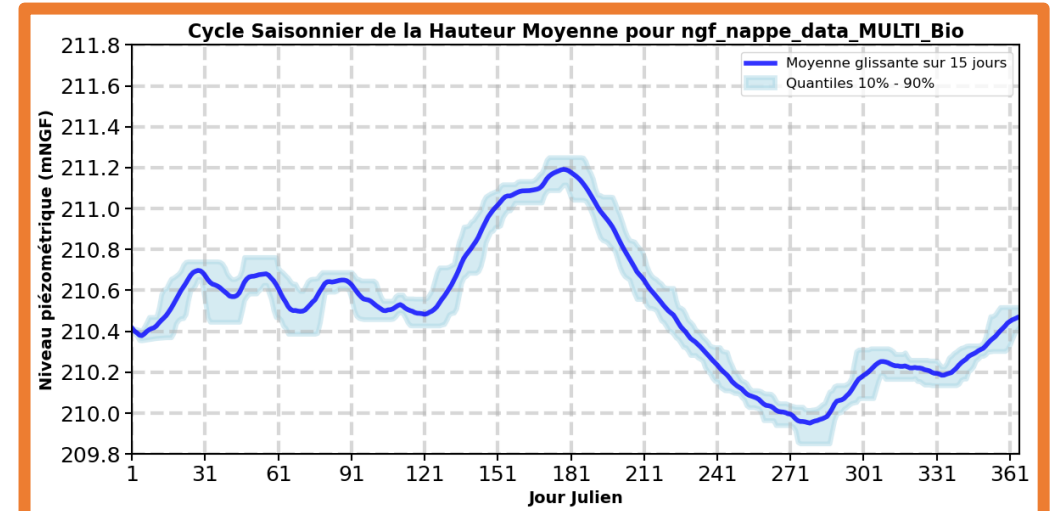
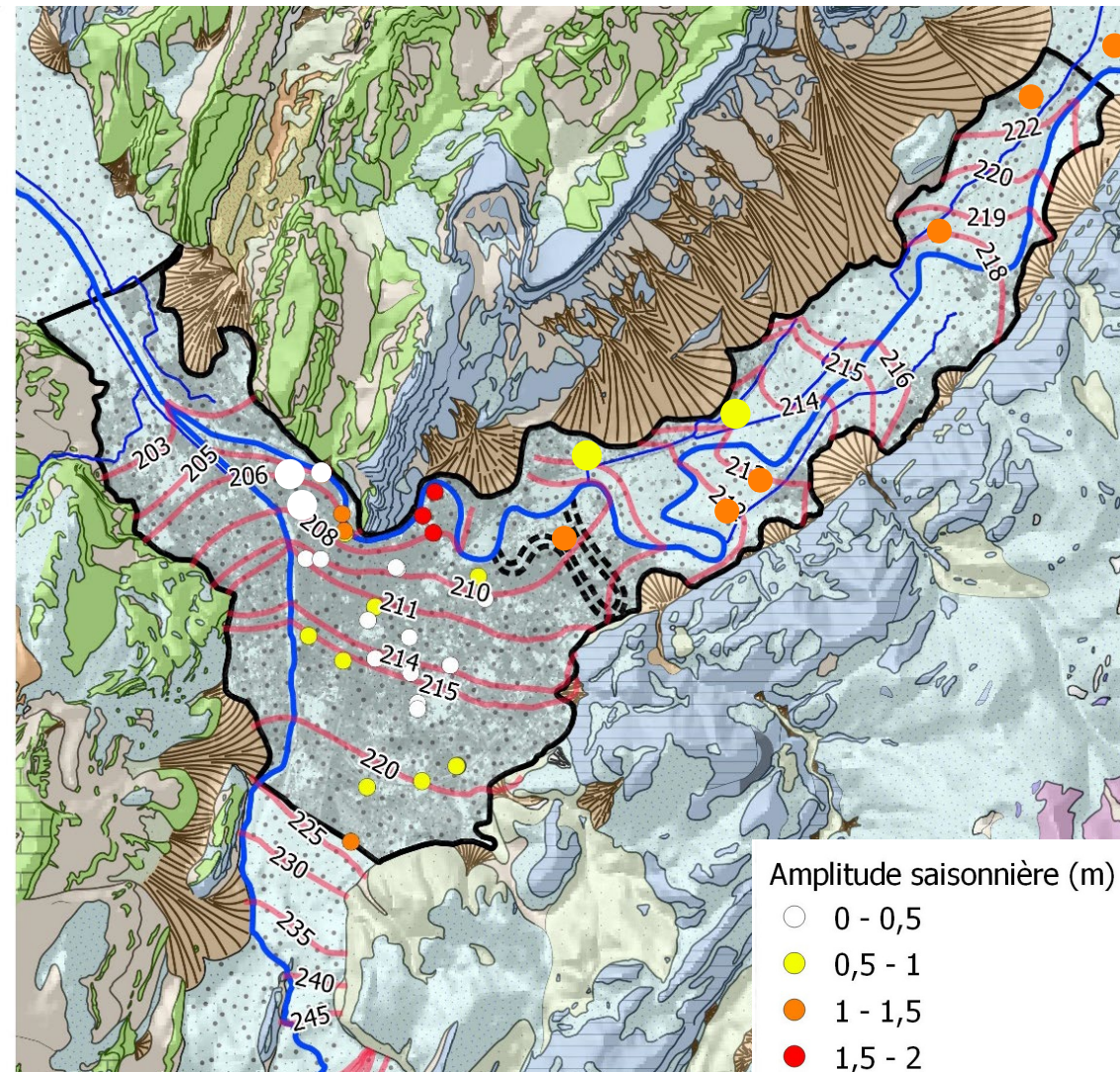


Zone péri-urbaine :

- Forte amplitude saisonnière

Résultats

Quels facteurs contrôlent la *variabilité spatiale* des fluctuations saisonnières des niveaux de nappe ?

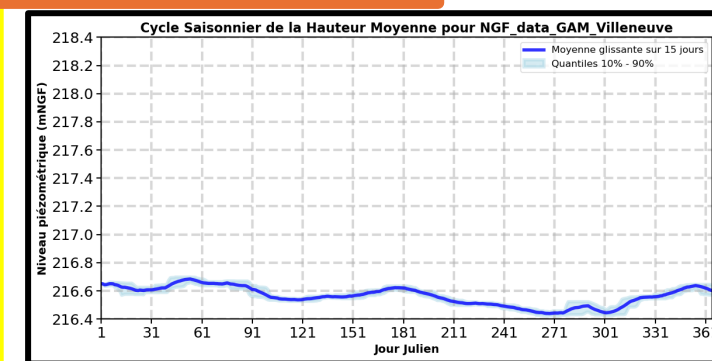
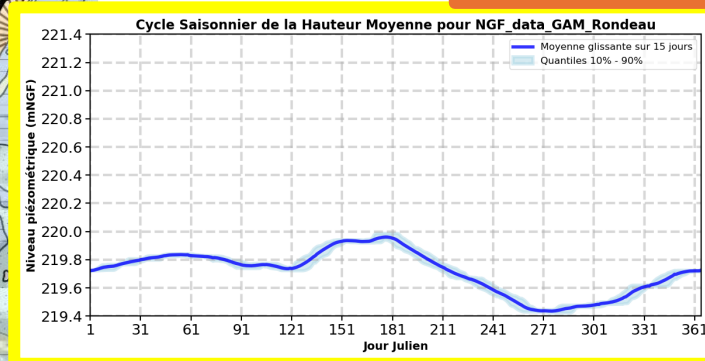
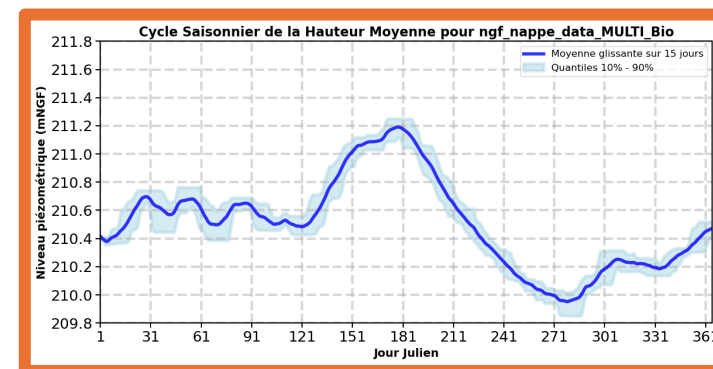
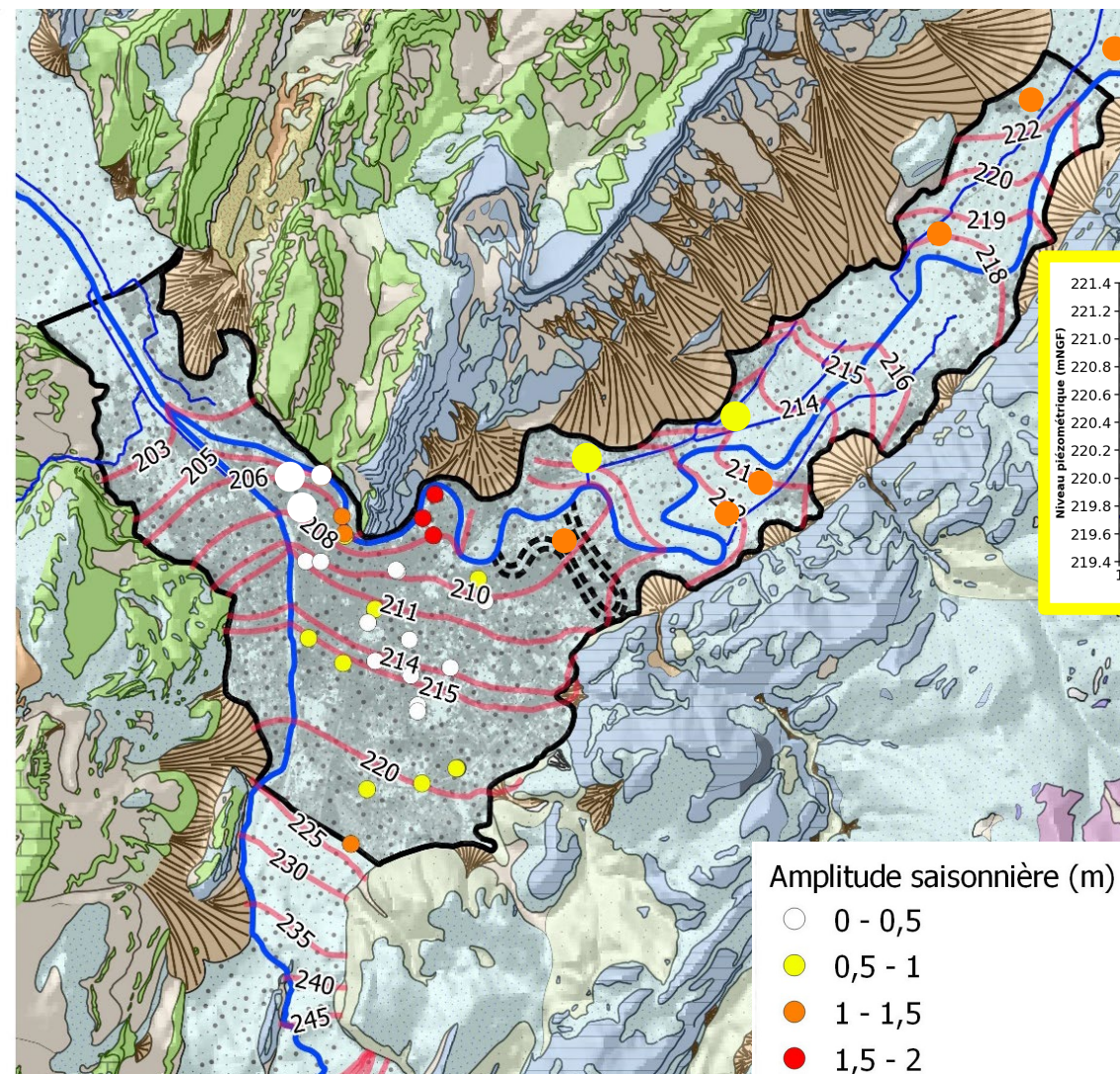


Zone péri-urbaine :

- Forte amplitude saisonnière
- Facteur de contrôle dominant : rivière

Résultats

Quels facteurs contrôlent la variabilité *spatiale* des fluctuations saisonnières des niveaux de nappe ?



Zone péri-urbaine :

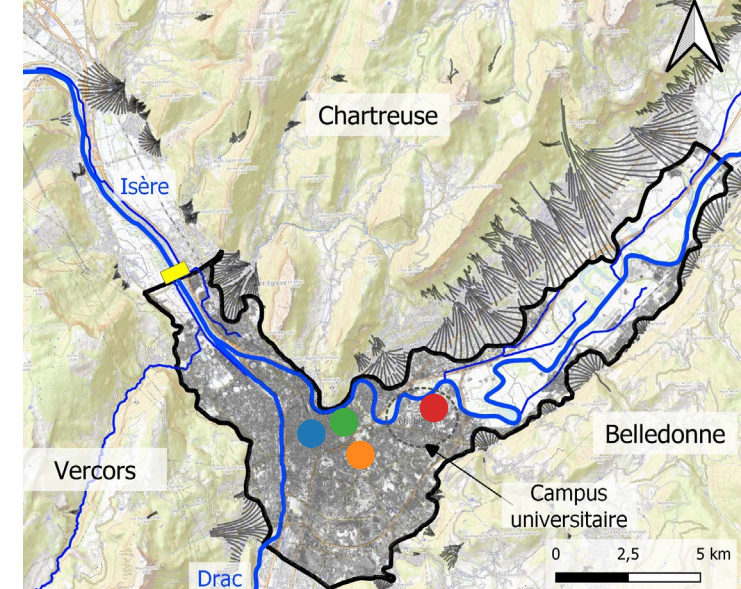
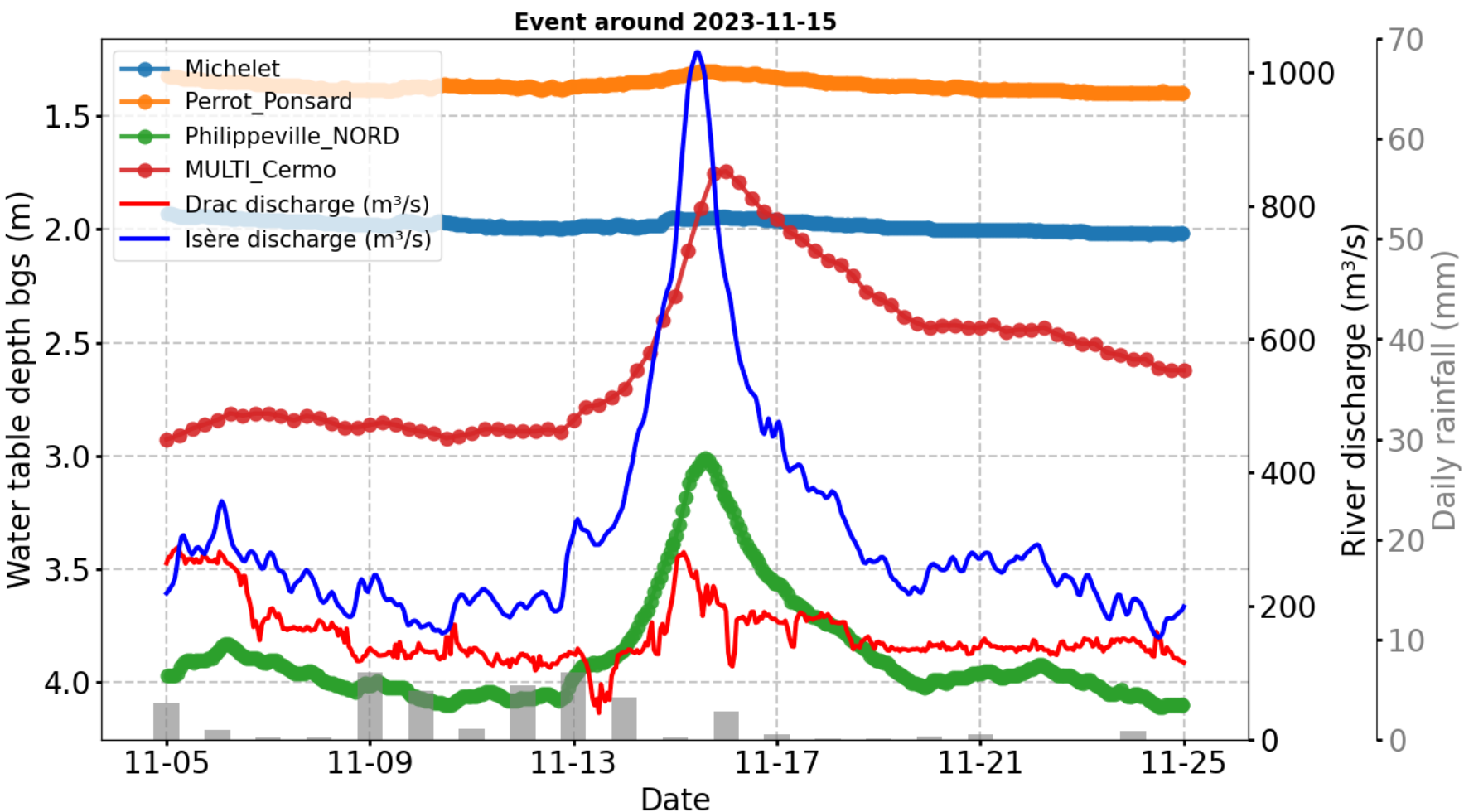
- Forte amplitude saisonnière
- Facteur de contrôle dominant : rivière

Zone urbaine :

- Diminution/absence de saisonnalité
- Facteurs de contrôle dominants :
 - ✓ Rivière
 - ✓ Urbains

Résultats

Quels facteurs contrôlent la variabilité *temporelle* des niveaux de nappe à l'échelle événementielle ?



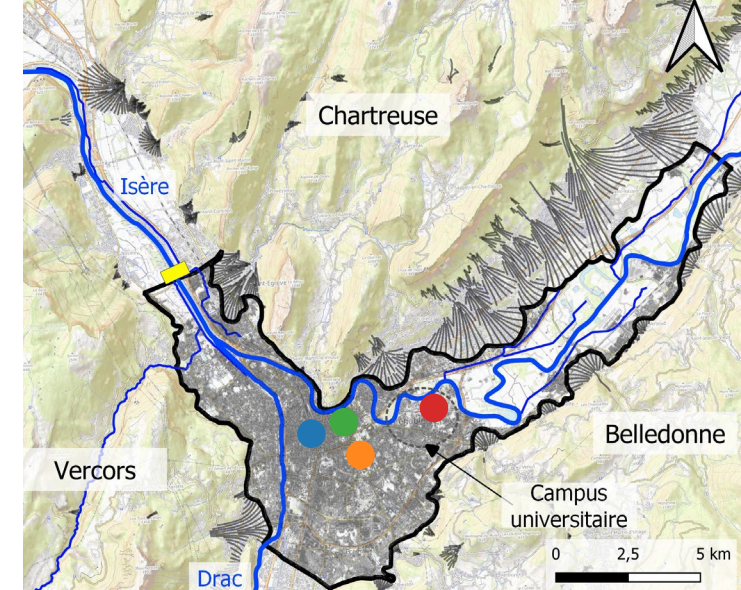
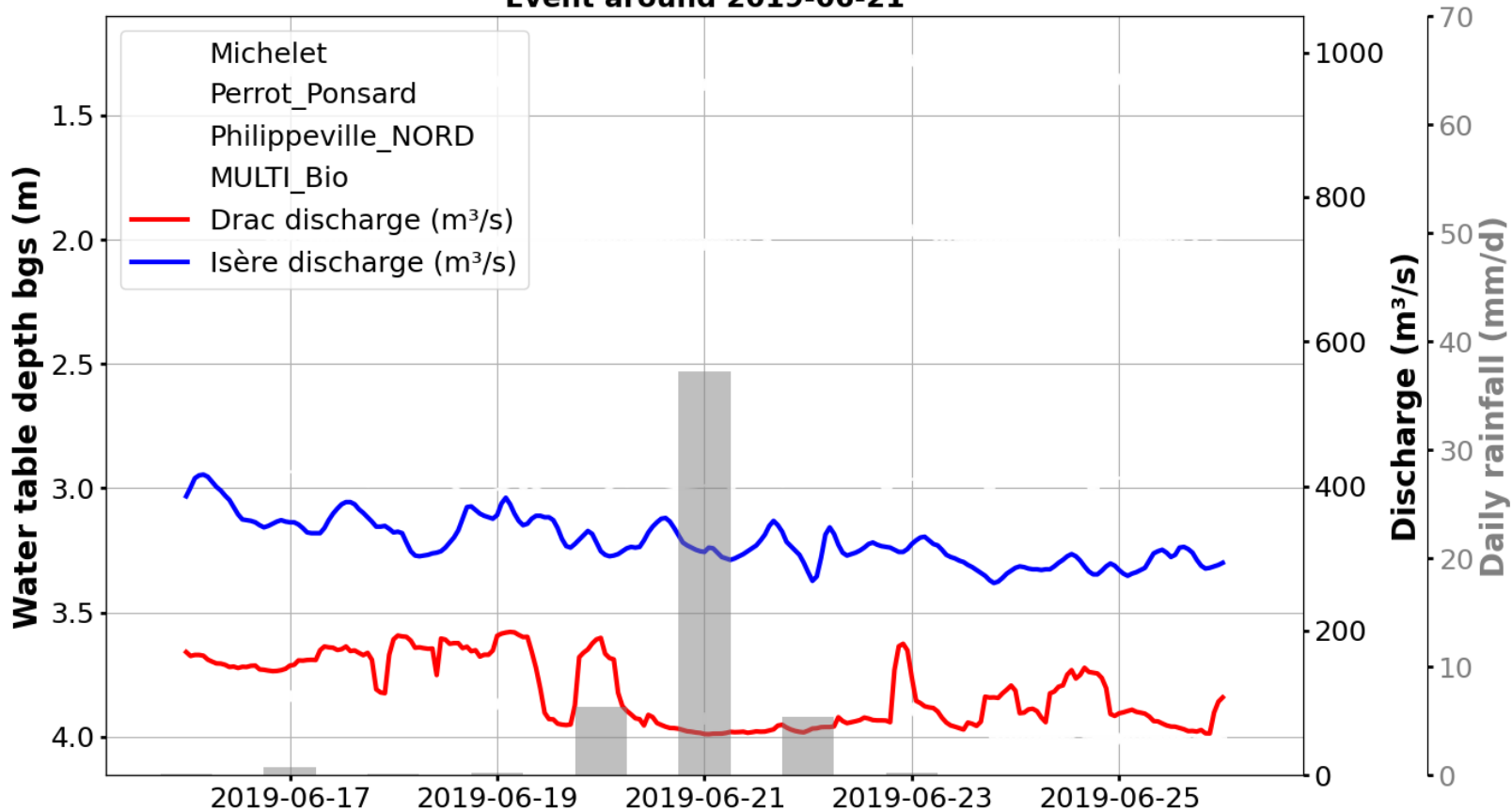
Lors des crues Isère/Drac

- Réponse de l'ensemble des piézomètres
- Plus marquée proche des rivières

Résultats

Quels facteurs contrôlent la variabilité *temporelle* des niveaux de nappe à l'échelle événementielle ?

Event around 2019-06-21



Lors des crues Isère/Drac

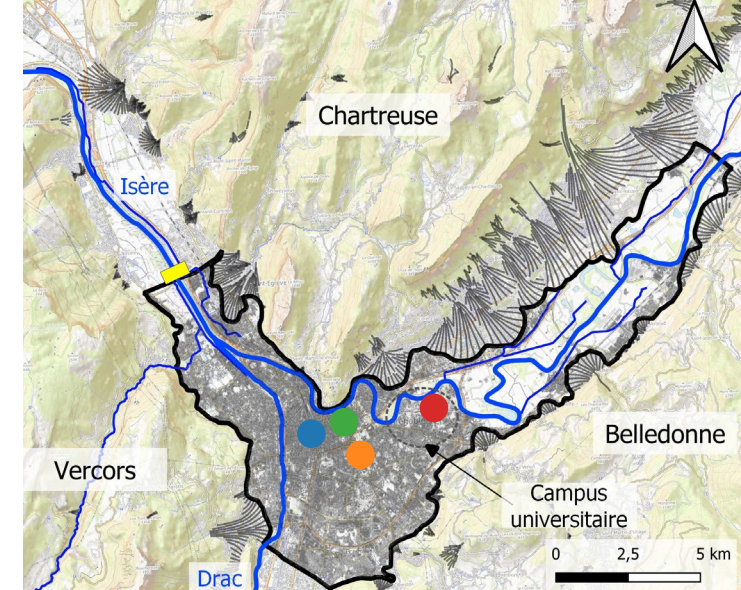
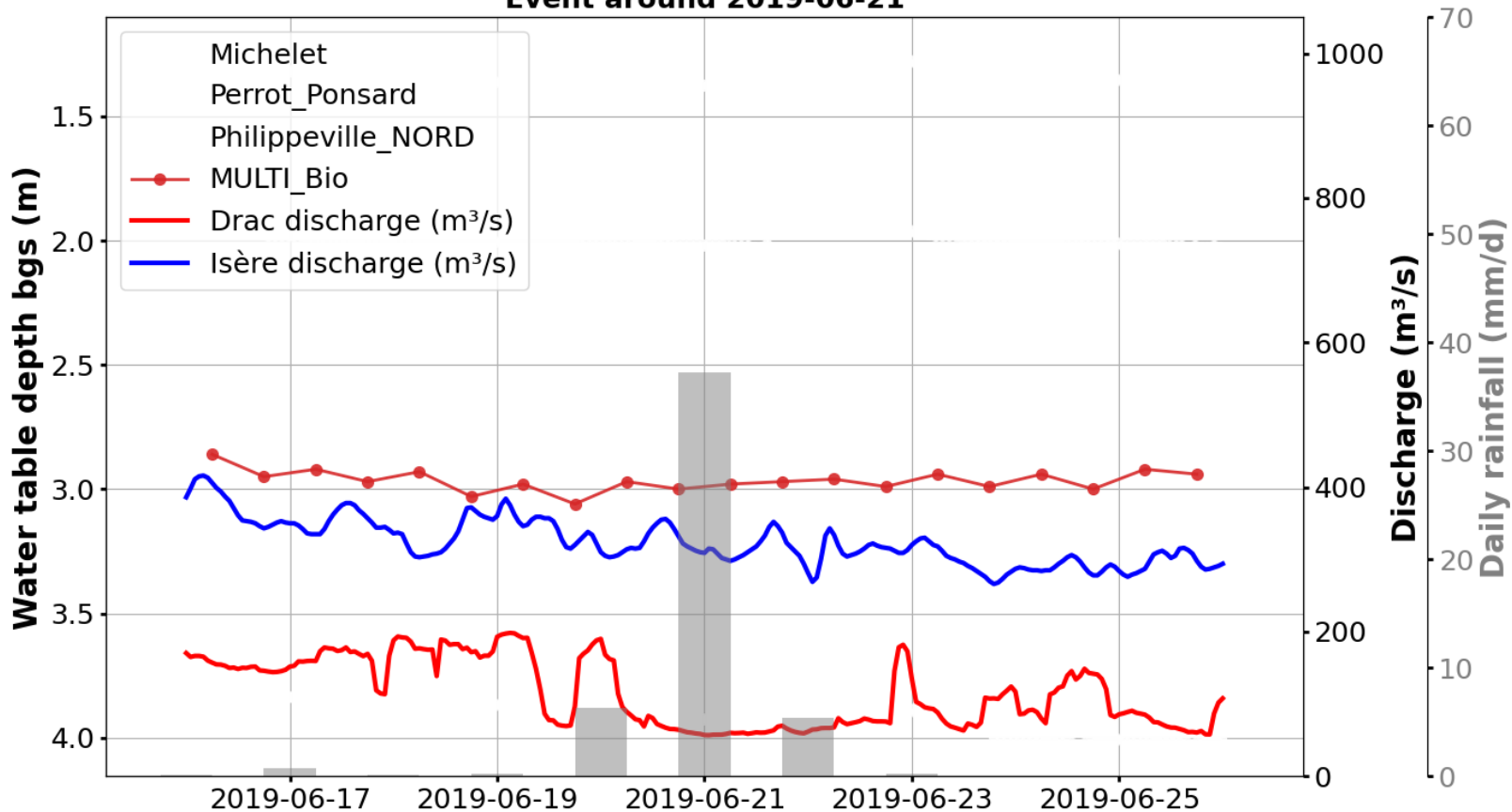
- Réponse de l'ensemble des piézomètres
- Plus marquée proche des rivières

Lors d'un cumul de précipitation > 30mm/j

Résultats

Quels facteurs contrôlent la variabilité *temporelle* des niveaux de nappe à l'échelle événementielle ?

Event around 2019-06-21



Lors des crues Isère/Drac

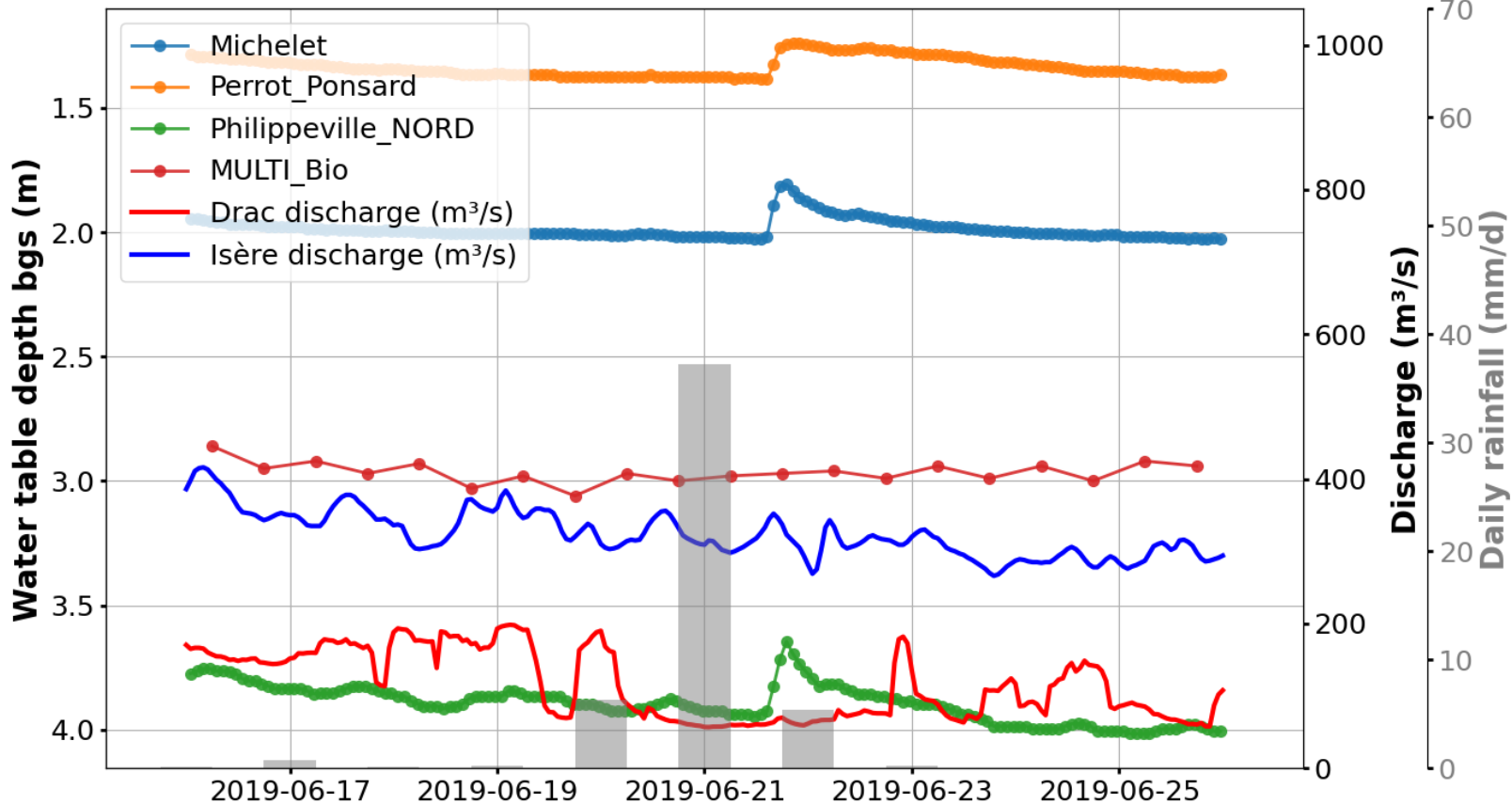
- Réponse de l'ensemble des piézomètres
- Plus marquée proche des rivières

Lors d'un cumul de précipitation > 30mm/j

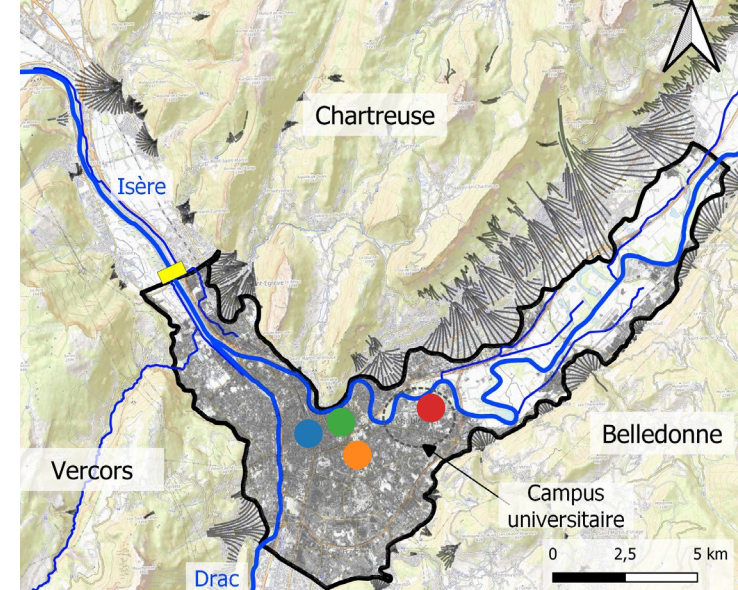
Résultats

Quels facteurs contrôlent la variabilité *temporelle* des niveaux de nappe à l'échelle événementielle ?

Event around 2019-06-21



- **Recharge urbaine**
 - ⇒ Infiltration rapide ?
 - ⇒ Exfiltration du réseau d'assainissement ?



Lors des crues Isère/Drac

- Réponse de l'ensemble des piézomètres
- Plus marquée proche des rivières

Lors d'un cumul de précipitation > 30mm/j

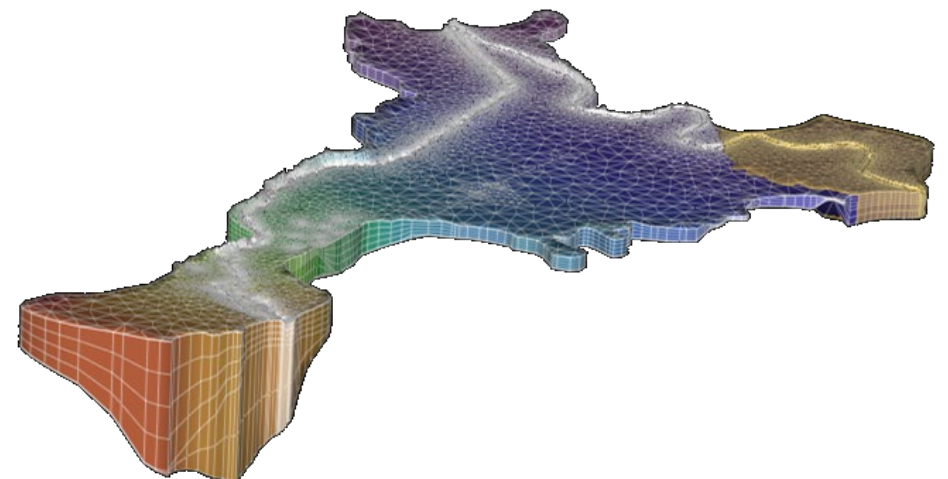
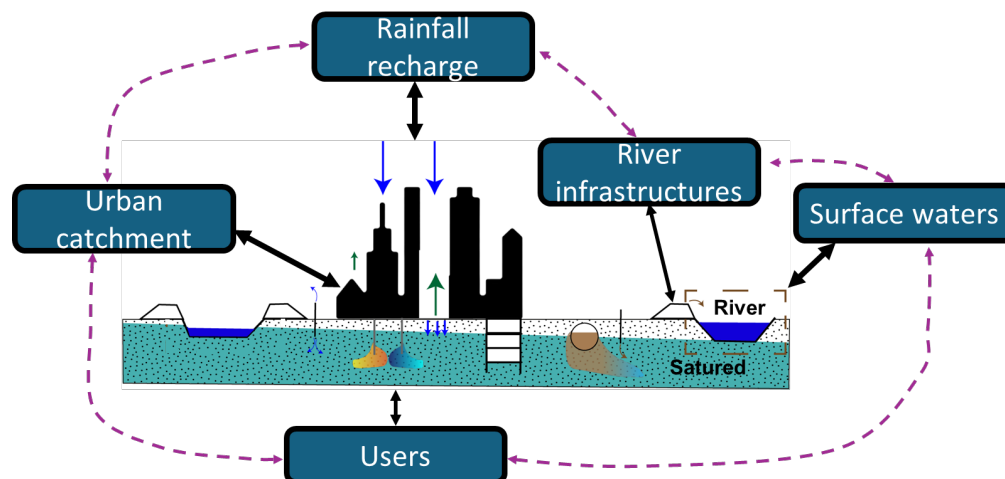
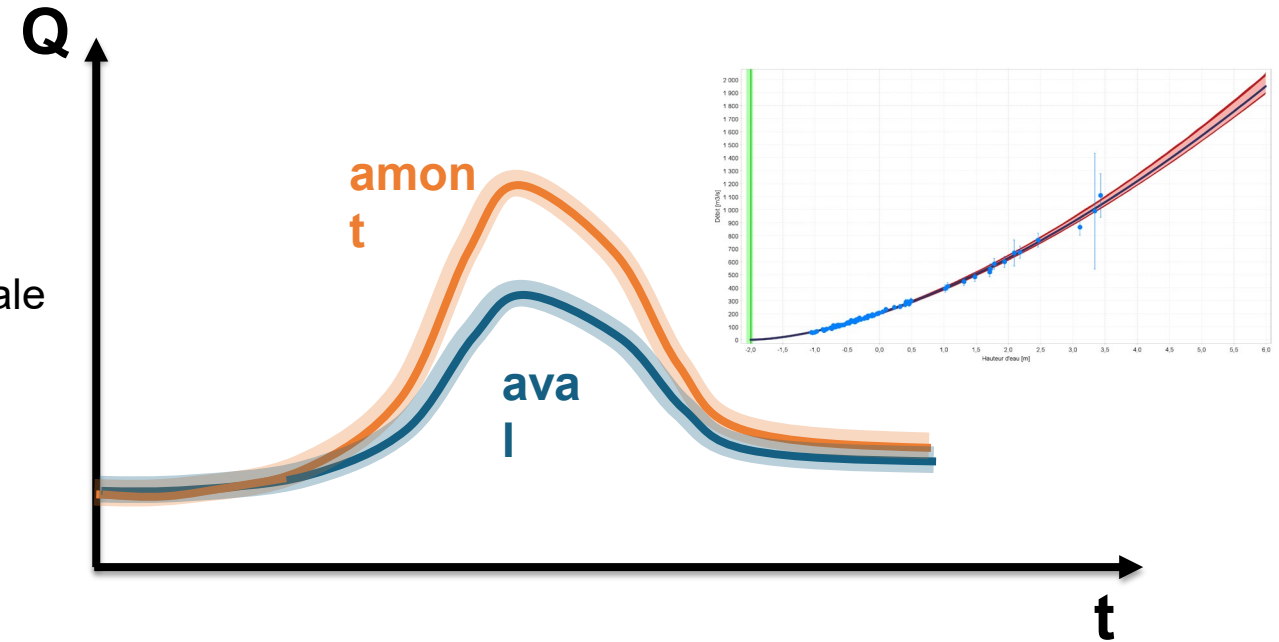
- Temps de montés rapide (3h) des **piézo urbains** uniquement

Perspectives

- Etude de la dynamique des bilans de masse amont-aval Isère

Rôles/impacts de la nappe alluviale sur les débits dans l'Isère ?

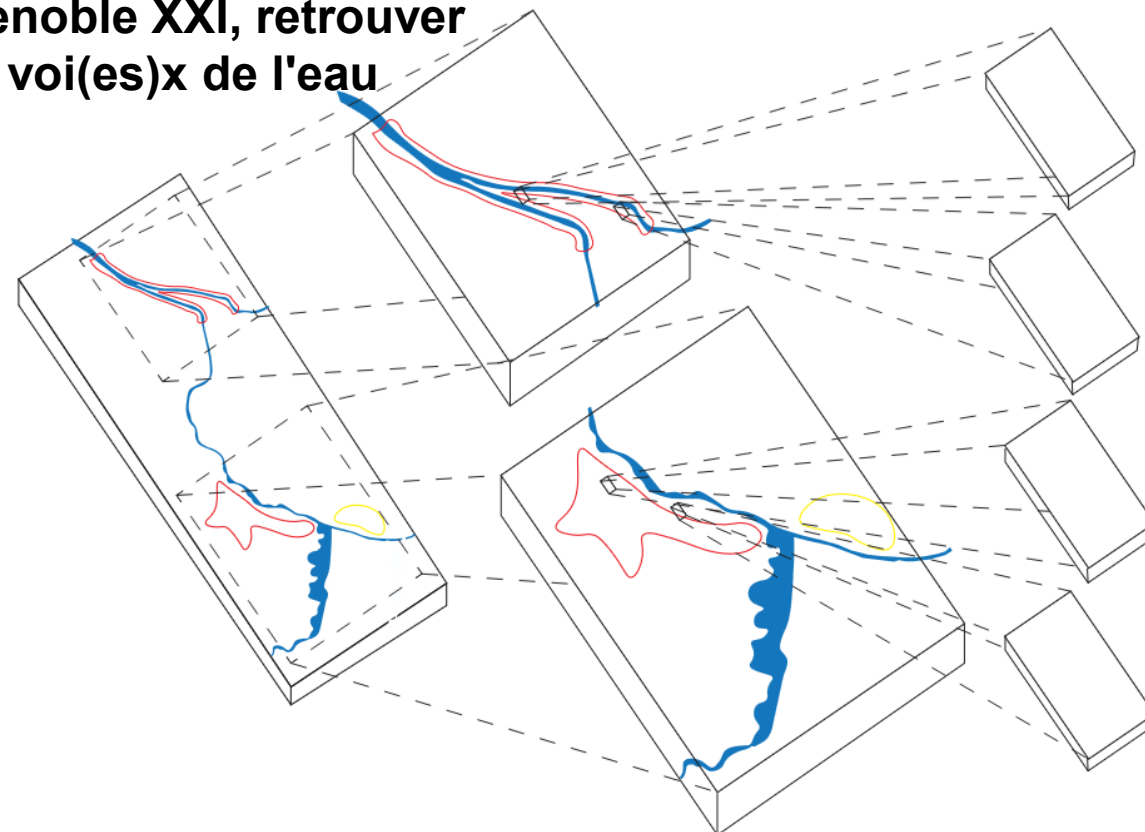
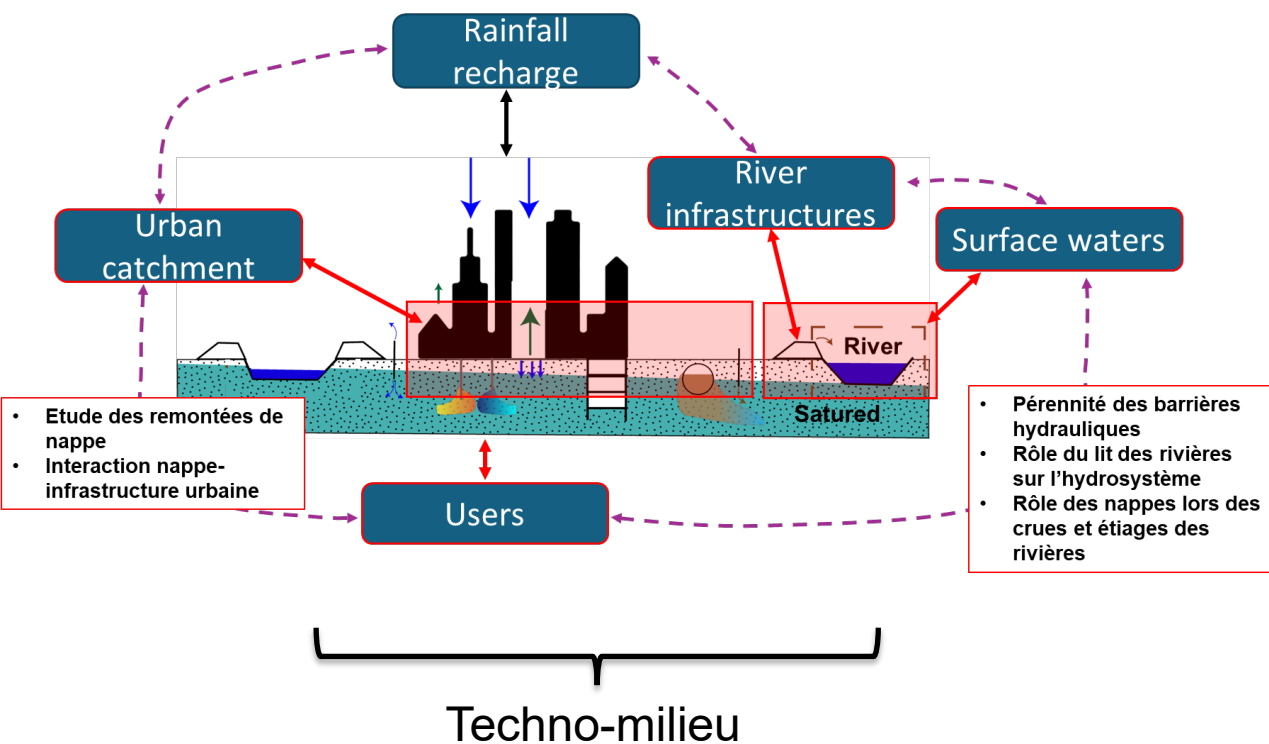
- Etude spatiotemporelle des **facteurs de contrôle** sur l'hydrosystème par la modélisation



Perspectives interdisciplinaires

POPSU transitions

Grenoble XXI, retrouver les voi(es)x de l'eau



S. Naydenov 2026

Etude des interdépendances entre le milieu, la société et les objets techniques

Merci !

Des questions ?