

Renommer le fichier en respectant le format : Colloque SHF\_morpho2023\_NOMauteurcorrespondant

## Superviser en temps réel la concentration de matière en suspension pour piloter APAVER

### SSC monitoring in real time to manage APAVER

Gilles PIERREFEU (CNR, Lyon, France), Thierry FRETEAUD (CNR, Lyon, France) **Session 1: Application et gestion**

\*auteur correspondant

Outils opérationnels, études de cas...

#### 1. Piloter APAVER via mesure MES

Tous les 3 à 5 ans, les Services Industriels de Genève (SiG) réalisent l'opération d'Abaissement Partiel de la retenue de Verbois (APAVER) permettant d'évacuer une partie des sédiments issus de l'Arve et accumulés au cours du temps dans la retenue de Verbois. Sans cette opération, la réduction des sections d'écoulement sur le Rhône pourrait engendrer des débordements dans les bas quartiers de Genève. La Compagnie Nationale du Rhône (CNR) gère 19 aménagements hydraulique sur le Rhône depuis la frontière Suisse jusqu'à la mer Méditerranée dont la retenue de moyenne chute de Génissiat juste en aval de la frontière Suisse. CNR accompagne les APAVER en pilotant ses aménagements sur le Rhône entre Génissiat et Sault-Brénaz situé 50km en amont de Lyon.

L'opération APAVER, généralement réalisée sur la 2<sup>nd</sup>e quinzaine de mai, est menée conjointement entre les SiG et CNR. Il s'agit pour CNR de faire transiter les sédiments le plus en aval possible selon les critères suivants :

- Equilibrer au mieux flux de Matières En Suspension (MES) entrant/sortant de chaque aménagement ;
- Respecter les limites de MES réglementaires vis-à-vis de l'environnement.

La mise en transparence de la retenue de Génissiat est obtenue en abaissant la cote de retenue du plan d'eau qui augmente ainsi les vitesses d'écoulement et les contraintes hydrauliques associées. Au préalable, des scénarios d'évolution de cote de retenue sont étudiés à l'aide de modèle numérique afin de retenir le pilotage le plus approprié en phase avec l'arrivée des sédiments provenant de la retenue de Verbois. Les quantités de MES qui transitent réellement sont mesurées en temps réel afin de piloter le niveau dans la retenue de Génissiat et de satisfaire les critères environnementaux et techniques.

Cette présentation illustre ce qui a été mis en œuvre lors des opérations de mai 2021 et ses perspectives.

#### 2. Mesurer les MES

Pour un site donné, les MES se caractérisent par la concentration (notée  $C_{mes}$ ) exprimée en gramme de sédiment sec par litre d'eau et par la distribution granulométrique ( $d_{10}/d_{50}/d_{90}$  - diamètres correspondant respectivement à 10, 50, et 90% de passant). A titre d'exemple, ci-après les valeurs observées à Seyssel où les mesures réglementaires sont réalisées :

Gamme de $C_{mes}$	$d_{10}/d_{50}/d_{90}$ - valeur moyenne
100 mg/l à 15 g/l	5 / 20 / 130 $\mu m$

Pour les sites de Génissiat à Seyssel, la mesure continue de  $C_{mes}$  est assurée par un duo Coriolis/turbidimètre. Le débitmètre massique Coriolis présente l'avantage de fournir directement la  $C_{mes}$  en g/l sans hypothèse sur la distribution granulométrique. Il est associé à un système de pompage prélevant l'eau en continue pour analyse. Le turbidimètre directement immergé dans le fleuve nécessite d'être recalé régulièrement en fonction de l'évolution de la granulométrie des sédiments qui transitent dans l'écoulement. Cette chaîne de mesure est contrôlée par des prélèvements ponctuels qui sont analysés sur site en concentration (pycnomètre) et granulométrie (Lisst). L'intérêt du turbidimètre associé au Coriolis est de prendre le relais de la mesure en cas de défaillance du système de pompage. En 2021 ce sont 4 systèmes Coriolis/turbi qui ont été déployés.

Pour les 10 autres sites, seul un turbidimètre associé à une fonction de transfert turbidité/ $C_{mes}$  a permis de suivre en continu les évolutions de  $C_{mes}$ .

Le tableau 1 présent un comparatif des équipements turbidimètre et Coriolis qui peuvent être utilisés seuls ou en complément l'un de l'autre.

Capteur	Avantage	Inconvénient	Fonction transfert transformant mesure brute en $C_{mes}$
Coriolis	Mesure directement $C_{mes}$ Cout (*) : 2x turbi	Nécessite système de pompage dédié	1 pour 1 et invariant dans le temps et insensible à la granulométrie des sédiments présents dans l'écoulement
Turbidimètre	Directement immergeable Faible cout	Turbidité très dépendante de la granulométrie Nécessite un réajustement très réactif du ratio $C_{mes}$ /Turbidité	$C_{mes} = \text{ratio} \times \text{turbidité}$ Ratio variant de 1 à 4 voire plus selon les sites et la dates – à ajuster en temps réel
Note (*) : cout pour une chaine complète			

Tableau 1 : avantage/inconvénient/complémentarité des systèmes turbidimétrique et Coriolis

### 3. Superviser la mesures des MES

Sur les 10 jours d'accompagnement APAVER 2021 pour CNR, une équipe dédiée a été mise en place pour superviser 24/24 les 14 sites de mesures de MES. Son rôle a été de fournir une  $C_{mes}$  validée pour chacun des sites à partir de mesures redondantes afin de sécuriser la disponibilité/fiabilité du système. Les mesures sur sites étaient rapatriées sur un serveur CNR toutes les minutes pour les appareils automatiques. Les prélèvements ponctuels étaient également disponibles sur ce serveur dès leur réalisation. Les valeurs des turbidimètres étaient automatiquement transformées en  $C_{mes}$  via une fonction de transfert qui s'ajustait automatiquement à chaque nouvelle valeur de référence. Ces valeurs de références étaient soit des prélèvements ponctuels de contrôles ou bien des valeurs Coriolis pour les sites équipés. L'équipe supervision validait les mesures pour le poste de pilotage. Pour cela, elle sélectionnait la mesure la plus fiable disponible et déclenchait si besoin les opérations de maintenance pour la remise à niveau des chaines de mesures en défaut.

Ce système a permis d'avoir une vision globale de la propagation des limons et sables depuis la frontière Suisse jusqu'à Sault-Brénaz. Le pilotage en temps réel s'en trouve facilité. La distinction entre sédiment fin ( $5\mu\text{m}$  à  $63\mu\text{m}$ ) et plus grossier ( $63\mu\text{m}$  à  $1000\mu\text{m}$ ) permet également de décomposer le signal  $C_{mes}$  entre ce qui va transiter proche du fond ou en suspension. Cette distinction permet d'anticiper d'environ 3 heures l'impact de manœuvres d'exploitation de Génissiat sur le site réglementaire de suivi situé à Seyssel (figure 2).



Figure 1 : système Coriolis sur les quais à Seyssel

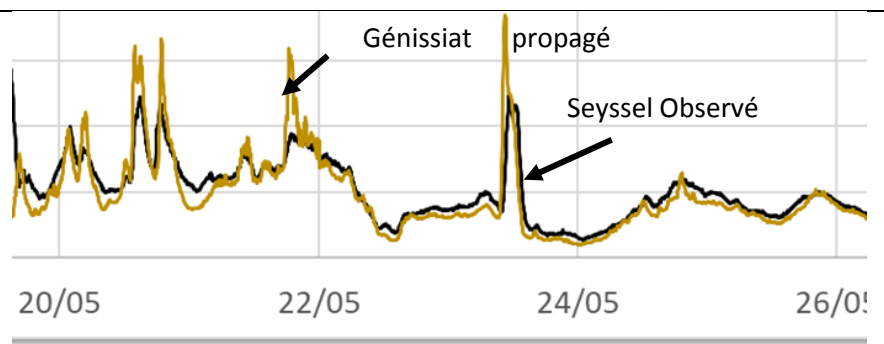


Figure 2 : Anticipation de  $C_{mes}$  à Seyssel (noir) via propagation du sortant de Génissiat (marron) en distinguant fine/grossier - 3 heures d'anticipation – graduation  $5\text{g/l}$

### 4. Conclusion

L'accompagnement de l'APAVER 2021 par CNR a été un succès dans le déploiement et la supervision des mesures de MES en temps réel tant en concentrations qu'en distribution granulométrique. Ces méthodes de mesures vont être déployées à titre de tests lors des prochaines opérations de chasse de la basse Isère notamment en aval de l'usine de Bourg les Valence.