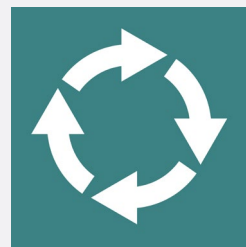


VISITE DU CENTRE D'ANALYSE COMPORTEMENTALE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES



*Pêche aux cas pratiques
6 mai 2022 à Lyon (69)*



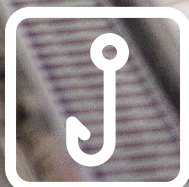
COMPTE-RENDU



Proposé par :



Avec le soutien de :



ASSOCIATION
RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE

ASSOCIATION RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE
7 RUE ALPHONSE TERRAY > 38000 GRENOBLE
04 76 48 98 08 > ARRAA@ARRAA.ORG
WWW.ARRAA.ORG

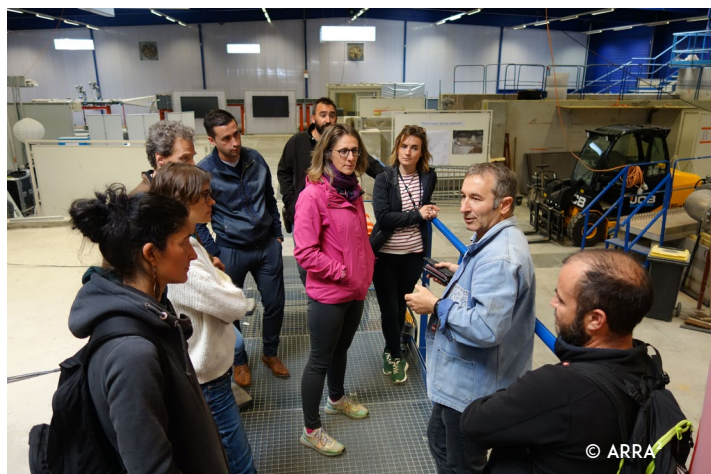
Les Pêches aux cas pratiques de l'ARRA²?

Un bon moyen de partager son expérience et ses connaissances!

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.



Participants :

Prénom	NOM	STRUCTURE
Anne-Fleur	DOREY	PNR HAUT-JURA
Valérie	DELAGE	VD SE&O
Julien	DUMOUTIER	VALENCE ROMANS AGGLO
Adrien	DUPART	EPAGE DE LA BOURBRE
Alain	DUPLAN	METROPOLE DE LYON
Christophe	GARNIER	METROPOLE DE LYON
Stéphan	GIOL	EAUGIS
Alexia	GIROUD	DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE
Frédéric	GRUFFAZ	EAU ET TERRITOIRES
Guibert	MARION	SYMALIM
Ainhoa	MATE MARIN	SETEC HYDRATEC
Elodie	PERRICHON	SYNDICAT DU HAUT RHONE
Vincent	PERRIN	SMBVD
Christophe	PETEUIL	CNR
Dad	ROUX-MICHOLLET	SYNDICAT DU HAUT-RHÔNE
Elise	THELEMAQUE	FDPPMA 07
Nicolas	VALE	ARRA ²
Geoffrey	VISI	PNR HAUT-JURA
Emilie	WICHROFF	SYNDICAT DU HAUT-RHÔNE
Serge	ZOBOUYAN	METROPOLE DE LYON

La pêche en elle-même :

Le CACOH est le centre d'expertise et d'innovation de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR). Il dispose de compétences pluridisciplinaires, ainsi que d'équipements de mesure et d'essais avancés lui permettant de garantir des enjeux stratégiques pour l'exploitation et la sûreté des ouvrages hydrauliques du fleuve Rhône : laboratoire de modélisation physique hydraulique, laboratoire matériaux, hydrométrie, hydrographie, surveillance génie civil, gestion sédimentaire.

Au programme de cette journée, la présentation :

- des activités de surveillance des ouvrages, de monitoring hydrométrique, de suivi hydrographique et de gestion sédimentaire,
- de plusieurs modèles physiques hydrauliques : centrale hydroélectrique de Montélimar, petite centrale hydroélectrique dédiée au turbinage des débits réservés des Vieux Rhône (problématique hydroélectricité et environnement) et modèle réduit de la plage de dépôt du torrent du Manival (Isère) dédié à l'étude des processus de charriage et de laves torrentielles,
- d'un canal érodimètre permettant d'évaluer les conditions de remobilisation des dépôts sédimentaires à partir de carottes de sédiments prélevées en retenue,
- du laboratoire « Matériaux » : la mission de ce laboratoire est d'évaluer la qualité et le vieillissement des matériaux de structures, notamment des enrochements (risque de fragmentation, essais de chocs, essais de chutes, etc.) pour l'agrément de carrières par exemple.



LE CENTRE D'ANALYSE COMPORTEMENTALE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES (CACOH)

CNR est l'exploitant historique de la concession du fleuve Rhône. Elle assure depuis 1934 trois missions solidaires confiées par l'État français : Produire de l'électricité; Développer le transport fluvial; Assurer l'irrigation des terres agricoles. La concession accordée par l'État a été prolongée de 18 ans en 2022 et court désormais jusqu'en 2041. Ses 20 centrales hydroélectriques sur le Rhône produisent 25 % de l'hydroélectricité nationale.

CNR s'est dotée depuis 1936 d'un centre d'expertise et d'innovation, le CACOH, qui intervient dans toutes les phases de vie des ouvrages hydrauliques et qui développe l'expertise de la société dans six domaines de compétence avec 45 ingénieurs et techniciens : hydrométrie, hydraulique, gestion sédimentaire, hydrographie, matériaux et surveillance des ouvrages de génie civil. Pour cela, le CACOH dispose d'un laboratoire de modélisation physique hydraulique de 3 000 m², un laboratoire d'essais sur les matériaux de structures (sols, bétons, enrochements), un bateau hydrographique pour la surveillance des fonds du Rhône (le Frédéric Mistral) et plusieurs bateaux hors-bord pour la mesure des débits en situation normale et en crue.



Campagne de mesure du CACOH sur le Rhône à Lyon

» 1 – SURVEILLANCE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES DE CNR :

En tant que gestionnaire d'ouvrages, la CNR est responsable de la sûreté des aménagements hydroélectriques. Le CACOH est ainsi chargé de la surveillance de l'ensemble du parc, dont les centrales et barrages-usines, et des 420 km de digues du parc d'ouvrages de CNR. Cette surveillance est réalisée avec l'appui des équipes d'exploitation présentes localement dans les aménagements. De par leur conception et leur fonctionnement, la plupart de ces digues sont considérées comme des barrages latéraux. Elles permettent l'alimentation

des centrales hydroélectriques disposées tout du long du Rhône. Ces digues non étanches sont soumises à une charge hydraulique permanente de 10 à 25 m. Un contre-canal recueille les eaux d'infiltration et draine la nappe. L'ensemble des ouvrages se déplace dans des proportions acceptables et compatibles avec les enjeux de sûreté. Ces évolutions sont scrupuleusement surveillées et dépendent de facteurs liés à la nature des sols et aux variables climatiques, par exemple.

L'activité de surveillance du CACOH repose sur trois piliers :

- le contrôle visuel de l'état des ouvrages par des visites des parties émergées par moyens pédestres et aériens (drones) et des parties immergées par des moyens subaquatiques,
- l'auscultation, qui consiste à mesurer les déplacements par différents moyens (nivellement, pendule, etc.), à surveiller les sous-pressions pour mesurer les niveaux d'eau dans les digues et à mesurer les fonds du lit par relevés bathymétriques, à l'aide notamment du Frédéric Mistral,
- les vérifications et essais, in situ et en laboratoire, sur les sols, les bétons et les enrochements pour mesurer les paramètres physiques des matériaux (conformité et qualité). La résistance des matériaux est effectivement très normée. Le laboratoire travaille ainsi sur la résistance des bétons à l'abrasion hydraulique et à de multiples chocs de pierres. Il a aussi une importante activité d'essais sur les enrochements, en vue de leur marquage CE, avec des tests de chutes de blocs d'enrochement et divers tests en laboratoire. Cette activité évite de très importants coûts de réintervention sur des ouvrages représentant des investissements de plusieurs millions d'euros.



Résultat d'essais de résistance de bétons

» 2 – HYDROGRAPHIE

La morphologie des fonds du lit du Rhône et des canaux d'amenée des centrales évolue au fil du temps. Afin d'assurer une pérennité des différents usages du fleuve Rhône, le CACOH surveille en permanence l'évolution des fonds à l'aide des relevés bathymétriques du Frédéric Mistral. Dans le domaine fluvial, c'est un outil de travail à la pointe de la technologie avec ses sondeurs multifaisceaux, son sonar haute résolution et ses dispositifs de carottage sédimentaire. Des équipes locales réalisent également des mesures bathymétriques avec des moyens plus légers en amont de Lyon et sur les parties du Rhône et de ses affluents non navigables pour le Frédéric Mistral.



Bateau hydrographique le « Frédéric Mistral »

Les enjeux sont multiples :

- Assurer la sûreté de la navigation : un chenal navigable de 60 m de large et de 3 m de profondeur est garanti par la CNR et délimité par les bornes rouges et vertes disposées tout au long du Rhône, de la Méditerranée à Lyon. Ce sont en effet entre 12 et 15 millions de tonnes de marchandises qui transitent chaque année vers le port Édouard Herriot.
- Assurer la sûreté hydraulique : la surveillance du fond du lit permet l'alimentation des modèles mathématiques pour s'assurer du passage des crues du Rhône sans aggravation de la situation naturelle.
- Assurer la surveillance des ouvrages : l'auscultation des parties immergées des ouvrages permet d'observer les désordres éventuels sur les digues.

Le Frédéric Mistral et les directions territoriales produisent ainsi une grande quantité de données bathymétriques et cartographiques qui permettent de surveiller l'évolution sédimentaire des fonds du lit du Rhône.

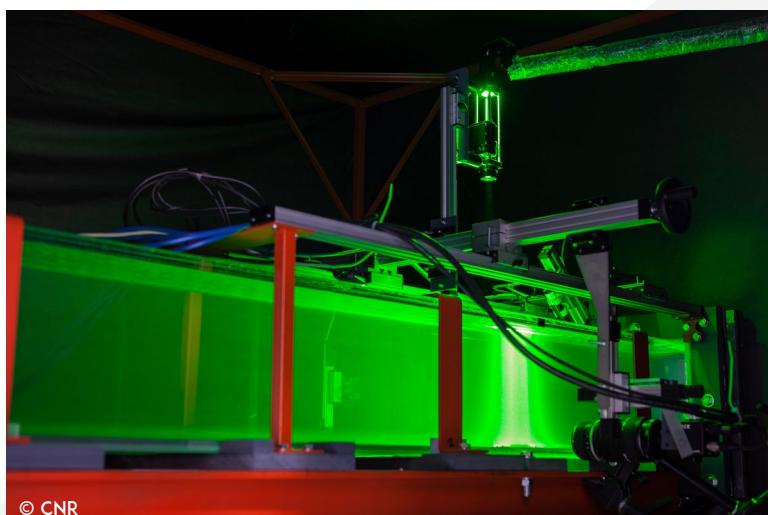
» 3 – GESTION SÉDIMENTAIRE :

La gestion des flux sédimentaires et des dépôts constitue un enjeu important pour la CNR vis-à-vis de l'ensemble de l'activité et des impacts sur les autres compartiments : agriculture, eau potable, milieux aquatiques, infrastructures, érosion littorale...

En effet, les fonds du lit du Rhône et des canaux d'amenée des centrales hydroélectriques connaissent des évolutions régulières avec le temps. Le lit du Rhône est sujet à la formation de dépôts sédimentaires intervenant de manière préférentielle à l'amont des barrages, au droit des confluences et au droit des garages d'écluses. La CNR veille à maintenir le transit des apports en sédiments lors des crues et lors des chasses du Rhône (organisées par EDF et le SIG en Suisse). Des opérations de démantèlement d'ouvrages devenus inutiles (épaves et digues Girardon) sont également menées pour remobiliser les matériaux stockés dans les marges alluviales des Vieux Rhône (parties court-circuitées du fleuve). Lorsque c'est nécessaire, CNR réalise aussi des opérations de dragage consistant à aspirer et remettre en suspension les sédiments déposés dans les zones de courant. La gestion par dragage est un enjeu essentiel pour CNR et pour l'équipe du CACOH en particulier, car la dynamique sédimentaire du Rhône est importante.



Partie amont du canal érodimètre



© CNR

Partie aval du canal érodimètre



En intervenant uniquement là où la remobilisation naturelle des dépôts est peu probable, CNR a pour ambition de réduire au maximum l'impact et le coût de ces opérations. Pour prendre les bonnes décisions au bon endroit, le CACOH a par conséquent décidé de concevoir et d'investir dans un outil d'analyse performant : le banc érodimètre. À partir de carotages effectués par le Frédéric Mistral ou par les agents de terrain, ce nouvel outil permet de déterminer les vitesses critiques de début d'érosion et la loi d'érodabilité pour différents types de dépôts. La composition des carottes est analysée en laboratoire puis celles-ci passent dans le banc érodimètre, composé d'un canal en parois vitrées de 20 cm sur 20 cm qui permet d'avoir un écoulement uniforme, comparable à celui du Rhône. Une paroi vitrée et une caméra sont disposées au bout du canal. Le centre de la carotte est placé à cet emplacement pour effectuer les analyses selon différentes gammes de vitesses.

Une modélisation permet ensuite d'évaluer les volumes érodés et l'impact de l'évolution des fonds sur la ligne d'eau. Ces modélisations constituent un outil d'aide à la décision précieux pour gérer les fonds du lit tout en conciliant les enjeux environnementaux et les enjeux de sûreté hydraulique.

» 4 – HYDROMÉTRIE

Le service hydrométrie a quant à lui pour vocation d'assurer la disponibilité, la cohérence, la précision et la fiabilité des données de débits du Rhône afin de répondre aux enjeux liés aux différentes activités et usages. Le service travaille selon différents pas de temps et sur toutes les gammes de débits.

Il dispose pour cela de 1 200 mesures instantanées issues d'environ 300 stations de mesures (stations à courbe de tarage, stations débitométriques, calculateurs sur les usines), dont 140 appartiennent à la CNR. Le monitoring du Rhône a été très fortement augmenté depuis la dernière crue généralisée du Rhône en 2003. L'objectif est d'améliorer les mesures de débits et de connaître le niveau de confiance vis-à-vis de la donnée produite, afin de prendre des décisions éclairées en cas de crue notamment. Le service hydrométrie du CACOH s'efforce ainsi de répondre à plusieurs défis :

- Optimiser et améliorer la gestion du réseau de mesure en fonction des besoins et des enjeux,
- Moderniser et fiabiliser les outils,
- Diffuser la qualité et l'incertitude des données et améliorer la qualité des mesures,
- Optimiser la critique et la validation des données,
- Améliorer la connaissance et la sécurité en situation critique (jaugeages par vidéo, extrapolation des courbes de tarage).

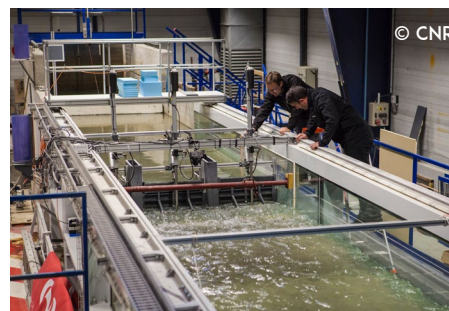
» 5 – MODÉLISATION HYDRAULIQUE D'OUVRAGES :

Le laboratoire du CACOH à Lyon a la capacité de réaliser des essais sur modèles réduits physiques hydrauliques. Il dispose d'un espace expérimental de 3 000 m². L'espace dédié à ces modèles réduits est modulable en fonction des études à mener. Ces modèles sont construits sur mesure pour des périodes allant de quelques mois à quelques années. Le laboratoire de modélisation a pour mission de concevoir, d'optimiser et de valider des solutions techniques répondant à des problématiques hydrauliques complexes.



Le laboratoire de modélisation hydraulique du CACOH

Des maquettes à grande ou petite échelle servent à modéliser les écoulements en charge ou à surface libre en prenant en compte les évolutions morphologiques dues au transport sédimentaire quand les études le nécessitent. Elles permettent d'étudier des phénomènes non modélisables de manière fiable avec des outils numériques comme les vortex, les laves torrentielles...



Lors de la visite du mois de mai 2022, plusieurs maquettes étaient en place :

Petite Centrale Hydroélectrique (PCH) de Caderousse : CNR a l'obligation de maintenir un débit réservé dans les Vieux Rhône. Afin de valoriser cette source potentielle d'énergie, CNR étudie et construit des PCH permettant de turbiner ces débits avant de les restituer aux Vieux Rhône. Cette maquette au 1/60e représente le modèle d'ensemble de la zone de diffluence du barrage de Caderousse. Les enseignements tirés de cette maquette peuvent aussi être extrapolés à d'autres ouvrages. Cette maquette a pour vocation d'optimiser la conception de la centrale en projet (formes, géométrie, orientation, rugosité, gestion des flottants...). Le calage se fait au millimètre près sur la bathymétrie du canal existant. La partie amont du modèle intègre un dispositif de stabilisation de l'écoulement et de calibration des vitesses pour correspondre au mieux à la réalité. Des bois flottants sont également reproduits au 1/60e pour définir les dispositifs permettant d'améliorer leur gestion. La construction actuelle est dédiée au calage du modèle sur la situation existante. Une seconde étape sera ensuite dédiée à l'étude de la situation avec la petite centrale hydroélectrique (PCH) permettant de turbiner les débits réservés.

Centrale hydroélectrique de Montélimar : ce modèle doit permettre d'étudier l'influence de l'augmentation des capacités de turbinage de 50 m³/s de trois des six groupes existants sur les flux. Il permet d'analyser la propagation des ondes susceptibles d'être générées par un arrêt brutal de l'usine (ondes de disjonction). Les turbines sont simulées et des tests d'arrêt du débit sont réalisés afin de mesurer la propagation des ondes en amont. Une étude est en cours pour évaluer la capacité maximale de dérivation en cas de crue en vue de turbiner les débits supplémentaires.

Barrage de Champagnieux : la maquette permet de modéliser une partie du barrage pour mesurer la débitance des vannes. En fonction du débit, celles-ci sont plus ou moins ouvertes selon la consigne d'exploitation. L'objectif est de connaître le niveau d'ouverture des vannes de manière précise pour pouvoir piloter finement leur ouverture à l'aide d'automates. Il s'agit in fine de proposer de nouvelles équations pour optimiser la gestion des débits au barrage.

Torrent du Manival : ce modèle réduit au 1/25e de ce torrent, particulièrement actif sur le plan sédimentaire a pour objectif d'étudier les processus de charriage et de laves torrentielles (85 % de débit solide/15 % de débit liquide). Le modèle a été conçu afin de modéliser la propagation et l'étalement du corps de lave pour analyser les capacités de stockage de la plage de dépôt existante et dimensionnée pour un volume compris entre 10 et 20 000 m³. La plage de dépôt est reproduite de manière très fidèle alors que la zone de transit aval a été représentée de manière simplifiée, en concertation avec le groupement de maîtrise d'ouvrage de l'étude (ONF-RTM38, SYMBHI, INRAE). Un diagnostic sera réalisé sur la base des expérimentations sur le modèle en termes de bilan sédimentaire (débit solide entrant/débit sortant, évolutions géométriques...). Sa construction est en cours (3 à 4 mois de construction). L'étude durera jusqu'à mi-2023.



Le modèle réduit du torrent du Manival

L'Association Rivière Rhône Alpes Auvergne (ARRA²) est un réseau d'acteurs pour la gestion globale des milieux aquatiques et de l'eau qui rassemble plus de 1 600 professionnels afin de favoriser les échanges et mutualiser les expériences.

Pour répondre aux besoins de ses adhérents, l'ARRA² propose à ses adhérents d'organiser des rencontres destinées à faciliter les échanges d'expériences et le partage de connaissances entre professionnels des milieux aquatiques et de l'eau : les Pêches aux cas pratiques.

Ce compte-rendu propose une synthèse de la Pêche organisée par la CNR, le 6 mai 2022 à Lyon (69).



ASSOCIATION
RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE

ASSOCIATION RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE
7 RUE ALPHONSE TERRAY > 38000 GRENOBLE
04 76 48 98 08 - ARRAA@ARRAA.ORG
WWW.ARRAA.ORG