

Impacts des MES sur la faune piscicole du Haut-Rhône : Application au cas des dragages



TREMBLAIS Clara
PRI 2025-2026
DAE – IMA

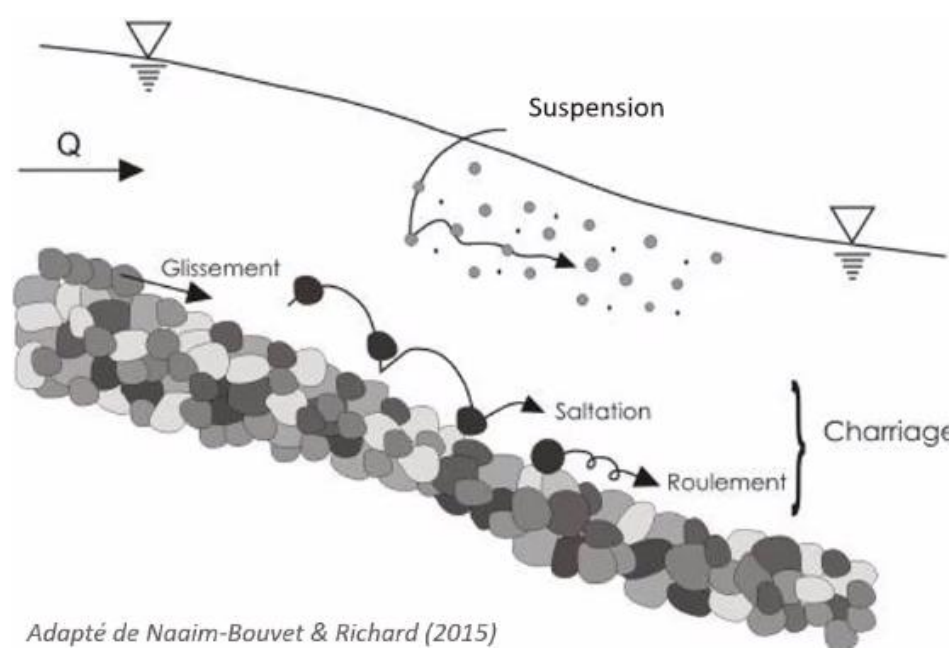
Sous la direction de :

RODRIGUES Stéphane &
REYNAUD Sylvain



INTRODUCTION

Le fleuve du Rhône a été beaucoup modifié pour la navigation et la production d'hydroélectricité. Ces aménagements (barrages, usines, écluses) perturbent fortement la continuité sédimentaire du Rhône. Il existe deux types de transport de sédiments dans les systèmes fluviaux : le charriage (glissement, saltations, roulement sur le fond de la rivière) pour les sédiments de charge grossière (sables, graviers) et le transport en suspension (déplacement dans la colonne d'eau, à sa vitesse) (MES = Matière en suspension) pour la charge fines ($<64 \mu\text{m}$) (Figure 1). Le transit par charriage est énormément perturbé. Le transport de sédiments fins l'est moins, puisqu'il y a un flux de plus de 6 Mt/an au niveau d'Arles (Bas-Rhône). En revanche, le flux de matières en suspension au niveau de Génissiat (Haut-Rhône) est d'environ 2 Mt/an.



Adapté de Nazim-Bouvet & Richard (2015)
Figure 1 : Schéma des différents modes de transports sédimentaires fluviaux

La Compagnie Nationale du Rhône (CNR), concessionnaire du Rhône a pour mission, entre autres, d'entretenir le lit du fleuve pour permettre sa navigation, évacuer les crues et assurer le bon fonctionnement des aménagements. Ces aménagements sont associés à des zones lenthiques qui vont faire qu'il y a une certaine accumulation de sédiments fins. Ces derniers doivent être enlevés ou déplacés par dragage. Un dragage consiste à extraire les sédiments accumulés, majoritairement constitués de limons, et à les remettre en suspension dans une zone plus courante. Comme le flux de sédiments fins du Haut-Rhône est moins important que le reste du fleuve par ces plus gros aménagements, la faune piscicole vivant habituellement dans un milieu relativement peu turbide peut se retrouver plus perturbé par des augmentations de MES dans l'eau lors des entretiens par dragage. Ces travaux vont engendrer des panaches de MES.

Nous nous posons alors la question :

Les dragages effectués dans le Haut-Rhône sont-ils impactant pour la faune piscicole ?

ÉTAT DE L'ART

- Impact sur les juvéniles/œufs** : réduction de la chance de survie des œufs (Gray et al., 2012) ; réduction du succès à l'alimentation des alevins (Lowe et al., 2015).
- Impacts sur les branchies** : épaississement des lamelles branchiales (Montoya et al., 2024) ; (Firth et al., 2024) ; (Wong et al., 2012), obstruction des branchies engendrant l'hypoxie (Wong et al., 2012) ; (Cumming & Herbert, 2016) ou encore une abrasion des tissus branchiales (Cumming & Herbert, 2016).
- Impact sur le comportement des poissons** : altération des relations proies-prédateurs (Zanghi & Ioannou, 2025) ; vitesse de nage réduite et comportements en bancs perturbés
- Impact sur les habitats** : colmatage du substrat du lit → perturbation des processus de reproduction

Dans la littérature, la référence en termes de modèle pour étudier l'impact des MES sur la faune piscicole sont les travaux de Newcombe débutés par sa publication en 1996. Cette publication pose les bases car elle présente le développement d'une échelle semi-quantitative décrivant la sévérité des effets des sédiments en suspension sur les poissons selon la concentration des sédiments et la durée d'exposition : **l'indice de sévérité ou Severity-of-ill-effects scale (SEV)**.

$$SEV = a + b \times \ln(DE) + c \times \ln(MES)$$

a, b et c : Coefficients dépendant du groupe taxonomique et stade de vie étudié ;
DE : Durée de l'exposition des poissons à l'événement turbidimétrique (en heures) ;
MES : concentration moyenne de MES en mg/L pendant l'exposition.

Tableau 2 : Classification des effets (Severity-of-ill-effects) selon Newcombe

Index (SEV)	Conditions (eau)	Effet sur les poissons
0 < SEV < 0.5	Intégrité	Nei (ou faibles) : adapté pour les espèces qui affectivement les eaux dures
0.5 < SEV < 3.5	Légèrement altérées	Niveau début d'effet sur l'alimentation et le comportement. La sévérité de l'effet augmente avec la durée.
3.5 < SEV < 8.5	Significativement altérées	Moderat : augmentation marquée de la turbidité pouvant réduire la croissance, la taille du territoire, ou les écouls.
SEV > 8.5	Sévérité altérée	Sévere : conditions de vie fortement altérées, mortalités, risque de mortalité.

La littérature présente une variation des réponses à une augmentation de la turbidité selon les espèces : expérience sur des juvéniles d'espèces de poissons vivant dans le Haut-Rhône qui n'ont pas eu d'altération physiologique jusqu'à une exposition à 2000 mg/L de MES dans l'eau (Cattanéo et al., 2019). Il semble aussi avoir des processus d'adaptation de la part des poissons qui sont encore peu connus.

CONTEXTE

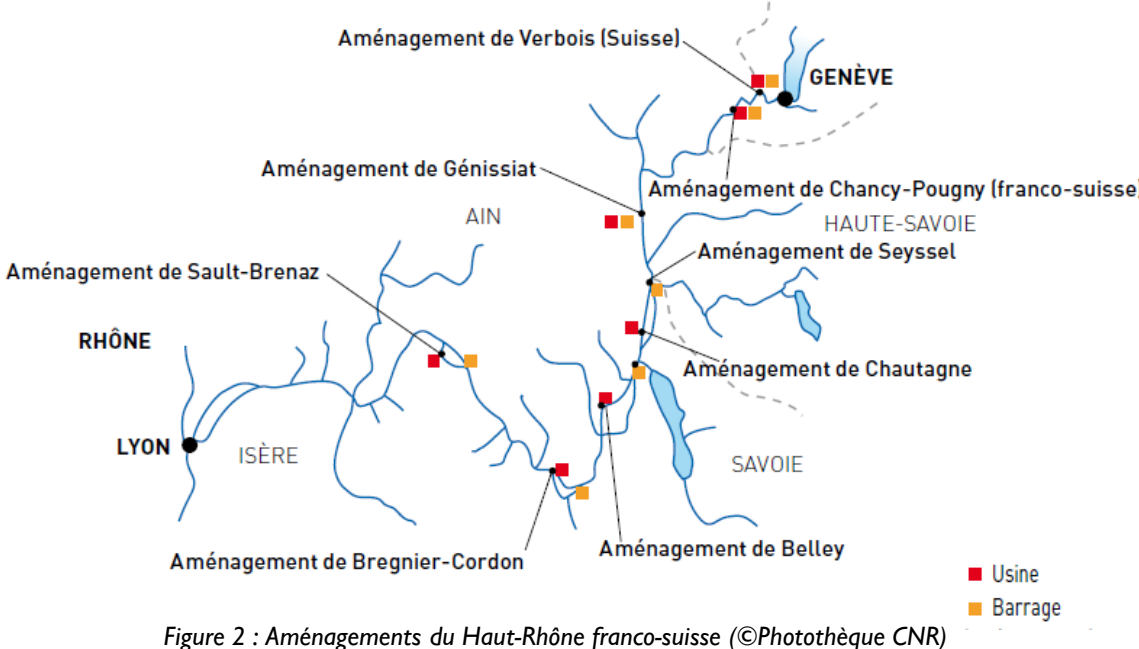


Figure 2 : Aménagements du Haut-Rhône franco-suisse (©Photothèque CNR)

Sur le Haut-Rhône, il y a depuis 2016 un réseau de 5 stations turbidimétriques qui mesurent la concentration en MES dans l'eau en permanence toutes les 10 minutes. La suite du travail a consisté à analyser les données turbidimétriques de ces stations pour analyser l'impact des opérations de dragage sur la faune piscicole.

La réglementation en vigueur a défini un écart maximal de turbidité à l'aval entre l'amont et l'aval qui dépend de la turbidité à l'amont du dragage (Tableau 1)

Turbidité à l'amont du chantier	Écart maximal de turbidité entre l'amont et l'aval
Inférieure à 15	10
Entre 15 et 35	20
Entre 35 et 70	20
Entre 70 et 100	20
Supérieure à 100	30

Tableau 1 : Consigne de suivi de la turbidité des dragages CNR. Les valeurs sont données en NTU. Les classes utilisées pour la turbidité mesurée à l'amont sont celles du SEQ-Eau V2 (classes d'aptitude à la biologie)

Tout au long des dragages sont alors effectué des suivis : une mesure à l'amont du chantier et trois mesures à l'aval du chantier.

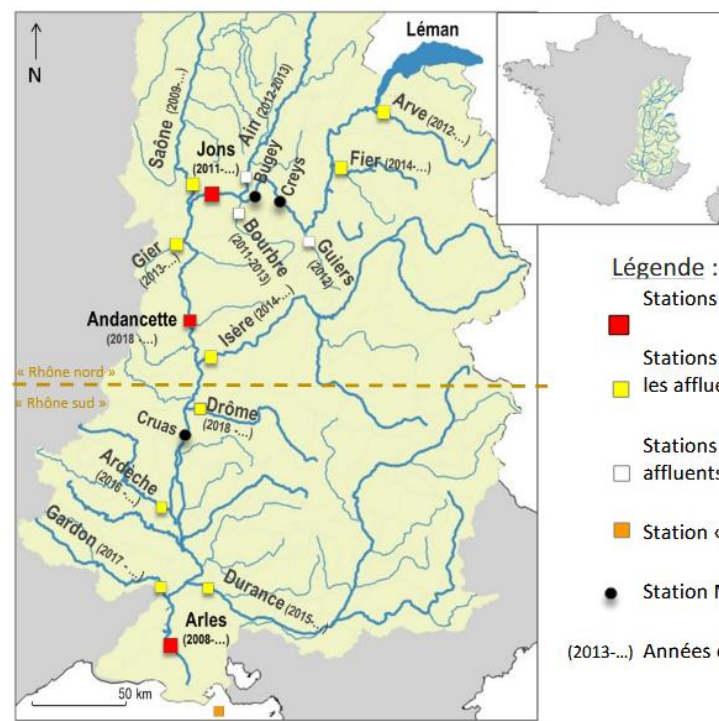


Figure 3 : Stations de suivi des concentrations en matières en suspension (MES) et en contaminants particuliers de l'OSR au 01/12/2022. Stations turbidimétriques permanentes CNR sont représentées par les carrés jaunes

MÉTHODE

RÉCOLTES DES DONNÉES

- Données des stations turbidimétriques depuis 2016 sont recensées dans une table @Excel
- Données des mesures pendant les dragages : inscrites dans tableaux dans les documents de synthèse des dragages pour chaque année

CONSTRUCTION DES RENDUS GRAPHIQUES

- Évolution de la turbidité pour la station en aval la plus proche et les prélèvements pendant le dragage concerné (année)
- Concentration moyenne de MES aux stations hors et pendant dragage et les mesures faites aux dragages sur chaque année analysée
- Moyenne par mois de la turbidité aux stations du Haut-Rhône sur plusieurs années

TRI DES DONNÉES

- Conversion des turbidités des stations en NTU (Nephelometric Turbidity Unit) en mg/L
- Création d'une feuille @Excel par dragage contenant : date, moyenne par jour mesures des turbidités aux stations en NTU et mg/L, mesures turbidimétriques pendant le dragage (amont/aval du dragage), temps de dragage par jour (8 heures) et seuil de turbidité maximal autorisé

CALCUL DE L'INDICE DE SÉVÉRITÉ (SEV) (Newcombe et Jensen, 1996)

- Calcul de la moyenne de la turbidité à la station en aval la plus proche du dragage
- Somme du temps d'exposition en heure pendant l'opération
- Calcul de l'indice

RÉSULTATS

GRAPHIQUES DES TURBIDITES AUX STATIONS ET PENDANT LES DRAGAGES

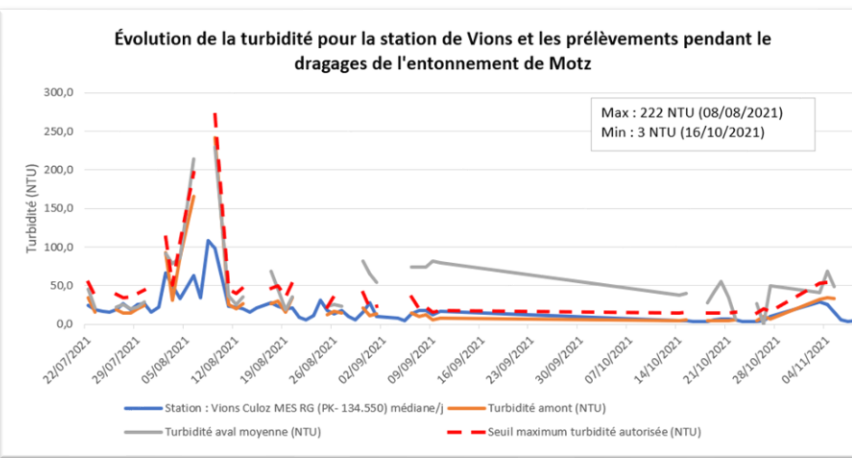


Figure 4 : Évolution de la turbidité pour la station de Vions et les prélèvements pendant le dragage de l'entretien du barrage de Motz

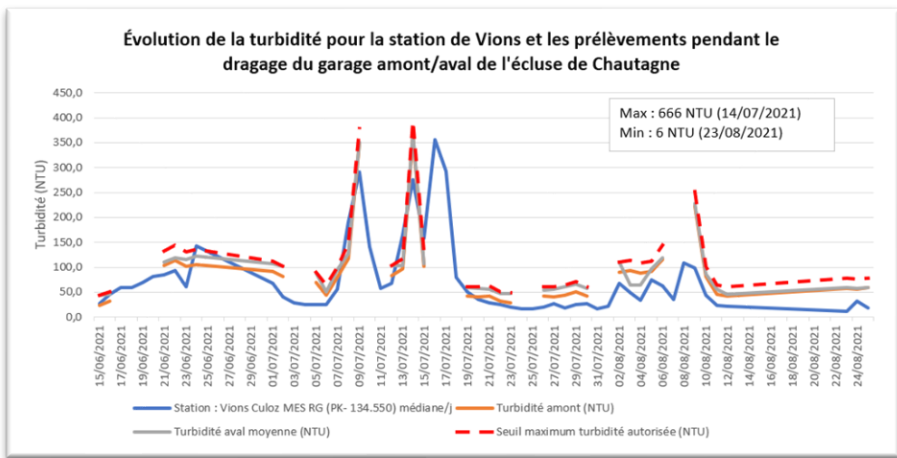


Figure 5 : Évolution de la turbidité pour la station de Vions et les prélèvements pendant le dragage de l'entretien du barrage de Chautagne

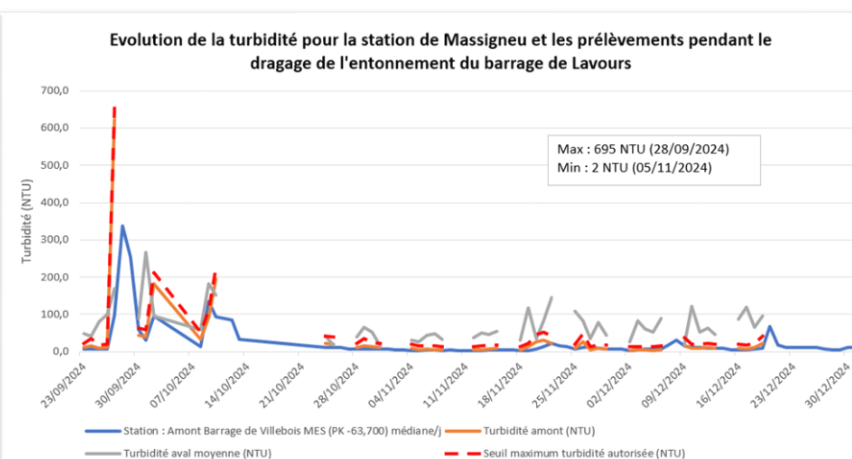


Figure 6 : Évolution de la turbidité pour la station de Massigneu et les prélèvements pendant le dragage de l'entretien du barrage de Lanours

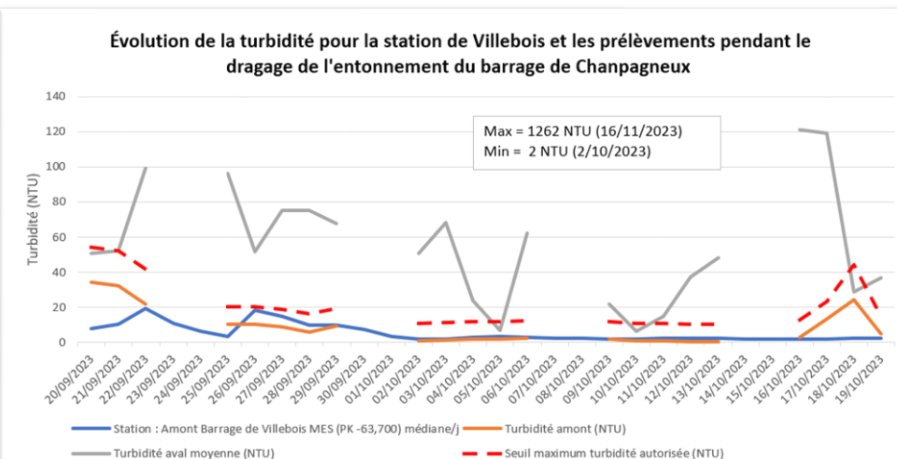


Figure 7 : Évolution de la turbidité pour la station de Villebois et les prélèvements pendant le dragage de l'entretien du barrage de Champagnoux

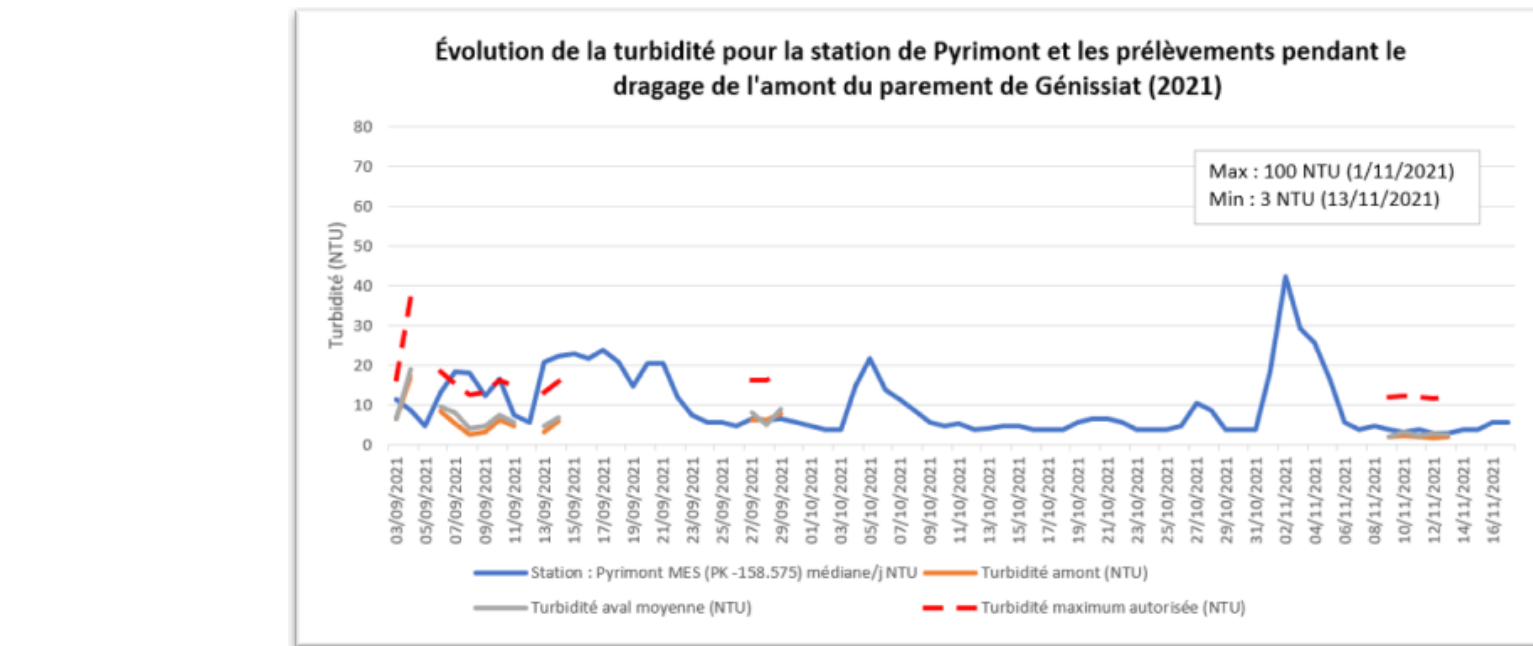


Figure 8 : Évolution de la turbidité pour la station de Pymont et les prélèvements pendant le dragage de l'amont du barrage de Génissiat (2021)

Les turbidités mesurées aux stations permanentes placées le long du Haut-Rhône et plus particulièrement les stations de Pymont, Vions et Massigneu, qui sont les plus proches des dragages que nous avons analysés ici, n'ont pas montré d'augmentations significatives et n'ont ni été supérieures aux seuils maximaux autorisés pour les différents dragages. Cela montre que le panache de MES formé par les restitutions des dragages s'étend sur de faible linéaire (quelques kilomètres maximum). L'impact des dragages est local.

INDICE DE SÉVÉRITÉ DE NEWCOMBE ET JENSEN (1996)

Tableau 3 : Indice de sévérité (SEV - "Severity-of-ill-effects", Newcombe & Jensen, 1996) des stations turbidimétriques permanentes du Haut-Rhône lors des dragages

Année	Désignation	SEV (moyenne 6)	Interprétation
Aménagement de Génissiat			
2021	Parlement amont	9	Effet léthaux et paraléthaux : Diminution du taux de croissance, réduction de la densité piscicole, éclosion retardée.
Aménagement de Chautagne			
2021	Entretien barrage Motz	9,4	//
2021	Garage amont et aval écluses de Chautagne	10	Effet léthaux et paraléthaux : 0 à 20 % de mortalité, dégradation sévère de l'habitat.
2024	Aval écluse aval de Chautagne	9	//
Aménagement de Bellef			
2021	Accès amont écluse Savères	9	//
2021	Garage amont et aval écluses de Bellef	8,5	Effet paraléthaux : stress physiologique majeur : condition corporelle faible, diminution à long terme du taux de succès de nourrissage.
2023	Seuil de Vions	10	Effet léthaux et paraléthaux : 0 à 20 % de mortalité, dégradation sévère de l'habitat.
2023	Chenal navigable du port de Chanaz	9,0	//
2024	Entretien barrage de Lanours	10	//
Aménagement de Breginier-Cordon			
2021	Point réglage Peyrieu	7,4	Effet paraléthaux : dégradation d'habitat modéré.
2023	Entretien du barrage de Champagnoux	8	Effet paraléthaux : stress physiologique majeur : condition corporelle faible, diminution à long terme du taux de succès de nourrissage.

Ces valeurs de SEV calculées étant particulièrement élevées et leur interprétation semblent aberrantes. Nous avons pensé qu'il serait intéressant de calculer cet indice toujours par rapport aux valeurs des stations de turbidité permanentes situées sur le HR, mais lorsqu'il n'y a pas de dragage. Le tableau 4 présente les résultats de ces calculs pour les années que nous avons analysées pour ce travail.

Tableau 4 : Indice de sévérité calculé hors dragage sur les trois années étudiées sur une période d'un mois et d'une journée

Année	Durée d'exposition	Station de Pougny	Station de Vions	Station de Massigneu	Station de Villebois
2021	1 mois	8,5	8,6	8,7	8,8
2021	1 jour	6,5	6,4	6,9	6,8
2023	1 mois	8,6	8,6	8,6	8,5
2023	1 jour	5	4,5	4,6	4,5
2024	1 mois	8,7	8,6	8,7	8,6
2024	1 jour	4,4	4,7	4,6	4,4

Le calcul de l'indice de sévérité lors de période hors dragage sur un mois et un jour ensuite, nous a permis de voir que l'indice ne fonctionnait pas avec les turbidités « normales » du Haut-Rhône. Les interprétations sont : "diminution du taux de croissance, réduction de la densité piscicole, éclosion retardée". Ces interprétations paraissent aberrantes compte tenu de la réalité où la faune piscicole du Haut-Rhône, hors période de dragage, il n'a pas été observée de tels effets.

MOYENNE DES TURBIDITES PENDANT LES DRAGAGES ET HORS DRAGAGE AUX STATIONS

Après avoir constaté que nous ne pouvions pas utiliser l'indice de sévérité, nous avons alors effectué une comparaison entre la moyenne des turbidités aux stations hors dragage et les mesures des stations pendant des travaux. Nous avons ajouté également les moyennes des mesures amont/aval et les seuils maximaux autorisés au niveau de chaque dragage.

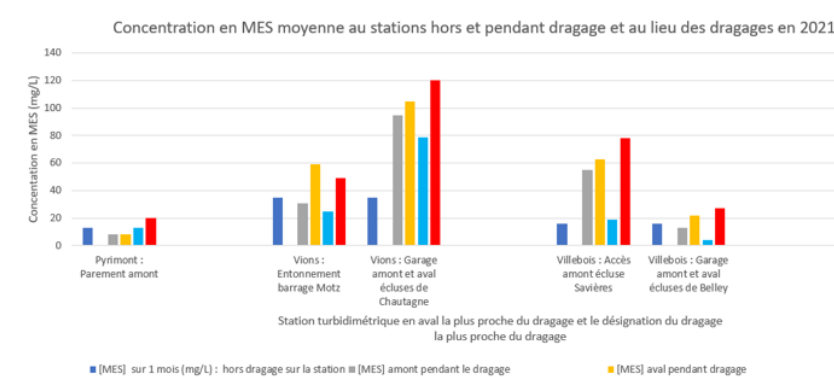


Figure 9 : Concentration moyenne de MES aux stations hors et pendant dragage et les mesures faites aux dragages en 2021

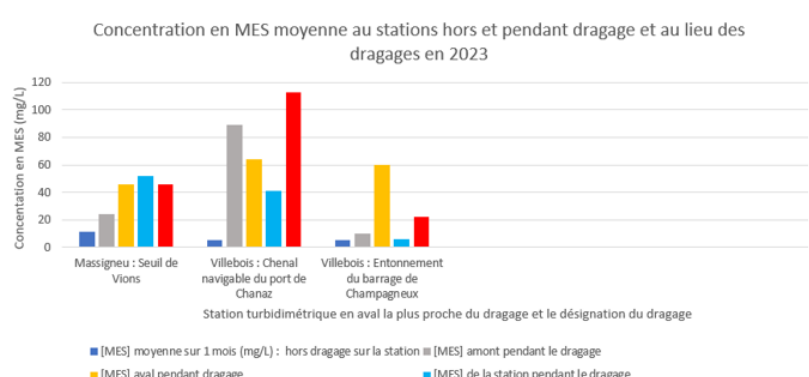


Figure 10 : Concentration moyenne de MES aux stations hors et pendant dragage et les mesures faites aux dragages en 2023

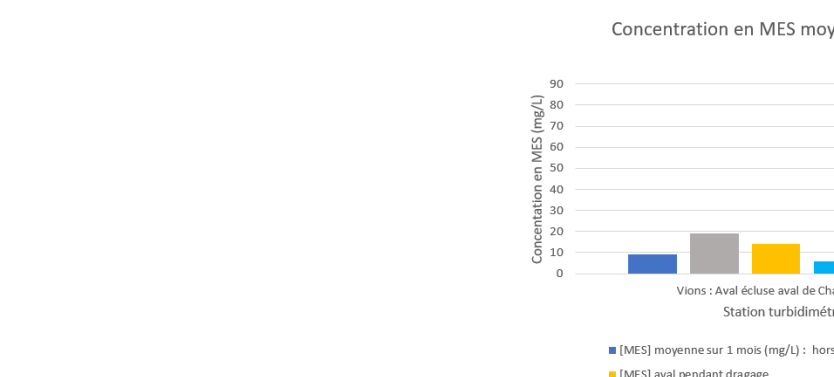


Figure 11 : Concentration moyenne de MES aux stations hors et pendant dragage et les mesures faites aux dragages en 2024

Ce que nous ont montré ces graphiques est que lorsque les turbidités moyennes aux stations étaient supérieures à celles lors de période hors dragage, les turbidités à l'amont du dragage étaient déjà plus élevées. Nous critiquons alors le fait de comparer ces moyennes hors dragage puisqu'il y a possiblement une variation de la turbidité dans l'année qui n'est pas liée à des chantiers de dragage.

CONCENTRATION EN MES MOYENNE PAR MOIS AUX STATIONS TURBIDIMÉTRIQUES PERMANENTES DU HAUT-RHÔNE SUR UN AN

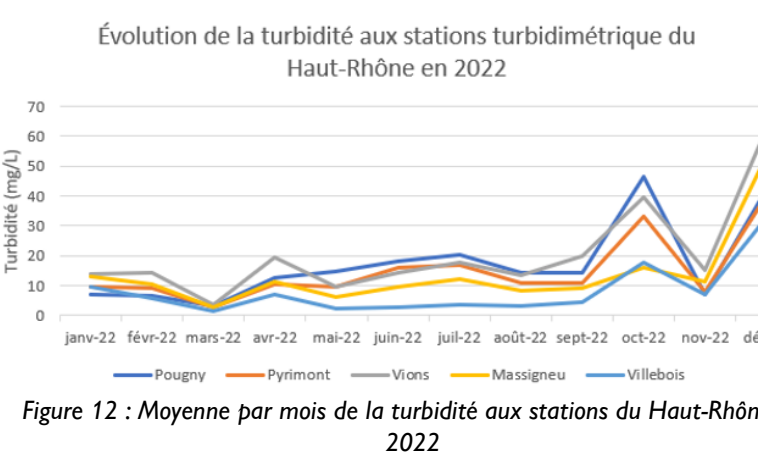


Figure 12 : Moyenne par mois de la turbidité aux stations du Haut-Rhône en 2022

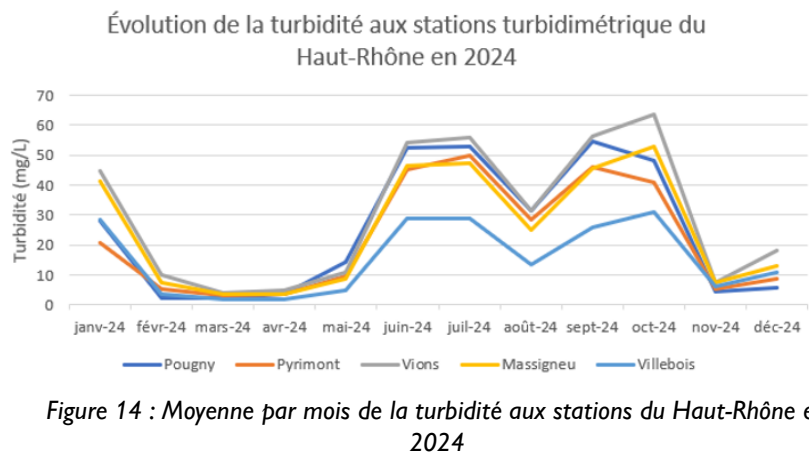


Figure 14 : Moyenne par mois de la turbidité aux stations du Haut-Rhône en 2024

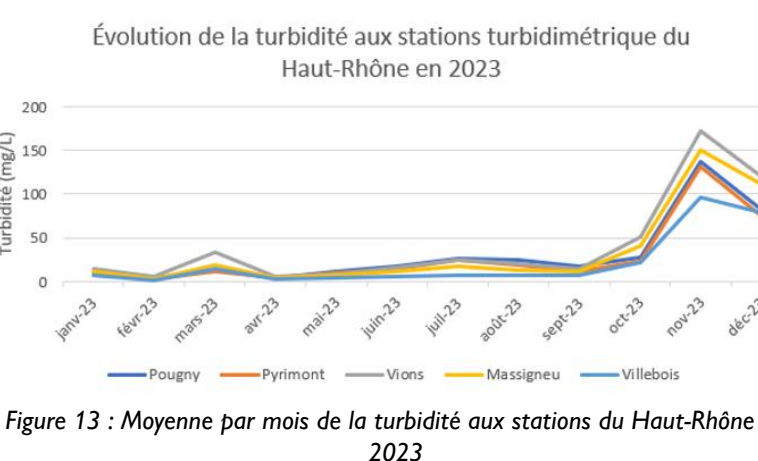


Figure 13 : Moyenne par mois de la turbidité aux stations du Haut-Rhône en 2023

Les graphiques présentant les moyennes de la turbidité mesurée aux stations sur toute une année ont pu nous montrer que la turbidité mesurée au niveau des 5 stations placées sur le Haut-Rhône est relativement constante. Les turbidités oscillent entre 10 et 20 mg/L du mois de janvier à octobre et ce n'est que vers la fin de l'année que celle-ci est plus élevée. C'est surtout la comparaison entre l'année 2022 (qui a eu que 4 dragages en début d'année de faibles volumes) et 2023 où les turbidités de la fin d'année sont plus élevées. Cela peut être dû à des crues plus importantes. L'année 2024 a été globalement plus turbide notamment entre mai et octobre (environ 60 mg/L).

CONCLUSION

- État de l'art : Les conséquences des MES sur les poissons peuvent être plus ou moins grave. Seulement, les impacts d'un taux de MES élevé dans l'eau est très variable. Les espèces de poissons juvéniles trouvés dans le HR résiste plutôt à une augmentation de MES dans l'eau comme la montré l'étude de 2018 faite par F. Cattanéo. L'étude de Firth en 2024 a montré qu'il pouvait y avoir potentiellement une adaptation à une turbidité plus élevée pour une même espèce de poisson
- L'impact des opérations de dragage sur le Haut-Rhône reste localisé
- L'indice de sévérité de Newcombe et Jensen n'est pas pertinent à utiliser sur le Haut-Rhône

