

## **Aménagement d'une lône à Mogneneins**

### **Note relative à la contamination des sédiments aux PFAS**



## Préambule

Le présent document a été rédigé à la suite des échanges avec la DREAL et l'ARS, il a semblé nécessaire d'étudier la contamination des sédiments de la lône de Mogneneins aux PFAS et d'évaluer les risques liés à leur réinjection dans la Saône.

Pour mémoire le projet prévoit la réinjection de 10 900m<sup>3</sup> de sédiments en berges de la Saône dans une ancienne fosse d'extraction. Les déblais sont prévus sur une épaisseur maximum de 2.6m. Des sondages réalisés par VNF montrent des sédiments globalement limono-argileux avec de petites couches de sables.

Le projet se situe 2.5km en amont des puits de captage de Taponas exploités par le Syndicat des Eaux de la Vallée de l'Ardières. Ceux-ci sont couverts par un arrêté de DUP du 3/12/1996 qui exclut le site du projet des périmètres de protection.

Le Syndicat a été sollicité pour information et avis sur les modalités d'alimentation des puits : « Quant à la dépendance entre bassins versants et/ou Saône c'est un sujet complexe non déterminé avec précision par les hydrogéologues mais il y a des influences variables de l'un et/ou de l'autre selon les saisons et le niveau de la Saône. » Il serait donc préférable de réaliser les travaux en période de basses eaux, pendant lesquelles l'influence de la Saône est plus faible.

Les 5 puits captent des eaux à des profondeurs comprises entre 14 et 16m.

L'arrêté de DUP précise, en ce qui concerne les travaux nécessaires à la voie navigable :

« La DDASS et l'exploitant sont informés, lors de travaux de dragages d'entretien au droit des périmètres ou à l'amont proche de ces derniers.

L'avis de l'hydrogéologue ainsi que celui de la CDH sont requis lors de travaux de dragages exceptionnels (en deçà de -4m sous la retenue normale). »

## Table des matières

Préambule .....	2
1. Données disponibles .....	4
2. Méthodologie.....	5
3. Résultats d'analyse.....	5
4. Calcul de flux.....	6
5. Conclusion .....	7
Annexe : Données brutes .....	8

# 1. Données disponibles

Les données collectées seront comparées aux données disponibles sur la Saône sur le site naiades.fr pour les stations de Saint Symphorien d'Annelles, 5.9km en amont.

Pour l'eau, nous disposons d'une analyse mensuelle sur toute l'année 2023 pour 19 composés :

LbLongParamètre	SymUniteMesure	LqAna
Acide perfluoro-octanoïque (PFOA / formes linéaires et ramifiées)	µg/L	0.002
Acide perfluoro-n-heptanoïque	µg/L	0.002
Acide perfluoro-n-hexanoïque	µg/L	0.002
Acide perfluoro-n-butanoïque	µg/L	0.2
Acide sulfonique de perfluorobutane	µg/L	0.002
Acide perfluoro-dodecanoïque	µg/L	0.02
Acide perfluoro-n-nonanoïque	µg/L	0.02
Acide perfluoro-decanoïque	µg/L	0.002
Acide perfluoro-n-undecanoïque	µg/L	0.02
Acide perfluoroheptane sulfonique	µg/L	0.001
Acide Perfluorotridecanoïque (PFTrDA)	µg/L	0.2
Acide perfluorodecane sulfonique	µg/L	0.002
Acide sulfonique de perfluorooctane (PFOS / formes linéaires et ramifiées)	µg/L	0.002
Acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS / Formes linéaires et ramifiées)	µg/L	0.002
Acide perfluoropentane sulfonique	µg/L	0.1
Acide perfluorononane sulfonique	µg/L	0.1
Acide perfluoroundecane sulfonique	µg/L	0.5
Acide perfluorododecane sulfonique	µg/L	0.2
Acide perfluorotridecane sulfonique	µg/L	0.5

Les limites de quantification se situent entre 0.002 et 0.5 µg/L.

Pour les sédiments, nous disposons d'une seule mesure le 3/10/2023 pour seulement 5 composés :

LbLongParamètre	SymUniteMesure	LqAna
Acide perfluoro-octanoïque (PFOA / formes linéaires et ramifiées)	µg/(kg MS)	50
Acide perfluoro-n-hexanoïque	µg/(kg MS)	50
Acide perfluoro-decanoïque	µg/(kg MS)	50
Acide sulfonique de perfluorooctane (PFOS / formes linéaires et ramifiées)	µg/(kg MS)	5
Acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS / Formes linéaires et ramifiées)	µg/(kg MS)	50

Les limites de quantification sont assez élevées, entre 5 et 50µg/kg de matière sèche.

Les résultats seront également comparés aux 64 prélèvements réalisés par CNR en 2023 dans le cadre du projet de restauration des marges alluviales du Rhône pour lesquels la présence de 25 PFAS a été recherchée.

## 2. Méthodologie

Après validation du plan d'échantillonnage par l'ARS, nous avons réalisé 3 prélèvements de sédiments en surface (sur les 50iers centimètres), répartis sur l'emprise des travaux de déblais. L'analyse a porté sur les 20 PFAS de référence avec des seuils de détection faibles à 0.1µg/kg de matière sèche.

Les travaux sont prévus pour les mois de septembre et d'octobre. Les débits moyens mensuels interannuels à Macon (19km en amont) sont données par le site hydro portail respectivement à 184 et 278 m3/s soit une moyenne de 231 m3/s.

Les rendements de terrassements, estimés sur la base des rendements d'une autre opération similaire réalisée à Taponas ont été estimés à 526m3/jour soit 21 jours de travail environ.

## 3. Résultats d'analyse

Les analyses montrent :

- Que la plupart des molécules ne sont pas détectés y compris avec des seuils de détection bas.
- Que les seules molécules qui dépassent ou approchent le seuil de quantification de l'Agence de l'Eau sur les stations de suivi sont les PFOS.
- Des résultats proches des données CNR sur le Rhône qui affichaient une concentration moyenne pour la somme des PFAS de 9.81µg/kg principalement liées aux PFOS, composés qui atteignaient des valeurs comprises entre 2.91 et 11 µg/kg MS.

Sédiments	Saint Symphorien d'Ancelle			Mogneneins				
Paramètre	Moyenne	Max	LQ Naiades	Amont	Médian	Aval	Moyenne	LQ FD
Acide perfluoro-decanoïque (PFDA)	<Limites de quantification		50µg/kg MS	0,16	0,11	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS / Formes linéaires et ramifiées)			<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS	
Acide perfluoro-n-hexanoïque			50µg/kg MS	0,13	0,11	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluoro-octanoïque (PFOA / formes linéaires et ramifiées)			50µg/kg MS	0,37	0,3	0,27	0,31	0,1µg/Kg MS
Acide sulfonique de perfluorooctane (PFOS / formes linéaires et ramifiées)			5µg/kg MS	3,82	3,1	12,4	6,44	0,1µg/Kg MS
Acide perfluorobutanoïque (PFBA)				0,11	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluoropentanoïque (PFPeA)				0,13	0,16	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluoroheptanoïque (PFHpA)				<LQ	0,16	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluorononanoïque (PFNA)				0,1	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluoroundecanoïque (PFUnDA)				<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluorododecanoïque (PFDodA)				<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)				<LQ	<LQ	0,41		0,1µg/Kg MS
Acide perfluorotridécanoïque (PFTriA)				<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)				<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)				<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluorononane sulfonique (PFNS)				<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluorodécane sulfonique (PFDS)				<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluoroundécane sulfonique (PFUndS)				<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluorododécane sulfonique (PFDodS)				<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Acide perfluorotridécane sulfonique (PFTrS)				<LQ	<LQ	<LQ		0,1µg/Kg MS
Somme 20 PFAS	Donnée non disponible sur naïade			4,82	3,94	13,08	7,28	0,1µg/Kg MS

## 4. Calcul de flux

### Hypothèse la plus défavorable

Ce calcul est très théorique car il part du principe que l'intégralité des sédiments seraient mis en suspension dans la Saône pendant la phase de remblai ce qui est très loin de la réalité. En effet, le suivi bathymétrique des remblai réalisés de manière similaire à Taponas ont montré une grande stabilité des matériaux au cours de la première année de suivi. Ceci s'explique par les modes de terrassements employés (par voie terrestre à la benne et au camion et non à la drague) et par leur faible charge en eau (73 à 82% de matière sèche). En outre, le comportement des molécules de PFAS lors d'une réinjection de sédiments fins dans le milieu aquatique n'est pas encore connu avec précision pour chaque molécule (molécules restant adsorbées sur les sédiments / molécules passant dans la phase aqueuse). Aussi, le flux annoncé est supérieur à celui qui concernerait la phase aqueuse.

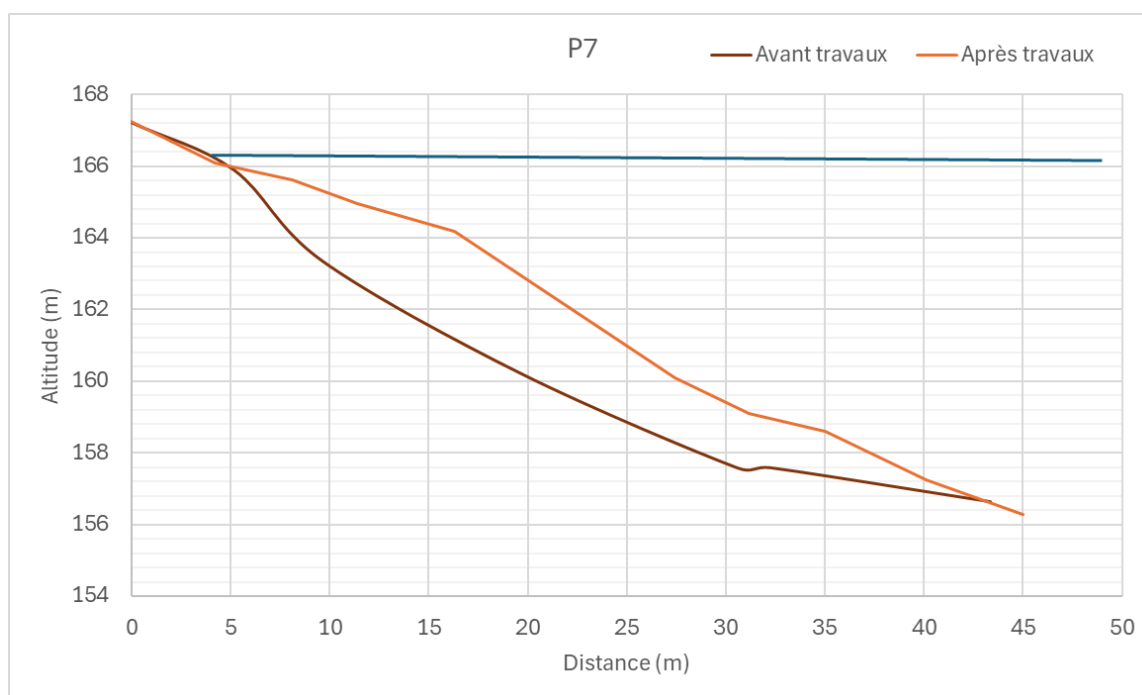


Figure 1: Profil en travers du remblai 1 an après travaux

Cela étant dit, la masse volumique de l'échantillon brute étant, en moyenne, de 1.21t/m<sup>3</sup> et son taux de matière sèche de 79%, les matériaux réinjectés représentent 10 347t de matière sèche.

La contamination en PFAS des sédiments atteignant en moyenne 7.29µg/kg MS, la masse totale de PFAS réinjectés en Saône pendant le chantier atteindrait environ 75g.

Considérant une durée de chantier de 21 jours et une journée de travail de 8h, le flux peut être estimé à 125µg de PFAS par seconde.

Sur la base du débit de la période considérée cela représenterait une concentration de 125µg de PFAS pour 231m<sup>3</sup> soit 0.5µg/m<sup>3</sup> soit 0.5ng/l.

### Hypothèse plus favorable

Sur la base des calculs réalisés par CNR sur le projet d'Irigny, on peut estimer que les matériaux réinjectés ne seront immédiatement remis en suspension mais érodés progressivement par la Saône sur une période de 10 ans. Comme évoqué précédemment, les suivis ne mettant pas en évidence, pour l'instant, d'érosion des matériaux réinjectés sur le projet de la Saône à Taponas, ce calcul reste donc également théorique.

Sur cette base d'érosion progressive en 10 ans, le flux de PFAS atteindrait 0.6g par mois soit 0.24µg/s.

Le débit moyen mensuel interannuel de la Saône à Mâcon atteignant 397m<sup>3</sup>/s, la concentration atteindrait 0.6ng/m<sup>3</sup> soit 0.6pg/l.

### **Comparaison aux concentrations actuelles**

La somme des concentrations actuelles dans la Saône (des 19 PFAS suivis) varie (en 2023) de 2.1 à 22.1ng/l pour atteindre en moyenne 11.4ng/l. Les émissions potentielles du projet n'entraîneraient qu'une hausse, sur la base des hypothèses évoquées, de 0.005 à 4% de la concentration en PFAS circulant actuellement en Saône sur une période respectivement comprise entre 10 ans et 21 jours.

La nature des polluants observés dans les sédiments est très proche de celle qui circule actuellement en Saône, c'est à dire principalement des PFOS, des PFOA et des PFHxA.

Il convient de mettre en perspective l'ordre de grandeur des flux occasionnés par le projet avec les flux rejetés par les industries :

- Le site du ministère de l'écologie « PFAS : surveillance de l'état des eaux de la France » indique des rejets industriels sur Macon (en amont) atteignant 170 à 250ng/l de PFOS.
- L'arrêté de septembre 2022 contraignait ARKEMA à réduire ses rejets de 6:2 FTS à 60 kg/mois avant fin septembre 2024 soit 800 à 100 000 fois plus que le flux de PFAS théorique du projet.

## **5. Conclusion**

Le flux de PFAS potentiellement émis par le projet est très faible comparativement aux autres émissions anthropiques et ne constituent pas un apport extérieur mais une remobilisation de sédiments déjà présents qui auraient de toute façon pu être pour partie remobilisés en crue.

Ceci ne remet donc pas en question l'analyse réalisée conformément aux articles 5 et 8 de l'arrêté du 30 mai 2008 fixant les prescriptions générales applicables aux opérations d'entretien de cours d'eau ou canaux soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au tableau de l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

L'étude d'incidence conclut donc sur la faisabilité de la remise dans le cours d'eau des matériaux mobilisés, notamment au regard de la contamination des sédiments, des effets sur les habitats aquatiques à l'aval et des conditions technico-économiques.



## Annexe : Données brutes

N° Echantillon		<b>001</b>	<b>002</b>	<b>003</b>
Référence client :		<b>Mogneneins amont SED</b>	<b>Mogneneins médiann SED</b>	<b>Mogneneins aval SED</b>
Matrice :				
Date de prélèvement :		17/07/2025	17/07/2025	17/07/2025
Date de début d'analyse :		26/07/2025	26/07/2025	26/07/2025

### Préparation Physico-Chimique

XXS06 : Prétraitement et séchage à 40°C		*	Fait	*	Fait	*	Fait
LSA07 : Matière sèche	% P.B.	*	81.7	*	80.8	*	73.5
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	%	*	9.19	*	4.20	*	2.14

### Substances Per- et Polyfluoroalkylées (PFAS)

ZS0B4 : Acide perfluorobutanoïque (PFBA)	µg/kg M.S.	*	0.11	*	<0.10	*	<0.10
ZS06E : Acide perfluoropentanoïque (PFPeA)	µg/kg M.S.	*	0.13	*	0.16	*	<0.10
ZS06G : Acide perfluorohexanoïque (PFHxA)	µg/kg M.S.	*	0.13	*	0.11	*	<0.10
ZS06I : Acide perfluoroheptanoïque (PFHpA)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	0.16	*	<0.10
ZS06J : Acide perfluorooctanoïque (PFOA)	µg/kg M.S.	*	0.37	*	0.30	*	0.27
ZS06L : Acide perfluorononanoïque (PFNA)	µg/kg M.S.	*	0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS06N : Acide perfluorodécanoïque (PFDA)	µg/kg M.S.	*	0.16	*	0.11	*	<0.10
ZS06Q : Acide perfluoroundécanoïque (PFUnDA)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS06S : Acide perfluorododécanoïque (PFDodA)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS06D : Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	0.41
ZS06U : Acide perfluorotridécanoïque (PFTrA)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS06F : Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10



N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

**001**

**Mogneneins  
amont  
SED**

17/07/2025

26/07/2025

**002**

**Mogneneins  
médiann  
SED**

17/07/2025

26/07/2025

**003**

**Mogneneins  
aval  
SED**

17/07/2025

26/07/2025

## Substances Per- et Polyfluoroalkylées (PFAS)

ZS06H : Acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS0B5 : Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS06K : Acide perfluorooctane sulfonique (PFOS)	µg/kg M.S.	*	3.82	*	3.10	*	12.4
ZS06M : Acide perfluorononane sulfonique (PFNS)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS06P : Acide perfluorodécane sulfonique (PFDS)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS06R : Acide perfluoroundécane sulfonique (PFUndS)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS06T : Acide perfluorododécane sulfonique (PFDodS)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS06V : Acide perfluorotridécane sulfonique (PFTrS)	µg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
ZS09E : Somme 20 PFAS	µg/kg M.S.		4.82		3.94		13.1