

MÉTROLOGIE DU CHARRIAGE PAR MESURE ACOUSTIQUE ET SISMIQUE

Pêche au cas pratique

⌚ 17 AVRIL 2025

📍 À SAINT-MARTIN-D'HÈRES (38)

👤 VISITE PROPOSÉE PAR :

Claire GODAYER, SYMBHI
Frédéric LAVAL, Ginger BURGEAP
Jules LE GUERN, Université de Tours
Mohamad NASR, Ginger BURGEAP



LES PÊCHES AUX CAS PRATIQUES DE L'ARRA²?

Ces rencontres sont destinées à faciliter les échanges d'expériences et le partage de connaissances entre professionnels des milieux aquatiques et de l'eau. L'ARRA² offre la possibilité aux collectivités locales de valoriser leurs actions en proposant des visites de terrain (réalisations, chantiers, projets) ou réunions aux autres membres du réseau. L'objectif est de diffuser les bonnes pratiques et d'échanger avec ses pairs autour des projets locaux.

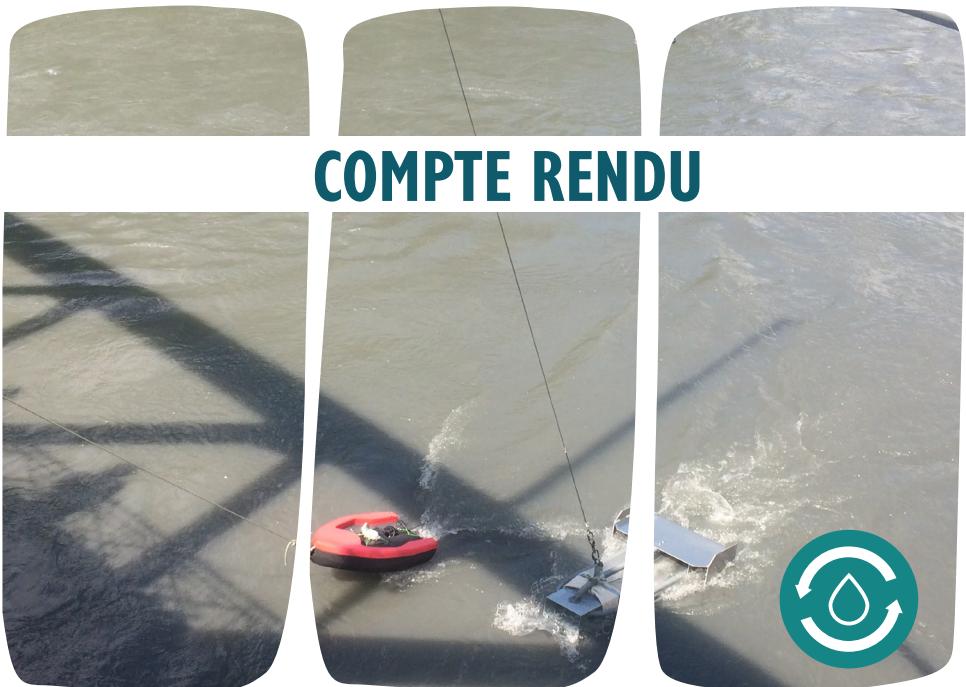
[Venez retrouver les pêches organisées sur notre site !](#)

Si vous aussi vous souhaitez proposer une visite de terrain ou une rencontre aux membres du réseau, n'hésitez pas à nous contacter à arraa@arraa.org

RENCONTRE ORGANISÉE AVEC LE SOUTIEN DE :



Rejoignez et soutenez le réseau de 1600 professionnels de la gestion des milieux aquatiques : adhérez sur ARRA.ARG



COMPTE RENDU



Les flux de charriage en rivière sont un enjeu majeur pour les gestionnaires et usagers des rivières de piémont et de plaine. Leur importance croît avec la continuité sédimentaire qui se restaure progressivement et avec les effets hydrologiques du dérèglement climatique, impactant la gestion des ouvrages, la gestion des risques et les milieux naturels aquatiques.

L'étude des flux de charriage repose essentiellement sur des données topobathymétriques, qui offrent de bonnes photographies de l'état de la rivière à des instants T, mais qui sont souvent espacées dans le temps et intègrent plusieurs phénomènes de crues morphogènes. La quantification de la dynamique du charriage a progressé ces dernières années avec différentes techniques. L'une des plus pratiquées est celle des capteurs RFID, insérés dans des galets naturels ou reconstitués, qui permettent de connaître les trajectoires et distances parcourues par les particules. Les techniques sont complémentaires, mais peu d'entre elles permettent de quantifier les flux de charriage.

Après 15 ans de travaux de R&D impliquant EDF, IGE, Gipsa-Lab, INRAE et Ginger BURGEAP, les mesures de charriage acoustique et sismique sont désormais opérationnelles et permettent d'apporter une information intégrée sur les flux de charriage en transit. Grâce à une courbe de calibration simplifiée (cartographie acoustique), elles permettent d'estimer des flux de charriage sous forme de chronique annuelle et d'approcher la granulométrie des sédiments transportés.

La journée a été organisée autour d'un temps de présentation des aspects théoriques et pratiques en salle, puis de la démonstration de l'outil sur le terrain. À cette occasion, les résultats opérationnels du suivi 2019-2023 sur le Drac établis dans le cadre d'une convention de recherche EDF-Ginger BURGEAP seront présentés, ainsi que les suivis en cours sur le Drac dans le cadre du PAPI porté par le SYMBHI. L'Université de Tours est également impliquée et développe un réseau de mesures de charriage sur la Loire et ses affluents, dans un contexte plus sableux.

PARTICIPANTS

NOM	Prénom	Structure	Fonction
BOUDRY	Titouan	GINGER BURGEAP	Technicien
CAMENEN	Benoit	INRAE	Chercheur
CHAUMARTIN	Franck	DDT 38	Chef unité risques majeurs
COLAUTTI	Sandra	SYMBHI	Chargée de mission GEMAPI
COUDREUSE	Bénédicte	GINGER BURGEAP	Ingénierie
DELACOUR	Lucille	SYMBHI	Technicienne rivière
DION	Aurélien	GINGER BURGEAP	Chef de projet
DRAPEAU	Margot	OFB	Chargée de mission appui technique - DR AuRA
DUPLAN	Alain	MÉTROPOLE DE LYON	gemapi opérationnelle
FAVROLT	Xavier	DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE	Référent GEMAPI
FRANCAIS	Jean-Charles	DÉPARTEMENT DE L'ISERE	Chef de service SET
FRAUDIN	Camille	SCE	Chargé d'étude
GODAYER	Claire	SYMBHI	Chef de projet PAPI Drac
GROSPRETRE	Loïc	DYNAMIQUE HYDRO	Gérant
GRUFFAZ	Frédéric	EAU ET TERRITOIRES	Gérant et chef de projet
GUILLO	Romain	SYMBHI	Stagiaire
GUITTENY	Laura	AGENCE DE L'EAU RMC	Ingénierie environnement
HUSTACHE	Sylvie	DDT 38	Instructrice Police de l'eau et des Milieux Aquatiques
JOHANNOT	Adéle	INRAE	Doctorante
JOUSSE	Cyril	SM3A	Responsable bureau d'études
JUGÉ	Philippe	UNIVERSITÉ DE TOURS	Ingénieur de recherche
LABROSSE	Lydie	SM3A	Chargée de mission milieux alluviaux
LAVAL	Frédéric	GINGER BURGEAP	Directeur de projet
LE GUERN	Jules	UNIVERSITÉ DE TOURS	Post-doctorant
MAAMIR	Nelly	SYMBHI	Technicien rivière
MEUROU	Anne	EDF	Stagiaire
MOINE	Frédéric	UGA	Recherche
NASR	Mohamad	GINGER BURGEAP	Chef de projet
NOIROT	Brice	SYMBHI	Technicien de rivière
PARAT	Christophe	DDT 38	Chargé d'études risques
RECKING	Alain	INRAE	Chercheure
RENOUARD	Chloé	ARRA ²	Chargée de mission
RUHL	Cyril	SMIGIBA	Technicien
TERRIER	Benoit	AGENCE DE L'EAU RMC	Chef de projet
TRAUTMANN	David	EDF HYDRO JURA MAURIENNE	CIS
ZANKER	Sébastien	EDF-DTG	Ingénieur Chargé d'Affaires

PROGRAMME DE LA JOURNÉE

- 9h30 : accueil café en salle Ecrins à l'INRAE St-Martin-d'Hères
- 10h00-12h30 : présentations en salle (20-25min + 10-15 min de questions)
 - 1) Ginger BURGEAP (Frédéric Laval) – introduction, enjeux de la mesure du charriage
 - 2) Ginger BURGEAP (Mohamad Nasr) – théorie, pratique, logiciel d'interprétation, etc.
 - 3) SYMBHI (Claire Godayer) et Ginger BURGEAP (F. Laval) – réseau de mesure du Drac aval
 - 4) Université de Tours (Jules Le Guern) : programme SSESAR sur la Loire et ses affluents
- 12h45-13h45 : pause déjeuner
 - pique-nique partagé sur le site de l'INRAE (en extérieur ou salle en cas de mauvais temps)
 - transfert à 13h45 vers la passerelle de l'Île d'Amour
- 14h-16h : démonstration des mesures sous forme de 3 ateliers (30 min par atelier, par groupes de 10-12)
 - Atelier 1 : Station hydrométrique + hydrophone (Mohamad, Julien)
 - Atelier 2 : Cartographie acoustique (Bénédicte et Titouan)
 - Atelier 3 : Exposition de matériel complémentaire (Frédéric, Adèle)
- 16h-16h30 : fin de la journée au niveau de la passerelle
 - Mot de conclusion, dernier jeu de questions/réponses, fin 16h30 au plus tard



Rencontre ARRA² du 17 avril 2025 à Saint-Martin-d'Hères

INTRODUCTION - FRÉDÉRIC LAVAL – GINGER BURGEAP

L'objectif de cette journée est de présenter et d'échanger autour des enjeux, méthodes et retours d'expérience liés à la mesure du charriage sédimentaire dans les rivières, en s'appuyant sur des outils acoustiques et sismiques.

POURQUOI MESURER LE CHARRIAGE ?

Le charriage correspond au transport de sédiments grossiers dans le fond des cours d'eau (sables grossiers, graviers, galets). Il influence :

- La morphologie des rivières
- La biodiversité (habitats aquatiques, végétation, etc.)
- La sécurité (inondations, sûreté des ouvrages)
- Les usages (hydroélectricité, navigation, eau potable, loisirs, etc.)

C'est donc un enjeu pour les collectivités GEMAPI, les gestionnaires d'ouvrages hydrauliques, mais également les scientifiques et associations environnementales.

MÉTHODES DE MESURE DU CHARRIAGE

Il existe deux grandes approches :

1. Méthodes directes : prélèvements ou pièges (trappes)

Ces méthodes qui mesurent directement les flux de charriage sont concrètes, bien qu'elles présentent leurs propres biais de mesure, mais elles sont lourdes d'un point de vue logistique et coûteuses.



Exemple de méthode directe

2. Méthodes indirectes : mesure d'un proxy, c'est-à-dire une grandeur indirecte qui va permettre d'accéder à la quantification du charriage (comme le niveau d'eau pour une mesure de débit). Ce sont par exemple des mesures acoustiques ou sismiques réalisées à l'aide d'hydrophones, géophones, plaques à impacts, etc.

Ces méthodes ont l'avantage de permettre des mesures continues et sont moins intrusives. Elles nécessitent une calibration via des jaugeages ponctuels (de la même manière qu'une courbe de tarage qui va relier le niveau d'eau au débit liquide).

La journée abordera seulement la question des mesures indirectes sismiques et acoustiques



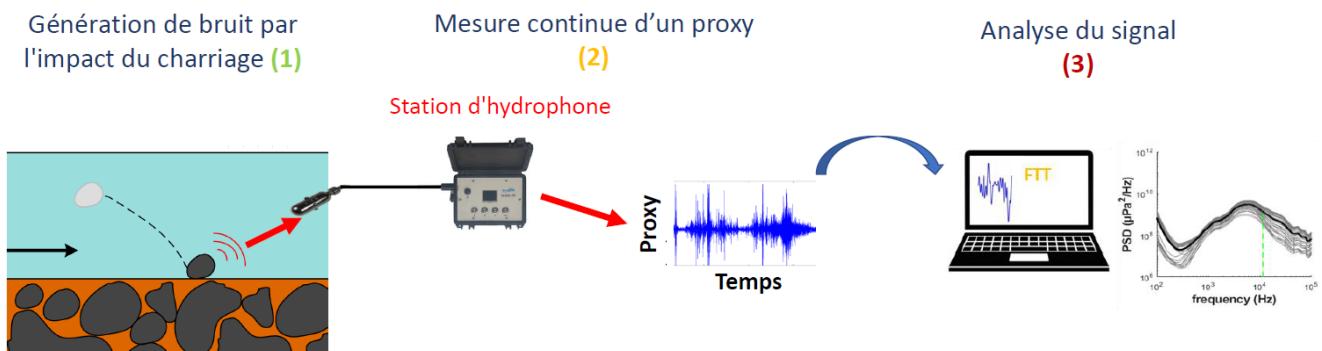
Exemple de méthode indirecte

«MÉTROLOGIE DU CHARRIAGE PAR MESURE ACOUSTIQUE ET SISMIQUE»

MOHAMAD NASR – GINGER BURGEAP

LA MESURE ACOUSTIQUE PAR HYDROPHONE

La mesure acoustique passive repose sur l'utilisation d'hydrophones qui enregistrent le bruit auto-généré (Self-Generated Noise, SGN) produit par le mouvement des sédiments sur le lit de la rivière.



Cette méthode peut être mise en œuvre :

- pour des mesures continues dans le temps, à l'aide d'un hydrophone fixe installé en berge,
- pour des mesures ponctuelles dans le temps, au droit d'une section, par une cartographie acoustique.

La cartographie acoustique met en œuvre une mesure acoustique depuis un radeau (ou un drone aquatique en l'absence de pont) qui est laissé en dérive dans le courant, sur une certaine distance à différentes positions sur la section d'écoulement. La cartographie acoustique permet de :

- étalonner les mesures continues.
- quantifier les flux de chargement (en kg/s) à l'aide d'une courbe de calibration globale (Geay et al., 2019; Nasr et al., 2023). En effet, ces travaux scientifiques ont permis de corrélérer, pour une grande variété de rivières à chargement, les mesures directes par prélèvements (1) avec des mesures acoustiques indirectes sur radeau (2).

Les mesures continues en berge permettent :

- de suivre la dynamique temporelle du transport solide, notamment le début du chargement, la dynamique au cours des crues et les variations saisonnières,
- d'assurer un suivi continu et à long terme du transport solide (en cumulant les volumes transportés par jour, mois, année, etc.).

Cette approche est applicable à une grande variété de rivières — sableuses, graveleuses ou à galets — telles que la Loire, la Romanche ou le Drac. Les mesures acoustiques permettent également d'identifier la granulométrie des sédiments transportés.



Hydrophone installé sur un radeau

Exemples d'application

Des suivis ont été menés ces dernières années sur plusieurs rivières françaises :

- Romanche : suivi continu de 2020 à 2023, avec hydrophones en berge, calibration par prélèvement et par cartographie acoustique. Ce suivi a permis notamment de caler d'un modèle hydro-sédimentaire numérique.
- Drac : mesure en continu depuis 2019 avec hydrophones en berge, et calibration par cartographie acoustique.
- Buëch et Rhône (canal de Miribel) : combinaison d'hydrophones, de géophones et de cartographies acoustiques (y compris par drone).

Ces expérimentations démontrent la fiabilité grandissante de ces différentes méthodes pour le suivi du transport sédimentaire.

Limites des mesures de chargement par hydrophone

En cas de turbulence, de faible niveau d'eau ou de forces hydrauliques, il peut y avoir une mauvaise propagation acoustique et donc une moindre qualité des mesures acoustiques réalisées avec une station fixe en berge. Cela impose de bien connaître les conditions hydrauliques au droit du site de mesure, voire de réaliser une phase de test au préalable.

La méthode de cartographie acoustique reste sensible aux faibles niveaux d'eau (une profondeur minimale de 40-50 cm est nécessaire lors des mesures), mais elle est moins affectée par les turbulences hydrauliques ou mauvaises propagations acoustiques, car le capteur hydrophone est proche de la source du bruit.

LA MESURE SISMIQUE PAR GÉOPHONE

La mesure sismique est basée sur le même principe que la mesure acoustique : le transport solide au fond du lit génère des micro-ondes sismiques qui sont enregistrées en berge par un sismomètre (ou géophone). Le signal en continu peut être calibré de la même manière, par des mesures directes (prélèvement) ou par des mesures indirectes (cartographie acoustique).

Les limites de cette méthode sont liées à l'environnement sismique qui peut présenter des signaux parasites (voies, usines, activité urbaine ou agricole, etc.) et qui nécessite généralement un traitement du signal après enregistrement.

En général le signal sismique est moins sensible que le signal acoustique pour le début du chargement, mais il est plus robuste dans les hauts débits, car il n'est pas sensible à la turbulence hydraulique.

En résumé, la mesure sismique peut être une solution pour les rivières à plus forte pente et à turbulence hydraulique, comme alternative ou mesure complémentaire à la mesure acoustique.

COÛTS

Les coûts d'installation et de suivi d'une station varient selon les objectifs, le projet, l'investissement initial, ainsi que l'effort de calibration (campagnes de prélèvement, type et nombre de campagnes de cartographie acoustique).

Deux scénarios différenciés peuvent être distingués :

Scénario « léger » :

Le matériel de mesure est mis à disposition par BURGEAP, avec une station en berge et la possibilité de réaliser des cartographies acoustiques depuis un pont.

- Investissement initial : environ 5 k€ (installation de matériel sans génie civil)
- Coût annuel (phase test) : 15 à 30 k€/an, notamment selon le nombre de cartographies acoustiques.

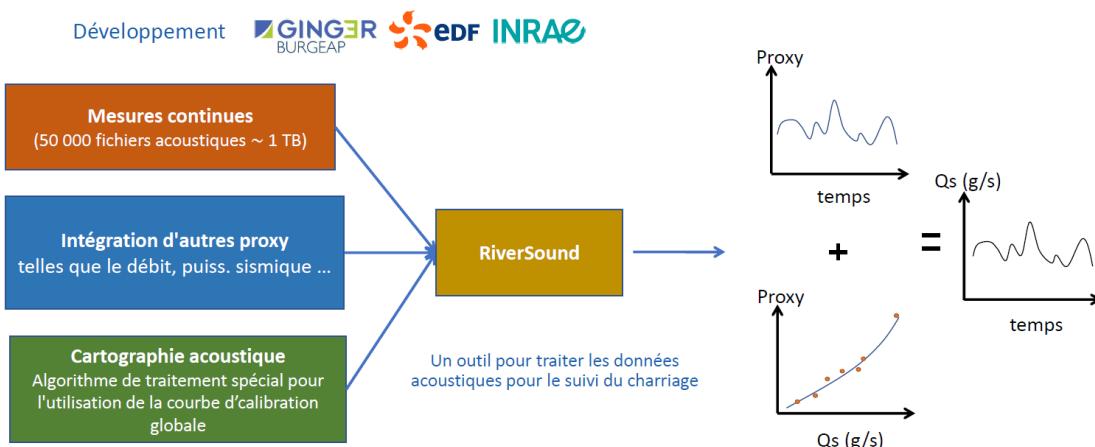
Scénario « complexe » :

Acquisition par le client du matériel, avec possibilité de télétransmission de données, et réalisation de cartographies acoustiques à l'aide d'un drone aquatique télépiloté.

- Investissement initial : environ 20 à 40 k€
- Coût annuel : 25 à 40 k€/an, notamment selon le matériel d'acquisition/enregistrement et selon le nombre de cartographies acoustiques.

OUTIL DE TRAITEMENT

Un logiciel appelé RiverSound est en cours de développement par GINGER BURGEAP, avec participation de EDF et INRAE, et l'appui de l'Université de Tours, avec une finalisation prévue à fin 2025. Il permet de traiter de grands volumes de données acoustiques et d'intégrer d'autres proxy comme le débit ou la puissance sismique.



CONCLUSIONS

La méthode de mesure du charriage proposée (acoustique et/ou sismique) permet d'analyser la dynamique du transport solide par charriage et d'aboutir à la quantification des flux de charriage. Actuellement, il s'agit de la seule mesure indirecte qui permet de quantifier les flux de charriage.

Elle offre aussi la possibilité d'identifier les granulométries en transit, grâce à une corrélation avec les fréquences mesurées. Ces mesures comportent néanmoins un certain degré d'incertitude, inhérent aux processus de charriage observés.

Cette approche présente un grand intérêt, car elle peut être appliquée à toutes les rivières possédant un charriage actif. Elle est adaptée aussi bien aux rivières à sables grossiers, avec ou sans graviers, comme celles de la Loire ou du Massif Central, qu'aux rivières à graviers et galets, telles que celles des piémonts alpins.

Du point de vue scientifique, la méthode permet d'identifier les débits à partir desquels le charriage débute, d'évaluer les flux et la dynamique du transport solide (avant/pendant/après crue), de constater la variabilité du transport solide pour un même débit, etc. La mesure de charriage est un outil complémentaire aux mesures de débits liquides, aux mesures de matières en suspension, aux suivis bathymétriques ou au suivi de galets équipés de puces RFID. Elle peut servir à améliorer le calage des modèles de transport solide, numériques ou physiques, grâce à des observations réelles.

Enfin, en ce qui concerne les actions de gestion et de restauration, ces mesures permettent d'optimiser la conduite et la gestion des zones sédimentaires en appui des relevés bathymétriques. Elles aident également à dimensionner plus précisément les actions de restauration hydromorphologique et les réinjections sédimentaires, ainsi qu'à suivre et évaluer l'efficacité des actions de gestion ou de restauration entreprises.

LE PROJET «SOUNDS OF SEDIMENT IN SANDY RIVERS» - JULES LE GUERN – UNIVERSITÉ DE TOURS

CONTEXTE

Une étude sur la quantification des flux de charriage dans les grandes rivières sableuses, en particulier dans le bassin versant de la Loire, a été réalisée par des chercheurs de l'université de Tours : J. Le Guern, P. Jugé et S. Rodrigues (projet APRIR : Sounds of SEDiment in SANDy Rivers). Cette étude aborde les problématiques techniques et scientifiques liées à cette quantification, les méthodes utilisées, ainsi que les perspectives pour améliorer la compréhension et la gestion des processus de transport sédimentaire.

Il existe en effet un important déficit sédimentaire sur le bassin de la Loire entraînant des impacts tels que l'incision du lit, la perte de diversité d'habitats, la déconnexion des chenaux secondaires, etc.

Comme cela a été vu précédemment, pour quantifier le charriage dans les grandes rivières sableuses, deux types de techniques sont utilisées :

- Les techniques directes (prélèvement);
- Les techniques indirectes (acoustique passive avec hydrophones).

Le signal acoustique a été calibré à partir d'échantillonneurs de la charge de fond (Le Guern et al., 2021). La loi de calibration valable pour un site sur la Loire est très proche de la loi de calibration établie sur 16 rivières graveleuses (Geay et al., 2020; Nasr et al., 2024). Étant donné la proximité des deux relations établies dans des contextes géomorphologiques différents, une tendance globale semble s'établir entre les flux mesurés par les méthodes directes et la puissance acoustique mesurée par les hydrophones. Les chercheurs de l'Université de Tours ont donc décidé d'appliquer l'équation de calibration de la Loire à l'ensemble du bassin versant.

PROTOCOLE DE MESURE ET ESTIMATION DES RÉSULTATS :

Un réseau de mesure du charriage a donc été initié à l'échelle de bassin versant de la Loire (7 stations acoustiques réparties sur la Loire et les principaux affluents). Des jaugeages acoustiques (cartographie acoustique) ont été réalisés pour différents débits à chacune des stations.

Le protocole est mené par deux personnes dans un bateau de petite taille. Ils réalisent environ 10 dérives sur une période de 30 minutes. Des mesures additionnelles sont effectuées, incluant la courantométrie, la bathymétrie et des prélèvements de sédiments.

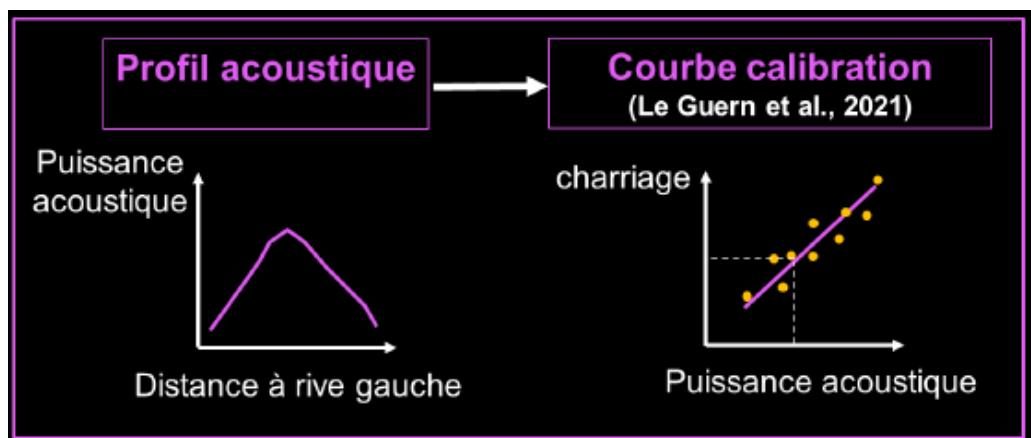
La courbe de calibration est ensuite utilisée pour convertir le signal acoustique en flux de charriage et constituer des courbes de tarage sédimentaires (relation entre le débit liquide et le débit solide) afin d'estimer des flux annuels moyens pour chaque station. Une carte du charriage du bassin versant de la Loire a pu être établie et permet l'analyse de l'évolution longitudinale des flux de charriage.

D'autres mesures ont été réalisées à l'échelle des formes du lit (dunes, barres). Ces mesures ont permis de cartographier finement les flux pour visualiser les zones de transport sédimentaire préférentielles sur les formes du lit.

Un premier essai de station acoustique permettant de mesurer en continu le charriage sur une rivière sableuse a également été réalisé dans le cadre de ce projet.

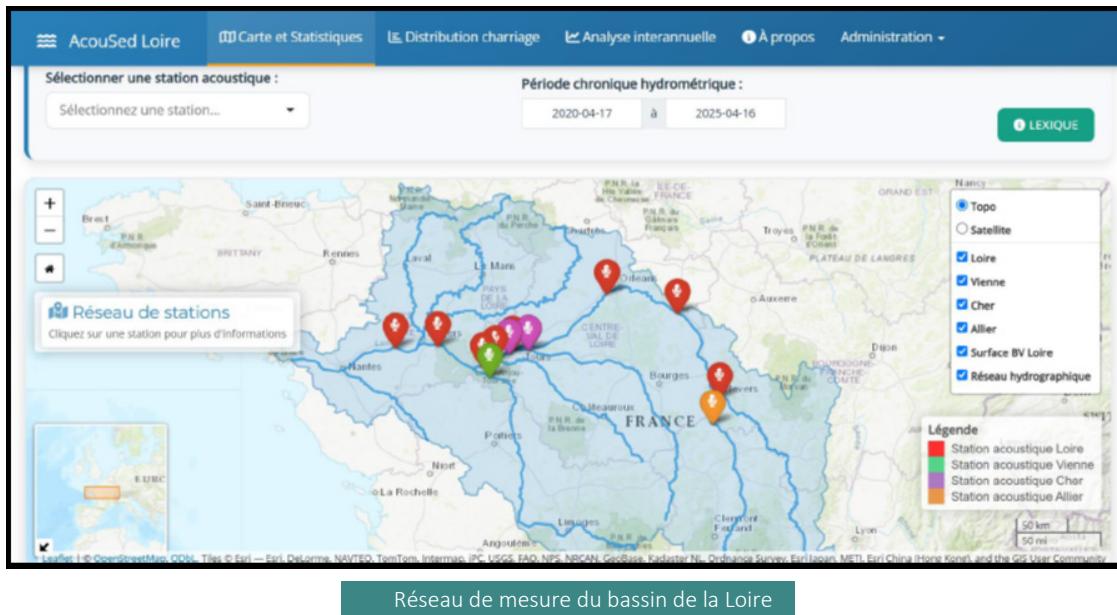


Protocole de mesure

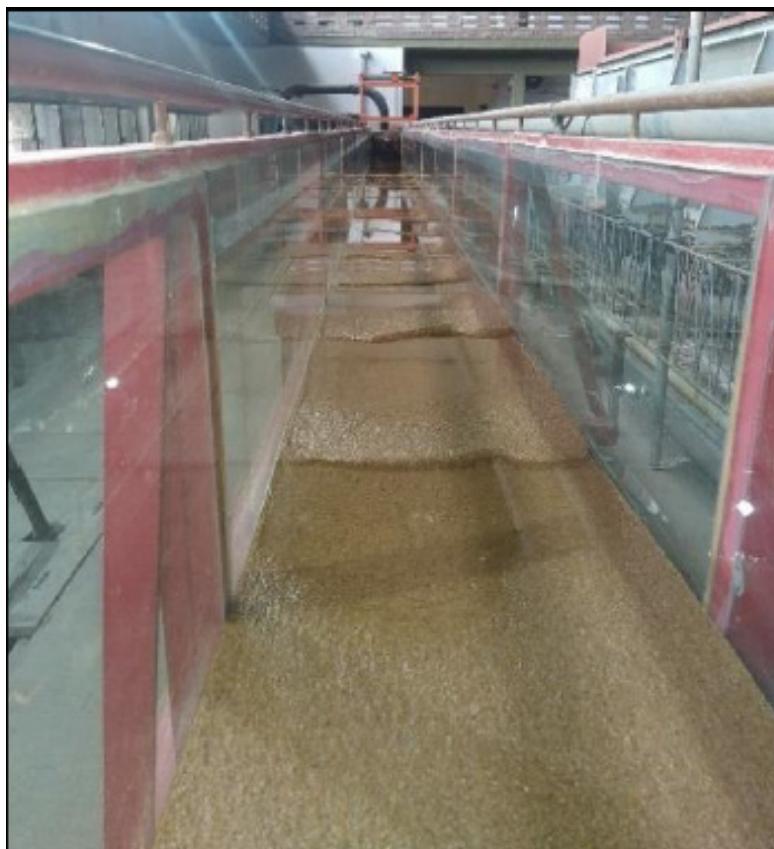


PERSPECTIVES

L'Université de Tours a la volonté de pérenniser le réseau de mesures établi sur le bassin versant de la Loire et mène plusieurs actions en ce sens : la formation d'équipes de métrologie en rivière pour évaluer le transfert de compétences, le développement de collaborations internationales pour tester les limites des hydrophones dans le contexte de charriage de sables fins (e.g. Paraná, Argentine; Chippewa river, EUA). L'Université de Tours a également participé au développement du logiciel RiverSound précédemment évoqué.



Pour finir, des expérimentations en canal artificiel et en modélisation numérique 2D sont envisagées afin de continuer d'exploiter le potentiel de la méthode acoustique passive pour la compréhension des processus morphodynamiques en rivière.



Canal artificiel hydraulique de la FICH (UNL, Argentine)

«LES STATIONS DE CHARRIAGE SUR LE DRAC»

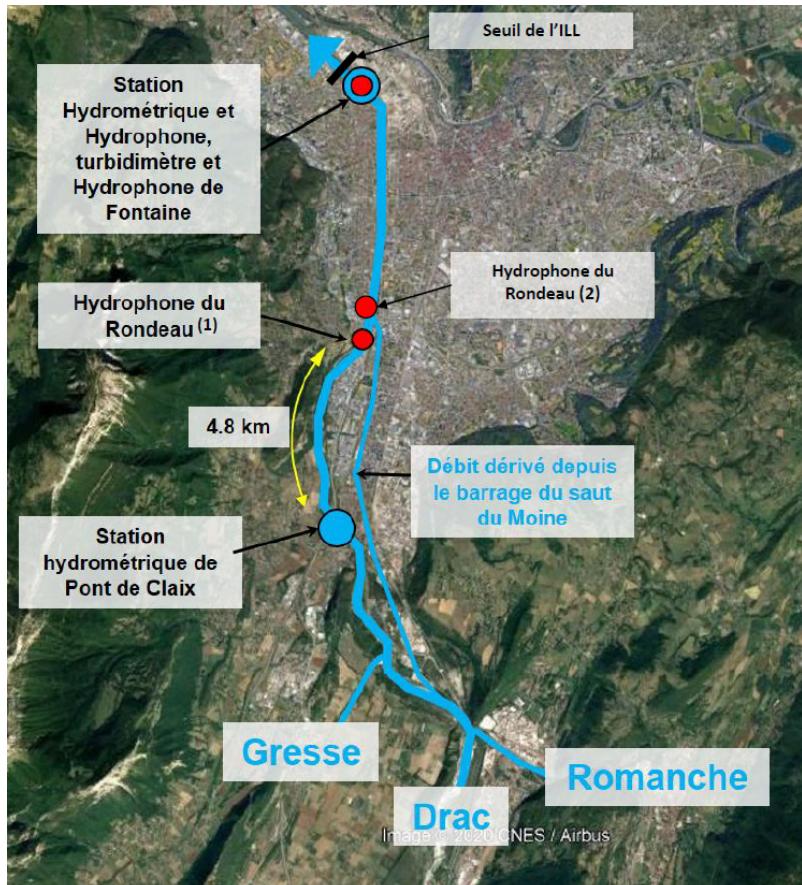
CLAIRES GODAYER - SYMBHI ET FRÉDÉRIC LAVAL - GINGER BURGEAP

CONTEXTE ET ENJEUX

Le projet s'inscrit dans le contexte d'un chantier d'abaissement du seuil de l'ILL fin 2019 début 2020 et du développement du Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) du Drac. Les études mettent en évidence des enjeux sédimentaires importants liés aux risques d'inondation et à la qualité des habitats naturels dans l'agglomération grenobloise. Une convention préexistante entre EDF et BURGEAP portait déjà sur la mesure du charriage sur le Drac. La pertinence d'élargir ce partenariat au bénéfice des acteurs du PAPI a été retenue afin d'améliorer le suivi des flux sédimentaires et de fournir des éléments objectifs pour la gestion et la modélisation hydrosédimentaire.

ORGANISATION DU PARTENARIAT ET OBJECTIFS

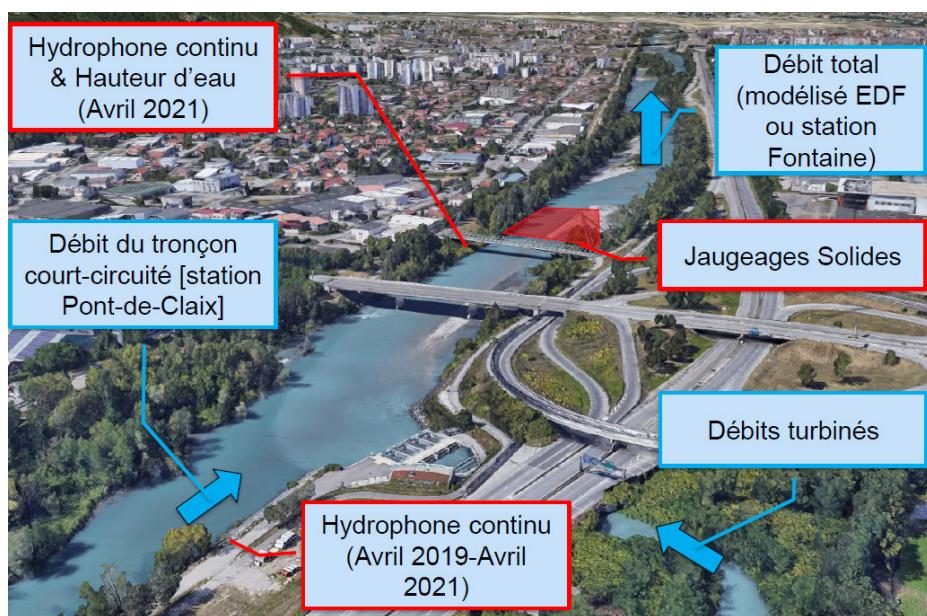
Un avenant a permis d'intégrer la démarche au PAPI d'intention du Drac et d'officialiser un partenariat rassemblant EDF, BURGEAP, l'État, l'AERMC, le SYMBHI et l'ILL. Les objectifs principaux sont la recherche de sites pour deux stations pérennes, la réalisation de jaugeages par cartographie acoustique réguliers pour établir des courbes de tarage, et la comparaison des mesures acoustiques (hydrophones) avec des données bathymétriques afin de caler et valider les mesures de charriage. Le programme de suivi couvre plusieurs campagnes (2020, 2021, 2022) et des actions d'entretien des stations, avec une mission de suivi planifiée pour 2024–2026.



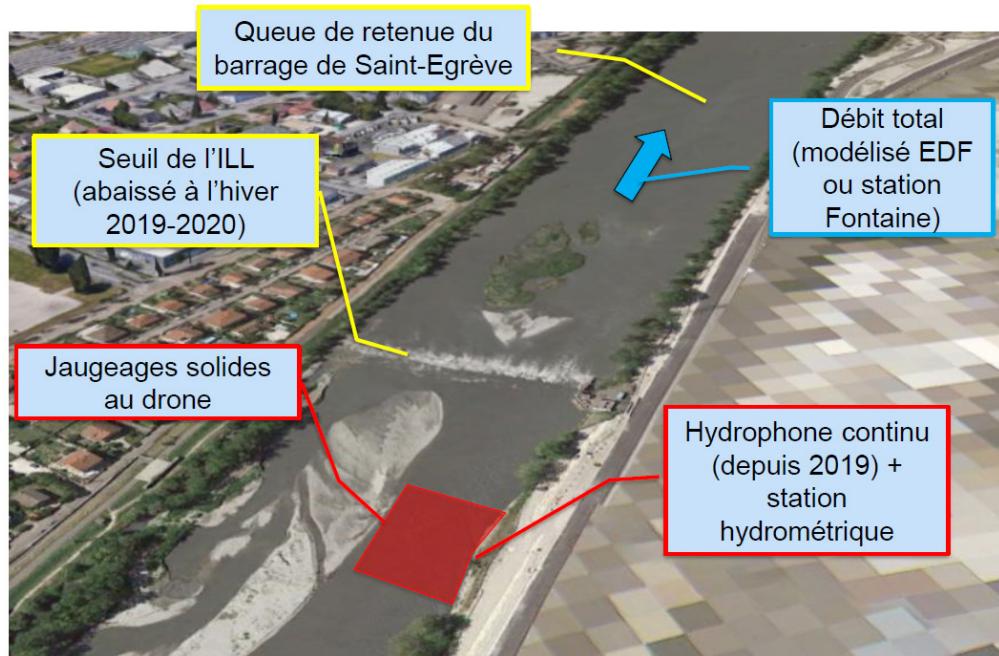
DESCRIPTION DES STATIONS ET DISPOSITIFS DE MESURE

Deux stations ont été mises en place : la station du Rondeau, en service depuis 2019, et la station de l'ILL, installée en 2019, mais emportée par une crue en décembre 2023.

La station du Rondeau a fonctionné en deux configurations successives (Station 1 d'avril 2019 à avril 2021, Station 2 depuis avril 2021). Le dispositif combine des hydrophones en berge pour une mesure en continu, une mesure de niveau d'eau, des jaugeages réalisés par cartographie acoustique. Comme expliqué précédemment, une cartographie acoustique consiste à laisser dériver un radeau équipé d'un hydrophone sur différents points de la section. Une passerelle sur le Drac permet de réaliser aisément ces mesures et 24 cartographies ont pu être réalisées ; elles sont relativement stables dans le temps et confirment la fiabilité de la courbe de calibration. Les débits hydrologiques sont donnés par le débit du tronçon court-circuité mesuré à Pont-de-Claix, les débits turbinés et le débit total fourni par la modélisation EDF ou les stations amont.



La station de l'ILL était équipée d'un hydrophone en berge, d'une station hydrométrique et d'un protocole de jaugeages par cartographie acoustique par drone aquatique. Cette station avait une valeur ajoutée complémentaire, liée à la gestion des sédiments dans la retenue et au suivi des effets de l'arasement du seuil de l'ILL. Après sa destruction en hiver 2023, une station hydrométrique provisoire a été installée en avril 2024 et courant 2025, une station plus pérenne va être installée sur un site adapté.



MÉTHODOLOGIE DE MESURE ET CALAGE

La méthode repose sur l'utilisation d'hydrophones pour mesurer la puissance acoustique liée au transport solide. La calibration de ces stations, pour passer du signal acoustique au flux de charriage, est réalisée grâce à des cartographies acoustiques réalisées soit par radeau manuel (station du Rondeau) soit par drone aquatique (station ILL).

Un travail sur l'inversion du signal acoustique a été réalisé pour améliorer la fiabilité des mesures et de la calibration. Cette analyse complémentaire est utile pour les rivières comme le Drac qui disposent d'une bonne propagation du signal dans l'eau (du fait d'une faible teneur en MES).

PERSPECTIVES ET SUITES

Le SYMBHI a de fortes attentes vis-à-vis du suivi des travaux du PAPI, notamment pour suivre l'évolution des flux sédimentaires dans l'agglomération en lien avec les risques d'inondation, piloter des zones de gestion sédimentaire et évaluer l'impact des actions (arasement de bancs, fin de déstockage du seuil ILL, etc.). En effet, le Drac ne peut transiter dans la traversée de l'agglomération grenobloise la totalité des apports de charriage provenant de l'amont; il est donc nécessaire de favoriser des dépôts dans des zones de gestion sédimentaire aménagées pour gérer les excédents. Les mesures de charriage permettent ainsi de suivre l'évolution de la charge de fond sur le linéaire. Les mesures acoustiques peuvent également servir à caler des modèles hydrosédimentaires numériques.

La convention 2024–2026 portée par SYMBHI prévoit la poursuite de la surveillance et la réinstallation d'une station hydrophone à l'ILL, ainsi qu'une mission de suivi pour consolider la méthodologie et pérenniser les données utiles à la gestion et à la planification des actions sur le Drac.

CONCLUSION

La démarche de métrologie du charriage menée sur le Drac a démontré sa pertinence en fournissant des estimations cohérentes avec d'autres approches et en apportant une meilleure compréhension de la dynamique sédimentaire locale. La méthode nécessite cependant un entretien soutenu, des calibrations régulières et une gestion des aléas afin de garantir des séries longues et fiables. Le renforcement du partenariat et la poursuite des campagnes de mesure contribueront à améliorer la connaissance et à soutenir les décisions de gestion dans le cadre du PAPI Drac.

ATELIERS EN DÉMONSTRATION SUR L'APRÈS-MIDI

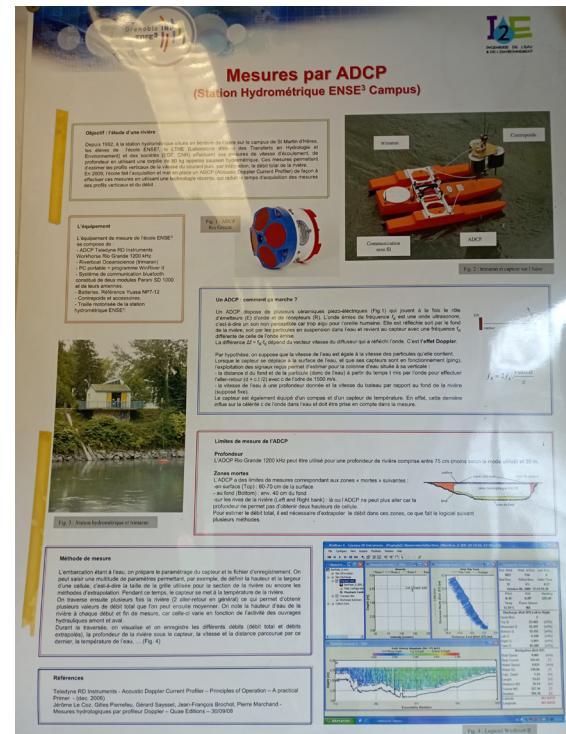
Trois ateliers étaient en démonstration sur l'Isère, à proximité du campus universitaire et du site de l'INRAE. Les ateliers étaient animés par l'équipe GINGER BURGEAP avec les appuis de EDF, INRAE et Université de Tours.

Atelier 1 : Station hydrométrique + hydrophone (Mohamad NASR/BURGEAP et Jules le GUERN/Univ. Tours).

La mesure de charriage continu en berge est installée au même niveau que la station hydrométrique historique du campus. Le capteur hydrophone est installé au bout d'un tube fixé en berge. L'enregistreur est situé dans un local spécifique qui bénéficie d'une alimentation électrique. Les données sont collectées de façon périodique.



Local accueillant l'enregistreur



Atelier 2 : Cartographie acoustique (Bénédicte COUDREUSE et Titouan BOUDRY/BURGEAP).

Le déroulement d'une cartographie acoustique a fait l'objet d'une démonstration sur la passerelle du campus, dans les mêmes conditions que les cartographiques réalisées pour la calibration de la station en berge (Atelier 1). Un hydrophone est installé à l'arrière d'un radeau, et un enregistreur est fixé sur le radeau. Une corde est fixée à la pointe avant du radeau. Celui-ci est mis à l'eau à différentes abscisses mesurées sur la largeur de la passerelle, puis lâché pour initier une dérive qui va permettre de bien

enregistrer le charriage, sans perturbation par des bruits hydrauliques. Au bout d'une dérive de 20 m environ, la corde est reprise en main et le radeau est remonté jusqu'à la position suivante. Un chronomètre permet de définir les périodes de dérive pour lesquelles le signal va être traité. Une cartographie acoustique nécessite environ 15 à 20 dérives, et il est conseillé de répéter une série de mesures au moins une fois pour fiabiliser les résultats.



Radeau avec hydrophone

Atelier 3 : Exposition de matériel complémentaire (Adèle JOHANNOT/INRAE et Frédéric LAVAL/BURGEAP).

Plusieurs outils et matériels complémentaires ont été présentés ou illustrés par des photographies : préleveur de sédiment, sis-momètres (ou géophones), source de bruit pour la réalisation d'un test actif (méthode de l'inversion), etc.



Démonstration de matériel par Frédéric LAVAL



Démonstration de matériel