



Etude de Faisabilité
« Système d'observation des flux de MES et
estimation des flux de polluants à l'interface
Continent Océan dans le district Adour-
Garonne »

Rapport Final 2016-2019

Dossier n° 310 33 0129

Coordinateur du projet et auteur principal :
E. Maneux
Manager de GEO-Transfert

Co-auteurs :
M. Zion
C. Besançon-Jamaledine
T. Lasseur

Consultant scientifique : A. Coynel

v1.4 du 13/05/2019

Sommaire

1	<u>OBJECTIFS DE L'ETUDE</u>	7
2	<u>RESUME DES DOCUMENTS PRODUITS ENTRE 2016 ET 2018</u>	8
2.1	SELECTION DES BASSINS VERSANTS ETUDIES	9
2.1.1	LES FLUX DE MES SUR LE SUD DU GOLFE DE GASCOGNE	9
2.1.2	CHOIX DES BASSINS VERSANTS.....	9
2.1.3	CRITERES DE CHOIX DES SITES.....	10
2.1.4	SITES RETENUS	12
2.1.5	L'ADOUR	19
2.1.6	LE GAVE DE PAU	21
2.2	SONDES MULTIPARAMETRES	23
2.2.1	SONDES YSI 6920 ET SONDES OBS CAMPBELL SCIENTIFIC.....	23
2.2.2	SONDE Sambat et SMATCH (NKE INSTRUMENTATION).....	23
2.3	MISE EN PLACE DU RESEAU	24
2.3.1	ACHATS DES SONDES	24
2.3.2	INSTALLATION DES SONDES IN SITU	24
2.3.3	INFRASTRUCTURES SUR LE TERRAIN	26
2.3.4	DEMANDE D'AUTORISATION D'OCCUPATION TEMPORAIRE DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL	27
2.3.5	FREQUENCE DE MESURE	28
2.4	TELETRANSMISSION DES DONNEES ET BASE DE DONNEES	29
2.4.1	ABONNEMENT ORANGE M2M.....	29
2.4.2	CONFIGURATION DES ENVOIS DE DONNEES.....	29
2.4.3	APPLICATION WEB : DATABASE MANAGER	29
2.5	MAINTENANCE	31
2.5.1	PROTOCOLES, NORMES ET FREQUENCE DE VERIFICATION DES CAPTEURS.....	31
2.6	METHODOLOGIE POUR L'ESTIMATION DES FLUX DE MES	32
2.6.1	OBJECTIFS	32
2.6.2	METHODOLOGIE DE L'ESTIMATION DES CONCENTRATIONS EN MES	32
2.6.3	VALIDATION DES RELATIONS MES / TURBIDITE	32
2.7	SYNTHESE DE LA METHODE D'ESTIMATION DES FLUX DE MES (D'APRES ZION, 2017)	34
3	<u>FLUX DE MES DE LA DORDOGNE</u>	35
3.1	RAPPEL DES DONNEES BRUTES DISPONIBLES	35
3.1.1	LES DONNEES DE DEBITS	35
3.1.2	LES DONNEES DE MES	35

3.2	ESTIMATION DES FLUX DE MES 2016-2018	43
4	<u>FLUX DE MES DE LA CHARENTE</u>	45
4.1	RAPPEL DES DONNEES BRUTES DISPONIBLES.....	45
4.1.1	LES DONNEES DE MES	45
4.2	ESTIMATION DES FLUX DE MES 2016-2018	53
5	<u>FLUX DE MES DE LA LEYRE.....</u>	54
5.1	RAPPEL DES DONNEES BRUTES DISPONIBLES.....	54
5.2	ESTIMATION DES FLUX DE MES 2016-2018	62
6	<u>FLUX DE MES DE L'ADOUR</u>	64
6.1	RAPPEL DES DONNEES BRUTES DISPONIBLES.....	64
6.2	ESTIMATION DES FLUX DE MES 2016-2018	71
7	<u>FLUX DE MES DU GAVE DE PAU.....</u>	73
7.1	RAPPEL DES DONNEES BRUTES DISPONIBLES.....	73
7.2	ESTIMATION DES FLUX DE MES 2016-2018	80
8	<u>FLUX DE MES DE LA GARONNE</u>	82
8.1	RAPPEL DES DONNEES BRUTES DISPONIBLES.....	82
8.2	ESTIMATION DES FLUX DE MES 2016-2018	82
9	<u>ESTIMATION DES FLUX DE METAUX TRACES PARTICULAIRES.....</u>	83
9.1	METHODOLOGIE.....	83
9.1.1	PROTOCOLE DE PRELEVEMENT	83
9.1.2	DATES DES PRELEVEMENTS.....	83
9.1.3	ELEMENTS TRACES METALLIQUES ANALYSES ET LQ.....	83
9.2	FLUX DE METAUX TRACES PARTICULAIRES DE LA CHARENTE	85
9.2.1	BILAN DES CONCENTRATIONS EN ETM PARTICULAIRES MESUREES	85
9.2.2	CORRELATION ENTRE LA CONCENTRATION EN ETM PARTICULAIRE ET LA CONCENTRATION EN MES85	
9.2.3	CORRELATION ENTRE LA CONCENTRATION EN ETM ET LE DEBIT.....	85
9.2.4	ESTIMATION DES FLUX EN ETM PARTICULAIRES 2016-2018 DE LA CHARENTE	90

9.3	FLUX DE METAUX TRACES PARTICULAIRES DE LA DORDOGNE	92
9.3.1	BILAN DES CONCENTRATIONS EN ETM PARTICULAIRES MESUREES	92
9.3.2	CORRELATION ENTRE LA CONCENTRATION EN ETM PARTICULAIRE AVEC LA CONCENTRATION EN MES	92
9.3.3	CORRELATION ENTRE LA CONCENTRATION EN ETM PARTICULAIRE ET LE DEBIT.	92
9.3.4	ESTIMATION DES FLUX EN ETM PARTICULAIRES 2016-2018 DE LA DORDOGNE	97
9.4	FLUX DE METAUX TRACES PARTICULAIRES DE LA LEYRE.....	100
9.4.1	BILAN DES CONCENTRATIONS EN ETM PARTICULAIRES MESUREES	100
9.4.2	CORRELATION ENTRE LA CONCENTRATION EN ETM PARTICULAIRE AVEC LA CONCENTRATION EN MES	100
9.4.3	CORRELATION ENTRE LA CONCENTRATION EN ETM PARTICULAIRE ET LE DEBIT.	101
9.4.4	ESTIMATION DES FLUX EN ETM PARTICULAIRES 2016-2018 DE LA LEYRE	106
9.5	FLUX DE METAUX TRACES PARTICULAIRES DE L'ADOUR.....	109
9.5.1	BILAN DES CONCENTRATIONS EN ETM PARTICULAIRES MESUREES	109
9.5.2	CORRELATION ENTRE LA CONCENTRATION EN ETM PARTICULAIRE AVEC LA CONCENTRATION EN MES	109
9.5.3	CORRELATION ENTRE LA CONCENTRATION EN ETM PARTICULAIRE ET LE DEBIT.	110
9.5.4	ESTIMATION DES FLUX EN ETM PARTICULAIRES 2016-2018 DE L'ADOUR.....	116
9.6	FLUX DE METAUX TRACES PARTICULAIRES DU GAVE DE PAU.....	119
9.6.1	BILAN DES CONCENTRATIONS EN ETM PARTICULAIRES MESUREES	119
9.6.2	CORRELATION ENTRE LA CONCENTRATION EN ETM PARTICULAIRE AVEC LA CONCENTRATION EN MES	119
9.6.3	CORRELATION ENTRE LA CONCENTRATION EN ETM PARTICULAIRE ET LE DEBIT.	120
9.6.4	ESTIMATION DES FLUX EN ETM PARTICULAIRES 2016-2018 DU GAVE DE PAU	126
9.7	FLUX DE METAUX TRACES DE LA GARONNE	129
10	<u>METHODOLOGIE POUR L'ESTIMATION DES FLUX DE MICROPOLLUANTS ORGANIQUES PARTICULAIRES</u>	<u>130</u>
10.1	DONNEES « RESEAU MES »	130
10.1.1	NOMBRE DE COMPOSES ORGANIQUES QUANTIFIES	130
10.1.2	METHODE DE CALCUL DES CONCENTRATIONS MOYENNES ET MEDIANES	131
10.2	TENEURS EN COMPOSES ORGANIQUES DANS LES MES DU « RESEAU MES ».....	134
10.2.1	TENEURS EN COMPOSES ORGANIQUES DANS LES MES DE LA CHARENTE	134
10.2.2	TENEURS EN COMPOSES ORGANIQUES DANS LES MES DE LA DORDOGNE.....	136
10.1	TENEURS EN COMPOSES ORGANIQUES DANS LES MES DE LA LEYRE.....	139
10.1	TENEURS EN COMPOSES ORGANIQUES DANS LES MES DE L'ADOUR	140
10.2	TENEURS EN COMPOSES ORGANIQUES DU GAVE DE PAU.....	144
10.3	TENEURS EN COMPOSES ORGANIQUES DE LA GARONNE	146

<u>11</u>	<u>FLUX DE METAUX TRACES DISSOUS.....</u>	<u>147</u>
11.1.1	DONNEES DU STAGE DE M. ZION (2017)	147
11.1.2	DONNEES DU SIE	149
11.1.3	FLUX DE METAUX DISSOUS	156
<u>12</u>	<u>CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES</u>	<u>162</u>
12.1	EXECUTION DU PROJET	162
12.1.1	MISE EN PLACE DU RESEAU DE SURVEILLANCE DES FLUX DE MES : MESSAGE	162
12.1.2	TELETRANSMISSION ET OUTIL DE VALIDATION DES DONNEES.	162
12.1.3	MAINTENANCE ET CALIBRATION DES DONNEES.....	162
12.1.4	EXPLOITATION DES DONNEES DE L'AGENCE DE L'EAU PRODUITES DANS LE CADRE DES RESEAUX DE SURVEILLANCE.	163
12.2	RESULTATS.....	164
12.2.1	LES FLUX HYDRIQUES	164
12.2.2	LES FLUX DE MES.....	164
12.2.3	LES FLUX MOYENS INTERANNUELS DE METAUX	166
12.2.4	LES FLUX DE MICROPOLLUANTS ORGANIQUES PARTICULAIRES (μ POP)	171
12.3	PRECONISATION POUR LA PERENISATION DE LA MESURE DES FLUX	176
12.3.1	« RESEAU MESSAGE » ET MESURES DES FLUX DE MES	176
12.3.2	EVOLUTION DU « RESEAU MES »	179
12.3.3	EVOLUTION DU « SUIVI DU CADMIUM »	182

ANNEXE 6 - DESCRIPTION DE L'APPLICATION WEB « DATA MANAGER » MISE EN PLACE PAR GEO-TRANSFERT

1 Objectifs de l'étude

L'objectif de l'étude « Mesures des flux de MES à l'interface/continent Océan pour le District Adour-Garonne » est d'estimer les flux de polluants à l'exutoire des grands bassins versants fluviaux : Charente, Dordogne, Leyre, Gaves et Adour,L

Pour tout polluant, le flux total est la somme du flux dissous et du flux particulaire.

Le **flux dissous** à un instant t, est le produits de la concentration en polluants (g/L) et du du débit (Q, m³/sec).

$$F(\text{polluant})_{\text{dissous}} = \text{Conc. diss.}(\text{polluant}) \times Q$$

Le **flux particulaire** de polluants à un instant t, est le produits de la concentration en polluants (g/kg) et du flux de MES, le flux de MES étant le produit du débit (Q, m³/sec) et de la concentration en MES (g/L).

$$F(\text{polluant})_{\text{part.}} = \text{Conc. part.}(\text{polluant}) \times \text{Conc. (MES)} \times Q$$

Le flux particulaire est dominant en masse de polluants. C'est pourquoi GEO-Transfert a proposé à l'Agence de l'Eau Adour Garonne d'améliorer dans un premier temps la qualité et la précision des estimations de flux annuels de MES, grâce à la mise en œuvre d'un réseau d'observation opérationnel (surveillance en continu utilisant des sondes multi-paramètres et une transmission par modem GPRS des données)

La Garonne ne sera pas instrumentée car le « suivi cadmium » permet déjà d'acquérir les données nécessaires grâce à des prélèvements d'eau automatiques journaliers.

Le second objectif de l'étude est de valoriser les données produites par l'Agence de l'Eau Adour Garonne (AEAG), pour estimer les flux de micropolluants inorganiques et organiques.

Les principaux résultats attendus du projet sont :

- **L'estimation précise des flux annuels de MES** pour chacun des fleuves instrumentés sur une période de 3 ans.
- **L'amélioration des connaissances sur la dynamique temporelle de ces flux de MES** (caractérisation de l'importance des crues et des étiages, saisonnalité,...).
- **L'estimation des flux annuels de polluants** entrant dans les zones estuariennes et littorales pour ces fleuves, grâce à la valorisation des données de l'étude Penaerts et des réseaux RCS et RCO financés et organisés par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

2 Résumé des documents produits entre 2016 et 2018

Le projet a démarré au quatrième trimestre 2015 et des documents intermédiaires ont été produits avant la rédaction du présent rapport final :

- Compte rendu d'installation (mai 2016, 18 p.)
- Rapport de stage, Marie Zion (juin 2017) « Estimation des flux de matières en suspension et des polluants métalliques et organiques associés dans le réseau fluvial du district Adour-Garonne », Université de Bordeaux, Master 2 Océanographie, 42 pages.
- Rapport de stage, Théo Lasseur (juin 2018) « Etude de la faisabilité de la mesure des débits en continu avec un H-ADCP – Analyse technique des fonctionnalités du H-ADCP », Bordeaux INP.
- Rapport intermédiaire 2016-2018
- Rapport d'étude « Etude de faisabilité de la mesure des débits du canal Nord Médoc » ; Etude de cas, Campagne de mesure test sur le canal Nord-Médoc. Etude SIAEBVELG, 2018.
- Présentation des résultats préliminaires – réunion de restitution final du projet (4 avril 2019) :
 - o Compte rendu d'avancement (14 pages)
 - o Résultats et analyses provisoires
- Rapport de stage, Coline Besançon-Jamaledine (en cours, soutenance en juin 2019) « Estimation des flux de polluants organiques associés dans le réseau fluvial du district Adour-Garonne », Université de Bordeaux, Master 2 Océanographie.

La suite de ce paragraphe résume les principales informations qui concernent :

- o Le choix des bassins versants étudiés
- o Le choix des sites
- o Le choix des sondes multiparamètres
- o La mise en place du réseau de mesure
- o Le protocole de télétransmission et de validation des données
- o Les protocoles de calibration
- o Une description résumé des opérations de maintenance.

2.1 Sélection des bassins versants étudiés

2.1.1 Les flux de MES sur le sud du Golfe de Gascogne

A l'échelle régionale du sud du Golfe de Gascogne, la Garonne et les petits fleuves côtiers sont les principaux contributeurs en sédiments aux zones estuariennes.

	Million de tonnes/an	%	% cumulé
Garonne	2,2	46,1	46,1
Petits fleuves côtiers espagnoles	1,9	39,8	86,0
dordogne	0,35	7,3	93,3
Adour	0,25	5,2	98,5
Charente	0,06	1,3	99,8
Leyre	0,01	0,2	100,0

Estimation des flux et des pourcentages de contribution apportés par les fleuves au Golfe de Gascogne (d'après Maneux, 1998 et Maneux et al., 1999)

A l'échelle du district Adour-Garonne, la Garonne est donc la principale source de MES (2.2 millions de tonnes par an). Les métaux étant principalement transportés sous forme particulaire dans les milieux fluviaux (inclus dans la phase minérale ou sous forme ionique adsorbés à la surface des particules), la Garonne est la principale rivière à surveiller pour étudier les flux de micropolluants métalliques.

2.1.2 Choix des bassins versants

Dans le district Adour-Garonne, pour répondre à l'arrêté DCE 2015, il faut :

- continuer à mesurer les flux au niveau de la station de la Réole sur la Garonne, c'est-à-dire pérenniser le « suivi du Cd »,
- améliorer les connaissances sur les flux de MES et de polluants sur les fleuves suivants, classés par ordre décroissant d'importance des flux de MES estimés :
 - L'Adour, dont l'estuaire a la particularité de recevoir les eaux de 4 sous-bassins versants majeurs :
 - l'Adour amont (amont de Dax),
 - le Gave de Pau,
 - le Gave d'Oléron,
 - La Midouze,
 - et la Nive,
 - La Dordogne, que l'on peut dissocier en Dordogne amont (Amont de la confluence avec l'Isle située à Libourne) et l'Isle.
 - La Charente,
 - La Leyre.

2.1.3 Critères de choix des sites

Le choix des sites doit respecter le cahier des charges de l'arrêté de surveillance de 2015 de la DCE, ainsi que des contraintes techniques. Le choix des sites doit ainsi prendre en compte plusieurs critères, certains contradictoires :

❖ *cahier des charges de l'arrêté de surveillance DCE*

Le **cahier des charges de l'arrêté de surveillance DCE 2015** précise que les états doivent « évaluer les flux qui rejoignent les eaux littorales et de transition sur des stations qui concernent les principaux fleuves et placées en dehors de l'influence des marées ».

L'idée est de mesurer les flux là où le fleuve présente un écoulement dominant de l'amont vers l'aval notamment en période de crue.

Le site doit donc être situé en amont de la zone estuarienne qui est défini comme la limite amont de la marée dynamique, c'est-à-dire, que les courants et les débits ne doivent pas sensibles à la marée. La limite amont de la marée dynamique est difficile à déterminer. Elle n'est pas stable dans le temps en fonction du régime hydraulique, en particulier dans les secteurs aval caractérisés par de très faibles pentes hydrauliques comme sur la Charente, la Leyre ou les Barthes de l'Adour.

❖ *Caractéristiques des sites et contraintes techniques pour l'installation de sondes multiparamètre*

Les **caractéristiques des sites et les contraintes techniques** devaient permettre la mise en œuvre d'une sonde multiparamètre pour la mesure de la turbidité :

- accessibilité aux sites,
- risques pour le travail du personnel « au bord de l'eau », risque d'inondation et d'érosion ou d'envasement des berges,
- contraintes techniques locales pour l'installation du matériel : nature des berges (roche, sédiment, quai, ponton), sécurité (vol, vandalisme, impact des crues) et qualité des mesures (représentativité de la masse d'eau suivie) ;
- réseau GPRS (téléphonie mobile).

❖ *Disponibilité de données de débits fiables*

Les sites de mesures de flux doivent être positionnés au plus proche de la limite amont de la marée dynamique et mais les sites au niveau de limite amont de la marée ne sont pas adaptés à la construction d'une courbe de tarage et à la mesure des débits (pas de relation hauteur d'eau / débit unique quelques soient les débits).

Le choix du site de mesure est donc un compromis entre :

- être au plus près de la limite amont dynamique de la marée
- être au plus près d'une station de mesure des débits fonctionnant majoritairement en mode fluvial (courant permanent vers l'aval).

❖ *Proximité des stations du « réseau MES »*

Les sites d'estimation des flux de MES et de polluants devaient également être situés au plus près des sites du « réseau MES », le réseau de l'Agence de l'Eau qui permet la meilleure connaissance des concentrations en polluants sur MES.

2.1.4 Sites retenus

❖ Dordogne

Il a été décidé d'installer la station de mesure à Pessac-sur-Dordogne.

⇒ Station de mesure des débits.

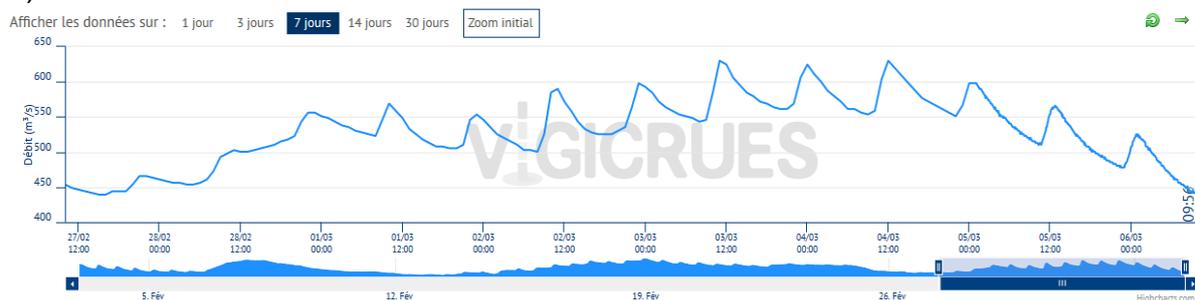
La station de débit la plus en aval référencée dans la BD HYDRO est la station de Pessac-sur-Dordogne (code station : P5550010).

Le bassin versant fait 14976 km². Il ne comprend pas le bassin versant de l'Isle (3752 km² à Abzac) qui se jette dans la Dordogne à Libourne en pleine zone estuarienne d'un point de vue hydrodynamique. La distance du cours d'eau entre Libourne et Pessac-sur-Dordogne est de 47 km.

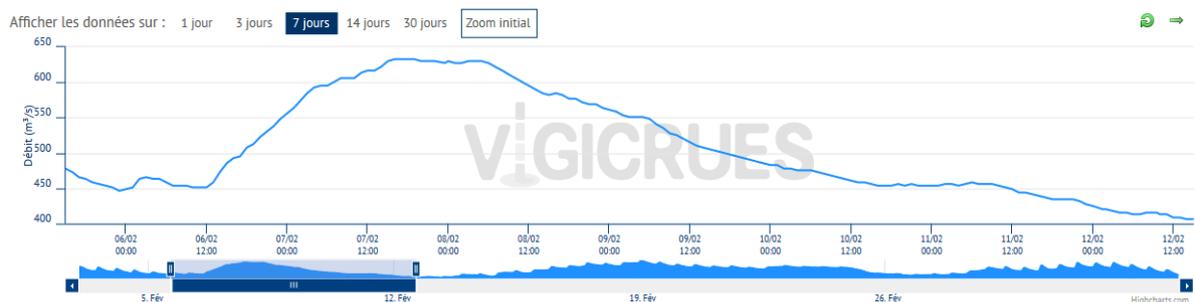
⇒ Limite amont de la marée dynamique.

A priori à Pessac-sur-Dordogne, il n'y a pas de renverse de courant. Par contre, les mesures de hauteur d'eau et de débit sont perturbées par l'onde de marées qui ralenti les écoulements (+/-10%).

a)



b)



Enregistrement haute fréquence des débits à Pessac-sur-Dordogne (Vigicrue)

a) débits inférieurs à 500 m³/sec : impact de la marée

b) débits supérieurs à 600 m³/sec : pas d'impact de la marée

⇒ **Site sélectionné : Quai de Pessac-sur-Dordogne (050460000)**

Le site choisi est le quai de Pessac-sur-Dordogne situé en rive gauche.

Le site de mesure des débits est situé à quelques mètres en amont des quais.

Le site était déjà utilisé pour les prélèvements réalisés à la station 05046000 dans le cadre du « réseau MES ».

C'est la station la plus aval de la masse d'eau FRFR41 (Dordogne du confluent du Caudeau au confluent de la Lidoire).



Station de mesure de Pessac-sur-Dordogne

❖ Charente

Le site de Dompierre sur Charente a été sélectionné pour recevoir l'installation de la sonde de turbidité.

⇒ Station de mesure des débits :

La station de mesure des débits la plus proche du site de Dompierre-sur-Charente, référencée dans la BD HYDRO, est la station de Chaniers (code station : R5200010 ; gestion SPC VCA Centre de la Rochelle).

La Charente draine un bassin versant fluvial de 7412 km² pour un bassin hydrographique complet incluant la zone estuarienne drainant 10549 km². Cette station est fortement influencée par la marée en période d'étiage¹ et en période de crue, l'importante plaine d'inondation ne permet pas une mesure précise des débits de crue.

⇒ Limite amont de la marée dynamique.

La marée dynamique se faisait ressentir naturellement jusqu'à 82km² en amont jusqu'à la mise en service du barrage de St Savinien en 1968³. La limite de pénétration de la marée saline se situe entre Tonnay-Charente et Martrou⁴.

Aujourd'hui, la retenue de Saint-Savinien ne bloque pas le courant de flot lors des plus gros coefficients. Ils se font sentir par gros coefficient jusqu'au Moulin de La Baine (situé 500m en aval de la station hydrologique de Chaniers au pont de Beillant).

A la station de Chaniers, si il n'y a pas d'inversion de courant, le marnage observé peut atteindre 10cm en période de vives-eaux. En période d'étiage, le marnage peut être beaucoup plus prononcé et atteindre 25cm. Cela a un impact certain sur les courants et les débits instantanés.

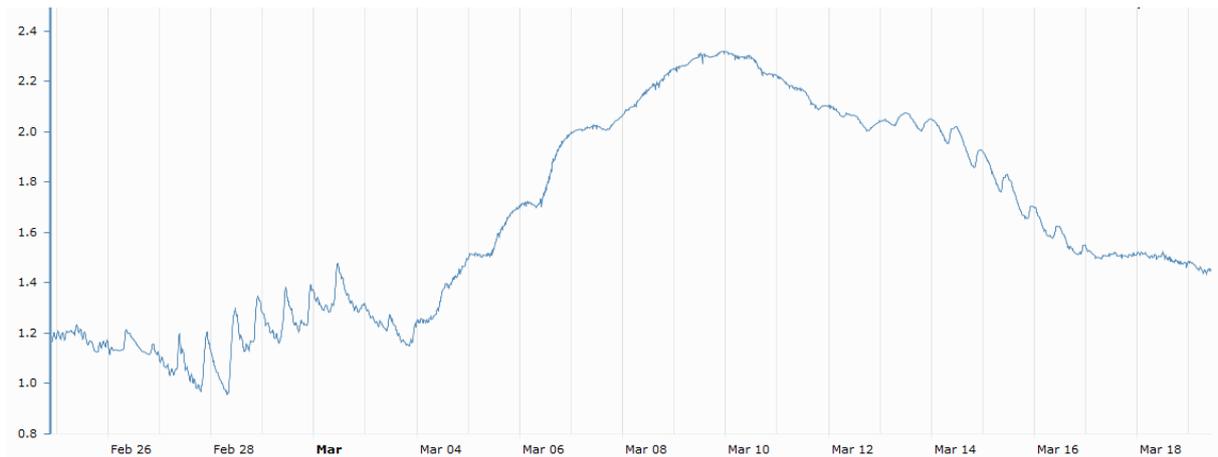
En période de mortes-eaux, le marnage centimétrique est peu significatif.

¹ EAUCEA, *Suivi du plan de gestion des Etiages 2012, EPTB Charente*, 54 p.

² Gennesseaux (1956) *Le milieu fluvio-marin de l'estuaire de la Charente. D.E.S thesis, Facultés des Sciences de Paris.*

³ Modéran (2010), *Thèse de l'université de la Rochelle.*

⁴ LEMOINE et al. (2012) *Estuaire Charente : flux à Saint Savinien et intrusions salines, résultats obtenus durant l'étiage 2011. Ifremer, R.INT.ODE/LER/LERPC 2012-1*



Enregistrement haute fréquence des hauteurs d'eau à Chaniers (Vigicrue)

⇒ **Site sélectionné : Ponton du camping à Dompierre-sur-Charente**

Le site de Chanier a été utilisé pendant l'étude « Défis Cd » en 2006 et 2007. L'équipe TGM de l'UMR EPOC de l'Université de Bordeaux avait mis en place un préleveur automatique pendant 2 ans. Néanmoins, le site n'était pas adapté à l'installation d'une sonde et l'accès est impossible en période de crue et d'inondation du lit majeur.

Le Ponton du camping municipal de Dompierre-sur-Charente, quelques kilomètres en amont, présente des avantages techniques :

- Accès pratique et possible en crue d'intensité moyenne,
- Ponton fixe et ponton flottant permanent permettant l'installation des sondes dans plusieurs mètres d'eau et dans une veine de courant permanent.

❖ La Leyre :

Le site du Pont-de-Lamothe a été sélectionné pour recevoir l'installation de la sonde de turbidité.

Le bassin versant au Pont-de-Lamothe permet d'intégrer le bassin versant du ruisseau de Lacanau qui draine les communes de Marcheprime, de Mios et du Barp et de positionner le point de mesure en aval du bassin déssableur de la Leyre du SIBA qui piège de gros volumes de sable (+/- 10000 m³)⁵.

⇒ Station de mesure de débit :

Les débits ne sont pas estimés sur le site du Pont de la Lamothe qui est sous l'influence de la marée.

La station de mesure de débit la plus en aval référencée dans la BD HYDRO est la station de Salles (code station : S2242510 ; gestion DREAL Aquitaine). La fiche-station de la BD Hydro précise que le régime est peu ou faiblement perturbé. Le bassin versant fait 1650 km².

Cette station a déjà été utilisée dans le cadre de la mesure des flux d'éléments biogènes au Bassin d'Arcachon^{6,7,8,9}. Les débits de Salles sont usuellement corrigés d'un facteur 1.17 pour estimer les débits au pont de Lamothe^{14,10,11}.

⇒ L'effet de la marée :

Les limites d'influence de la marée sont difficiles à estimer sur la Leyre avec la présence d'un Delta soumis à l'influence de la marée situé dans une zone de faible altitude et de faible pente¹².

Le marnage se fait sentir jusqu'au Pont-de-Lamothe et peut atteindre un maximum de 1m.

⁵ Livret d'accueil (2011), *Une collectivité au service de l'environnement*, éd. SIBA, 32p.

⁶ Ifremer-Cemagref-SSA-Sabarc (1994) *Etude la prolifération des algues vertes dans le bassin d'Arcachon. Etude CG33-Agence de l'Eau Adour garonne-région Aquitaine-SIBA*, 292 p.

⁷ Auby Isabelle et al. (1994), *Etude de la prolifération des alguesvertes dans le bassin d'Arcachon, IFREMER-CEMAGREF-SSA-SABARC, SIBA/CR Aquitaine/CG33/Agence de l'Eau Adour-Garonne*, 292 p.

⁸ Rimmelin P, Dumon JC, Maneux E, GonCalves A. (1998), *Study of Annual and Seasonal Dissolved Inorganic Nitrogen, Inputs into the Arcachon Lagoon, Atlantic Coast (France). Estuarine, Coastal and Shelf Science* 1998;

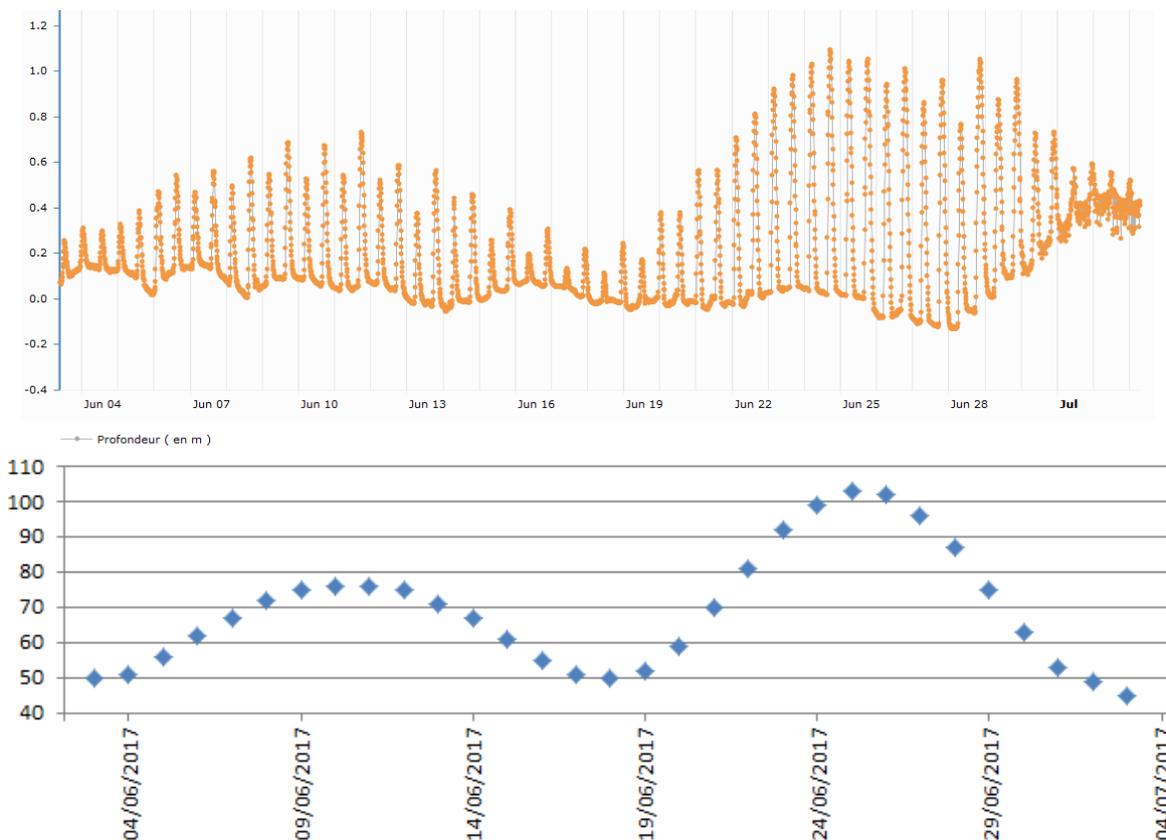
⁹ Canton Matthieu (2009), *Dynamique des éléments biogènes dans le continuum fluvio-estuarien de la zone d'influence du bassin d'Arcachon*, Thèse de l'université de Bordeaux.

¹⁰ Budzinski et al. (2010), *Rapport 2010 REPAR, action 2*, 15 p.

¹¹ Tapie et al. (2017), *Rapport REPAR 2017, Quantification de la présence dans les eaux, année 2012*, 64 p.

¹² PCG Delta de la Leyre, *Etat des lieux* (2016)

Si il n'y a jamais d'inversion de courant, la chute des vitesses de courant peut entraîner néanmoins une chute des concentration en MES.



Variation temporelle des hauteurs d'eau (orange) mesurées en juin 2017 par la sonde installée sur la Leyre au Pont de Lamothe en fonction des coefficients de marée (bleu) estimés à la jetée d'Eyrac (Arcachon)

⇒ Site sélectionné : Pont-de-Lamothe (05191000)

Le site retenu est donc en amont du seuil hydraulique constitué par les fondations du Pont-de-Lamothe qui bloque le courant de flot.

Le site est situé en face du parking du centre de Canoë-Kayack où sont réalisés également les prélèvements de la station 05191000 dans le cadre du « réseau MES » et une des stations de référence pour évaluer l'état écologique et chimique de la masse d'eau (FRFR286¹³).

Ce site est également un site de référence pour de nombreuses études sur les interactions entre le bassin versant de la Leyre¹⁴ et le Bassin d'Arcachon.

¹³ <http://adour-garonne.eaufrance.fr/massedeau/FRFR286>

¹⁴ <https://www.siba-bassin-arcachon.fr/actions-environnementales/les-reseaux-de-surveillance-repar-et-rempar/>

En raison des caractéristiques du site, l'infrastructure est minimale et la sonde a été installée, en rive droite, suspendue avec une chaîne à une branche d'arbre.



Point de mesure du Pont de Lamothe sur la Leyre

2.1.5 L'Adour

Le site de Saint-Vincent de Paul a été sélectionné pour recevoir l'installation de la sonde de turbidité.

Une contrainte a imposé ce choix : l'impact de la marée au niveau de la ville de DAX. Bien que l'on perde la possibilité de suivre l'impact d'une agglomération significative, il a été décidé de remonter en amont.

⇒ Station de mesure de débit :

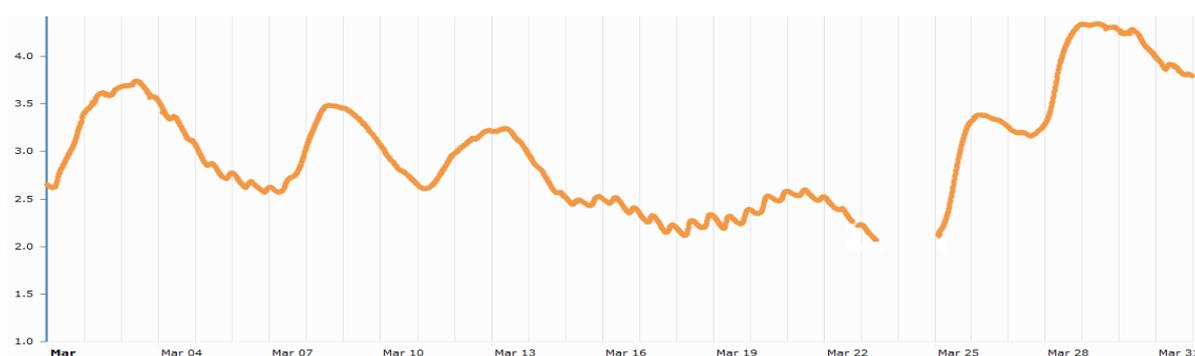
La station de mesure des débits fluviaux la plus fiable en aval sur l'Adour, est la station de Saint-Vincent de Paul (code station : Q3120010 ; gestion DREAL Aquitaine).

Elle est pas ou faiblement influencée par la marée. La présence d'une large plaine d'inondation ne permet pas une estimation la plus précise des débits. Le bassin versant fait 7830 km².

⇒ Limite amont de la marée dynamique.

Les données du niveau d'eau à Dax (vigicrue) montrent que le cycle de marée est sensible tous les jours même en période de haute eau. Il s'efface uniquement pendant les période de montées de crues.

A Saint Vincent de Paul, les données de hauteurs d'eau mesurées par nos sondes sont encore légèrement influencées par l'onde de marée, mais le signal de marée est effacée et l'écoulement est fluvial dès que les hauteurs d'eau dépassent 2.5m.



Hauteur d'eau mesurée en période de haute eau à Saint-Vincent-de-Paul en mars 2018

⇒ **Site sélectionné : Station de mesure des débits de Saint-Vincent-de-Paul (Q3120010)**

Le site retenu est donc située exactement au niveau de la station de mesure des débits de la DREAL Aquitaine.

Le site est situé en amont du pont de la D322 .

- Accès et stationnement :

Le site est pratique et peu fréquenté même en été. Néanmoins les routes qui permettent d'accéder au site, peuvent être inondées en période de crue pendant plusieurs jours, voire plusieurs semaines.

- Caractéristiques techniques de l'installation :

La sonde a été installée suspendue à l'aide d'une chaîne à l'échelle de descente qui permet la maintenance du capteur de hauteur d'eau de la station de mesure des hauteurs d'eau de la DREAL Aquitaine.



Station de mesure de Saint-Vincent-de-Paul sur l'Adour

2.1.6 Le Gave de Pau

Des études historiques¹⁵ ont été menées sur le site de Peyrehorade. Cependant l'analyse des données de hauteurs d'eau montre clairement que cette station est une station estuarienne où les hauteurs d'eau étant déterminées par les marées, ainsi au second ordre, par le débits des fleuves en période de crue.

On a donc sélectionné une station de mesure en amont de la confluence entre le Gave de Pau et le Gave d'Oléron. La station de mesure choisie est située sur la commune de Saint-Cricq-du Gave, en rive gauche, sous le pont de la D22.

⇒ Station de mesure de débit :

La station de mesure historique des débits fluviaux la plus en aval sur le Gave de Pau est la station de Pont de Bérenx (code station : Q5501010 ; gestion DREAL Aquitaine). Elle se situe 22 km en amont de Saint-Cricq-du-Gave.

Le Gave de Pau draine¹⁶ un bassin versant de 2704 km². La superficie du bassin versant au niveau de la station de Pont de Bérenx est de 2575 km². La station a été mise en service en 1924. Elle est située à une altitude de 38m. Elle n'est pas influencée par la marée.

Cependant en cours d'étude cette station a été abandonnée par la DREAL.

En effet, les mesures étaient très proche des mesures acquises quelques kilomètres en amont à la station d'Orthez.

⇒ Limite amont de la marée dynamique.

La limite d'influence de la marée sur le Gave de Pau se situe entre Peyrehorade et Saint-Cricq-du-Gave. Elle est caractérisée par le seuil hydraulique sur la commune de Cauneille. Ce seuil ne semble pas être franchissable par l'onde de marée.

Nos mesures de hauteurs d'eau acquises par les sondes multiparamètres ne sont que qualitatives, mais elles permettent d'évaluer l'impact de la marée sur les hauteurs d'eau au niveau du point de mesure.

On observe cependant des fluctuations de hauteur d'eau quotidiennes ou bi-quotidiennes, plus ou moins cycliques. Ces variations quotidiennes atteignent une variation maximum absolue de 10cm maximum. Il n'y a aucun élément concret pour mettre en relation ces oscillations avec les marées.

¹⁵ Etude sur la gouvernance de l'eau – Faisabilité d'un SAGE Adour aval. (2013)

¹⁶ Règlement de surveillance, de prévision et transmission de l'information sur les crues SPC Gironde Adour Garonne, DREAL Aquitaine (décembre 2014), 45p.



Site de mesure de Saint-Cricq-du-Gave



Mise en place de la sonde Sambat au sein des enrochements sur le Gave de Pau à Saint-Cricq-du-Gave

⇒ **Site sélectionné : Pont de la D22, Saint-Cricq-du-Gave**

Le site retenu est donc Saint-cricq-du-Gave, en rive gauche.

La sonde a été installée suspendue à l'aide d'une chaîne courant entre les enrochements qui protège la berge. L'antenne et la chaîne sont fixées à un arbre enraciné au dessus de la berge.

2.2 Sondes multiparamètres

Pour réaliser le projet, GEO-Transfert a proposé de surveiller les flux de MES à l'aide de sondes multiparamètres qui permettent la mesure en continu de la turbidité.

Deux paramètres environnementaux complémentaires devaient être suivis à haute fréquence : la **température** et la **conductivité**.

2.2.1 Sondes YSI 6920 et sondes OBS Campbell Scientific

En début de projet, en attendant la livraison des sondes NKE Instrumentation achetées dans le cadre du projet, GEO-Transfert a utilisé pour les premiers mois de mesure du matériel existant :

- 2 sondes YSI 6920
- 2 OBS Campbell Scientific.

2.2.2 Sonde SAMBAT et SMATCH (NKE Instrumentation)

8 nouveaux instruments de mesure ont été achetés grâce notamment à l'aide financière de l'Agence de l'Eau afin de mettre en place le réseau de mesure nécessaire à la réalisation de l'étude.

Notre choix de matériel se porte sur des **sondes SAMBAT ou SMATCH fabriquées et distribuées par la société française NKE-instrumentation**. La fiche technique de la sonde SAMBAT est fournie en annexe 3.

Le choix de ces instruments a été déterminé en raison des critères suivants :

- Délais de livraison de 8 semaines.
- Assemblage et service après-vente réalisé en France (Lorient)
- Expérience du matériel depuis 2004 en milieu fluvial (Station de Bellevue du réseau SYVEL) et en milieu estuarien et littoral (GEO-Transfert a mis en œuvre 5 sondes NKE depuis 2014)



Photographie commerciale de sonde SAMBA avec antenne GPRS déportée (© NKE-Instrumentation)

2.3 Mise en place du réseau

2.3.1 Achats des sondes

Au dernier Trimestre 2015, le choix définitif du modèle de sonde a été discuté avec le service technico-commercial du fournisseur, NKE Instrumentation.

⇒ Achat des sondes principales en 2016

Pour démarrer le réseau de surveillance, 5 sondes neuves ont été commandées. Le premier bon de commande pour 2 sondes a été envoyé le 14/12/2015. Le second bon de commande pour 3 sondes a été envoyé le 11/01/2016. La réception de la première sonde NKE (n° 50058) avec télétransmission a eu lieu avec 3 semaines de retard, le 23/03/2016

⇒ Achat des sondes de maintenance en 2017

Au début de l'année 2017, 3 nouvelles sondes ont été acquises. Ces nouvelles sondes sont nécessaires pour permettre les rotations des instruments qui permettent leurs maintenances (nettoyage + recalibration de capteurs).

De plus, en cas de perte ou de panne, afin d'assurer les mesures, nous devons être en capacité d'installer en moins de 24h une sonde multiparamètre en état de marcher et calibrée. C'est uniquement pour des raisons de trésorerie que ces sondes ont été acquises en janvier 2017 et non en début de projet, considérant qu'on ne devrait pas avoir de problème technique la première année du suivi.

La réception des sondes de remplacement a eu lieu en avril 2017.

2.3.2 Installation des sondes in situ

⇒ Missions préparatoires

Avant l'installation des sondes, plusieurs missions de visite des sites ont été organisées en janvier et février 2017.

Ces missions ont fait l'objet de rapports :

- DORDOGNE : mission du 15/01/2016
- ADOUR : mission du 25/01/2016
- GAVES : mission du 21/01/2016

Pour les sites de la Leyre et de la Charente, il n'a pas été nécessaire de réaliser une mission préparatoire. Les sondes provisoires ont été installées dès la première visite.

⇒ Missions d'installation des sondes provisoires

Plusieurs missions ont été nécessaires pour installer les sondes multiparamètres :

Cours d'eau	Type de sonde/n° de série	site	date
Charente	YSI 6920, n°2	Dompierre-sur-Charente	27/01/2016
Dordogne	YSI 6920, n°2	Pessac-sur-Dordogne	29/01/2016
Leyre	OBS Campbell scientifique 3A	Pont-de-la-Mothe	03/02/2016
Adour	OBS Campbell scientifique 5+	Saint-Vincent-de-Paul	04/02/2016

⇒ Missions d'installation des sondes NKE Instrumentation

Cours d'eau	Type de sonde/n° de série	site	date
Dordogne	SAMBAT 50058	Pessac-sur-Dordogne	31/03/2016
Charente	SAMBAT 50061	Dompierre-sur-Charente	14/04/2016
Leyre	SAMBAT 50059	Pont-de-la-Mothe	22/04/2016
Adour	SAMBAT 50057	Saint-Vincent-de-Paul	28/04/2016
Gave de Pau	SAMBAT 50060	Saint-Cricq	29/04/2016

Ces missions ont fait l'objet d'un rapport de mission.

2.3.3 Infrastructures sur le terrain

L'avantage des sondes multiparamètres est leur compacité qui permet une installation in situ sans nécessité de mettre en place une infrastructure lourde, couteuse, voire soumise à autorisation. Il s'agit d'installations temporaires et démontable.

Ce choix a également été dicté par le risque de devoir changer de site en cours de campagne de mesure, dans le cas où on découvrirait soit des problèmes techniques pour maintenir le site en fonctionnement, soit que les mesures ne sont pas de bonne qualité ou peu représentative de la masse d'eau.

Cours d'eau	site	Type de berge	Mode fixation
Dordogne	Pessac-sur-Dordogne	Quai maconné	Chaine sur anneau d'amarage
Charente	Dompierre-sur-Charente	Ponton en bois fixe	Chaine
Leyre	Pont-de-la-Mothe	Berge végétalisée	Chaine sur une branche d'arbre
Adour	Saint-Vincent-de-Paul	Berge consolidée de paleplanche	Chaine sur échelle métallique
Gave de Pau	Saint-Cricq-du-Gave	Enrochement de protection des fondations du pont de la D22	Chaine fixée à un arbre et passant sous les enrochements

2.3.4 Demande d'autorisation d'occupation temporaire du domaine public fluvial

Sur chacun des sites, des contacts ont été pris ou des demandes d'AOT pour nous installer ont été réalisées si nécessaire.

⇒ Charente :

- courrier d'information à la mairie de Dompierre-sur-Charente, le 15/02/2016
- rendez-vous sur le terrain, le
- Demande d'autorisation d'installation sur le ponton

⇒ Dordogne :

- Courrier d'information à EPIDOR en charge des quais de Pessac-sur-Dordogne, le 14/06/2016
- Rendez-vous sur site le 23/09/2016 avec Mme Mahault Clerjoux, Agent surveillant du domaine public fluvial
- Demande d'AOT (Autorisation d'occupation temporaire du domaine public) en cours

⇒ Leyre :

- Information du SIBA (Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon) (rencontre sur le site avec Mr Mohamed Benyahia, du Pôle Pluvial) et échange de mail d'information le 16/6/2016

⇒ Gave de Pau :

- Interview de la mairie de Sorde L'Abbaye. Procédure abandonnée suite au changement de changement de site.
- Pas de contact pris depuis avec la mairie de Saint-Cricq-du-Gave, ni avec le département qui gère le pont de la RD

2.3.5 Fréquence de mesure

En Aquitaine et en France, parmi les travaux principaux sur l'estimation des fréquences d'observation nécessaires pour la mesure des flux de MES et d'éléments géochimiques dans les fleuves sont :

- Etude Université de Bordeaux / Agence de l'Eau Adour-Garonne (E. Maneux, 1999)¹⁷.
- Travaux de thèse d'A. Coynel (2005)¹⁸.
- Travail collectif de 2007 coordonné par F. Moatar (2008)¹⁹.

Ces trois études montrent que les biais tendent vers zéro pour des fréquences de prélèvement à partir de 2 à 5 jours (erreur <10% environ). L'imprécision est également croissante avec la diminution de taille des bassins versants (Gaves, Charente, Leyre).

Le suivi continu est donc essentiel pour assurer le bon fonctionnement du système d'observation aux moments critiques. Il est facilement réalisable avec une sonde autonome. Les sondes Sambat NKE ont été programmées pour **enregistrer les paramètres physico-chimiques toutes les 10 minutes**, soit 6 lots de mesures par heure.

Cette fréquence de mesure opérationnelle permettra de calculer des valeurs moyennes horaires qui pourront être comparées facilement aux données de débits horaires.

¹⁷ - **E. Maneux**, H. Etcheber, Y. Lapaquellerie et N. Maillet (1999) « Variations interannuelles et saisonnières des flux de matières en suspension depuis 40 ans sur la Garonne », Département de Géologie et Océanographie, Université Bordeaux1, Etude Agence de l'eau Adour Garonne, 30 p.

¹⁸ - **Coynel A.**, Schafer J., Hurtrez J.E., Dumas J., Etcheber H., Blanc G. (2004) Sampling frequency and accuracy of SPM flux estimates in two contrasted drainage basins, *Science of the Total Environment*, 330, 233-247.

¹⁹ - Moatar F., Meybeck M., Raymond S., **Coynel A.**, Ludwig W., Mano V., Nemery J., Poirel A., Etcheber H., Crouzet P. (2008) SPM fluxes estimates from discrete monitoring: Comparison of calculation methods and uncertainties (Evaluation des flux de MES à partir des suivis discrets: Méthodes de calcul et incertitudes), *Houille Blanche*, 4, 64-71.

2.4 Télétransmission des données et Base de données

Les données acquises par les sondes sont télétransmises grâce à un modem GPRS intégré à la sonde et une antenne de téléphonie mobile.

Les sondes SAMBAT et SMATCH envoient à une fréquence déterminée par l'opérateur des fichiers texte (.txt) contenant les dernières données non télétransmises. Ces fichiers textes sont envoyés en pièce jointe d'un email envoyé par l'automate de la sonde.

2.4.1 Abonnement Orange M2M

Chaque sonde a été équipée avec une carte SIM. La société prestataire de service choisie est la société **Orange Business Services**.

L'abonnement pris auprès de cette société concerne 6 cartes SIM : 5 pour les sondes mises en place in situ, plus 1 pour la sonde de « secours » principale. Le contrat d'abonnement pris est un abonnement Machine to Machine, de 5 Mo, avec des cartes SIM standard 2FF, pour une durée de 36 mois, soit la durée du projet.

Deux autres sondes SMATCH ayant un modem déporté sont déjà équipées de cartes SIM et sont également disponibles en cas de problème technique majeur.

2.4.2 Configuration des envois de données

Lors des premières mises en service, la fréquence de télétransmission des données (émission des emails) programmée était de 1 mail par jour.

Après quelques mois, on s'est aperçu que l'ensemble de la chaîne de traitement de la donnée supportait largement des traitements automatiques de données plus réguliers. On a donc passé la fréquence de télétransmission à 4 emails par jours, ce qui permet une mise à jours 2 fois par jour dans les heures ouvrables (8h-20h).

2.4.3 Application WEB : DATABASE MANAGER

En complément des sondes multiparamètres et des modems, le réseau doit être complété par un système informatique semi-automatique qui permet de gérer les flux de données.

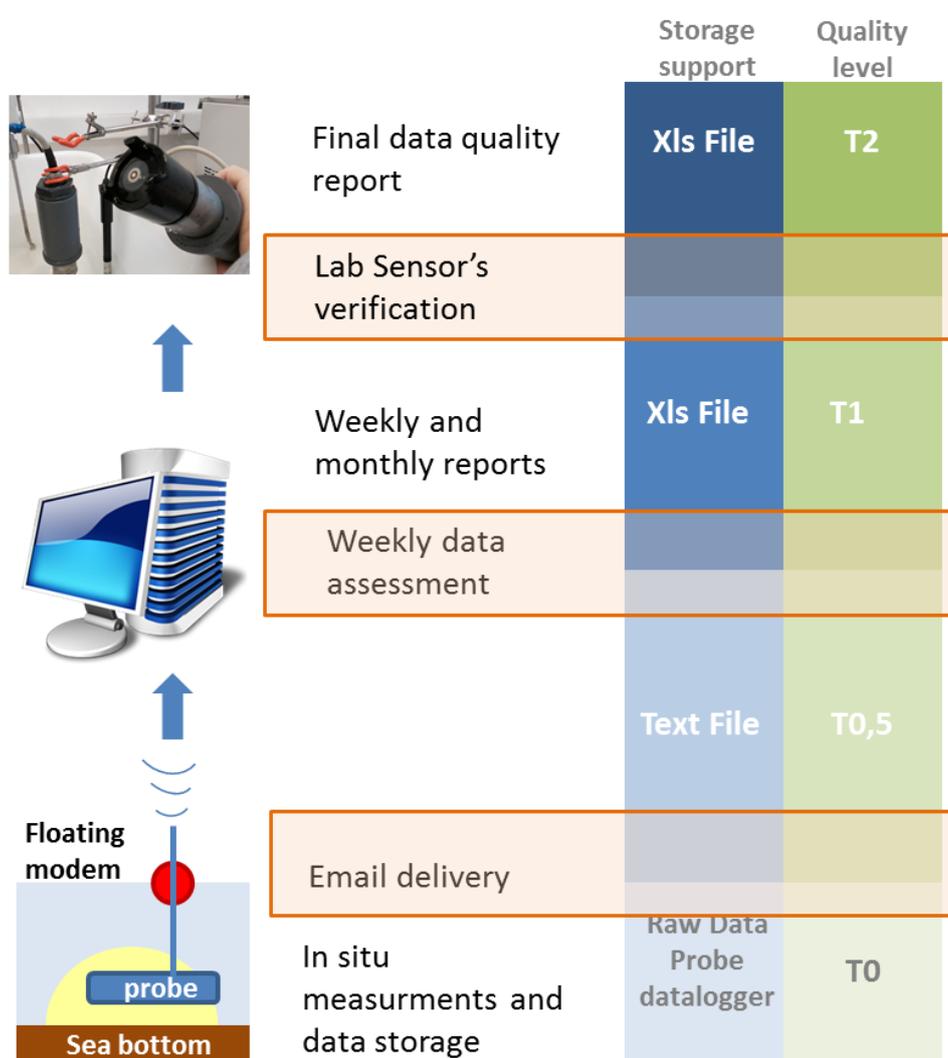
En effet, les sondes 5 sondes envoient plus de 20 mails par jours. Il n'est pas possible de gérer quotidiennement l'ensemble des fichiers reçus. Il est donc nécessaire de développer les outils adaptés pour permettre la gestion des flux de données.

En 2015, la société NKE Instrumentation ne propose pas de logiciel. NKE a bien un logiciel à son catalogue, mais il permet juste de traiter les données reçues dans un fichier joint à l'email envoyé par une sonde pour mettre en base de

donnée le fichier. Cependant cette application est très limitée pour gérer des projets multisites et multi-instruments. De plus, les données sont limitées en accessibilités (enregistrement sur un PC unique) la diffusion ou la consultation a distance est impossible.

En 2015, GEO-Transfert a donc décidé de développer sa propre application internet et sa base de données accessible par internet. Le cahier des charges et la description de l'application web ont été détaillés dans le rapport intermédiaire.

La figure ci-dessous précise la chaine de traitement des paramètres de qualité des données.



Exemple de schéma d'archivage et de validation de la base de données (GEO-Transfert, extrait de annexe 2 « annexe technique» réseau MAGEST, accord de consortium 2007)

2.5 Maintenance

Un **protocole de calibration/validation** mis en œuvre reprends les grandes lignes des protocoles utilisés de 2016 à 2018 par GEO-Transfert :

- pour la calibration des sondes MES et SMATCH du réseau SYVEL
- pour le suivi sur le Lot des flux de MES (projet ADAPTEAU, UMR EPOC)
- pour le suivi de la qualité des eaux HF en mer de Barentz et dans le Golfe Persique, dans le cadre du projet de développement de la Valvométrie (contrat TOTAL - Université de Bordeaux).

Le protocole de maintenance et de calibration, a déjà été détaillé dans le rapport intermédiaire.

2.5.1 Protocoles, normes et fréquence de vérification des capteurs

❖ *Protocole de calibration*

Le **protocole de calibration/validation** est basé sur deux éléments essentiels :

- Les **Méthodes de calibration des capteurs de température, de conductivité et de turbidité** sont issues des protocoles des projets MAGEST et SYVEL, et respectent les normes suivantes :
 - EN 872 (T90-105) : Dosage des matières en suspension (Qualité de l'eau)
 - EN ISO 15839 (T90-550) : Matériel d'analyse/capteurs directs pour l'eau (Qualité des eaux)
 - EN ISO 7027(T90-033) : Détermination de la turbidité (Qualité de l'eau)
 - FD T90-523-3 : Guide de prélèvement pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement.

L'ISO 7027 prescrit deux méthodes quantitatives de détermination de la turbidité de l'eau, à l'aide de turbidimètres ou de néphélomètres optiques.

- La néphélométrie est une méthode par mesurage du rayonnement diffus, applicable aux eaux de faible turbidité (par exemple, les eaux de boisson);
- La turbidimétrie, qui est une méthode par mesurage de l'atténuation du rayonnement, plus appropriée aux eaux de forte turbidité (par exemple, eaux résiduaires ou autres eaux troubles).

❖ *Fréquence de maintenance*

Initialement, il était envisagé une **maintenance trimestrielle** en ramenant les instruments au laboratoire. Finalement après les premiers mois de résultats, il a été préféré de réaliser une maintenance sur site de réaliser une calibration in situ du capteur de turbidité, à l'aide prélèvement d'eau et d'analyse de la concentration en MES

2.6 Méthodologie pour l'estimation des flux de MES

La méthodologie d'estimation des flux de MES a déjà décrite dans la présentation du projet ainsi que dans le rapport intermédiaire.

2.6.1 Objectifs

Afin de mesurer les flux de polluants fixés sur les particules, il est nécessaire d'estimer au préalable les flux de Matières En Suspension (MES).

L'objectif est d'avoir une mesure des flux annuels de MES dont la précision approcherait les +/- 10%.

2.6.2 Méthodologie de l'estimation des concentrations en MES

GEO-Transfert a donc choisi de mettre en oeuvre un suivi en continu de la concentration en MES avec des sondes de turbidités qui permettent l'acquisition d'une base de données HF (haute fréquence) adaptée à l'estimation précise des flux de MES, notamment en période de crue.

L'estimation des concentrations en MES repose sur :

- La mise en oeuvre de la mise en oeuvre du suivi HF et d'un protocole d'assurance qualité de la mesures de la turbidité.
- La détermination de relations empiriques Concentration en MES / turbidité pour chacun des sites étudiés qui permettent transformé la base de donnée de mesures de turbiité, en une base de données des concentrations en MES.

2.6.3 Validation des relations MES / Turbidité

Pour répondre aux objectifs de l'étude, il est nécessaire de convertir la mesure de turbidité en concentration en Matières En Suspension (MES).

Les mesures de turbidité sont des mesures optiques, il n'y a pas de lien direct entre la mesure de la turbidité et la concentration en MES. Cependant, quand les MES d'un fleuve sont suffisamment homogènes en fonction du temps et des principaux régimes hydrauliques du fleuve, on peut établir des relations MES / Turbidité. Ceci est possible quand le bassin versant :

- a des caractéristiques hydrogéomorphologique, géologique et pédologique relativement homogène,
- est suffisamment grand en surface pour que se constitue un stock de sédiment homogène dans les secteurs aval.

De nombreuses études présentent des exemples de construction et d'utilisation de relation MES / Turbidité^{20,21,22,23}.

GEO-Transfert a donc réalisé :

- le prélèvement d'eau (4 à 6 par année), lors des missions de maintenance, en privilégiant les périodes de crue.
- l'analyse de la concentration en MES sur les échantillons d'eau prélevés.
- l'analyse des corrélations entre la mesure de la turbidité et celle des concentrations en MES.

Cette tâche d'organisation des bases de données de turbidité et de concentration de MES a été initiée dans le cadre du stage de Marie ZION, stagiaire M2 du master de l'Université d'Aix Marseille (major 2017).

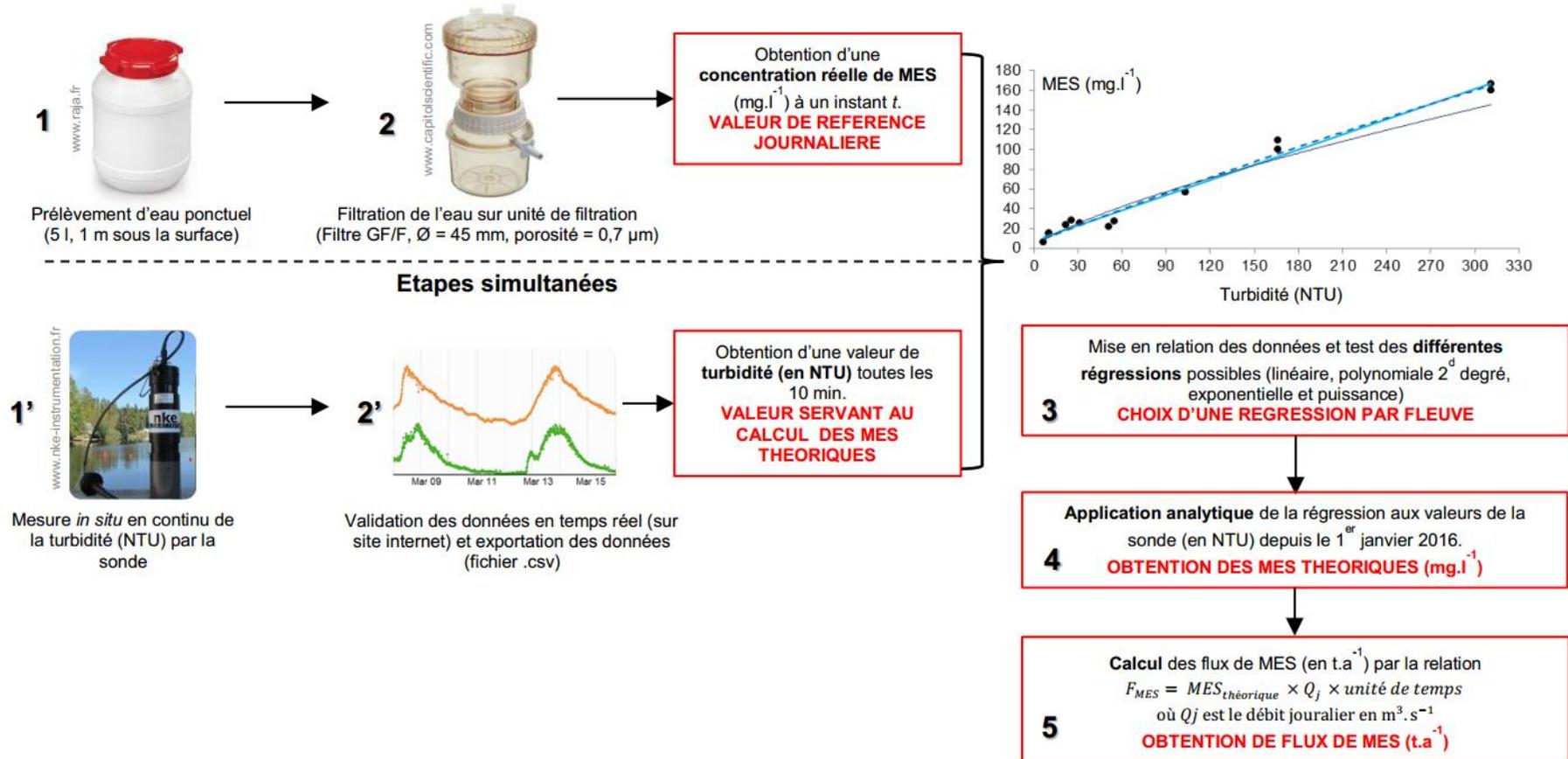
²⁰ Laignel et al. (2006) Erosion balance in the watersheds of the western paris Basin by high frequency monitoring of discharge and suspended sediment in surface water. C. R. Geosciences, 338, 556-564

²¹ Rasmussen, P.P., Gray, J.R., Glysson, G.D., Ziegler, A.C. (2009). Guidelines and procedures for computing times-series suspended-sediment concentration and loads from in-stream turbidity-sensor and stream flow data. In: U.S. Geological Survey Techniques and Methods Book 3, (chapter 4, 53 pp.)

²² Rymaszewics et al. (2017) Measurment differences between turbidity instruments and their implications for suspended sediment concentration and load calculation : A sensor inter-comparison study. J. of Envinronmental Management, 199, 99-108

²³ Druine et al. (2018) In situ high frequency long term measurments of suspended concentration in turbid estuarine system (Seine Estuary, France): Optical turbidity sensors response to suspended sediment characteristics. Marine Geology. 400, 24-37 Rymaszewics et al. (2017) Measurment differences between turbidity instruments and their implications for suspended sediment concentration and load calculation : A sensor inter-comparison study. J. of Envinronmental Management, 199, 99-108

2.7 Synthèse de la méthode d'estimation des flux de MES (d'après ZION, 2017)



3 Flux de MES de la Dordogne

3.1 Rappel des données brutes disponibles

3.1.1 Les données de débits

GEO-Transfert a téléchargé l'ensemble des données de débits horaires de la station de Pessac-sur-Dordogne (P5550010) sur le site de la BD HYDRO.

3.1.2 Les données de MES

❖ *Mesures de turbidité*

Sur la Dordogne, les mesures de turbidité ont démarré fin janvier 2016.

Sur l'ensemble de la campagne de mesure, les sondes n'ont pas acquis de données ou les données n'ont pas été validées pour 1 seule période significative :

- Janvier 2016 : délai de démarrage du projet.

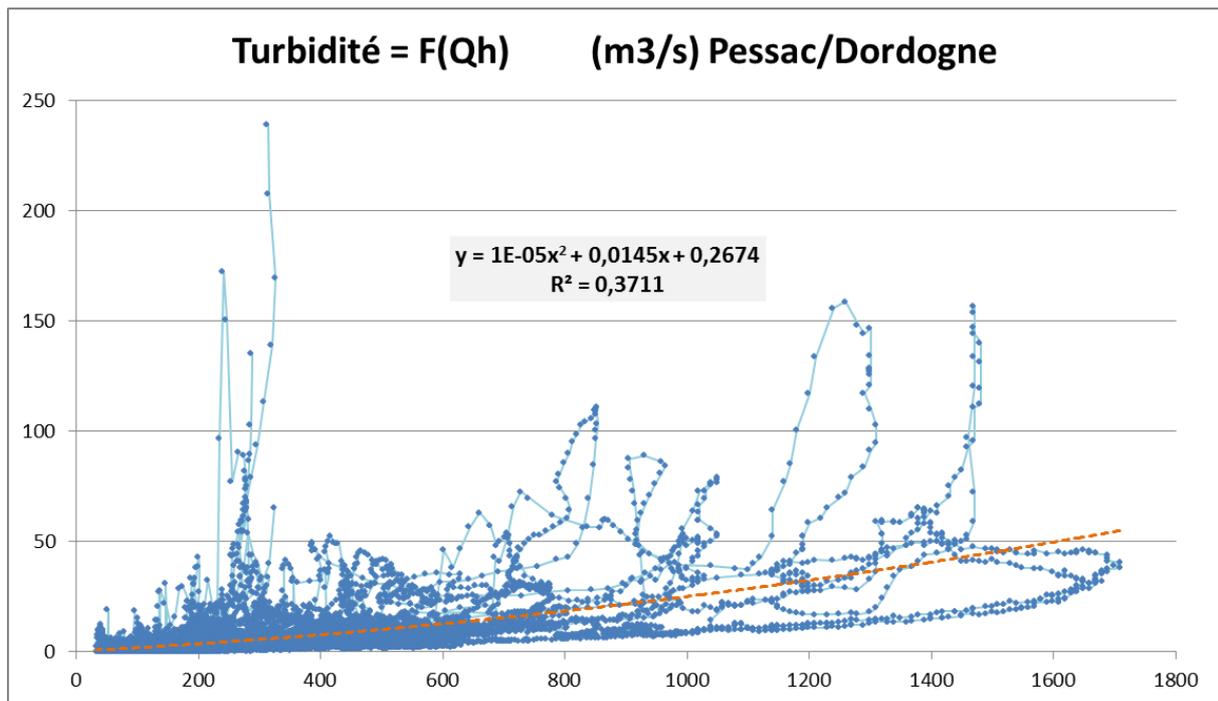
Les données manquantes ont été extrapolées de la relation Débit/Turbidité établie sur les données brutes horaires.

Cette relation n'est pas très bonne ($r^2 = 0.3711$) néanmoins à part pour le mois de janvier 2016, les données manquantes ne correspondent qu'à deux périodes d'étiage (débits inférieurs à 200 m³/sec) où les turbidités sont très faibles. L'impact sur le calcul des flux annuels est donc limité.

Seule les turbidités de la crue de janvier 2016 (débit de 1200 m³/sec) ont pu être sous-estimées.

❖ *Mesures de concentration en MES*

Les concentrations en MES moyennes horaires sont calculées à l'aide de la régression polynomiale à partir des données de turbidités moyennes horaires mesurées et extrapolées en tenant compte d'un échantillon prélevé le 31/01/2019 qui est l'échantillon le plus turbide prélevé (débit de 400 m³/sec).



Corrélation Turbidité / Débit horaire à Pessac-sur-Dordogne.

❖ *Qualité de la régression MES/Turbidité*

Une régression polynomiale de 2^{sd} degré ne permet pas de représenter l'évolution croissante au-delà de 56 NTU. Afin de forcer la régression à rester croissante jusqu'à 250 NTU, un point artificiel a été intégré (300 NTU ; 120 mg/L). De même, il a été imposé que la valeur minimum pour 0 NTU soit de 1,5 mg/L.

Pour 239 NTU, le maximum de turbidité observé, la concentration en MES maximum estimée est ainsi de 132 mg/L. C'est une valeur cohérente sachant que la concentration maximum en MES observée en 1995 et 1996 est de 87 mg/L. Pour 0,3 NTU, le minimum estimé, la concentration en MES est ainsi de 1.8 mg/L.

La régression est de bonne qualité :

- Le nombre de prélèvements d'eau et de couple de mesures turbidité/concentration en MES est significatif (n= 19)
- Le coefficient de régression $r^2 = 0.9396$, sans le point de forçage (0.98 avec le point de forçage).
- Le maximum de turbidité observé est de 56 NTU sur les prélèvements de MES alors que les maximums observés pendant les 3 ans sont de :

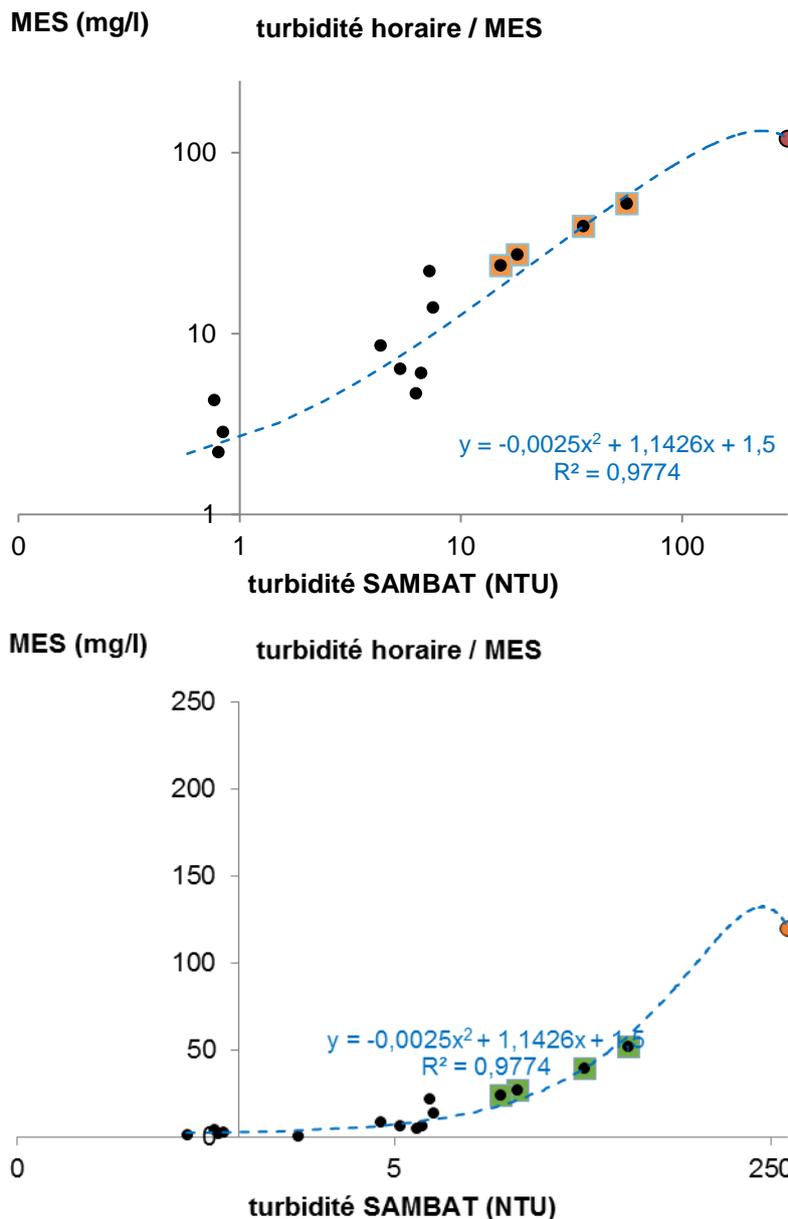
- 160 NTU en 2016, pour un débit de 1260 m³/sec,
- 111 NTU en 2017, pour un débit de 850 m³/sec
- 239 NTU en 2018, pour un débit de 314 m³/sec.

Ce couple de mesures n'est pas très représentatif, il s'agit d'un prélèvement réalisé pendant la crue de début juin 2018. Les niveaux d'eau étaient faibles, il peut y avoir eu contamination de l'échantillon par

des sources locales (berges, fond) qui peuvent avoir entrainé une surestimation.

La courbe NTU/Q est donc validée pour 99.3% des mesures de turbidité (de 0.5 à 56 NTU).

La courbe NTU/Q est donc validée pour 82% des mesures de débits horaires (de 30 à 415 m³/sec).



Corrélation entre la mesure de la turbidité et la concentration en MES mesurés in-situ à Pessac-sur-Dordogne (figure a : échelles log/log ; figure b : échelle linéaire/log).

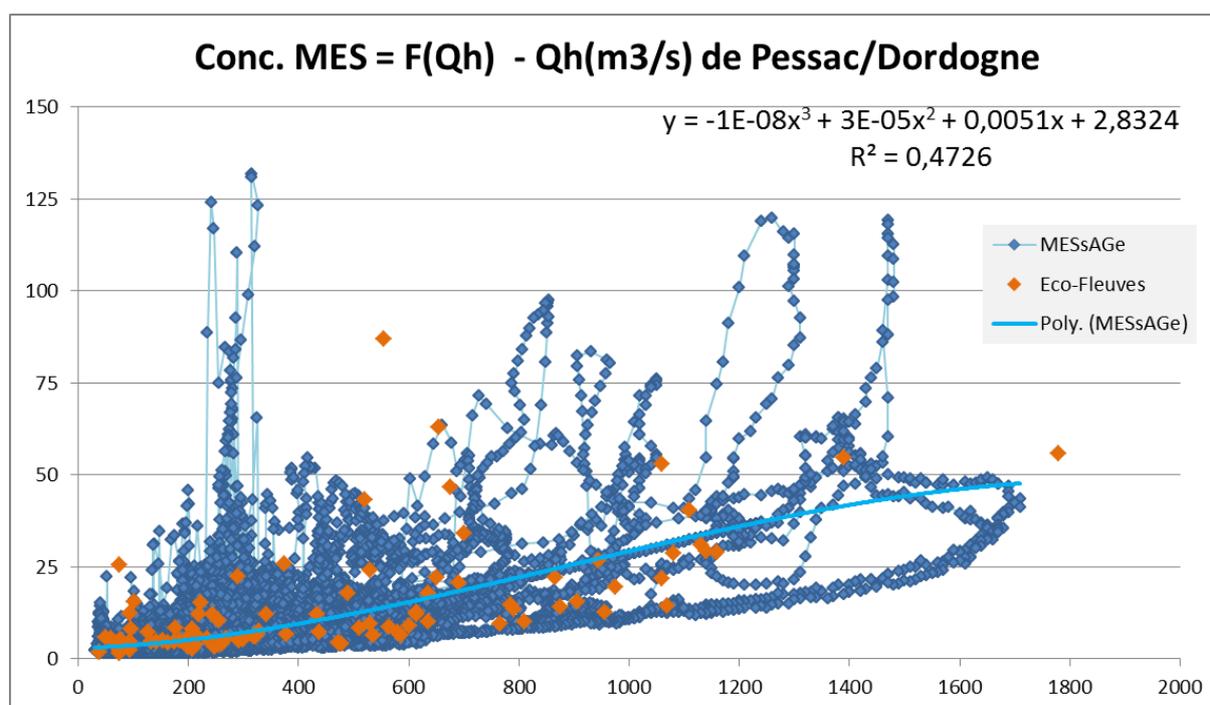
❖ Relations MES / Débits

Les maximums de concentration en MES estimés pour la période 2016-2018 sont :

- 109 mg/L en 2016, pour un débit de 1260 m³/sec,
- 86 mg/L en 2017, pour un débit de 850 m³/sec,
- 132 mg/L en 2018, pour un débit de 314 m³/sec.

❖ Comparaison avec la BD 1996-1997 (ECOFLEUVES)

La relation MES/Qh 2016-2018 est très proche de celle observées de 1995 à 1996 dans le cadre du projet « Classes Eco-Fleuves »²⁴. La concentration en MES maximum a été mesurée à 87 mg/L le 27/11/1996 pour un débit de 555 m³/sec.



Corrélation entre la concentration en MES et les débits horaires à Pessac-sur-Dordogne (Bleu) ; à Ste Foy-la-Grande (orange).

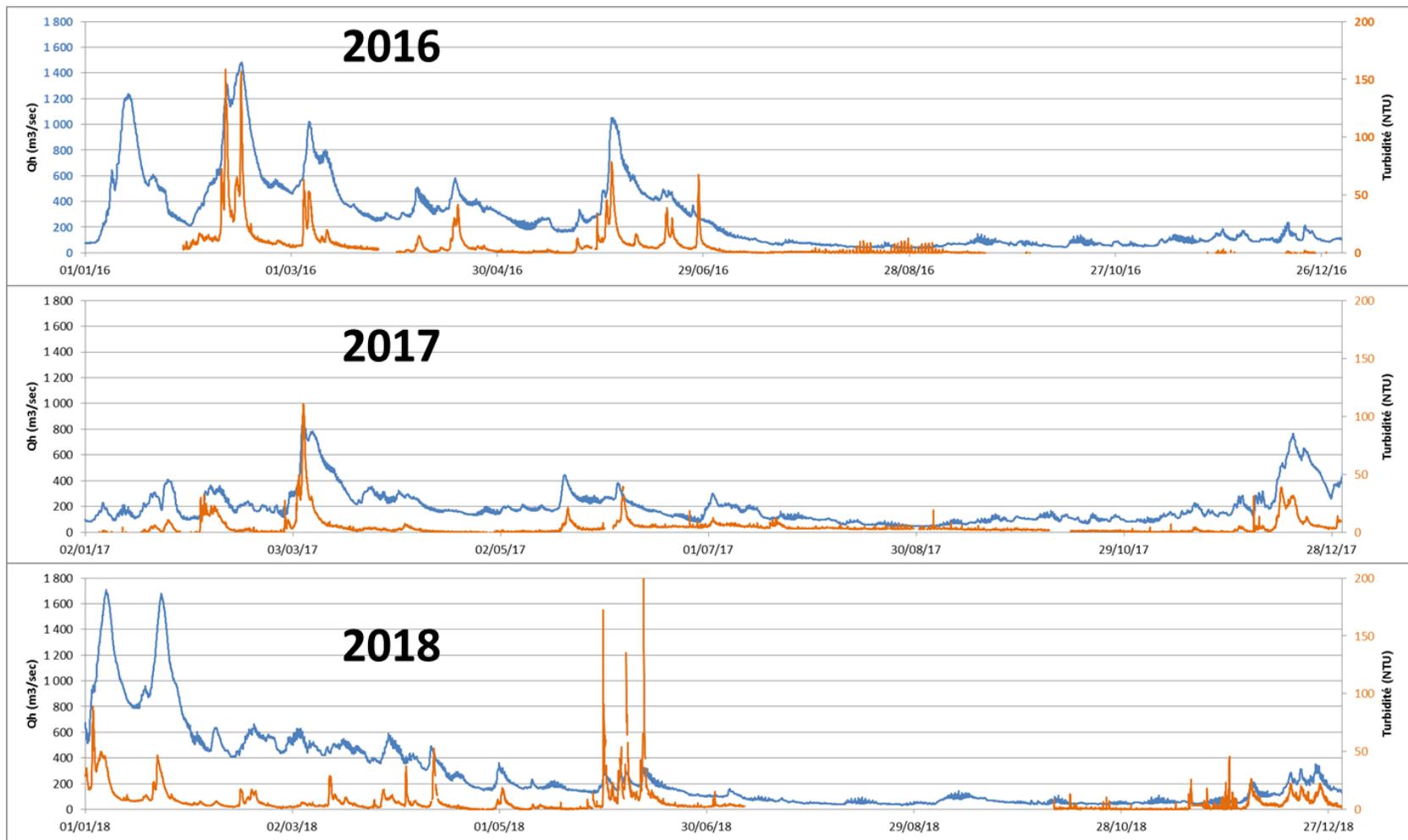
²⁴ Projet « Classes Eco-Fleuves », Programme GIS ECOBAG ; Maneux, Thèse de l'Université de Bordeaux, 1998

❖ *Comparaison avec la BD 1999-2002 (AEAG/UB)*

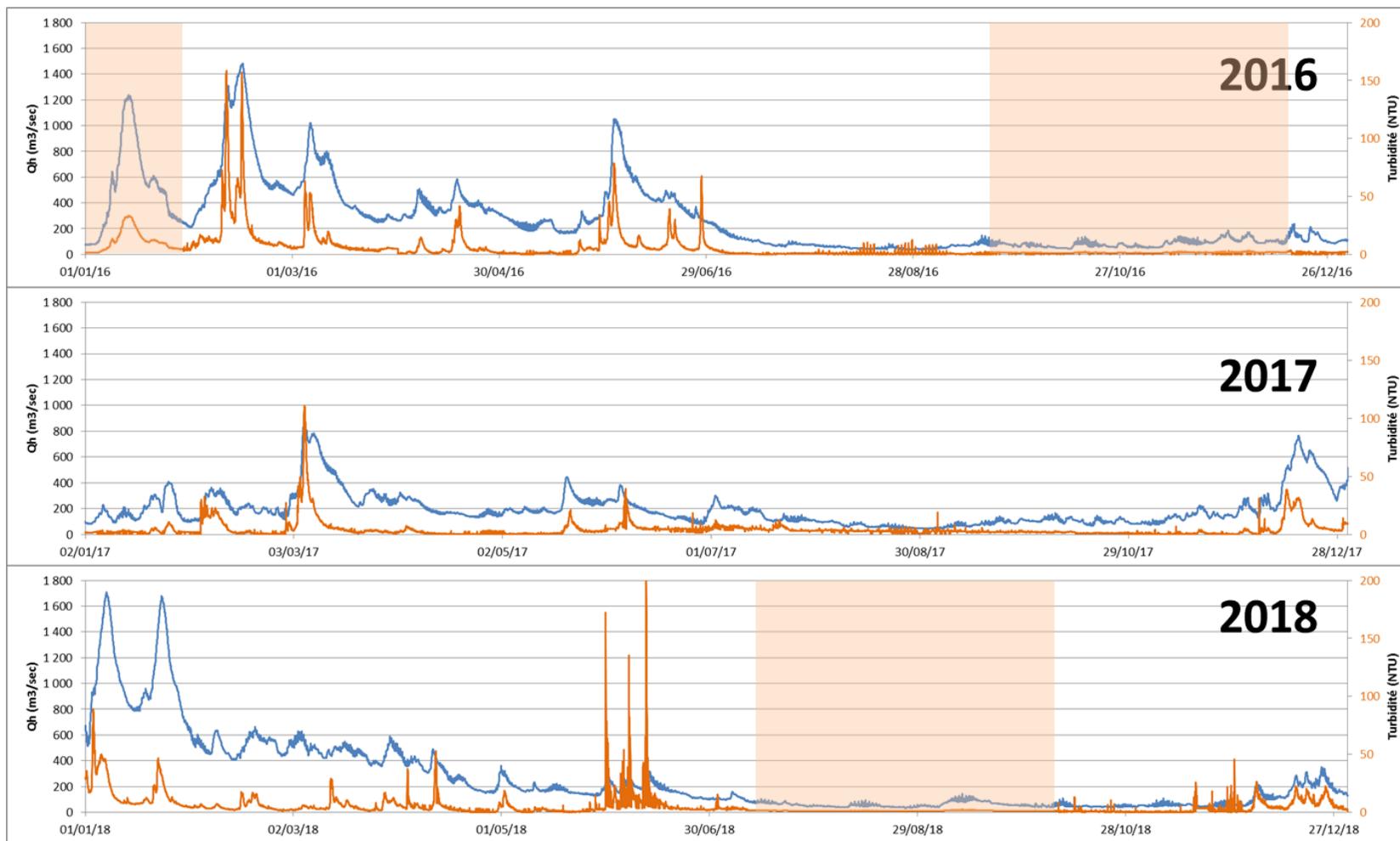
Dans l'étude 1999-2002 réalisée par l'équipe TGM dans le cadre d'une étude Agence de l'Eau Adour-Garonne / Université de Bordeaux, les maximums de concentration en MES observés de 1999 à 2001 sont :

- 447 mg/L en 1999, pour un débit de 382 m³/sec,
- 319 mg/L en 2000, pour un débit de 733 m³/sec
- 630 mg/L en 2001, pour un débit de 812 m³/sec.

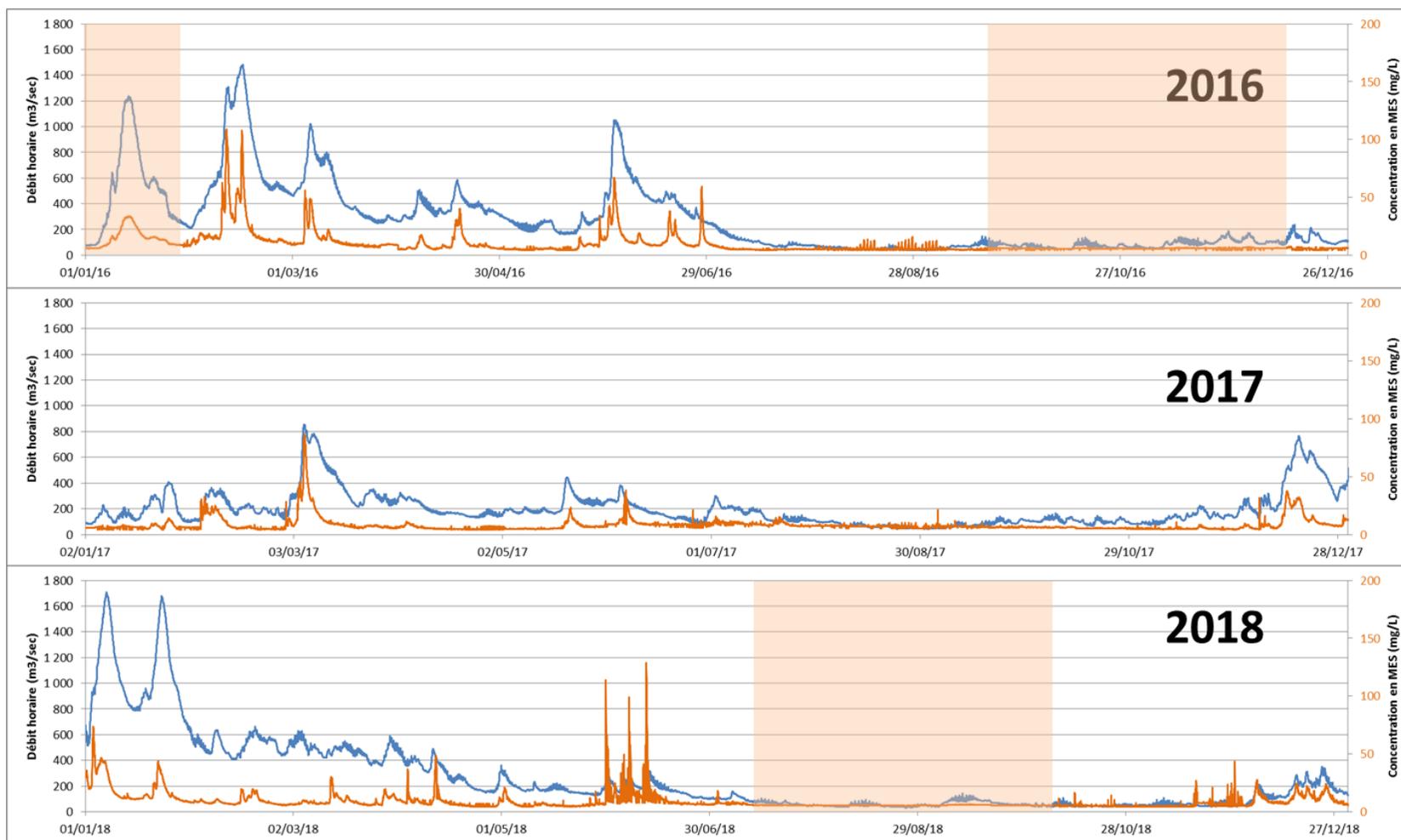
De nombreuses valeurs de concentration en MES présentées dans cette étude paraissent excessives par rapport à toutes les autres données connues. Les débits sur la période 1999-2002 ne permettent pas d'expliquer ces mesures. Ces valeurs très élevées (plusieurs centaines de mg/L) de concentration en MES peuvent être expliquées par des différences de méthode d'échantillonnage.



Chronique 2016-2018 à Pessac-sur-Dordogne des Débits horaires (BD HYDRO) et de la turbidité, validées, mesurées par le réseau MESSAGE



Chronique 2016-2018 à Pessac-sur-Dordogne : BD de la Turbidité mesurée par le réseau MESsAGe, corrigée et complétée (zone en orange) à l'aide de la relation Débit/Turbidité



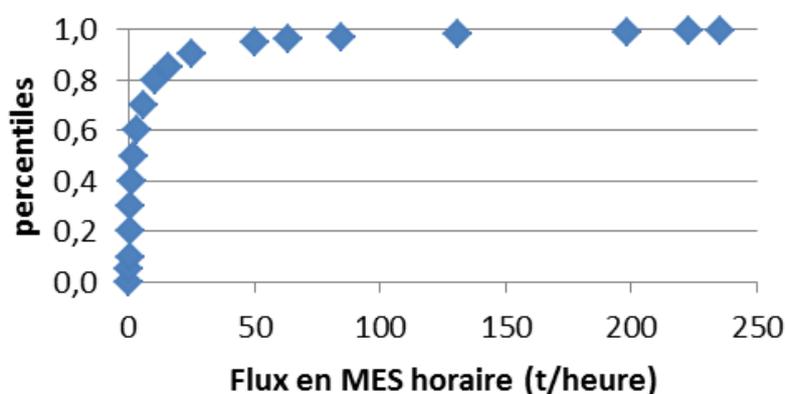
Chronique 2016-2018 sur la Dordogne des Concentrations en MES (en orange, données manquantes ou « douteuses » extrapolées à partir des débits) et des débits horaires (BD Hydro)

3.2 Estimation des flux de MES 2016-2018

Pour les données de débits horaires fournis par la BD HYDRO et pour les concentrations en MES estimées à partir de la BD MESsAGe, les flux de MES horaire (fMESh) sont compris entre 0.2 et 630 tonnes/jour.

Le tableau et la figure ci-dessous mettent en évidence la répartition des flux estimés en fonction de leur fréquence d'observation.

centile	NTU	Cmes	Qh	fMESh
0,00	0,0	1,5	31	0,2
0,05	0,2	1,7	45	0,4
0,10	0,4	1,9	51	0,5
0,20	0,9	2,5	69	0,7
0,30	1,2	2,8	90	1,0
0,40	1,6	3,3	114	1,3
0,50	2,2	4,0	157	1,9
0,60	3,1	5,0	197	3,2
0,70	4,3	6,4	266	6,1
0,80	6,3	9	378	11
0,85	8,5	11	463	16
0,90	12	14	540	25
0,95	20	23	742	50
0,96	24	27	819	63
0,97	29	33	933	85
0,98	35	38	1080	131
0,990	48	51	1290	198
0,992	52	54	1350	223
0,993	55	57	1390	236
0,994	59	60	1420	255
0,995	64	64	1460	265
1,00	239	132	1710	630



Les flux annuels de MES sont la somme des flux horaires. Les flux estimés (arrondi à +/-50 t/an) de MES à Pessac-sur-Dordogne sont les suivants :

	max turbidité	max MES	Flux MES	max Q	Flux Hyd
	NTU	mg/L	t/an	m3/sec	m3/sec
2016	159	120	151800	1480	8,653
2017	111	98	59700	854	6,154
2018	239	132	108800	1710	8,279

Les flux sont du même ordre de grandeurs que ceux estimés lors du programme « Classes Eco-Fleuves » pour les années 1995 et 1996.

Nos flux 2016-201/8 sont très inférieurs à ceux proposés pour les années 1999 à 2002. Il y a une sur-estimation des flux de MES dans cette étude due aux mesures de concentrations en MES fréquemment supérieures à 100 mg/L.

Tableau 10 : Flux de matières en suspension ($t.a^{-1}$) estimés sur la Dordogne, débits annuels et régime hydrologique de l'année basé sur la valeur du débit interannuel de la Dordogne ($249 m^3.s^{-1}$).

Année	Flux Dordogne ($t.a^{-1}$)	Débit annuel ($m^3.s^{-1}$)	Année sèche (-) ou humide (+)
1997 ¹	176 000	198	-
1999 ^{2,3}	222 000	290	+
2000 ^{2,3}	505 000	345	+
2001 ^{2,3}	580 000	332	+
2002 ³	230 000	205	-

¹ : Caritez, 1999 ² : Schäfer *et al.*, 1999, 2000 et 2001 ³ : Masson *et al.*, 2006

D'après M. Zion (2017)

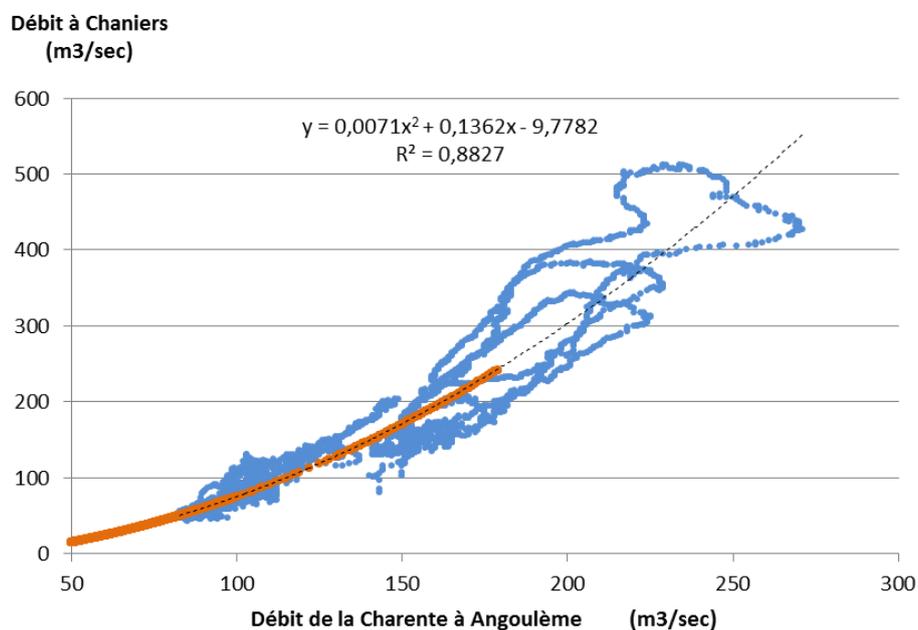
4 Flux de MES de la Charente

4.1 Rappel des données brutes disponibles

❖ Les données de débits

GEO-Transfert a téléchargé l'ensemble des données de débits horaires de la station de Chaniers (R5200010), sur le site de la BD HYDRO. Les données du deuxième semestre 2018 ne sont toujours pas disponibles.

Les données ont été extrapolées à partir de la corrélation établie avec les données de débits horaires de la station d'Angoulême (R2340010).



Corrélation entre les débits horaires des stations de Chaniers et d'Angoulême sur les données 2018 (BD HYDRO) (en orange : données extrapolées)

4.1.1 Les données de MES

❖ Mesures de turbidité

Sur la Charente, les mesures de turbidité ont démarré fin janvier 2016.

Sur l'ensemble de la campagne de mesure, les sondes n'ont pas acquis de données ou les données n'ont pas été validées pour 4 périodes significatives :

- Janvier 2016 : délai de démarrage du projet.
- Avril 2016 : démarrage du projet – délai de mise en place d'une sonde NKE en remplacement d'une sonde YSI.
- Mai 2018 : Capteurs Turbidité défectueux et changement des batteries
- Novembre 2018

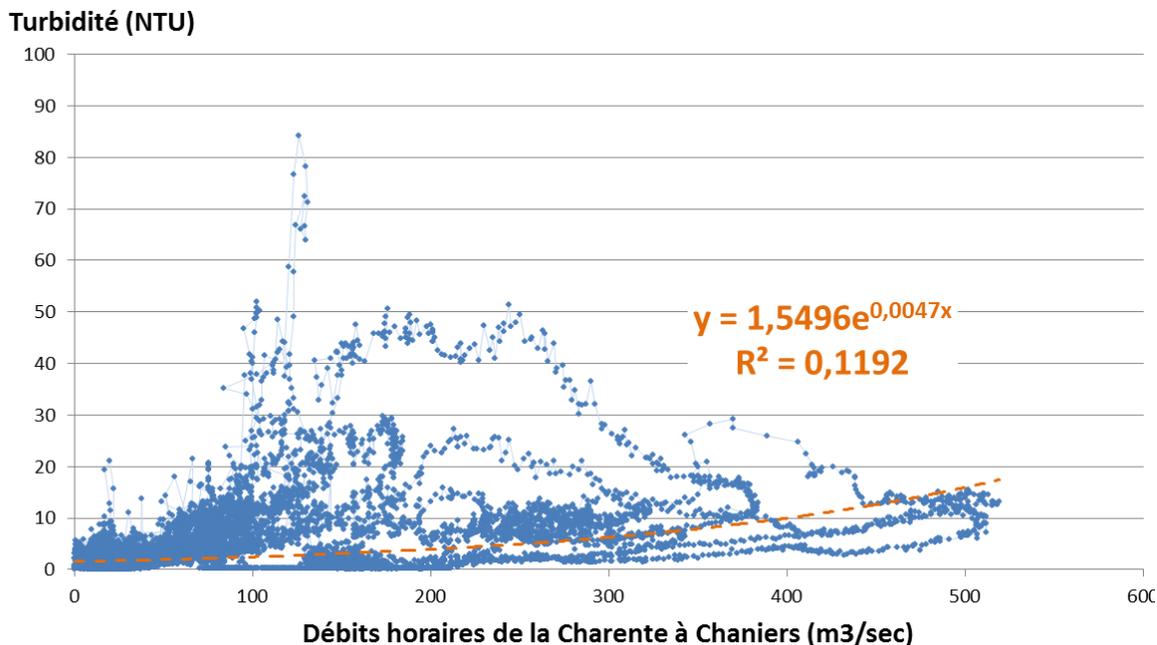
Les données manquantes ont été extrapolées de la régression exponentielle établie entre les données brutes horaires de turbidité et les débits horaires.

Cette relation n'est pas très bonne ($r^2 = 0.1192$) néanmoins à part pour le mois de janvier 2016, les données manquantes ne correspondent qu'à des périodes d'étiage et de faibles débits (inférieurs à 100 m³/sec) où les turbidités sont très faibles. L'impact sur le calcul des flux annuels est donc limité.

❖ Mesures de concentration en MES

Les concentrations en MES moyennes horaires sont calculées à l'aide de la régression linéaire construite à partir des données de turbidités moyennes horaires et des concentrations en MES mesurées sur les prélèvements d'eau prélevés in situ, en tenant compte que deux échantillons ont été sortie de la population.

En effet, lors de la crue de mars 2017, les prélèvements du 7/03/2017 et du 09/03/2017 présentent des concentrations en MES supérieures à ce qui serait attendu au regard des valeurs de turbidités. Les mesures de turbidité in situ pourraient être douteuses, mais elles sont confirmées par les mesures réalisées en laboratoire sur les échantillons d'eau.



Turbidité horaire moyenne mesurée à Dompierre-sur-Charente (réseau MESsAGE) et les débits horaires de la station de Chaniers (BD HYDRO) .

❖ **Qualité de la régression MES/Turbidité**

Les regressions utilisant ces deux points de mesure conduisent à des extrapolations au-delà de 200 mg/L pour des turbidités de 100 NTU et plus. Il a donc été décidé d'exclure ces points pour travailler avec la courbe linéaire qui semble plus fiable et donne une concentration en MES estimée de 110 mg/L pour une turbidité de 100 NTU.

La régression linéaire choisie passe par l'origine : estimation de 0 mg/L pour 0 NTU.

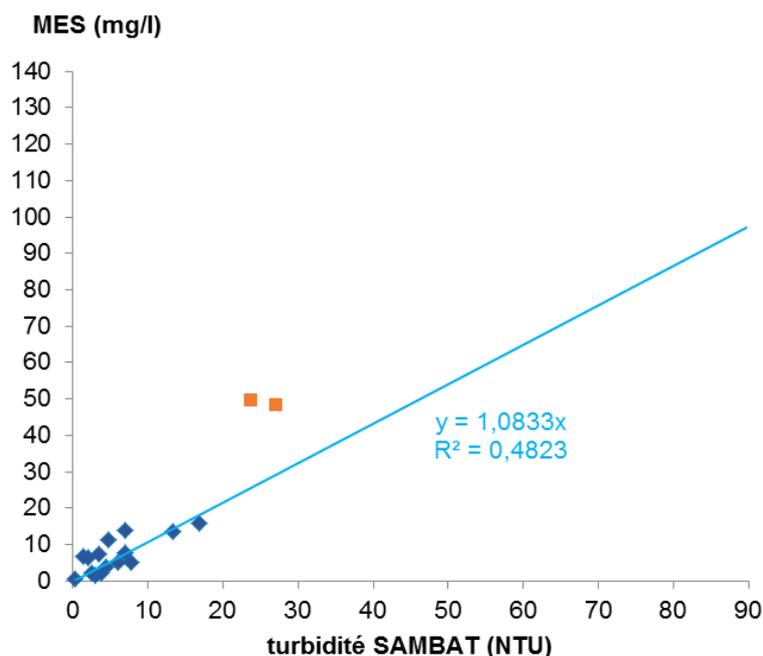
La régression est de qualité moyenne :

- Le nombre de prélèvements d'eau et de couples de mesures turbidité/concentration en MES est significatif (n= 19)
- Le coefficient de régression $r^2 = 0.4823$.
- Le maximum de turbidité observé in situ est de 27 NTU sur les prélèvements de MES alors que les maximums observés pendant les 3 ans sont de :
 - 31 NTU le 2/2/2016, mais le débit n'est pas connu. La crue était importante et les débits n'ont pas pu être mesurés. De même nous n'avons pas pu installer de sonde avant la décrue.
 - 30 NTU le 08/03/2017, pour un débit de 173 m³/sec
 - 84 NTU le 06/06/2018, pour un débit de 126 m³/sec.
Ce couple de mesures n'est pas très représentatif, il s'agit d'un prélèvement réalisé pendant la crue de début juin 2018. Les niveaux d'eau étaient faibles, il peut y avoir eu contamination de l'échantillon par des sources locales (berges, fond) qui peuvent avoir entrainé une surestimation.

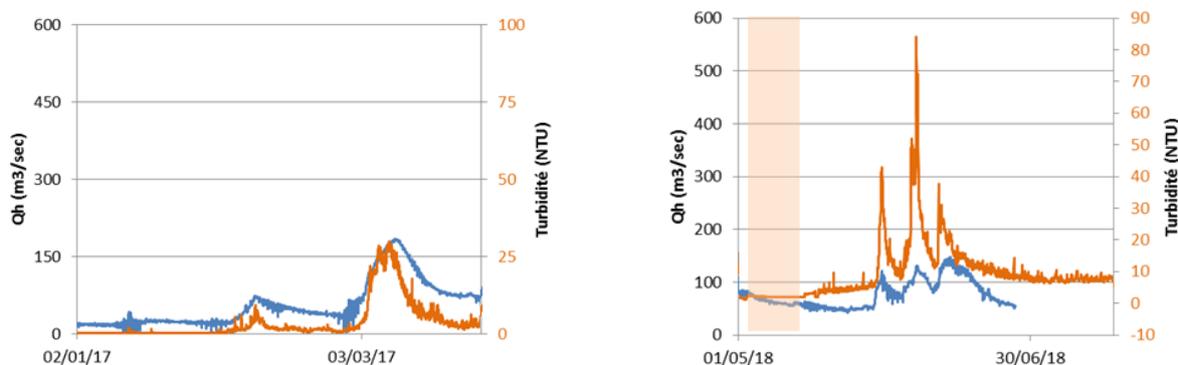
La courbe MES/Turbidité est donc validée pour 99 % des mesures de turbidité (de 0 à 25 NTU).

Les données de turbidités et les concentrations en MES estimées pour la crue de juin 2018 restent douteuses.

La courbe MES/Turbidité est donc validée pour 90% des mesures de débits horaires (de 10 à 165 m³/sec, le débit maximum observé sur la période étant de 519 m³/sec).



Corrélation entre la mesure de la turbidité et la concentration en MES mesurés in-situ à Dompierre-sur-Charente (points bleus : relation dominante ; points oranges : prélèvement d'eau lors de la crue de juin 2018).



Types de crues à Dompierre-sur-Charente :

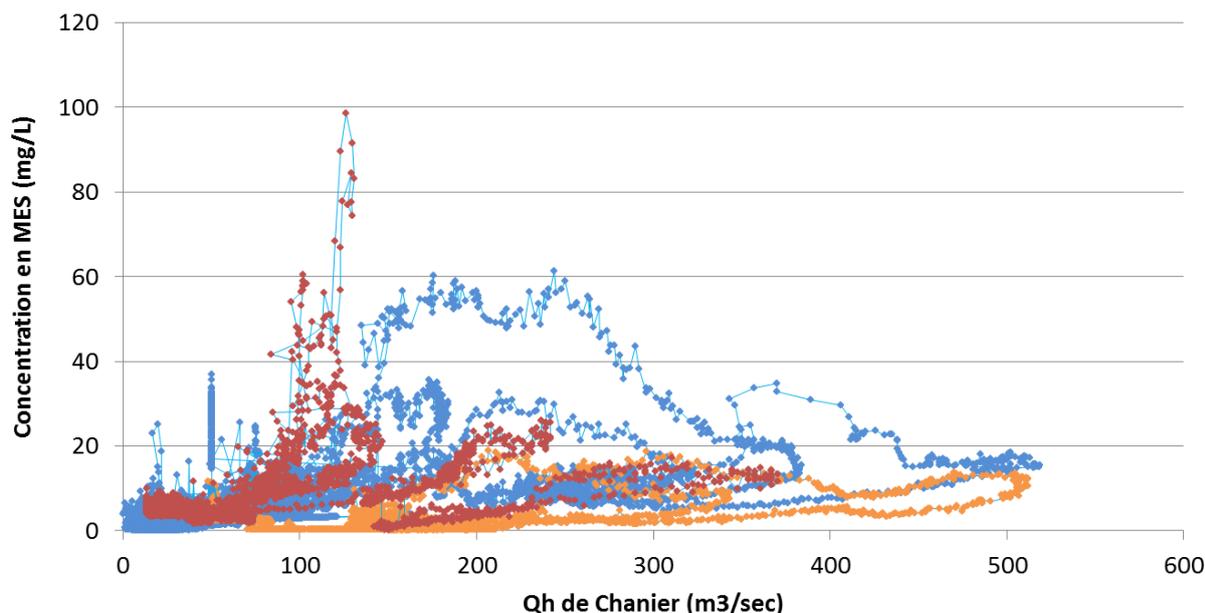
A gauche : crue hivernale (mars 2017) avec inondation de la plaine alluviale

A droite : crue « estivale » (juin 2018) les pics de turbidité sont plus marqués

❖ Relations MES / Débits

Les maximums de concentration en MES estimés pour la période 2016-2018 sont :

- 34 mg/L en 2016, pour un débit inconnu, néanmoins, il manque les données pour la crue de janvier 2016.
- 32 mg/L en 2017, pour un débit de 173 m³/sec
- 91 mg/L en 2018, pour un débit de 126 m³/sec.



Corrélation entre la concentration en MES à Dompierre-sur-Charente et les débits horaires de Chaniers (BD Hydro).

	période	hydrologie	dérive capteur	Données de turbidité	Données de Qh
bleu	du 01/01/2017 au 19/01/2018			sans correction	Chaniers
orange	du 20/01/2018 au 28/05/2018	étiage 2017	négative	corrigées	Chaniers
rouge	du 28/05/2018 au 31/12/2018	crue juin 2018	positive	corrigées	Chaniers + f(Angoulême)

❖ **Comparaison avec la BD 1996-1997 (ECOFLEUVES)**

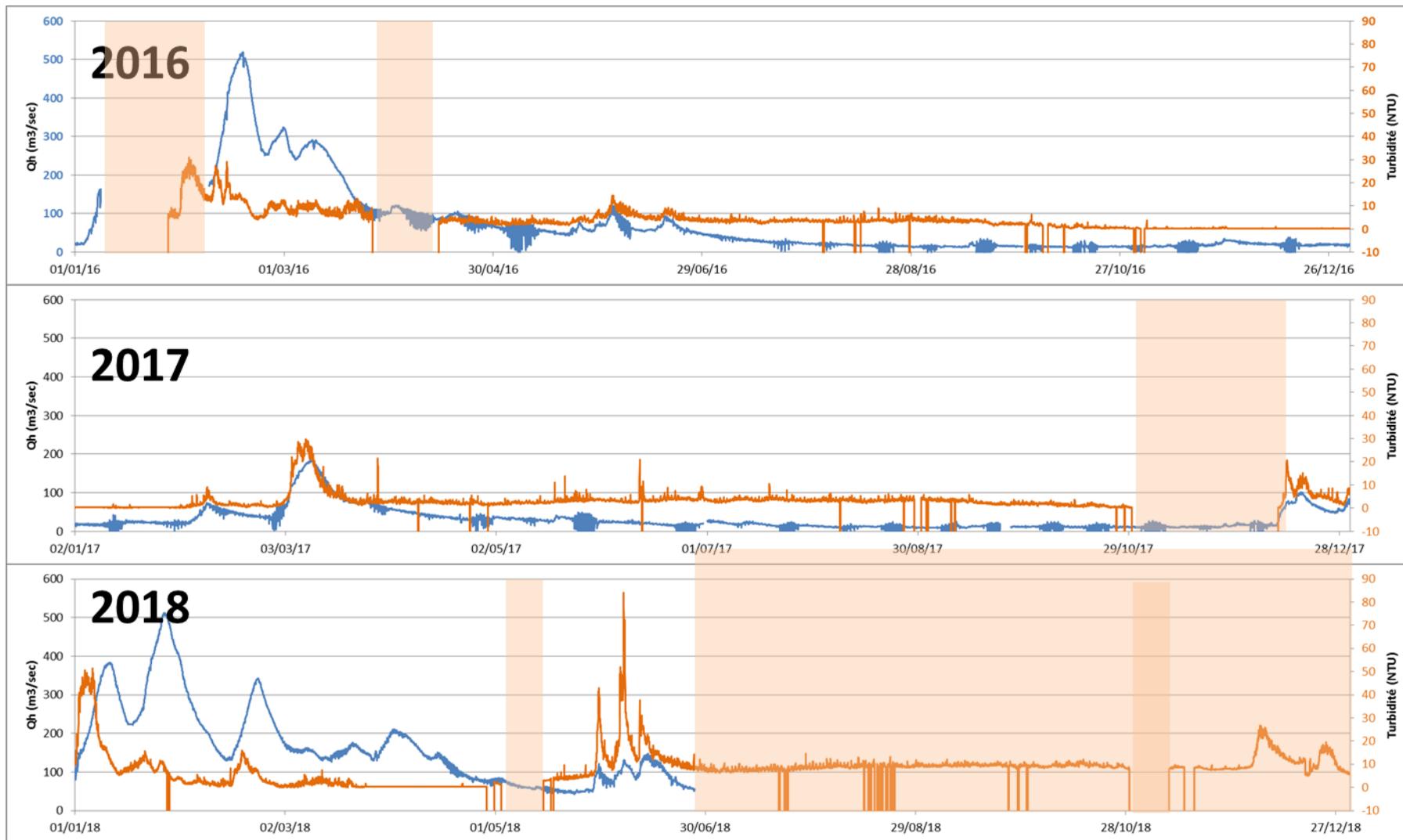
Le projet « Classes EcoFleuves » n'avait pas de station de mesures en Charente.

❖ **Comparaison avec la BD 1999-2002 (AEAG/UB)**

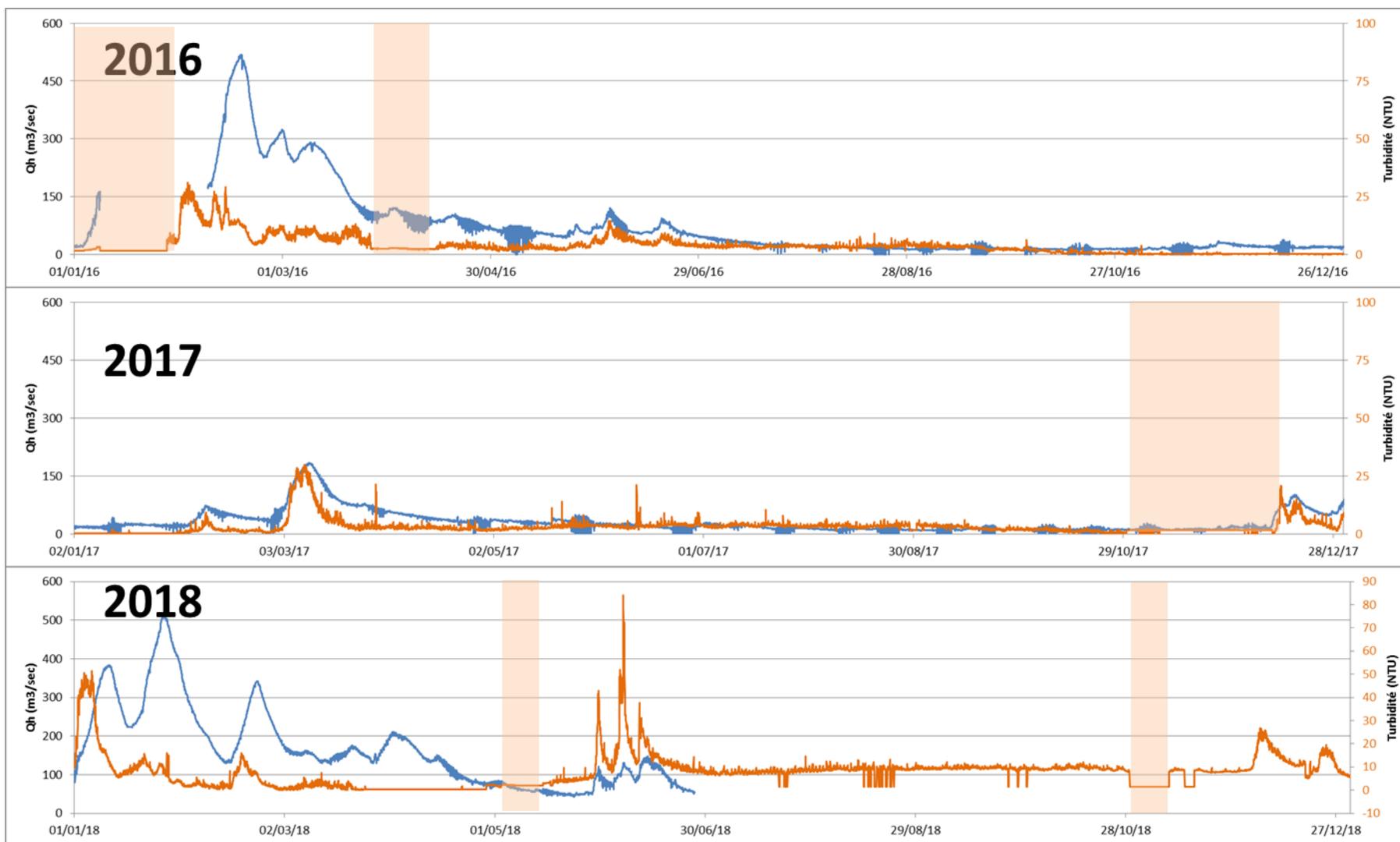
Dans l'étude 1999-2002 réalisée par l'équipe TGM dans le cadre d'une étude Agence de l'Eau Adour-Garonne / Université de Bordeaux, les maximums de concentration en MES observés de 1999 à 2001 sont :

- 447 mg/L en 1999, pour un débit de 382 m³/sec,
- 319 mg/L en 2000, pour un débit de 733 m³/sec
- 630 mg/L en 2001, pour un débit de 812 m³/sec.

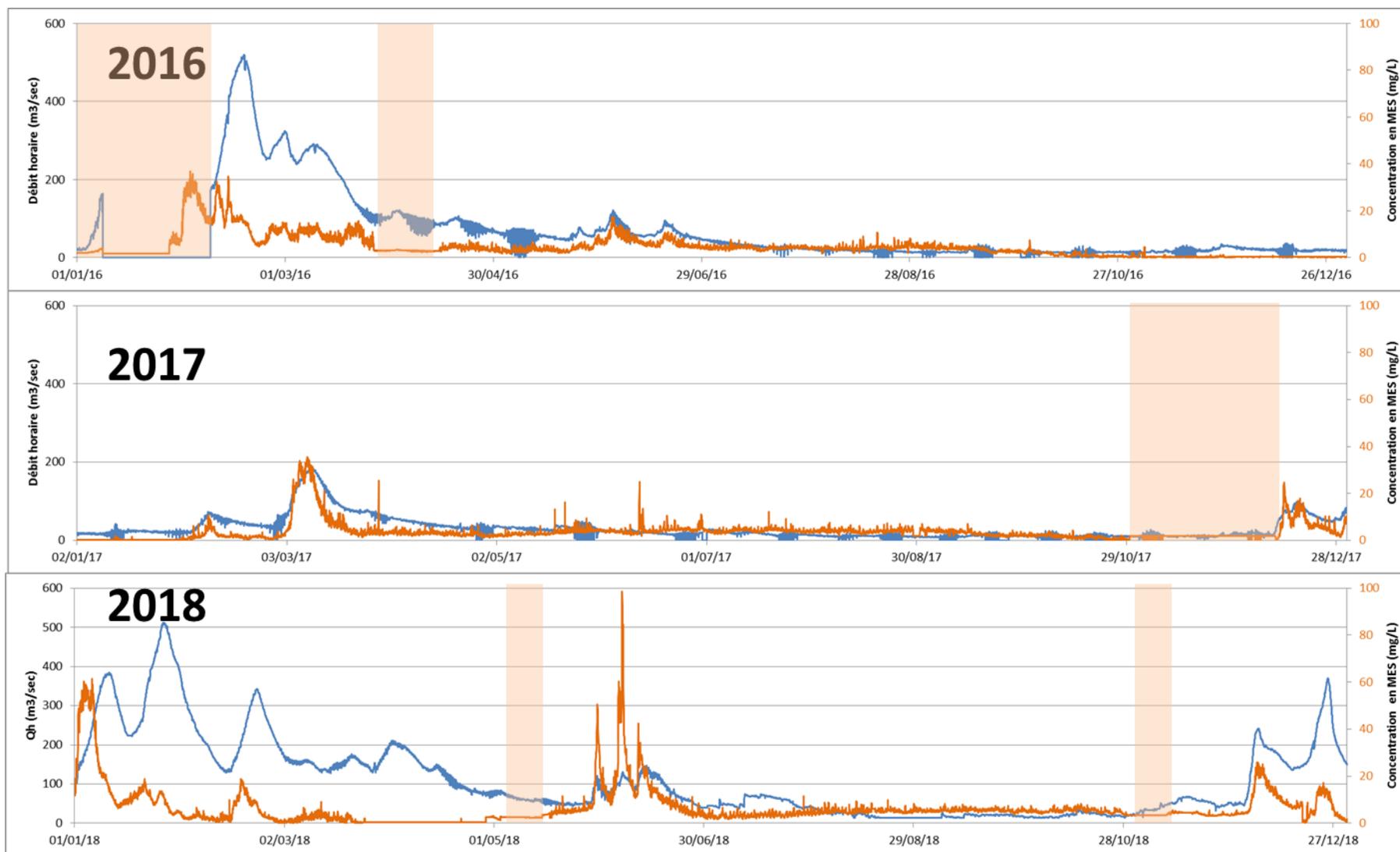
De nombreuses valeurs présentées dans cette étude paraissent excessives par rapport à toutes les autres données connues. Les débits sur la période 1999-2002 ne permettent pas d'expliquer cette différence. Ces différences peuvent être expliquées par des différences de méthode d'échantillonnage.



Chronique 2016-2018 sur la Charente des débits horaires (Chaniers - BD Hydro) et des turbidités validées mesurées à Dompierre-sur-Charente par le réseau MESsAGe (en orange données manquantes ou « douteuses »)



BD de la Turbidité 2016-2018 complétée (zone en orange) à l'aide de la relation Débit/Turbidité et corrigée de la dérive des capteurs



Chronique 2016-2018 sur la Charente des Concentrations en MES (en orange, données manquantes ou « douteuses » extrapolées à partir des débits). Les données de débit de fin 2018 sont extrapolées (Débits d'Angoulême - BD Hydro).

4.2 Estimation des flux de MES 2016-2018

Les flux de MES horaires (fMESh) estimés pour la station de mesure de Dompierre à l'aide des débits de la station de mesure de Chaniers, sont compris entre 0 et 54 tonnes/jour, pour des flux hydriques compris entre 900m³/j et 1,9 Mm³/j. Le tableau met en évidence la répartition des flux estimés en fonction de leur fréquence d'observation.

	Turbidité	Cmes	Qh	fMESh	fHYD
centile	NTU	mg/L	m3/sec	kg/j	m3
0,00	0,0	0,0	0	0	900
0,05	0,3	0,3	11	20	39600
0,10	0,3	0,3	13	31	46800
0,20	1,5	1,8	16	120	55800
0,30	1,9	2,3	19	207	69480
0,40	2,5	3,0	24	284	86400
0,50	3,0	3,6	36	370	129600
0,60	3,5	4,2	50	533	180000
0,70	4,1	4,8	66	813	238328
0,80	4,9	5,9	102	1414	367200
0,85	6,1	7,3	142	2751	511708
0,90	8,6	10	180	6000	648000
0,95	13	15	268	11889	964800
0,96	14	17	287	13630	1032330
0,97	17	21	313	16157	1126800
0,98	21	25	356	19802	1281600
0,990	26	32	433	26800	1558800
0,992	28	34	455	28074	1636531
0,993	30	35	464	29015	1670400
0,994	35	42	472	30279	1700597
0,995	40	47	483	32285	1740582
1,00	83	99	519	53839	1868400

Les flux annuels sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Les **flux annuels de MES** sont la somme des flux horaires (arrondi à +/-50 t/an).

Les **flux hydriques annuels** sont la somme des flux hydriques horaires (arrondi à 10⁻³ km³/an)

	max turbidité	max MES	Flux MES	max Q	flux HYD
	NTU	mg/L	t/an	m3/sec	Mm3/an
2016	31	37	18900	519	2,210
2017	30	36	6600	184	0,990
2018	84	99	28700	512	3,480

5 Flux de MES de la Leyre

5.1 Rappel des données brutes disponibles

❖ *Les données de débits*

GEO-Transfert a téléchargé l'ensemble des données de débits horaires de la station de Salles (S2242510), sur le site de la BD HYDRO.

❖ *Mesures de turbidité*

Sur la Leyre, les mesures de turbidité ont démarré fin janvier 2016 à la station du Pont de Lamothe.

Sur l'ensemble de la campagne de mesure, les sondes n'ont pas acquis de données ou les données n'ont pas été validées pour 5 périodes significatives :

- Janvier à avril 2016 : délai de démarrage du projet.
En février 2016, GEO-Transfert a mis en place d'un OBS 3A Campbell Scientific, mais les données ne seront cependant pas exploitées.
En avril 2016, GEO-Transfert a mis en place une sonde Sambat NKE en remplacement de l'OBS 3A.
- Été 2016 : Avec les chaleurs et le manque d'eau, le niveau de l'eau a baissé plus que prévu et la sonde s'est retrouvée hors de l'eau et/ou coincée dans un branchage. Les données ont été classées « fausses » ou « douteuses ».
Quand le problème a été identifié la sonde a été déplacée pour être placée plus profondément dans la colonne d'eau et sur un site sans branche d'arbre.
- Été 2017 et 2018 : malgré la nouvelle position de la sonde, avec un étiage important et long, les niveaux d'eau ont fortement baissés. La qualité des mesures est dégradée (sonde et capteurs hors d'eau et/ou mesures près du fond). Les données ont été classées « fausses » ou « douteuses » pendant quelques semaines.

Il est problématique d'avoir manqué les mesures pendant les 3 premiers mois de 2016 qui ont vu le développement de la crue la plus importante sur les 3 années de suivis.

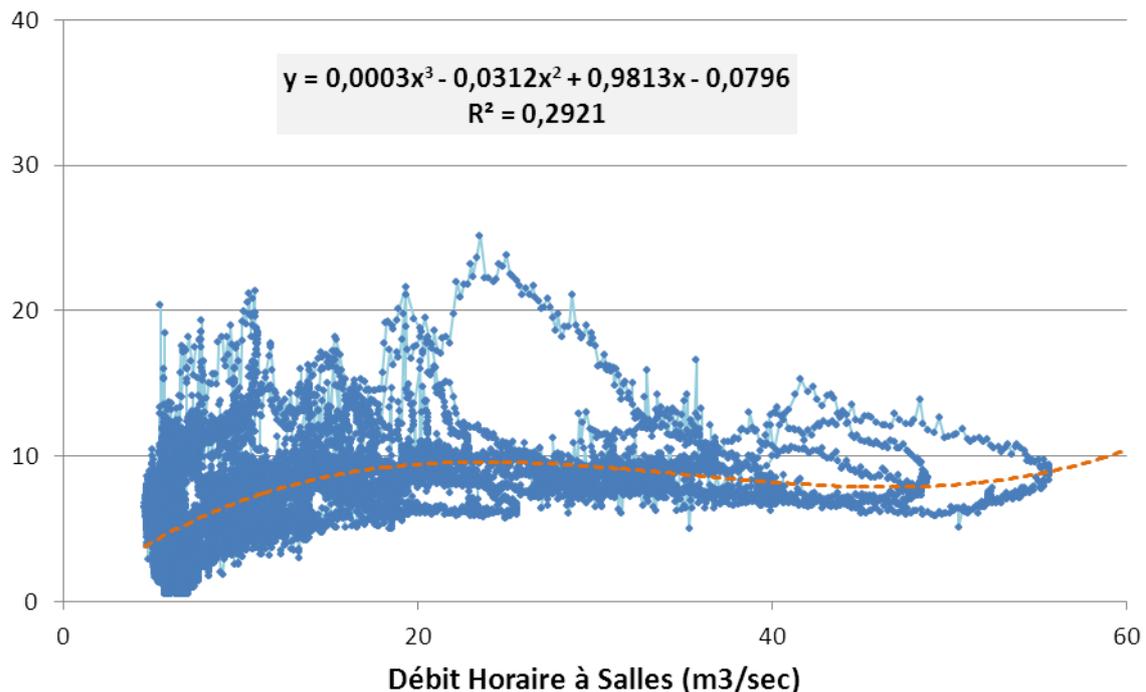
Les autres données manquantes ne correspondent qu'à des périodes d'étiage et de faibles débits (inférieurs à 10 m³/sec) où les turbidités sont très faibles. L'impact sur le calcul des flux annuels est donc limité.

Les données manquantes ont été extrapolées avec la régression polynomiale établie entre les données brutes horaires de débit (Qh) et les turbidités moyennes

horaires. La fiabilité de la régression est moyenne ($r^2=0,29$) néanmoins elle permet de reconstituer les données manquantes de turbidité.

A noter que l'on observe une baisse des turbidités pour les débits supérieurs à 20 m³/sec. Ces débits correspondent aux périodes de crues pour lesquelles la Leyre inonde la plaine d'inondation, ce qui entraîne pendant les décrues des processus importants de sédimentation et consécutivement la diminution de la charge en MES et de la turbidité.

Turbidité moyenne horaire (NTU)



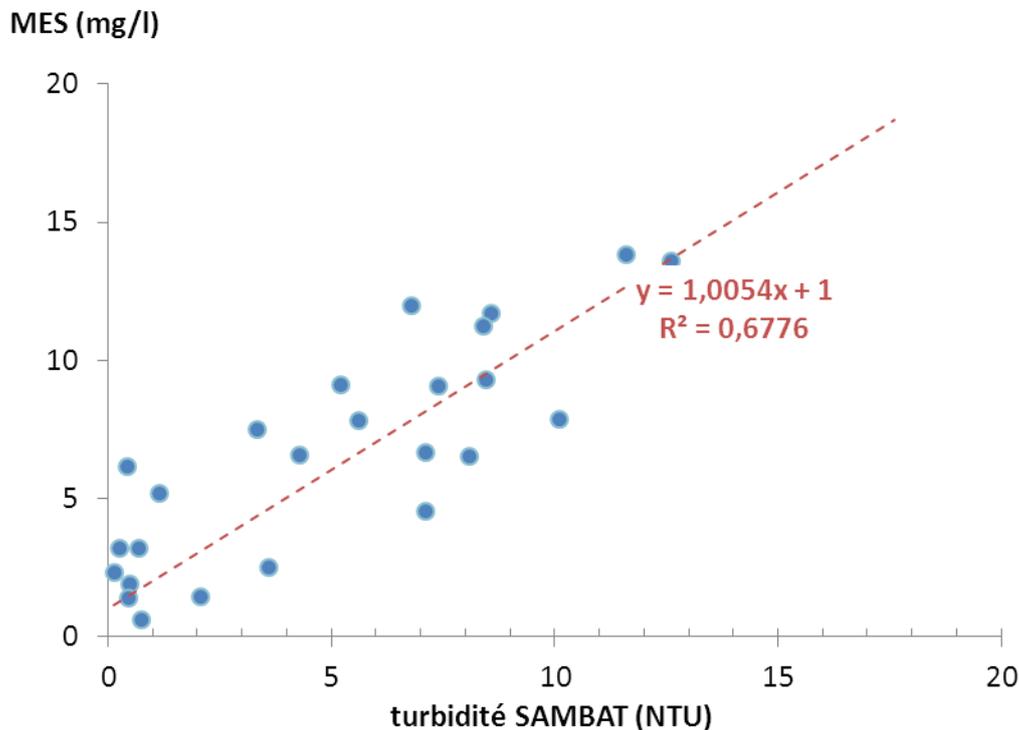
Turbidités horaires moyennes mesurées au Pont de Lamothe (réseau MESsAGe) en fonction des débits horaires de la station de Salles (BD HYDRO) .

❖ **Mesures de concentration en MES**

Les concentrations en MES moyennes horaires sont calculées à l'aide de la régression linéaire construite à partir des données de turbidités moyennes horaires mesurées par le réseau MESsAGe et des concentrations en MES mesurées sur les prélèvements d'eau.

❖ **Qualité de la régression MES/Turbidité**

La régression linéaire choisie a été contrainte : elle passe par une concentration de 1 mg/L pour une turbidité nulle (0 NTU).



Corrélation entre la turbidité et la concentration en MES mesurées in-situ dans les eaux de la Leyre au Pont de Lamothe.

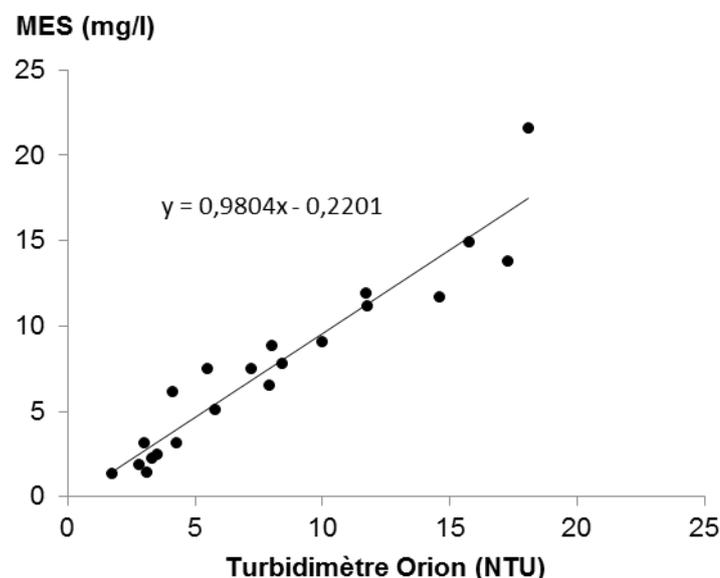
La régression est de qualité moyenne :

- Le nombre de prélèvements d'eau et de couple de mesures turbidité/concentration en MES est significatif (n= 25)
- Le coefficient de régression $r^2 = 0.68$ est moyen. Pourtant la corrélation entre les concentrations en MES et les mesures de turbidité réalisées au laboratoire avec un turbidimètre de référence (ORION) est bonne ($r^2=0,91$). La grande dispersion observée sur les mesures de turbidité mesurée in situ par le réseau MESSAGEe sur la Leyre est certainement due :
 - D'une part, aux turbidités très faibles (maximum observé de 25 NTU ; 90% des mesures sont inférieures à 10 NTU) et à la précision qui diminue en limite de détection des turbidimètres (0 à 5 NTU) ;
 - D'autre part, les eaux de la Leyre sont particulières : elles transportent, notamment en période de crue et de ruissellement, de nombreuses macro-particules de Matières Organiques en décomposition (feuilles d'arbres). La répartition non homogène et assez aléatoire de ces macro-particules dans la colonne d'eau entraîne un bruit important sur les mesures de la turbidité.

- Le maximum de turbidité observé in situ est de 14 NTU sur les prélèvements de MES alors que les maximums observés pendant les 3 ans sont de :
 - 18 NTU en 2016. Cependant, la crue la plus importante de janvier et février 2016, n'a pas été échantillonnée.
 - 22 NTU en 2017.
 - 25 NTU en 2018..

La courbe MES/Turbidité est donc validée pour 99 % des mesures de turbidité (de 0 à 15 NTU).

Les données de turbidités et les concentrations en MES estimées pour la crue de janvier 2016 restent douteuses.



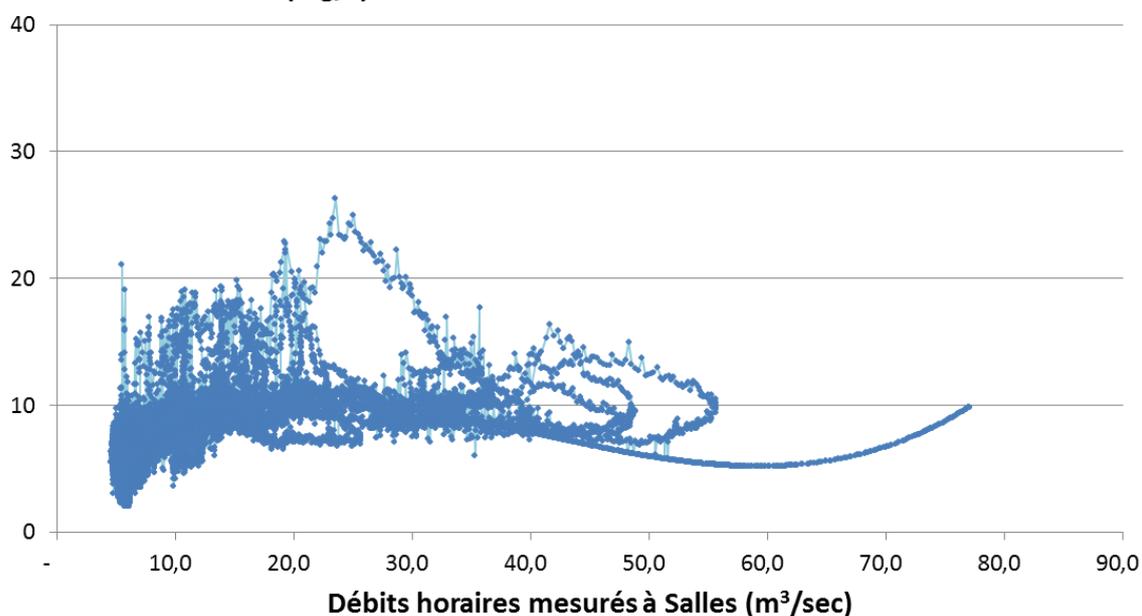
Corrélation entre la concentration en MES mesurée sur un prélèvement d'eau et la mesure réalisée au laboratoire avec un turbidimètre de référence (ORION)

❖ Relations MES / Débits

Les maximums de concentration en MES estimés pour la période 2016-2018 sont :

- 19 mg/L en 2016, néanmoins, il manque les données pour la crue de janvier 2016 dont le débit maximum a atteint 77 m³/sec. Le débit maximum pour lequel une mesure de turbidité a été acquise n'est ainsi que de 25 m³/sec.
- 23 mg/L en 2017 pour un débit maximum estimé à 21 m³/sec.
- 26 mg/L en 2018, pour un débit de 56 m³/sec.

Concentrations en MES (mg/L)



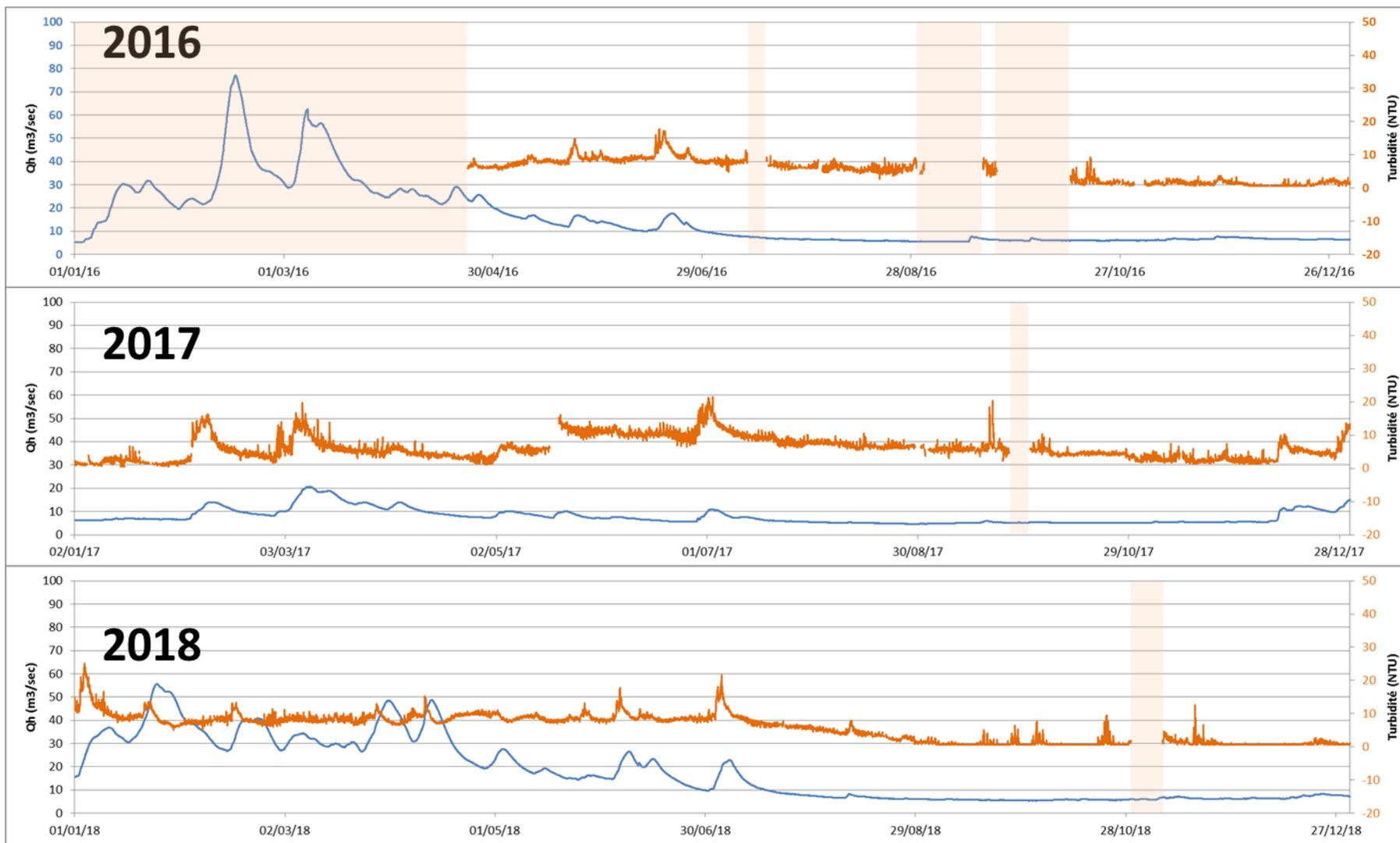
Corrélation entre la concentration en MES dans la Leyre à Pont de Lamothe et les débits horaires mesurés à Salles.

❖ **Comparaison avec la BD 1996-1997 (ECOFLEUVES)**

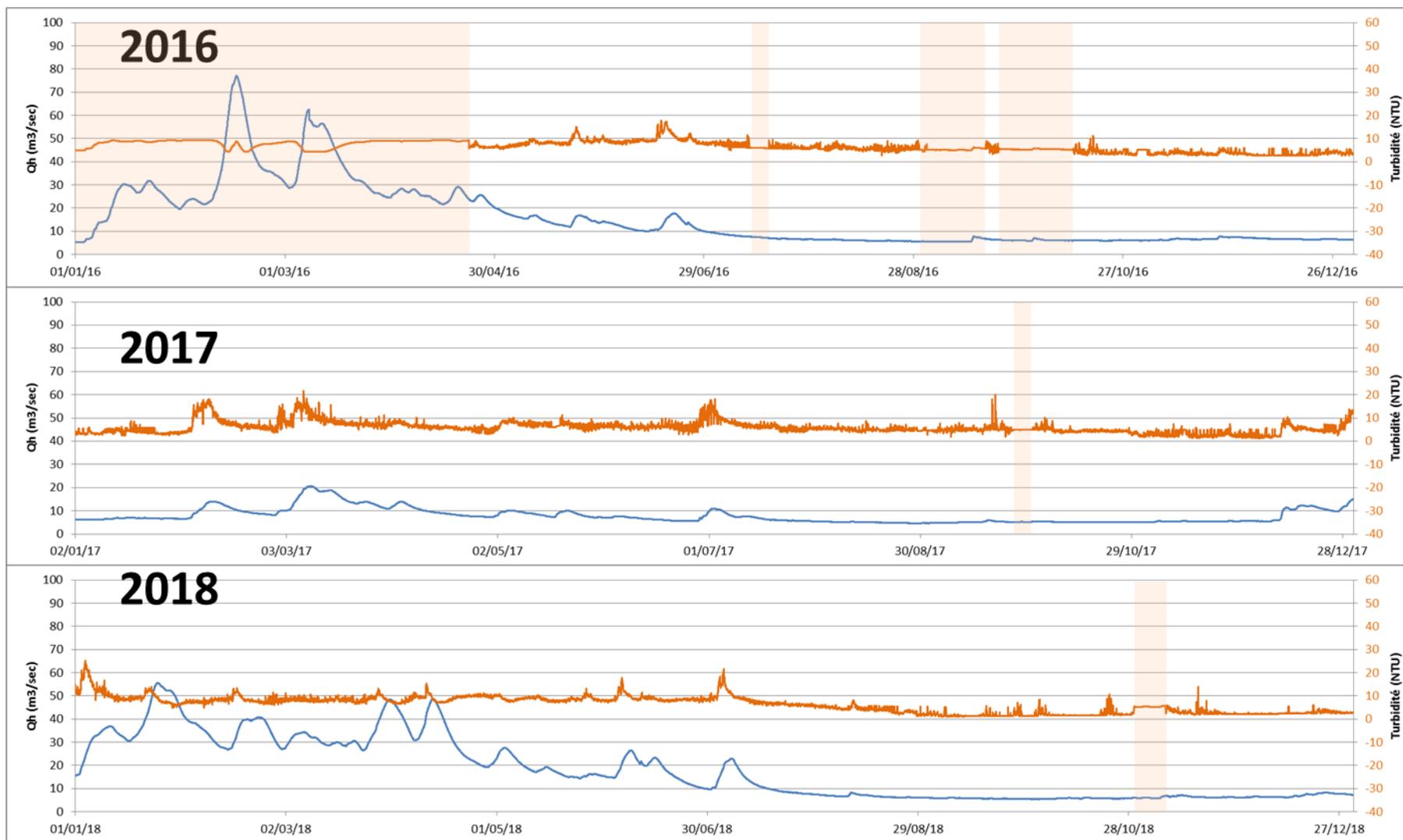
Le projet « Classes EcoFleuves » n'avait pas de station de mesures en Charente.

❖ **Comparaison avec la BD 1999-2002 (AEAG/UB)**

Le projet « Mesure des flux 1999-2002 » n'avait pas de station de mesures sur la Leyre.



Chronique 2016-2108 sur la Leyre des débits horaires (Salles - BD HYDRO) et des mesures de turbidité validées « bonnes » du réseau MESSAGE au Pont de Lamothe (en orange : données manquantes)



BD Turbidité mesurée sur la Leyre au Pont de Lamothe avec extrapolation des données manquantes (zone en orange) à l'aide de la relation Débit/Turbidité et correction de dérive des capteurs



Chronique 2016-2018 des débits horaires de la Leyre à Salles et des Concentrations en MES estimées au Pont de Lamothe (en orange les données manquantes ou « douteuses » extrapolées à partir des débits).

5.2 Estimation des flux de MES 2016-2018

Le tableau ci-dessous met en évidence la répartition des flux estimés en fonction de leur fréquence d'observation.

Au Pont de Lamothe avec les débits de la station de Salles (BD Hydro), **les flux de MES horaires (fMESh) sont compris entre 0 et 2,7 tonnes/jour.**

Les flux hydriques sont compris entre $16.10^3 \text{ m}^3/\text{j}$ à $278.10^3 \text{ m}^3/\text{j}$.

	Turbidité	Cmes	Qh	fMESh	fHYD
centile	NTU	mg/L	m3/sec	t/j	Mm3
0,00	1	2	5	0,0	0,016
0,05	2	3	5	0,1	0,019
0,10	3	4	5	0,1	0,019
0,20	4	5	6	0,1	0,021
0,30	5	6	6	0,1	0,022
0,40	5	6	7	0,1	0,024
0,50	6	7	8	0,2	0,027
0,60	7	8	10	0,3	0,037
0,70	8	9	15	0,5	0,053
0,80	9	10	23	0,9	0,081
0,85	9	10	27	1,0	0,098
0,90	9	10	32	1,1	0,113
0,95	11	12	39	1,2	0,140
0,96	11	12	41	1,3	0,146
0,97	12	13	45	1,4	0,162
0,98	13	14	49	1,5	0,178
0,990	15	16	56	1,8	0,200
0,992	16	17	56	2,0	0,202
0,993	16	17	57	2,0	0,204
0,994	16	17	58	2,0	0,209
0,995	17	18	61	2,1	0,219
1,00	25	26	77	2,7	0,278

Les flux annuels sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Les flux annuels de MES (de 1900 à 5100 t/an) sont la somme des flux horaires (arrondi à +/-50 t/an).

Les flux hydriques annuels (de 0.500 à 0.565 km³/an) sont la somme des flux hydriques horaires (arrondi à 10⁻³ km³/an)

	max turbidité	max MES	Flux MES	max Q	flux HYD
	NTU	mg/L	t/an	m3/sec	km3/an
2016	18	19	4072	77	0,497
2017	22	23	1921	21	0,247
2018	25	26	5083	56	0,564

6 Flux de MES de l'Adour

6.1 Rappel des données brutes disponibles

❖ Les données de débits

GEO-Transfert a téléchargé l'ensemble des données de débits horaires de la station de Saint-Vincent-de-Paul (Q3120010), sur le site de la BD HYDRO.

❖ Mesures de turbidité

Sur l'Adour, les mesures de turbidité ont démarré fin janvier 2016 à la station de Saint-Vincent-de-Paul.

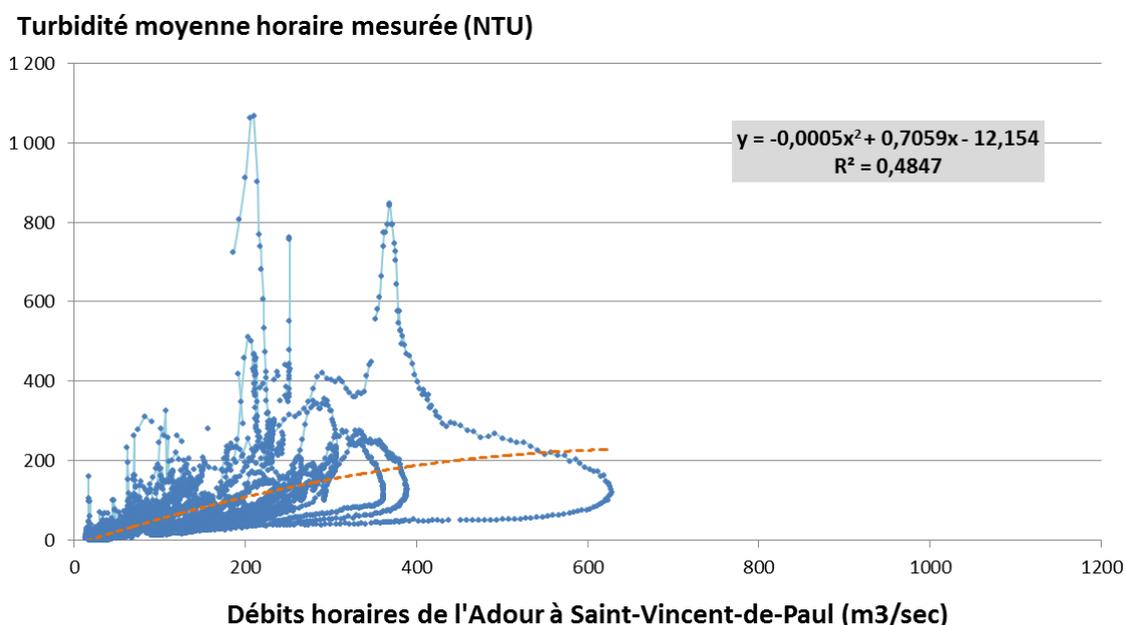
Sur l'ensemble de la campagne de mesure, les sondes n'ont pas acquis de données ou les données n'ont pas été validées pour 2 périodes significatives :

- Janvier à avril 2016 : délai de démarrage du projet.
En février 2016, GEO-Transfert a mis en place d'un OBS 5+ Campbell Scientific, mais les données ne seront cependant pas exploitées.
En avril 2016, GEO-Transfert a mis en place une sonde Sambat NKE en remplacement de l'OBS 3A.
Il est problématique d'avoir manqué les mesures pendant les 4 premiers mois de 2016 qui ont vu le développement de la crue la plus importante de l'année.
- En mai 2018 : La batterie de la sonde a été épuisée. Un problème technique sur la sonde est apparu lors de la remise en route après changement des piles. Le temps de réaliser le diagnostic²⁵ et d'organiser les missions pour réaliser l'installation de la sonde de remplacement, il n'y a pas eu de mesure pendant 5 semaines.

Ces données manquantes correspondent à une période de faibles débits (inférieurs à 100 m³/sec) où les turbidités étaient faibles (période de fonte des neiges). L'impact sur le calcul des flux annuels est donc limité.

²⁵ C'est la panne la plus sérieuse que nous avons du subir. La sonde a été envoyée pour un diagnostic chez le fabricant NKE. Une microfuite au niveau du balais de nettoyage a provoqué la détérioration de l'électronique de la sonde. C'est la seule perte de matériel sur l'ensemble de la campagne de mesure 2016-2018.

Les données manquantes ont été extrapolées avec la régression polynomiale Débit/Turbidité établie entre les données brutes horaires de débit (Qh) et les turbidités moyennes horaires. La fiabilité de la régression est moyenne ($r^2=0,49$) néanmoins elle permet de reconstituer les données manquantes de turbidité.



Turbidités horaires moyennes mesurées sur l'Adour à Saint-Vincent-de-Paul (réseau MESsAGE) en fonction des débits (BD Hydro) .

❖ **Mesures de concentration en MES**

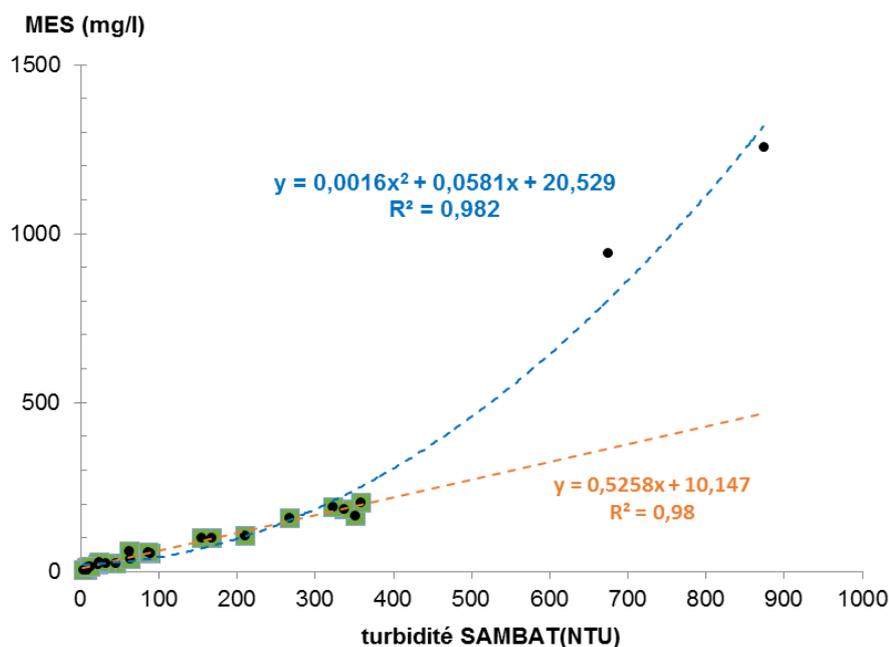
Les concentrations en MES moyennes horaires sont calculées à l'aide de la régression linéaire construite à partir des données de turbidités moyennes horaires mesurées par le réseau MESsAGE et des concentrations en MES mesurées sur les prélèvements d'eau prélevés in situ.

❖ **Qualité de la régression MES/Turbidité**

Deux échantillons d'eau prélevés pendant la crue de juin 2018 ne semblent pas faire partie de la relation dominante entre la concentration en MES et la turbidité. En éliminant ces mesures à la concentration en MES très élevée (>900mg/L), la régression linéaire avec le meilleur coefficient de régression passe par une concentration de 10 mg/L pour une turbidité nulle (0 NTU).

La régression est de qualité moyenne :

- Le nombre de prélèvements d'eau et de couples de mesures turbidité/concentration en MES est significatif (n= 25)
- En éliminant de la population de points, les deux points de la crue de juin 2018, le coefficient de régression $r^2 = 0.98$ est bon.



Corrélation entre la turbidité et la concentration en MES mesurées in-situ dans les eaux de 'Adour à Saint-Vincet-de-Paul.

- Pour la crue de juin 2018, on va utiliser une seconde régression polynomiale dont le coefficient de régression est également de 0.98 et qui modélise plus correctement les fortes concentrations en MES observées en juin 2018.
- Le maximum de turbidité est de 875 NTU (mesure par la sonde Sambat in situ ; 930 NTU mesuré sur le prélèvement d'eau au laboratoire avec le turbidimètre de référence ORION) mesuré in situ lors prélèvements de MES alors que les maximums observés pendant les 3 ans sont de :
 - 351 NTU en 2016.
 - 761 NTU en 2017.
 - 1067 NTU en 2018.

La courbe MES/Turbidité est donc validée pour plus de 99,9 % des mesures de turbidité !

- Le débit horaire maximum observé est de 236 m³/sec NTU lors d'un prélèvement de MES alors que les maximums observés pendant les 3 ans sont de :
 - 517 m³/sec en 2016.
 - 253 m³/sec en 2017.
 - 628 m³/sec en 2018.

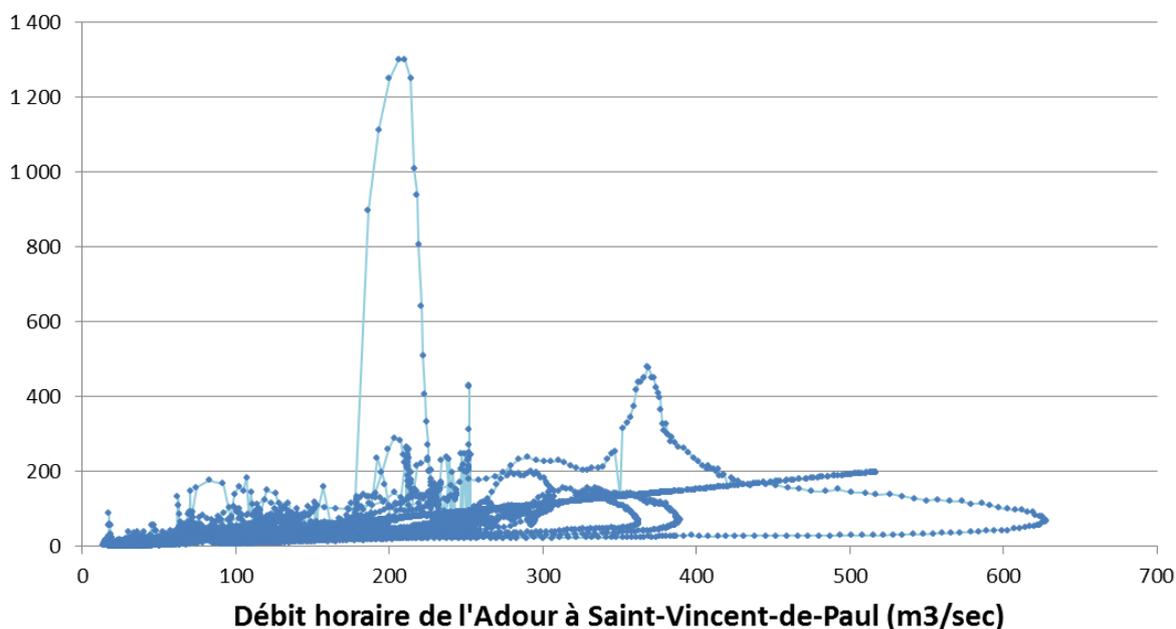
La courbe MES/Turbidité est donc validée pour plus de 95 % des mesures de débit.

❖ Relations MES / Débits

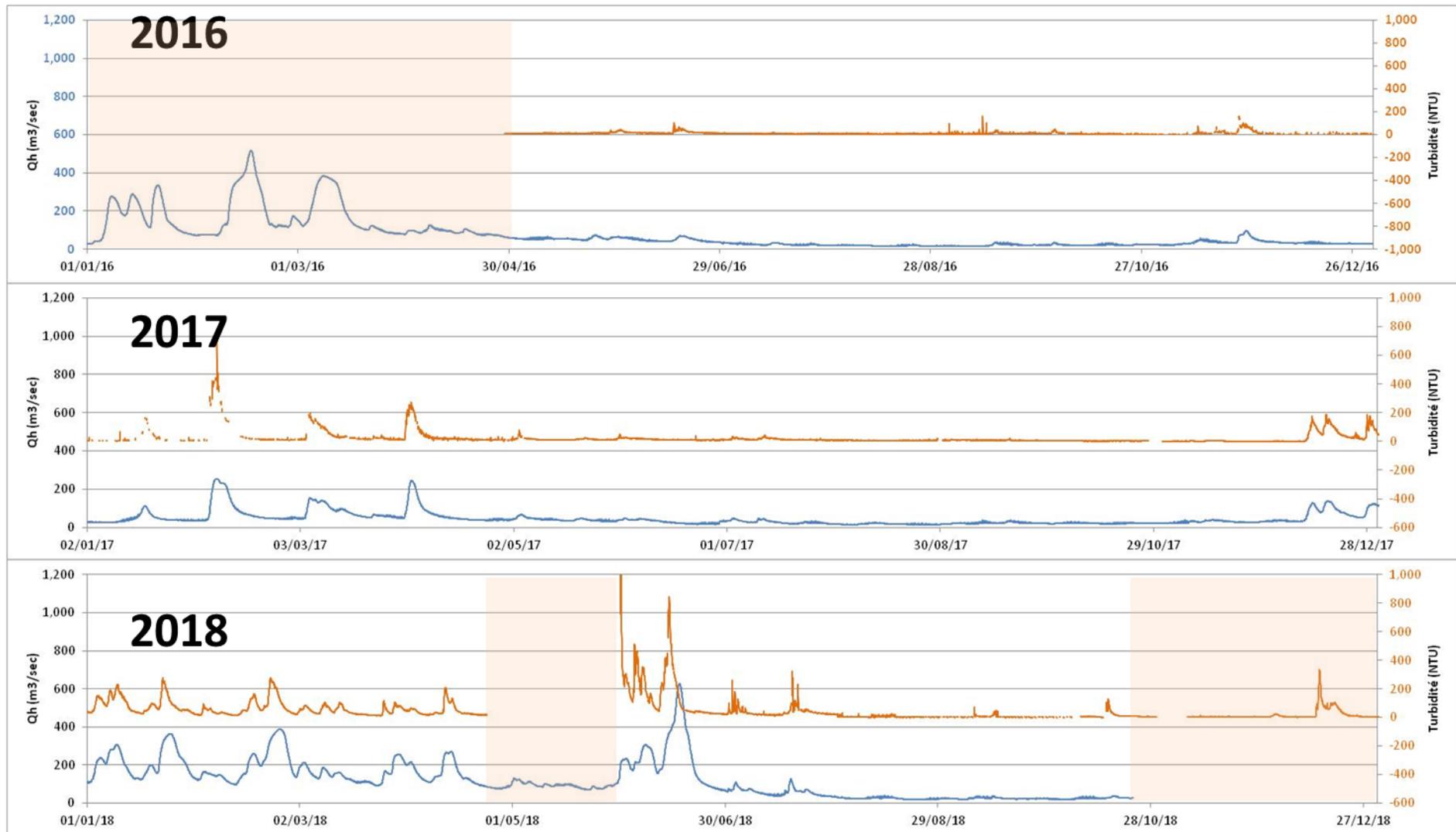
Les maximums de concentration en MES estimés pour la période 2016-2018 sont :

- 199 mg/L en 2016, néanmoins, il s'agit d'une valeur estimée lors du pic de crue de février 2016 qui a atteint 517 m³/sec. Le débit maximum pour lequel une mesure de turbidité (66 mg/L pour 150 NTU) a été acquise en 2016 n'est ainsi que de 56 m³/sec.
- 431 mg/L en 2017 pour un débit maximum estimé à 253 m³/sec.
- 1300 mg/L en 2018, pour un débit de 628 m³/sec.

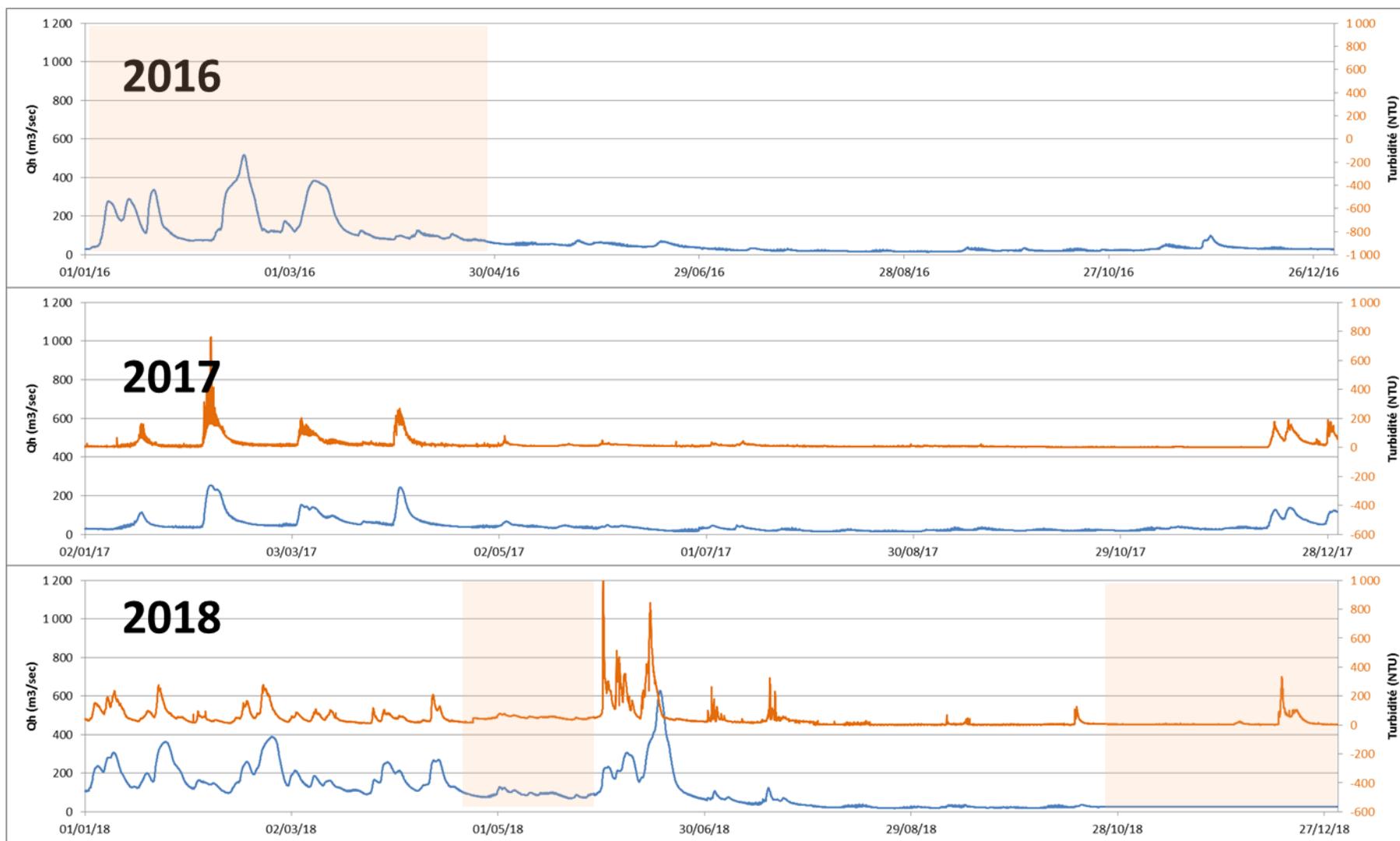
Concentration en MES (mg/L)



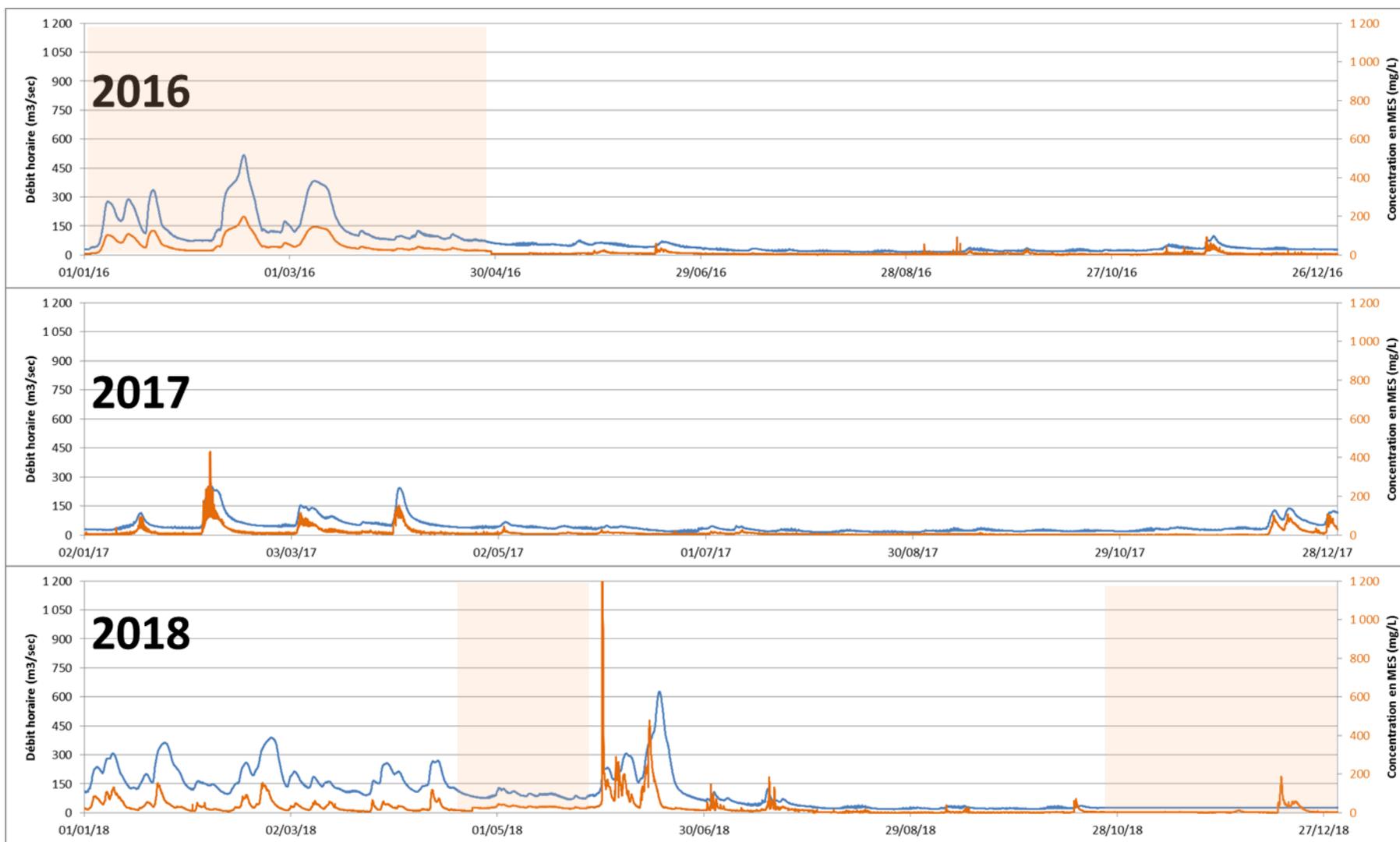
Corrélation entre les concentrations en MES estimées et les débits horaires mesurés à Saint-Vincent-de-Paul dans l'Adour.



Chronique 2016-2108 des débits horaires de la BD Hydro et des mesures de turbidité validées « bonnes » du réseau MESsAGe sur l'Adour à Saint-Vincent-de-Paul (en orange : données manquantes)



BD Turbidité mesurée sur l'Adour à Saint-Vincent-de-Paul avec extrapolation des données manquantes (zone en orange) à l'aide de la relation Débit/Turbidité et correction de dérive des capteurs



Chronique 2016-2018 des débits horaires et des Concentrations en MES de l'Adour à Saint-Vincent-de-Paul (en orange les données manquantes ou « douteuses » extrapolées à partir des débits).

6.2 Estimation des flux de MES 2016-2018

Le tableau ci-dessous met en évidence la répartition des flux estimés en fonction de leur fréquence d'observation.

Sur l'Adour à Saint-Vincent-de-Paul, **les flux de MES horaires (fMESh) sont compris entre 0 et 980 tonnes/jour.**

Les flux hydriques horaires sont compris entre 49.10^3 m³/h à $2,261.10^6$ m³/h.

	Turbidité	Cmes	Qh	fMESh	fHYD
centile	NTU	mg/L	m ³ /sec	t/j	Mm ³
0,00	0	0	14	0,0	0,049
0,05	2	1	18	0,1	0,064
0,10	3	2	20	0,1	0,072
0,20	5	3	23	0,2	0,082
0,30	8	4	25	0,4	0,090
0,40	10	6	30	0,6	0,108
0,50	13	8	38	1,1	0,138
0,60	19	11	51	2	0,185
0,70	33	19	75	5	0,271
0,80	52	29	109	11	0,392
0,85	65	37	132	17	0,475
0,90	89	50	175	29	0,630
0,95	158	89	253	77	0,911
0,96	179	101	275	96	0,990
0,97	209	118	306	120	1,102
0,98	241	137	352	162	1,267
0,990	279	158	381	198	1,372
0,992	303	172	386	204	1,390
0,993	319	181	392	221	1,411
0,994	333	189	410	243	1,476
0,995	348	198	428	257	1,543
1,00	1067	1300	628	983	2,261

Les flux annuels sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Les flux annuels de MES (de 42 000 à 170 000 t/an) sont la somme des flux horaires (arrondi à +/-50 t/an).

Les flux hydriques annuels (de 1.42 à 3.17 km³/an) sont la somme des flux hydriques horaires (arrondi à 10⁻³ km³/an)

	max turbidité	max MES	Flux MES	max Q	flux HYD
	NTU	mg/L	t/an	m3/sec	km3/an
2016	351	199	147361	517	2,358
2017	761	431	42213	253	1,421
2018	1067	1300	170681	628	3,167

❖ Comparaison avec la BD 1996-1997 (ECOFLEUVES)

Dans le cadre du projet « Classes EcoFleuves » une station de mesure des flux de MES avait été mise en œuvre avec le lycée de Dax. Les ordres de grandeurs des flux estimés de 1995 à 1997 sont du même ordre de grandeur et supérieurs à ceux mesurés de 2016 à 2018.

❖ Comparaison avec la BD 1999-2002 (AEAG/UB)

Le projet « Mesure des flux 1999-2002 » a mesuré les flux de MES. Les flux estimés sont bien plus importants que ceux mesurés de 2016 à 2018 (majoration de 50000 t/an, soit +50%) à 450000 t/an (+300%).

Il est quasiment certain qu'il s'agit d'un problème de positionnement de la station de prélèvement d'eau dans le cadre de cette étude :

- les prélèvements quotidiens ont été effectués à Saubusse (40), 10 km en aval de Dax, c'est-à-dire dans une zone typiquement estuarienne entraînant des problèmes d'inversion du courant liés à la marée
- au vu des nombreuses mesures de concentration en MES supérieures à une centaine de mg/L, on peut suspecter un point de prélèvements trop proche de la berge ou du fond.

Tableau 11 : Flux de matières en suspension ($t.a^{-1}$) estimés sur l'Adour, débits annuels et régime hydrologique de l'année basé sur la valeur du débit interannuel de l'Adour ($88,3 m^3.s^{-1}$).

Année	Flux Adour ($t.a^{-1}$)	Débit annuel ($m^3.s^{-1}$)	Année sèche (-) ou humide (+)
1995 ¹	249 000	78,7	-
1996 ¹	181 000	88,9	+
1997 ²	226 000	78,6	-
1999 ³	616 000	97,9	+
2000 ³	372 000	114	+
2001 ³	197 000	100	+

¹ : Classes "ECOFLEUVE", 1994

² : Caritez, 1999

³ : Schäfer *et al.*, 1999, 2000 et 2001

D'après M. Zion (2017)

7 Flux de MES du Gave de Pau

7.1 Rappel des données brutes disponibles

❖ *Les données de débits*

GEO-Transfert a téléchargé l'ensemble des données de débits horaires de la station de Pont de Berenx (Q5501010) et d'Orthez (Q5421020), sur le site de la BD HYDRO.

La station de Pont de Berenx a été abandonnée par la DREAL Aquitaine.

Bien que située plus en amont que la station de Pont de Berenx, la station d'Orthez a été retenue pour réaliser les bilan hydrique.

❖ *Mesures de turbidité*

Sur le Gave de Pau, les mesures de turbidité ont démarré fin avril 2016 à la station de Saint-Cricq-du-Gave.

Sur l'ensemble de la campagne de mesure, les sondes n'ont pas acquis de données ou les données n'ont pas été validées pour 2 périodes significatives :

- Janvier à avril 2016 : délai de démarrage du projet.
En avril 2016, GEO-Transfert a mis en place une sonde Sambat NKE.

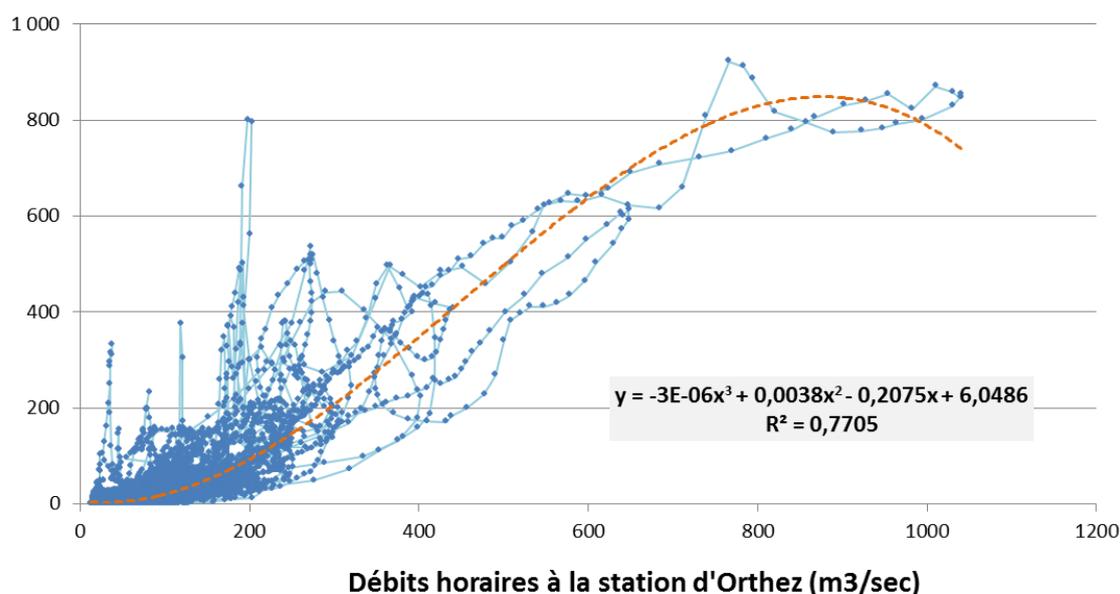
Il est problématique d'avoir raté les mesures pendant les 4 premiers mois de 2016 qui ont vu le développement de la crue la plus importante de l'année.

- Du 22 juillet 2018 au 15 octobre 2018 : Lors d'une maintenance normale pour un changement de batterie la sonde n'a pas voulu redémarrer. Notre problème est que la sonde de remplacement était en diagnostic chez le fabricant NKE. La sonde de Saint-Cricq-du-Gave a donc été également envoyée en maintenance. Nos autres instruments étaient également indisponibles. Le temps de faire le diagnostic et de réaliser la maintenance, nous avons perdus plusieurs semaines de mesure.

Ces données manquantes correspondent à une période de faibles débits (inférieurs à 50 m³/sec) où les turbidités étaient faibles (fin d'étiage estival). L'impact sur le calcul des flux annuels est donc limité.

Les données manquantes ont été extrapolées avec la régression polynomiale établie entre les données brutes horaires de débit (Qh) et les turbidités moyennes horaires mesurées par la sonde. La fiabilité de la régression est bonne ($r^2=0,77$). Elle permet de reconstituer les données manquantes de turbidité de manière assez fiable (seulement +/-100 mg/L) à partir des débits de la station d'Orthez.

Turbidité (NTU)



Turbidités horaires moyennes mesurées sur le Gave de Pau à Saint-Cricq-du-Gave (réseau MESsAGE) en fonction des débits (station de Orthez - BD Hydro) .

❖ Mesures de concentration en MES

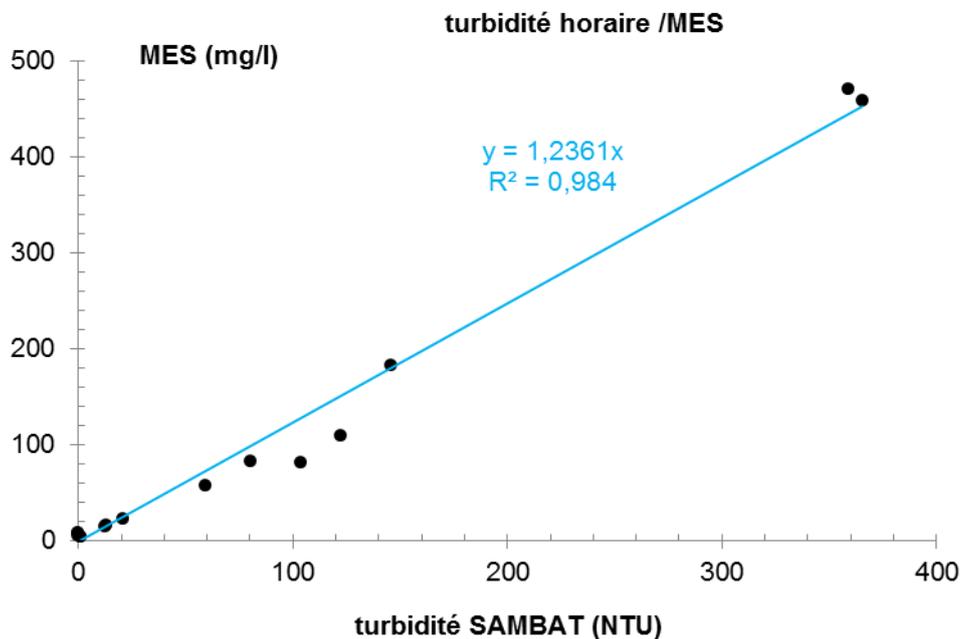
Les concentrations en MES moyennes horaires sont calculées à l'aide de la régression linéaire construite à partir des données de turbidités moyennes horaires mesurées par le réseau MESsAGE et des concentrations en MES mesurées sur les prélèvements d'eau prélevés in situ.

❖ Qualité de la régression MES/Turbidité

La régression linéaire avec le meilleur coefficient de régression passe par l'origine (0 mg/L pour 0 NTU). La régression est bonne :

- Le nombre de prélèvements d'eau et de couples de mesures turbidité/concentration en MES est moyennement significatif ($n = 15 ; < 20$)
- Le coefficient de régression $r^2 = 0.98$ est bon.
- Le maximum de turbidité est de 365 NTU (mesure par la sonde Sambat in situ ; 930 NTU mesurés sur le prélèvement d'eau au laboratoire avec le turbidimètre de référence ORION) mesuré in situ lors de prélèvements de MES alors que les maximums observés pendant les 3 ans sont de :
 - 535 NTU en 2016.
 - 332 NTU en 2017.
 - 923 NTU en 2018.

La courbe MES/Turbidité est donc validée pour plus de 99,3 % des mesures de turbidité !



Corrélation entre la turbidité et la concentration en MES mesurées in-situ dans les eaux du Gave de Pau à Saint-Cricq-du-Gave.

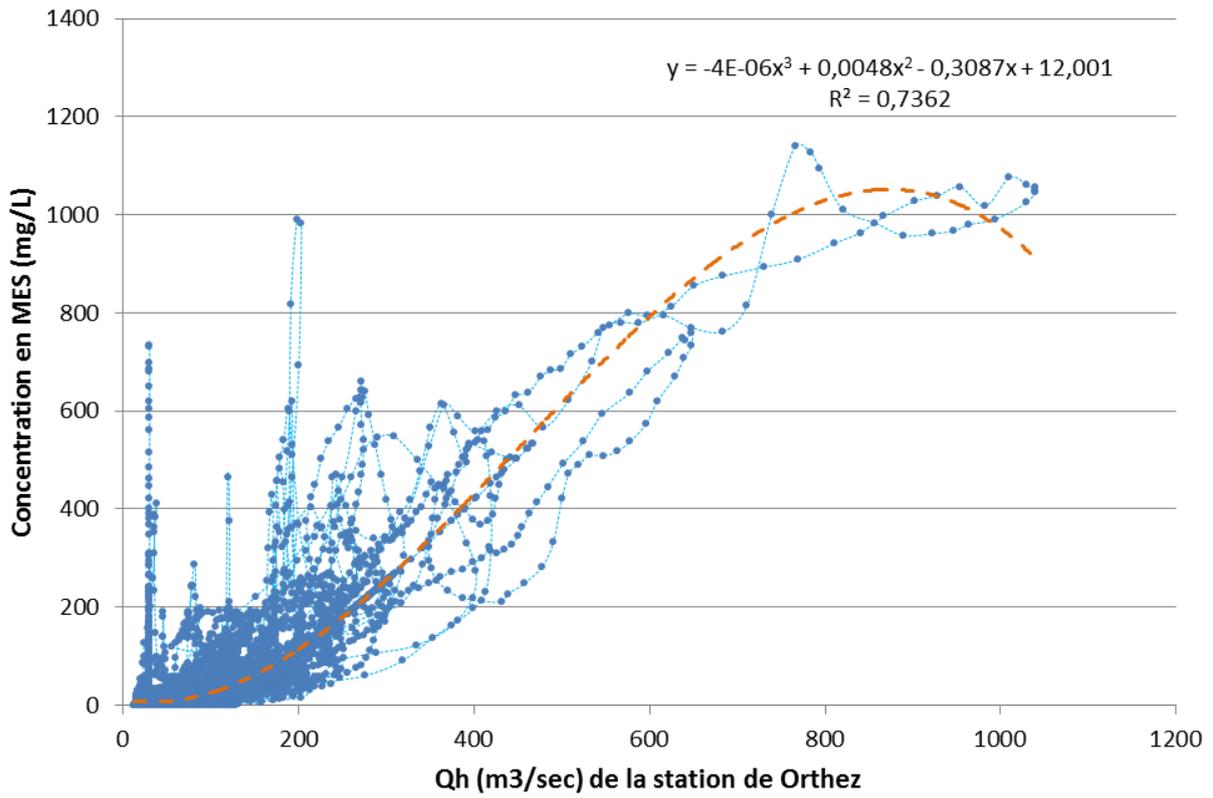
- Le débit horaire maximum observé lors d'un prélèvement de MES est de 360 m³/sec alors que les maximums observés pendant les 3 ans sont de :
 - 467 m³/sec en 2016.
 - 268 m³/sec en 2017.
 - 1040 m³/sec en 2018.

La courbe MES/Turbidité est donc validée pour plus de 99,3 % des mesures de débit.

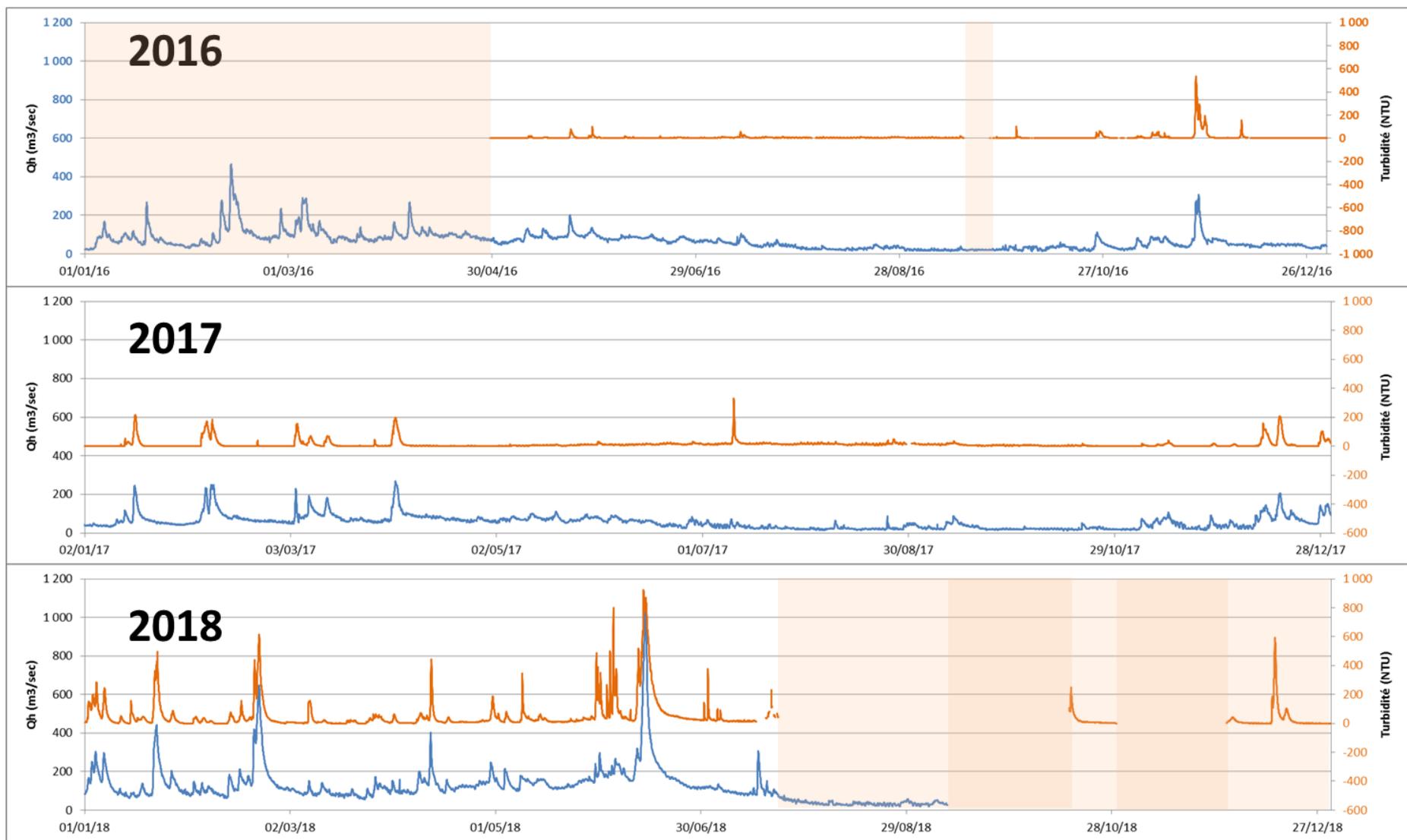
❖ Relations MES / Débits

Les maximums de concentration en MES estimés pour la période 2016-2018 sont :

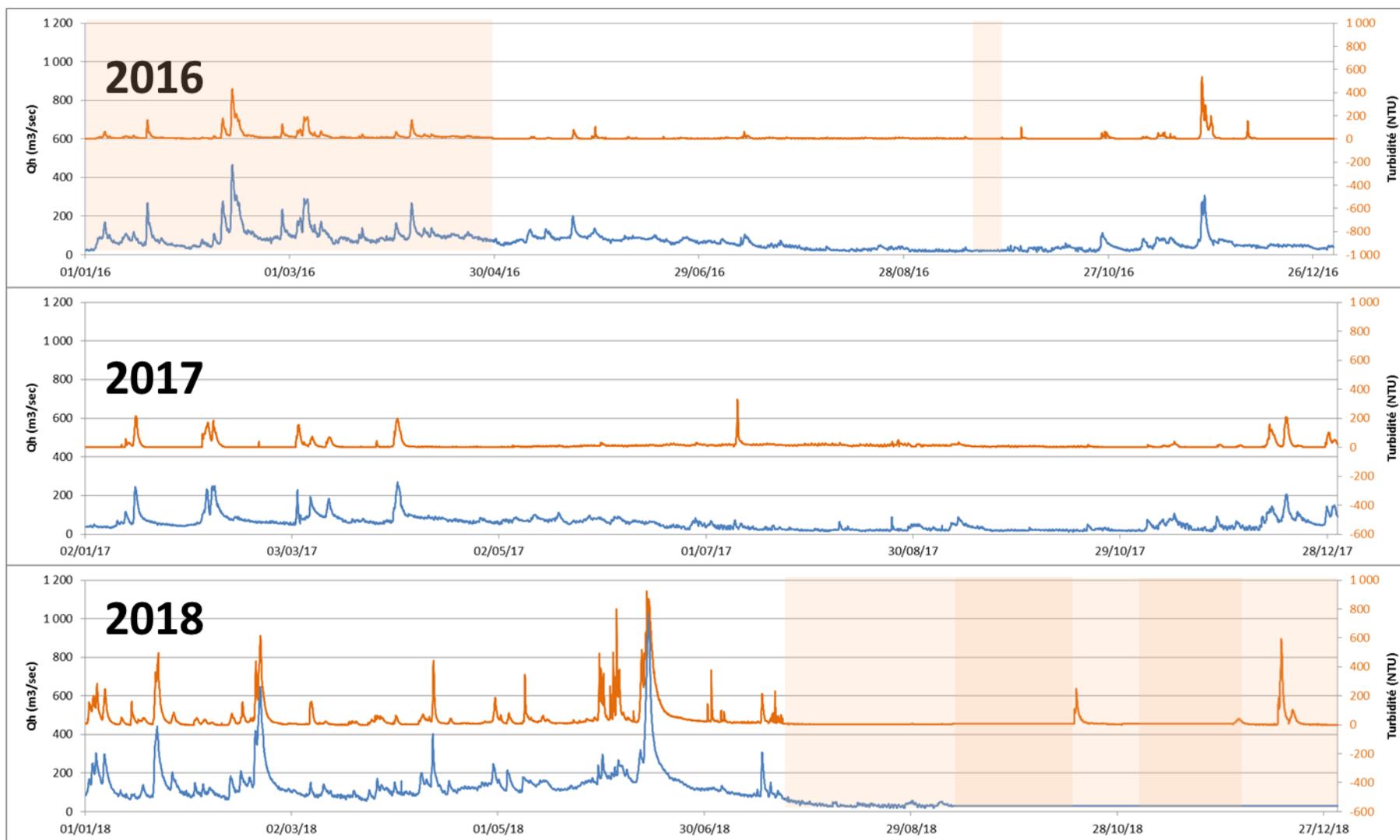
- 660 mg/L en novembre 2016. Néanmoins, il s'agit d'une valeur estimée lors du petit pic de crue de novembre 2016 qui a atteint 275 m³/sec.
- 410 mg/L en juillet 2017 pour un débit de seulement 37 m³/sec. Il s'agit d'un pic de turbidité lié à un orage.
- 1140 mg/L le 13 juin 2018, lors d'un épisode de crue d'orage significatif dont le débit a atteint 1040 m³/sec.



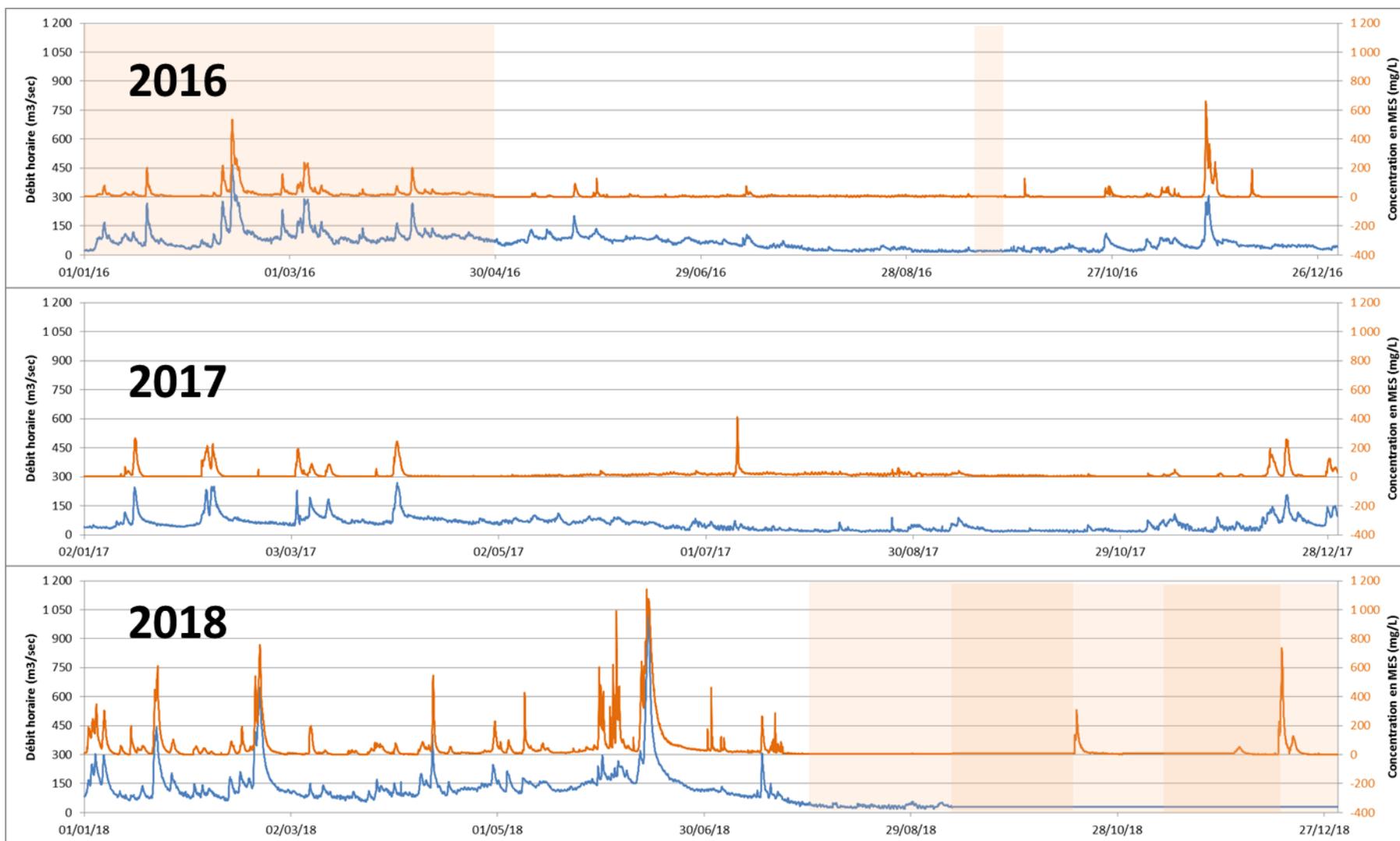
Corrélation entre la concentration en MES estimées et les débits horaires mesurés à Saint-Cricq-du-Gave sur le Gave de Pau.



Chronique 2016-2108 des débits horaires (Station d'Orthez - BD Hydro) et des mesures de turbidité validées « bonnes » du réseau MESSAGE sur le Gave de Pau à Saint-Cricq-du-Gave (en orange : données manquantes)



BD Turbidité mesurée sur le Gave-de-Pau à Saint-Cricq-du-Gave avec extrapolation des données manquantes (zone en orange) à l'aide de la relation Débit/Turbidité et correction de dérive des capteurs



Chronique 2016-2018 des débits horaires et des Concentrations en MES du Gave de Pau à Saint-Cricq-du-Gave (en orange les données manquantes ou « douteuses » extrapolées à partir des débits).

7.2 Estimation des flux de MES 2016-2018

Le tableau ci-dessous met en évidence la répartition des flux estimés en fonction de leur fréquence d'observation.

Sur le Gave de Pau à Saint-Cricq-du-Gave, **les flux de MES horaires (fMESh) sont compris entre 0 et 4000 tonnes/jour.**

Les flux hydriques horaires sont compris entre 44.10^3 m³/h à $3,744.10^6$ m³/h.

	Turbidité	Cmes	Qh	fMESh	fHYD
centile	NTU	mg/L	m ³ /sec	t/j	Mm ³
0,00	0,5	0,62	12	0,0	0,044
0,05	0,5	0,62	20	0,1	0,072
0,10	0,5	0,6	23	0,1	0,082
0,20	0,7	1	30	0,2	0,108
0,30	3,2	4	33	0,4	0,117
0,40	4,6	6	45	0,6	0,161
0,50	6,0	7	59	1	0,213
0,60	9,1	11	72	2	0,258
0,70	14	17	84	4	0,303
0,80	20	24	100	7	0,360
0,85	26	32	115	12	0,414
0,90	40	49	134	22	0,482
0,95	82	102	173	52	0,623
0,96	105	129	189	73	0,680
0,97	139	172	210	111	0,756
0,98	180	222	242	182	0,871
0,990	286	353	292	328	1,051
0,992	327	404	310	403	1,116
0,993	349	432	341	464	1,227
0,994	379	469	366	542	1,318
0,995	412	509	391	607	1,408
1,00	923	1140	1040	3990	3,744

Les flux annuels sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Les **flux annuels de MES** (de 50 000 à 365 000 t/an) sont la somme des flux horaires (arrondi à +/-50 t/an).

Les **flux hydriques annuels** (de 1.77 à 2.97 km³/an) sont la somme des flux hydriques horaires (arrondi à 10⁻³ km³/an)

	max turbidité	max MES	Flux MES	max Q	flux HYD
	NTU	mg/L	t/an	m3/sec	km3/an
2016	535	661	85058	467	2,118
2017	332	410	50252	268	1,772
2018	923	1140	365733	1040	2,967

❖ **Comparaison avec la BD 1996-1997 (ECOFLEUVES)**

Dans le cadre du projet « Classes EcoFleuves » il n'y avait pas eu de station installée sur le Gave de Pau.

❖ **Comparaison avec la BD 1999-2002 (AEAG/UB)**

Dans le cadre du projet « Mesure des flux 1999-2002 » il n'y avait pas eu de station installée sur le Gave de Pau.

8 Flux de MES de la Garonne

Les flux de MES de la Garonne sont estimés dans une autre étude financée par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, le « suivi Cd » réalisé par l'équipe TGM de l'UMR EPOC, Université de Bordeaux.

8.1 Rappel des données brutes disponibles

❖ *Les données de débits*

Les données de débits sont les données de la BD Hydro pour la station de Tonneins modifié par l'équipe TGM de l'Université de Bordeaux.

❖ *Mesures de turbidité*

Il n'y a pas de mesure de turbidité dans le cadre de l'étude du « suivi Cd ».

❖ *Mesures de concentration en MES*

Les concentrations en MES sont acquises quotidiennement grâce à un agent préleveur sur les quais à la station de La Réole qui prélève des échantillons d'eau analysés ensuite au laboratoire EPOC.

8.2 Estimation des flux de MES 2016-2018

Les flux de MES annuels provisoires de la Garonne à la Réole fournis par l'équipe TGM de l'UMR EPOC de l'Université (communication personnelle, Alexandra Coynel) sont les suivants :

- 700 000 t/an de MES en 2016
- 400 000 t/an de MES en 2017

9 Estimation des Flux de métaux traces particulières

9.1 Méthodologie

L'analyse des flux de métaux traces repose principalement sur l'exploitation :

- des flux de MES estimés grâce au réseau MESsAGe ;
- aux connaissances des teneurs en métaux traces acquises grâce aux analyses chimiques réalisées sur les MES prélevées par la société Penaerts dans le cadre du « réseau MES ».

9.1.1 Protocole de prélèvement

Il faut rappeler que l'étude « Réseau MES » a pour objectif le prélèvement de MES en gros volume, afin de rechercher la présence dans les particules d'un maximum de micropolluants et d'en quantifier les concentrations.

9.1.2 Dates des prélèvements

Les prélèvements sont réalisés 4 fois par an. La quasi-totalité des prélèvements sont réalisés d'avril à novembre. On peut d'ores et déjà noter un biais important puisque les 4 mois de l'hiver qui statistiquement présentent les crues de plus fortes intensités, ne sont pas documentés.

9.1.3 Eléments traces métalliques analysés et LQ

Le laboratoire qui réalise les analyses, analyse les concentrations de 22 métaux traces.

Tous les éléments ont une LQ de 0.2 mg/kg sauf :

- le mercure (Hg) qui a une LQ de 0.02 mg/kg,
- le Baryum (Ba) et le Zinc (Zn) qui ont une LQ de 0.4 mg/kg,
- le Bore (B) et le Titane (Ti) qui ont une LQ de 1 mg/kg.

La quasi-totalité des analyses permettent une quantification des différents métaux recherchés.

Un seul élément trace n'est jamais détecté : le Tellure (Te).

Code du paramètre	Elements métalliques analysés	Limite de Quantification (en mg/kg MS)
1376	Antimoine (Sb)	0,2
1368	Argent (Ag)	0,2
1369	Arsenic (As)	0,2
1396	Baryum (Ba)	0,4
1377	Beryllium (Be)	0,2
1362	Bore (B)	1
1388	Cadmium (Cd)	0,2
1389	Chrome (Cr)	0,2
1379	Cobalt (Co)	0,2
1392	Cuivre (Cu)	0,2
1380	Etain (Sn)	0,2
1387	Mercure (Hg)	0,02
1395	Molybdène (Mo)	0,2
1386	Nickel (Ni)	0,2
1382	Plomb (Pb)	0,2
1385	Sélénium (Se)	0,2
2559	Tellure (Te)	0,2
2555	Thallium (Tl)	0,2
1373	Titane (Ti)	1
1361	Uranium (U)	0,2
1384	Vanadium (V)	0,2
1383	Zinc (Zn)	0,4

9.2 Flux de Métaux Traces particulaires de la Charente

9.2.1 Bilan des concentrations en ETM particulières mesurées

La mesure de l'Argent(Ag) en juin 2016 (11,7 mg/kg) a été classée douteuse et retirée de la base de données.

Le Tellure(Te) n'est pas quantifié.

Le titane (Ti) présente les concentration les plus élevées : entre 1400 et 2700 mg/kg

Le Baryum (Ba), le Bore(B), le Chrome(Cr), le Nickel(Ni), le Plomb(Pb), le Vanadium(V) et le Zinc(Zn) présentent des concentrations comprises entre quelques dizaines de mg/kg, généralement plus d'une centaine de mg/kg jusqu'à 250 mg/kg.

L'Arsenic(As), le Beryllium(Be), le Cadmium(Cd), le Cobalt(Co), l'étain(Sn), le Sélénium(Se) et l'Uranium(U) présentent des concentrations allant de 1 mg/kg à plus de 10 mg/kg.

L'Antimoine(Sb), l'Argent, le Mercure(Hg), le Molybdène(Mo) et le Thallium(Tl) présentent des concentrations inférieures à 1 mg/kg.

9.2.2 Corrélation entre la concentration en ETM particulaire et la concentration en MES

Sur l'ensemble des 12 échantillons prélevés à Dompierre-sur-Charente, de 2016 à 2018, la concentration en MES maximum des échantillons est de 7 mg/L. C'est très faible et cela correspond au percentile 0,82. Ainsi, les concentrations en ETM particulières sur les 18% des concentrations en MES les plus élevées qui correspondent aux crues et au flux les plus significatifs n'ont pas évaluées.

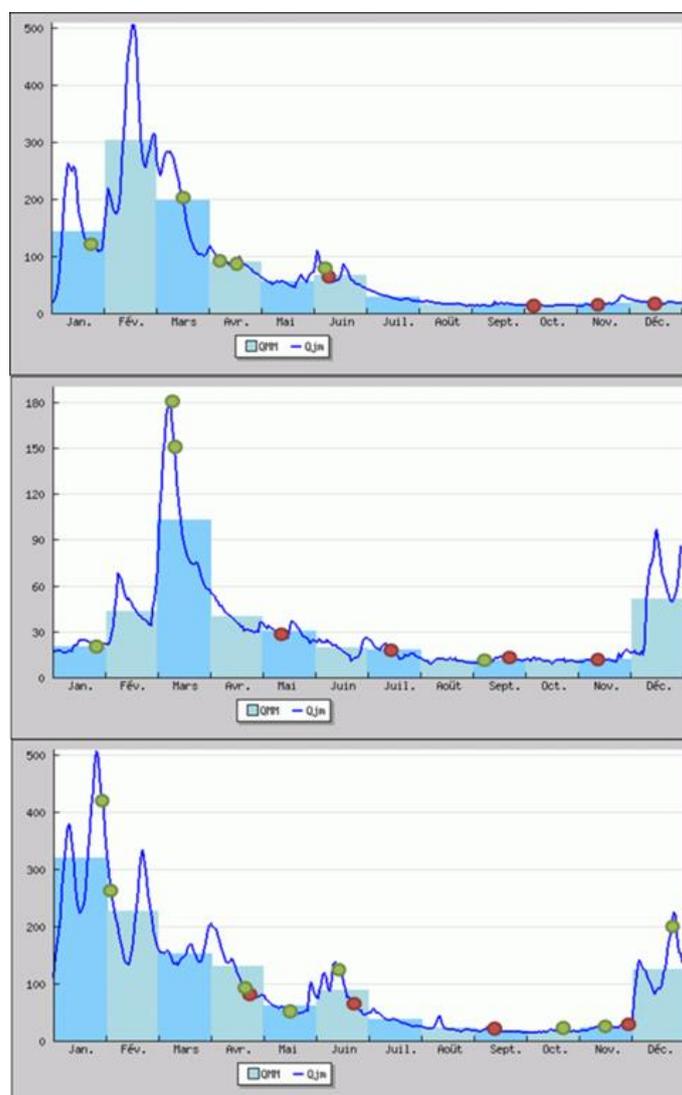
Aucun échantillon prélevé ne permet de connaître les concentrations en période de crue et la base de données ne permet pas d'identifier des tendances.

Seul le cadmium(Cd) présente une courbe de tendance significative qui laisse supposer l'existence d'une corrélation entre la teneur en Cd et la concentration en MES.

9.2.3 Corrélation entre la concentration en ETM et le débit.

Le Cd, le Co et le Ni semblent avoir également une tendance à l'augmentation des concentrations quand le débit augmente. Cependant le débit maximum échantillonné est de seulement 82 m³/sec (percentile 0,75).

La base de données ne permet donc pas d'expliquer le comportement des métaux particuliers en crue.



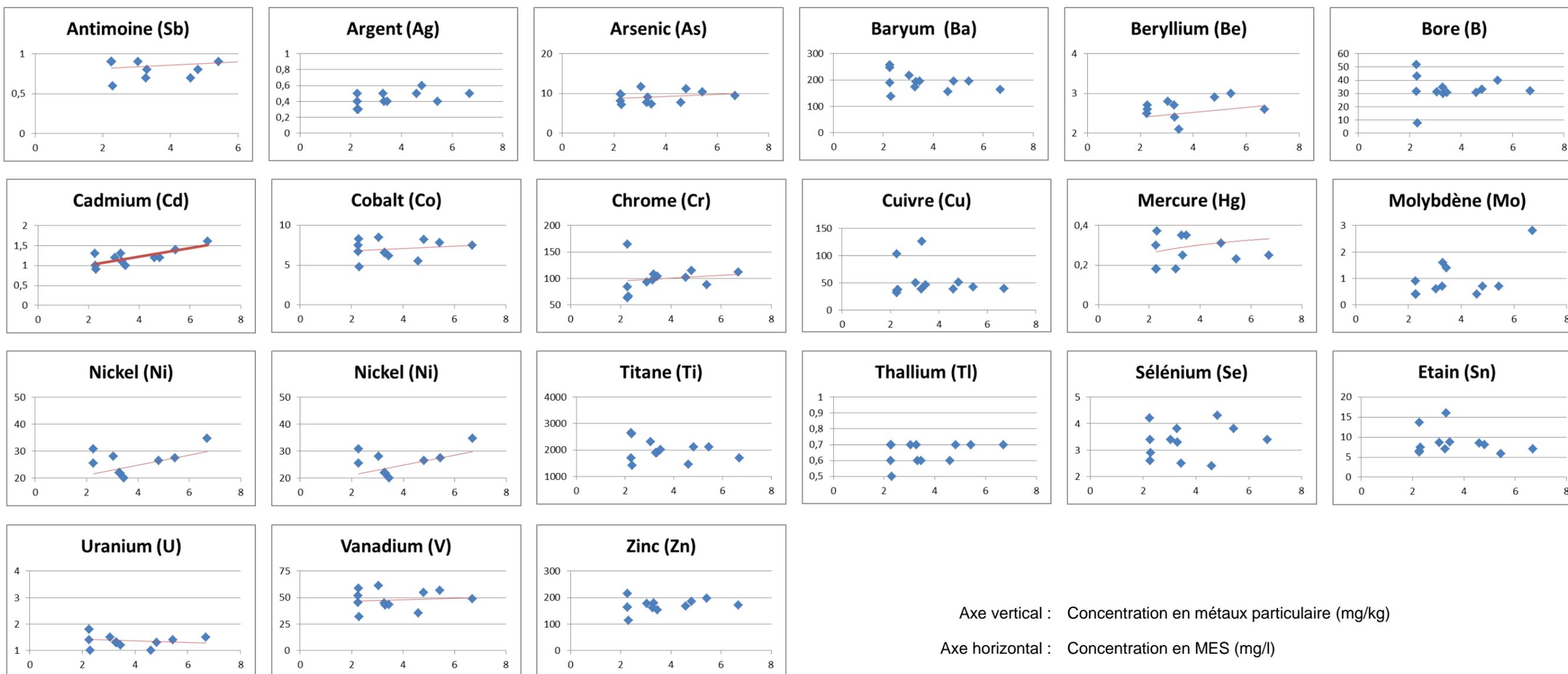
- Prélèvements Peenaert
- Prélèvements GEO-Transfert

Histogramme des débits journaliers (BD Hydrp) et identification des jours de prélèvements de l'étude « Penearts » et des missions « MESsAGE » à Dompierre-sur-Charente de 2016 à 2018

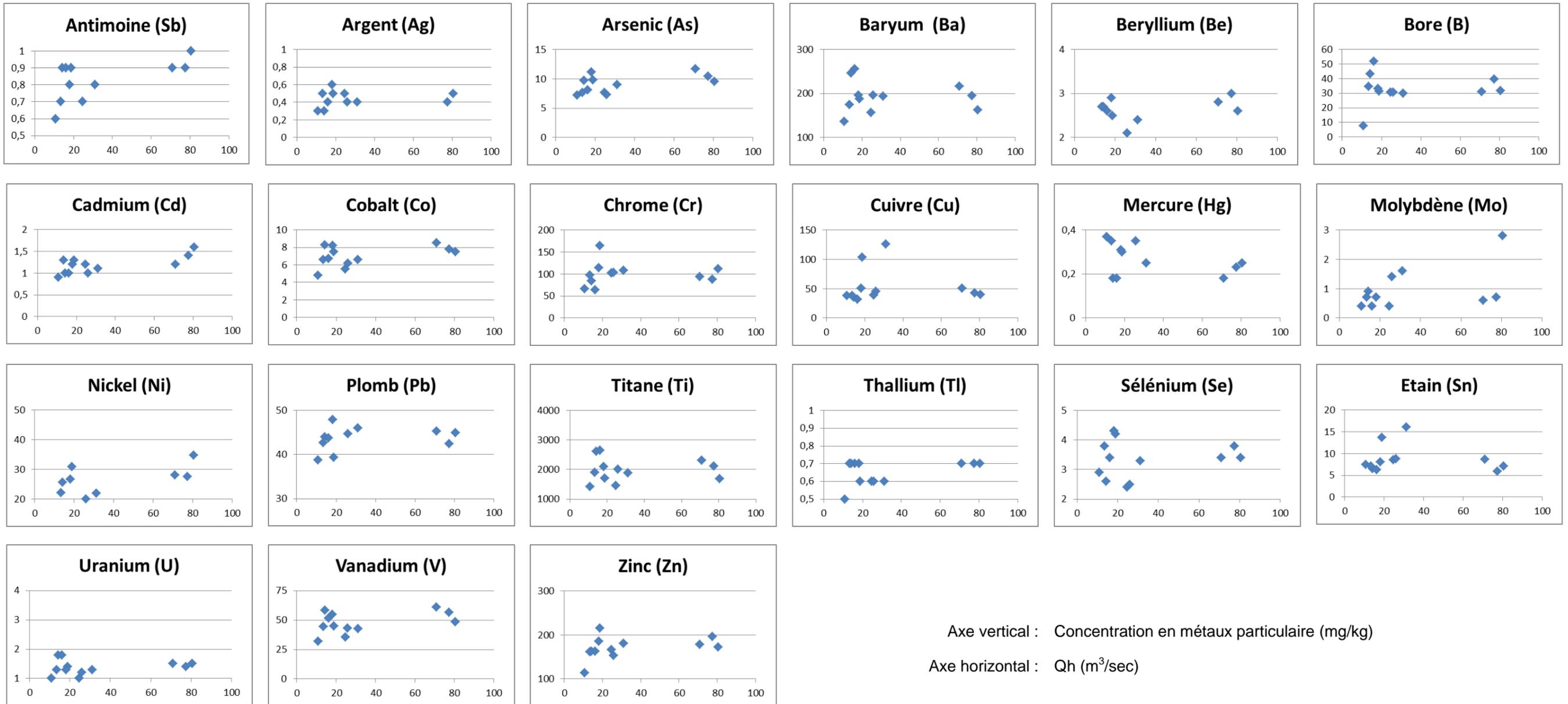
❖ **Tableau de synthèse des concentrations en ETM sur les MES de la Charente**

Code du paramètre	Elements métalliques analysés (en mg/kg MS)	Limite de Quantification (en mg/kg MS)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne			Bilan 2016 à 2018					
			07-juin	04-oct	15-nov	13-déc	09-mai	10-juil	19-sept	14-nov	24-avr	20-juin	11-sept	30-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nombre de détection	Fréquence de détection des composées (%)	Moyenne	minimum	maximum	médiane
1376	Antimoine (Sb)	0,2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	1	0,9	0,7	1,1	4	4	4	0,9	0,7	0,9	12	100	0,9	0,6	1,1	0,9
1368	Argent (Ag)	0,2	11,7	0,3	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	4	4	4	3,2	0,5	0,5	12	100	1,4	0,3	11,7	0,5
1369	Arsenic (As)	0,2	11,7	9,7	8,1	9,8	9	11,2	7,7	7,2	9,5	10,4	7,7	7,3	4	4	4	9,8	8,8	8,7	12	100	9,1	7,2	11,7	9,3
1396	Baryum (Ba)	0,4	217	246	256	188	194	196	174	137	163	195	156	196	4	4	4	227	175	177	12	100	193	137	256	194
1377	Beryllium (Be)	0,2	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,9	2,7	1,8	2,6	3	1,9	2,1	4	4	4	2,7	2,5	2,4	12	100	2,5	1,8	3,0	2,6
1362	Bore (B)	1	31	43	52	32	30	33	35	8	32	40	31	31	4	4	4	39	26	33	12	100	33	8	52	32
1388	Cadmium (Cd)	0,2	1,2	1,0	1,0	1,3	1,1	1,2	1,3	0,9	1,6	1,4	1,2	1	4	4	4	1,1	1,1	1,3	12	100	1,2	0,9	1,6	1,2
1389	Chrome (Cr)	0,2	93	84	64	165	108	115	97	66	112	88	102	104	4	4	4	101	97	101	12	100	100	64	165	100
1379	Cobalt (Co)	0,2	8,5	8,3	6,7	7,5	6,6	8,2	6,6	4,8	7,5	7,8	5,5	6,2	4	4	4	7,8	6,6	6,8	12	100	7,0	4,8	8,5	7,1
1392	Cuivre (Cu)	0,2	50	36	32	103	126	51	38	38	40	42	39	46	4	4	4	55	63	42	12	100	53	32	126	41
1380	Etain (Sn)	0,2	8,6	6,5	6,2	13,7	16,1	8,1	7,1	7,5	7,1	5,9	8,5	8,8	4	4	4	8,8	9,7	7,6	12	100	8,7	5,9	16,1	7,8
1387	Mercure (Hg)	0,02	0,18	0,2	0,2	0,3	0,25	0,31	0,35	0,37	0,25	0,23	0,55	0,35	4	4	4	0,2	0,3	0,3	12	100	0,3	0,2	0,6	0,3
1395	Molybdène (Mo)	0,2	0,6	0,9	0,4	3,4	1,6	0,7	0,7	0,4	2,8	0,7	0,4	1,4	4	4	4	1,3	0,9	1,3	12	100	1,2	0,4	3,4	0,7
1386	Nickel (Ni)	0,2	28	26	19	31	22	27	22	15	35	28	18	20	4	4	4	26	21	25	12	100	24	15	35	24
1382	Plomb (Pb)	0,2	45	44	44	39	46	48	43	39	45	42	55	45	4	4	4	43	44	47	12	100	45	39	55	44
1385	Sélénium (Se)	0,2	3,4	2,6	3,4	4,2	3,3	4,3	3,8	2,9	3,4	3,8	2,4	2,5	4	4	4	3,4	3,6	3,0	12	100	3,3	2,4	4,3	3,4
2559	Tellure (Te)	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0	0	0				0	0				
2555	Thallium (Tl)	0,2	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	4	4	4	0,7	0,6	0,7	12	100	0,7	0,5	0,7	0,7
1373	Titane (Ti)	1	2318	2607	2643	1703	1891	2106	1899	1413	1696	2117	1464	2012	4	4	4	2318	1827	1822	12	100	1989	1413	2643	1956
1361	Uranium (U)	0,2	1,5	1,8	1,8	1,4	1,3	1,3	1,3	1	1,5	1,4	1	1,2	4	4	4	1,6	1,2	1,3	12	100	1,4	1,0	1,8	1,4
1384	Vanadium (V)	0,2	61	59	52	45	43	55	45	32	49	57	36	43	4	4	4	54	44	46	12	100	48	32	61	47
1383	Zinc (Zn)	0,4	178	163	163	215	180	186	161	114	172	197	167	154	4	4	4	180	160	172	12	100	171	114	215	169

❖ Teneurs en métaux particuliers (mg/kg de MES) en fonction de la concentration en MES (mg/L) de la Charente



❖ Teneurs en métaux particuliers (mg/kg de MES) sur les MES de la Charente en fonction du débit (m³/sec)



❖ *Interprétation et discussion*

Les flux annuels les plus faibles sont ceux de l'année 2017. 2017 a été une année très sèche et le volume d'eau drainé a été très faible en 2017, et sans crue, les turbidités ont été faibles également.

Les flux les plus forts sont les flux de l'année 2018.

Les flux de 2017 représentent seulement en moyenne 22% des flux observés en 2018. Les flux 2017 sont faibles :

- d'une part en raison de la concentration en ETM annuelle qui est plus faible (61% à 95%) par rapport la concentration la plus forte observée,
- d'autre part en raison des flux de MES très faibles en 2017.

Les concentrations moyennes annuelles en ETM particulières ont un impact plus faible que le flux de MES annuel sur la variabilité des flux des ETM.

La variabilité des flux annuels en ETM est donc déterminée au premier ordre par la variabilité des flux de MES, c'est-à-dire par la variabilité sur les débits de crue et les concentration en MES. Ce sont donc les concentrations en MES et les débits qui au premier ordre déterminent l'intensité des flux de MES et des ETM associés.

Pour évaluer avec fiabilité les flux particulières des ETM particulières, il est donc important d'avoir sur la Charente, un protocole qui permette de décrire correctement la variabilité des débits et celle des fortes valeurs de concentrations en MES.

9.3 Flux de Métaux Traces particulières de la Dordogne

9.3.1 Bilan des concentrations en ETM particulières mesurées

Le Tellure(Te) n'est pas quantifié.

Le Titane (Ti) présente les concentration les plus élevées : entre 2850 et 4960 mg/kg

Le Baryum (Ba), le Chrome(Cr), le Cuivre(Cu) et le Zinc(Zn) présentent des concentrations comprises entre quelques dizaines de mg/kg, généralement plus d'un centaine de mg/kg jusqu'à 500 mg/kg.

L'Arsenic(As), le Bore(B), le Cobalt(Co), l'étain(Sn), le Nickel(Ni), le Plomb(Pb) et le Vanadium(V) présentent des concentrations de 10 à 100 mg/kg.

L'Antimoine(Sb), le Beryllium(Be), le Molybdène(Mo), le Sélénium(Se) et l'Uranium(U) présentent des concentrations allant de 1 mg/kg à plus de 10 mg/kg.

L'Argent, le Cadmium(Cd), le Mercure(Hg), et le Thallium(Tl) présentent des concentrations inférieures à 1 mg/kg.

9.3.2 Corrélation entre la concentration en ETM particulière avec la concentration en MES

Sur l'ensemble des 12 échantillons prélevés à Pessac-sur-Dordogne, de 2016 à 2018, la concentration en MES maximum des échantillons est de 7 mg/L. C'est très faible et cela correspond au percentile 0,82. Ainsi, les concentrations en ETM particulières sur les 18% des concentrations en MES les plus élevées qui correspondent aux crues et au flux les plus significatifs n'ont pas évaluées.

Aucun échantillons prélevés ne permet de connaitre les concentrations en période de crue et la base de données ne permet pas d'identifier des tendances.

Seul le cadmium(Cd) présente une courbe de tendance significative qui laisse supposer l'existence d'une corrélation entre la teneur Cd et la concentration en MES.

9.3.3 Corrélation entre la concentration en ETM particulière et le débit.

Le Cd, le Co et le Ni semblent avoir également une tendance à l'augmentation des concentrations quand le débit augmente. Cependant le débit maximum échantillonné est de seulement 82 m³/sec (percentile 0,75).

La base de données ne permet donc pas d'expliquer le comportement des métaux particuliers en crue.



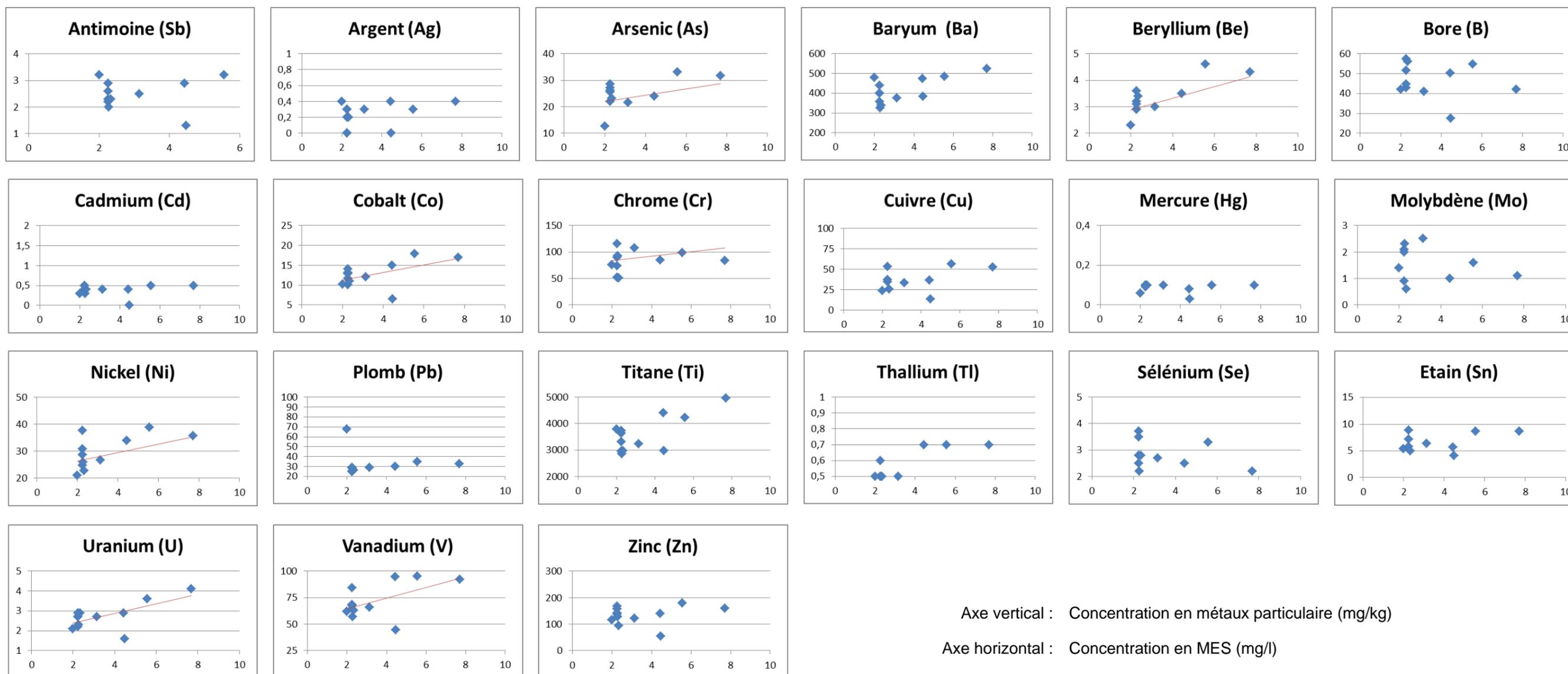
- Prélèvements Peenaert
- Prélèvements GEO-Transfert

Histogramme des débits journaliers (BD Hydrp) et identification des jours de prélèvements de l'étude « Penearts » et des missions « MESSaGE » à Pessac-sur-Dordogne de 2016 à 2018

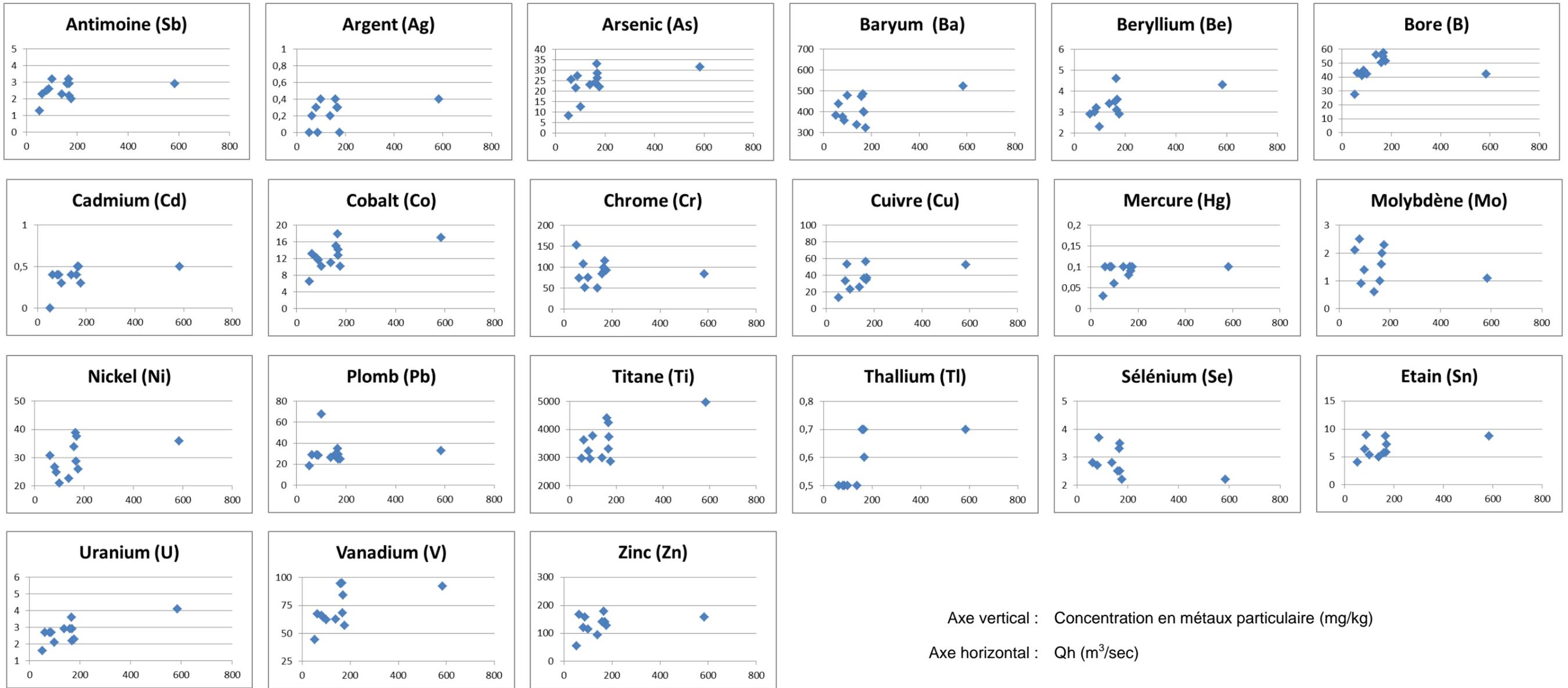
❖ **Tableau de synthèse des concentrations en ETM sur les MES à Pessac-sur-Dordogne**

Code du paramètre	Elements métalliques analysés (en mg/kg MS)	Limite de Quantification (en mg/kg MS)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne			Bilan 2016 à 2018						
			08-juin	06-oct	17-nov	15-déc	10-mai	11-juil	19-sept	14-nov	24-avr	20-juin	13-sept	29-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nombre de détection	Fréquence de détection des composés (%)	Moyenne	minimum	maximum	médiane	
1376	Antimoine (Sb)	0,2	2,9	2,3	2,6	2,2	2	3,2	2,5	2,3	2,9	2,9	3,2	1,3	4	4	4	2,5	2,5	2,6	12	100	2,5	1,3	3,2	2,6	
1368	Argent (Ag)	0,2	0,4	0,2	<0,2	0,3	<0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	<0,2	3	3	4	0,3	0,3	0,4	10	83	0,3	0,2	0,4	0,3	
1369	Arsenic (As)	0,2	31,6	25,5	27,2	28,5	22	33,1	21,5	23,1	26,2	24	12,6	8,3	4	4	4	28,2	24,9	17,8	12	100	23,6	8,3	33,1	24,8	
1396	Baryum (Ba)	0,4	524	439	358	400	324	485	376	338	398	473	479	383	4	4	4	430	381	433	12	100	415	324	524	399	
1377	Beryllium (Be)	0,2	4,3	2,9	3,2	3,1	2,9	4,6	3	3,4	3,6	3,5	2,3	1,5	4	4	4	3,4	3,5	2,7	12	100	3,2	1,5	4,6	3,2	
1362	Bore (B)	1	42	43	45	57	52	55	41	56	100	50	42	28	4	4	4	47	51	55	12	100	51	28	100	47	
1388	Cadmium (Cd)	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	<0,2	4	4	4	0,5	0,4	0,4	12	100	0,4	0,3	0,5	0,4	
1389	Chrome (Cr)	0,2	84	74	52	90	93	99	107	51	115	85	76	153	4	4	4	75	87	107	12	100	90	51	153	87	
1379	Cobalt (Co)	0,2	17	13,1	11,6	12,8	10,1	17,9	12,1	11	14,1	15	10,2	6,5	4	4	4	13,6	12,8	11,5	12	100	12,6	6,5	17,9	12,5	
1392	Cuivre (Cu)	0,2	53	207	53	35	235	57	33	26	37	36	23	14	4	4	4	87	88	27	12	100	67	14	235	37	
1380	Etain (Sn)	0,2	8,7	27,1	8,9	5,8	29,2	8,7	6,4	5	7,2	5,7	5,4	4,1	4	4	4	12,6	12,3	5,6	12	100	10,2	4,1	29,2	6,8	
1387	Mercure (Hg)	0,02	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,08	0,06	0,03	4	4	4	0,1	0,1	0,1	12	100	0,1	0,0	0,1	0,1	
1395	Molybdène (Mo)	0,2	1,1	2,1	0,9	2,0	2,3	1,6	2,5	0,6	3,7	1	1,4	4,3	4	4	4	1,5	1,8	2,6	12	100	2,0	0,6	4,3	1,8	
1386	Nickel (Ni)	0,2	36	31	25	29	26	39	27	23	38	34	21	15,2	4	4	4	30	29	27	12	100	28	15	39	28	
1382	Plomb (Pb)	0,2	33	29	28	25	25	35	29	26	29	30	68	18	4	4	4	29	29	36	12	100	31	18	68	29	
1385	Sélénium (Se)	0,2	2,2	2,8	3,7	3,5	2,2	3,3	2,7	2,8	2,5	2,5	1,6	1,3	4	4	4	3,1	2,8	2,0	12	100	2,6	1,3	3,7	2,6	
2559	Tellure (Te)	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<10	<0,2	<0,2	0	0	0				0	0					
2555	Thallium (Tl)	0,2	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	0,7	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,4	4	4	4	0,5	0,5	0,6	12	100	0,5	0,4	0,7	0,5	
1373	Titane (Ti)	1	4962	3622	2948	3309	2852	4232	3227	2979	3730	4414	3779	2967	4	4	4	3710	3323	3723	12	100	3585	2852	4962	3466	
1361	Uranium (U)	0,2	4,1	2,7	2,7	2,2	2,3	3,6	2,7	2,9	2,9	2,9	2,1	1,6	4	4	4	2,9	2,9	2,4	12	100	2,7	1,6	4,1	2,7	
1384	Vanadium (V)	0,2	92	67	64	68	57	95	66	63	84	95	62	45	4	4	4	73	70	71	12	100	71	45	95	67	
1383	Zinc (Zn)	0,4	159	167	158	138	128	179	121	95	141	141	115	55	4	4	4	155	131	113	12	100	133	55	179	139	

❖ Teneurs en métaux particuliers (mg/kg de MES) en fonction de la concentration en MES (mg/L) à Pessac-sur-Dordogne



❖ Teneurs en métaux particuliers (mg/kg de MES) en fonction du débit (m^3/sec) à Pessac-sur-Dordogne



9.3.4 Estimation des flux en ETM particulières 2016-2018 de la Dordogne

❖ Moyennes annuelles des flux de MES et des flux hydriques

	max turbidité	max MES	Flux MES	max Q	Flux Hyd
	NTU	mg/L	t/an	m3/sec	m3/sec
2016	159	120	151800	1480	8,653
2017	111	98	59700	854	6,154
2018	239	132	108800	1710	8,279

❖ **Tableau de synthèse des flux annuels en ETM particulières**

	Concentration moyenne		
	(mg ETM/kg de MES)		
	2016	2017	2018
Antimoine (Sb)	2,5	2,5	2,6
Argent (Ag)	0,3	0,3	0,4
Arsenic (As)	28	25	18
Baryum (Ba)	430	381	433
Beryllium (Be)	3,4	3,5	2,7
Bore (B)	47	51	55
Cadmium (Cd)	0,5	0,4	0,4
Chrome (Cr)	75	87	107
Cobalt (Co)	14	13	11
Cuivre (Cu)	87	88	27
Etain (Sn)	13	12	6
Mercure (Hg)	0,1	0,1	0,1
Molybdène (Mo)	1,5	1,8	2,6
Nickel (Ni)	30	29	27
Plomb (Pb)	29	29	36
Sélénium (Se)	3	3	2
Tellure (Te)			
Thallium (Tl)	0,5	0,5	0,6
Titane (Ti)	3710	3323	3723
Uranium (U)	2,9	2,9	2,4
Vanadium (V)	73	70	71
Zinc (Zn)	155	131	113

Cette étude		
flux MES (t/an)		
2016	2017	2018
147361	42213	170320
Flux ETM (kg ETM/an)		
2016	2017	2018
380	149	280
46	16	40
4281	1488	1934
65316	22722	47132
512	207	296
7089	3037	5984
68	24	44
11347	5222	11650
2068	763	1246
13169	5230	2989
1916	736	609
15	6	7
231	104	283
4558	1703	2929
4353	1709	3936
463	164	215
80	31	60
563216	198353	405008
444	172	258
11074	4188	7766
23567	7795	12292

❖ *Interprétation et discussion*

Les flux les plus faibles sont les flux de l'année 2017 qui a été une année très sèche.

Les flux les plus forts sont les flux de l'année 2018.

Les flux de 2017 représentent seulement en moyenne 37% des flux observés en 2018.

D'une part, les flux de MES de l'année 2017 ne représente que 55% du flux de MES de l'année 2018

D'autre part, les rapports entre la concentration annuelle moyenne la plus faible d'un ETM et la concentration annuelle moyenne la plus élevée sont compris entre 31% à 97% (moyenne de 78%).

Les concentrations moyennes annuelles en ETM particulières ont donc un impact plus faible que le flux de MES annuel sur la variabilité des flux des ETM.

La variabilité des flux annuels en ETM est donc déterminée au premier ordre par la variabilité des flux de MES, c'est-à-dire par la variabilité sur les débits de crue et les concentration en MES. Ce sont donc les concentrations en MES et les débits qui au premier ordre déterminent l'intensité des flux de MES et des ETM associés.

Pour évaluer avec fiabilité les flux particuliers des ETM particulières, il est donc important d'avoir sur la Dordogne un protocole qui permette de décrire correctement la variabilité des débits et celle des fortes valeurs de concentrations en MES.

9.4 Flux de Métaux Traces particulières de la Leyre

9.4.1 Bilan des concentrations en ETM particulières mesurées

Le Tellure(Te) n'est pas quantifié.

Le Titane (Ti) présente les concentration les plus élevées : entre 2850 et 4960 mg/kg

Le Baryum (Ba) et le Zinc(Zn) présentent des concentrations comprises entre quelques dizaines de mg/kg, généralement plus d'une centaine de mg/kg jusqu'à 500 mg/kg.

L'Arsenic(As), le Bore(B), le Chrome(Cr), le Cobalt(Co), le Cuivre(Cu), le Nickel(Ni), le Plomb(Pb) et le Vanadium(V) présentent des concentrations de 10 à 100 mg/kg.

L'Antimoine(Sb), le Beryllium(Be), le Cadmium(Cd), l'étain(Sn), le Molybdène(Mo), le Sélénium(Se) et l'Uranium(U) présentent des concentrations allant de 1 mg/kg à plus de 10 mg/kg.

L'Argent, le Mercure(Hg) et le Thallium(Tl) présentent des concentrations inférieures à 1 mg/kg.

9.4.2 Corrélation entre la concentration en ETM particulière avec la concentration en MES

Sur l'ensemble des 12 échantillons prélevés dans la Leyre de 2016 à 2018, la concentration en MES maximum des échantillons est de 12 mg/L. C'est une faible concentration en MES, mais sur la Leyre cela correspond néanmoins au percentile 0,95.

Ainsi, les concentrations en ETM particulières sur les 5% des concentrations en MES les plus élevées qui correspondent aux crues et aux flux les plus significatifs n'ont pas été évaluées, mais 95% de la gamme est documentée.

C'est sans doute pourquoi de nombreuses tendances semblent bien établies entre la concentration particulière d'un ETM et la concentration en MES.

Le As, le Pb, l'U, le Zn sont les ETM qui présentent les tendances les plus établies. Ces tendances ont la particularité de montrer que les concentrations en ETM sont de plus en plus faibles quand la concentration en MES augmente (avec le débit).

Il peut donc être envisagé sur la Leyre d'utiliser des relations empiriques pour estimer une concentration théorique pour un ETM en fonction de la turbidité mesurée avec la sonde multiparamètre.

9.4.3 Corrélation entre la concentration en ETM particulaire et le débit.

Le débit maximum échantillonné est de 21 m³/sec (percentile 0,75) pour un débit maximum observé de 77 m³/sec. Néanmoins on peut noter que ce prélèvement d'avril 2018 a été prélevé à la fin d'une des crues importantes de l'année 2018 et de l'ensemble de la période.

En conséquence, l'échantillonnage est assez représentatif des conditions hydrologiques et des turbidités associées (cf. § précédent).



Histogramme des débits journaliers (BD Hydrp) et identification des jours de prélèvements de l'étude « Peenaert » et des missions « MESSAGE » au Pont de

Lamothe sur la Leyre de 2016 à 2018

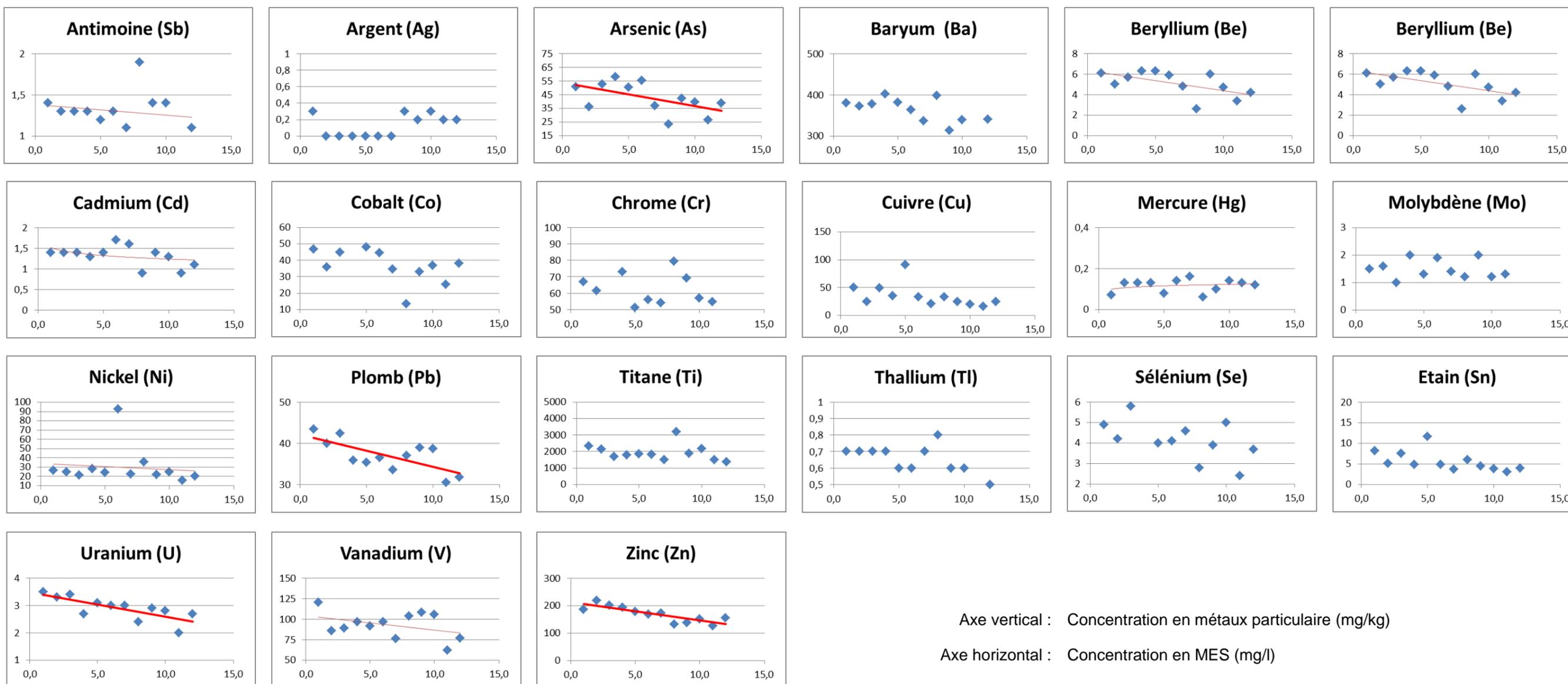
On observe ainsi, pour de nombreux ETM, qu'à partir de $10\text{m}^3/\text{sec}$, on atteint une concentration de référence pour le bassin, voir que les concentrations diminuent pour les plus forts débits. Ceci peut être expliqué par l'hydrologie particulière et l'occupation du sol dans le bassin versant de la Leyre. Les MES transportées au plus fort des crues sont moins contaminées que les MES mobilisées par les faibles débits.

Ces caractéristiques, qui renforcent le lien déjà observé entre teneurs en ETM particulières et concentration en MES, permettent d'envisager d'utiliser les régressions linéaires ou les valeurs seuils observées pour établir les flux de métaux horaires et journaliers, ce qui améliorerait grandement la qualité et la précision des flux estimés.

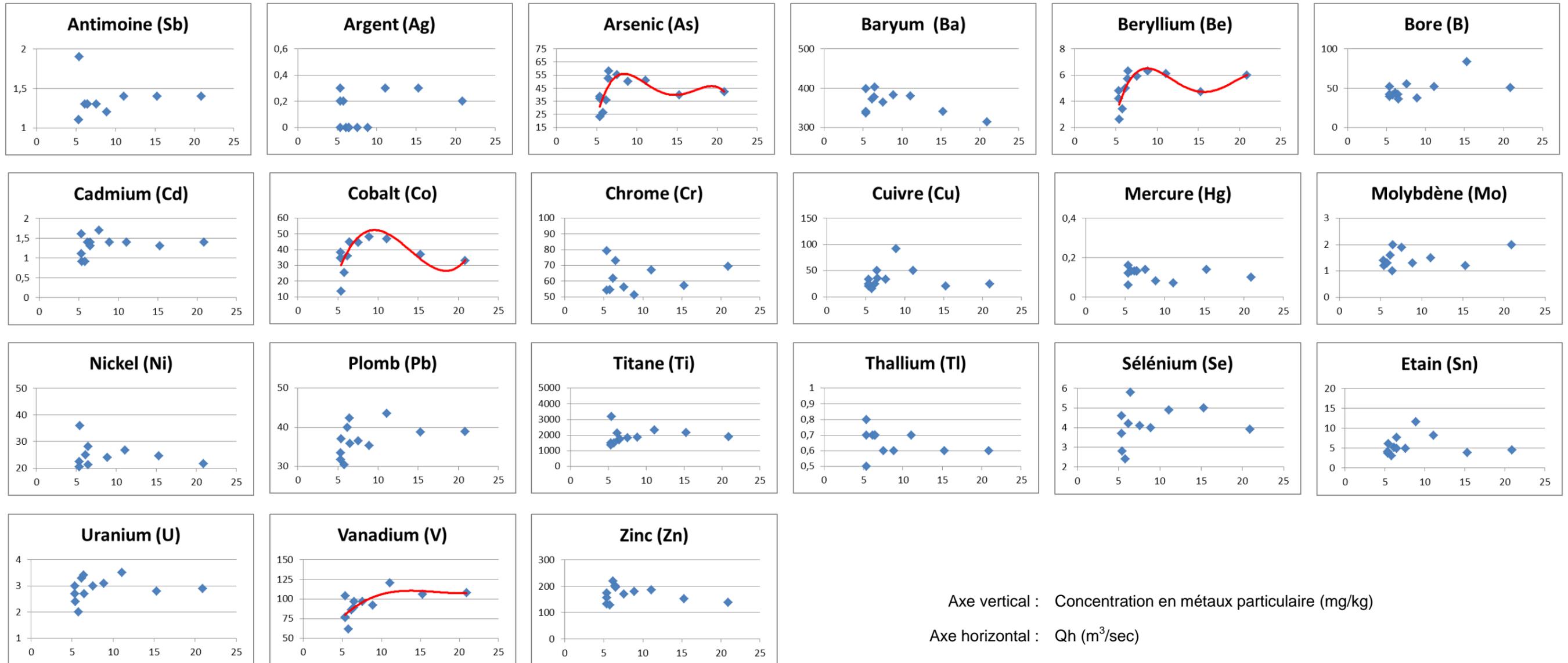
❖ **Tableau de synthèse des concentrations en ETM sur les MES au Pont de Lamothe sur la Leyre**

Code du paramètre	Elements métalliques analysés (en mg/kg MS)	Limite de Quantification (en mg/kg MS)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne			Bilan 2016 à 2018					
			07-juin	04-oct	15-nov	15-déc	11-mai	12-juil	21-sept	15-nov	25-avr	20-juin	11-sept	27-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nombre de détection	Fréquence de détection des composés (%)	Moyenne	minimum	maximum	médiane
1376	Antimoine (Sb)	0,2	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,1	1,9	1,4	1,4	0,9	1,1	4	4	4	1,3	1,4	1,2	12	100	1,3	0,9	1,9	1,3
1368	Argent (Ag)	0,2	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	1	1	4	0,3	0,3	0,2	6	50	0,3	0,2	0,3	0,3
1369	Arsenic (As)	0,2	50,9	36,0	52,5	58,0	50,2	55,3	36,9	23,2	42,3	39,7	26,4	38,6	4	4	4	49	41	37	12	100	43	23	58	41
1396	Baryum (Ba)	0,4	380	372	378	403	382	364	336	399	313	340	288	341	4	4	4	383	370	320	12	100	358	288	403	368
1377	Beryllium (Be)	0,2	6,1	5,0	5,7	6,3	6,3	5,9	4,8	2,6	6	4,7	3,4	4,2	4	4	4	5,8	4,9	4,6	12	100	5,1	2,6	6,3	5,4
1362	Bore (B)	1	52	44	42	36	37	55	40	52	50	84	41	42	4	4	4	44	46	54	12	100	48	36	84	43
1388	Cadmium (Cd)	0,2	1,4	1,4	1,4	1,3	1,4	1,7	1,6	0,9	1,4	1,3	0,9	1,1	4	4	4	1,4	1,4	1,2	12	100	1,3	0,9	1,7	1,4
1389	Chrome (Cr)	0,2	67	62	41	73	51	56	54	79	69	57	55	109	4	4	4	61	60	73	12	100	64	41	109	59
1379	Cobalt (Co)	0,2	46,9	35,9	44,9	62,6	48,3	44,6	34,5	13,4	32,9	36,8	25,4	38,3	4	4	4	48	35	33	12	100	39	13	63	38
1392	Cuivre (Cu)	0,2	50	25	50	35	92	33	21	34	25	20	16	25	4	4	4	40	45	21	12	100	35	16	92	29
1380	Etain (Sn)	0,2	8,2	5,1	7,6	4,9	11,6	4,8	3,7	6	4,4	3,8	3	4	4	4	4	6,5	6,5	3,8	12	100	5,6	3,0	11,6	4,9
1387	Mercure (Hg)	0,02	0,07	0,1	0,1	0,1	0,08	0,14	0,16	0,06	0,1	0,14	0,13	0,12	4	4	4	0,1	0,1	0,1	12	100	0,1	0,1	0,2	0,1
1395	Molybdène (Mo)	0,2	1,5	1,6	1,0	2,0	1,3	1,9	1,4	1,2	2	1,2	1,3	3,2	4	4	4	1,5	1,5	1,9	12	100	1,6	1,0	3,2	1,5
1386	Nickel (Ni)	0,2	27	25	21	28	24	92	23	36	22	25	16	20,5	4	4	4	25	44	21	12	100	30	16	92	24
1382	Plomb (Pb)	0,2	44	40	42	36	35	37	34	37	39	39	30	32	4	4	4	40	36	35	12	100	37	30	44	37
1385	Sélénium (Se)	0,2	4,9	4,2	5,8	6,6	4	4,1	4,6	2,8	3,9	5	2,4	3,7	4	4	4	5,4	3,9	3,8	12	100	4,3	2,4	6,6	4,2
2559	Tellure (Te)	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0	0	0									
2555	Thallium (Tl)	0,2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,4	0,5	4	4	4	0,7	0,7	0,5	12	100	0,6	0,4	0,8	0,7
1373	Titane (Ti)	1	2321	2136	1687	1776	1849	1835	1504	3194	1882	2167	1496	1359	4	4	4	1980	2096	1726	12	100	1934	1359	3194	1842
1361	Uranium (U)	0,2	3,5	3,3	3,4	2,7	3,1	3	3	2,4	2,9	2,8	2	2,7	4	4	4	3,2	2,9	2,6	12	100	2,9	2,0	3,5	3,0
1384	Vanadium (V)	0,2	120	86	89	97	92	97	76	104	108	106	62	77	4	4	4	98	92	88	12	100	93	62	120	94
1383	Zinc (Zn)	0,4	186	219	202	195	180	169	173	132	139	152	128	157	4	4	4	200	164	144	12	100	169	128	219	171

❖ Teneurs en métaux particuliers (mg/kg de MES) en fonction de la concentration en MES (mg/L) au Pont de Lamothe sur la Leyre



❖ Teneurs en métaux particuliers (mg/kg de MES) en fonction du débit (m^3/sec) au Pont de Lamothe sur la Leyre



9.4.4 Estimation des flux en ETM particulières 2016-2018 de la Leyre

❖ *Moyennes annuelles des flux de MES et des flux hydriques*

	max turbidité	max MES	Flux MES	max Q	flux HYD
	NTU	mg/L	t/an	m3/sec	km3/an
2016	18	19	4072	77	0,497
2017	22	23	1921	21	0,247
2018	25	26	5083	56	0,564

❖ **Tableau de synthèse des flux annuels en ETM particulières**

	Concentration moyenne		
	(mg ETM/kg de MES)		
	2016	2017	2018
Antimoine (Sb)	1,3	1,4	1,2
Argent (Ag)	0,3	0,3	0,2
Arsenic (As)	49	41	37
Baryum (Ba)	383	370	320
Beryllium (Be)	5,8	4,9	4,6
Bore (B)	44	46	54
Cadmium (Cd)	1,4	1,4	1,2
Chrome (Cr)	61	60	73
Cobalt (Co)	48	35	33
Cuivre (Cu)	40	45	21
Etain (Sn)	6	7	4
Mercure (Hg)	0,1	0,1	0,1
Molybdène (Mo)	1,5	1,5	1,9
Nickel (Ni)	25	44	21
Plomb (Pb)	40	36	35
Sélénium (Se)	5	4	4
Tellure (Te)			
Thallium (Tl)	0,7	0,7	0,5
Titane (Ti)	1980	2096	1726
Uranium (U)	3,2	2,9	2,6
Vanadium (V)	98	92	88
Zinc (Zn)	200	164	144

Cette étude		
flux MES (t/an)		
2016	2017	2018
4072	1921	5083
Flux ETM (kg ETM/an)		
2016	2017	2018
5	3	6
1,2	0,6	1,1
201	80	187
1561	712	1629
24	9	23
177	88	276
6	3	6
247	116	369
194	68	170
162	86	108
26	13	19
0,5	0,2	0,6
6	3	10
103	84	105
165	68	178
22	7	19
3	1	3
8062	4027	8772
13	6	13
399	177	448
816	314	731

❖ *Interprétation et discussion*

Les flux les plus faibles sont les flux de l'année 2017 qui a été une année très sèche.

Les flux les plus forts sont les flux de l'année 2018, notamment en raison de la crue de juin 2018.

Les flux 2017 en ETM particuliers représentent seulement en moyenne 42% des flux observés en 2018.

- D'une part, les flux de MES de l'année 2017 ne représente que 38% du flux de MES de l'année 2018
- D'autre part, les rapports entre la concentration annuelle moyenne la plus faible d'un ETM et la concentration annuelle moyenne la plus élevée sont compris entre 47% à 90% (moyenne de 76%).

Les concentrations moyennes annuelles en ETM particuliers ont donc un impact plus faible que le flux de MES annuel sur la variabilité des flux des ETM.

La variabilité des flux annuels en ETM est donc déterminée au premier ordre par la variabilité des flux de MES, c'est-à-dire par la variabilité sur les débits de crue et les concentration en MES.

Ce sont donc les concentrations en MES et les débits qui au premier ordre déterminent l'intensité des flux de MES et des ETM associés.

Sur la Leyre les variations des concentrations en MES sont faibles, ce sont donc les débits qui au premier ordre déterminent la variabilité des flux de MES et des ETM associés.

Cette caractéristique de la Leyre est renforcée par le fait que l'on a pu montrer, malgré le faible nombre d'échantillons, que les teneurs en ETM atteignent rapidement un seuil à partir d'un débit de 20 m³/sec.

Dans ces conditions, le suivi HF et en continu de la turbidité à l'aide d'une sonde multiparamètre n'est pas essentiel à la mesure des flux de MES et des flux de polluants particuliers.

9.5 Flux de Métaux Traces Particulaires de l'Adour

9.5.1 Bilan des concentrations en ETM particulières mesurées

Le Tellure(Te) a été quantifié sur 2 échantillons en 2017. Ceci est peut être du aux caractéristiques hydrologiques de l'étiage 2017, année qui a été particulièrement sèche. Néanmoins, n'ayant pas été discuté pour les autres stations et n'ayant des données que pour une seule années, le flux de Te ne sera pas estimé ni discuté.

Le Titane (Ti) présente les concentrations les plus élevées : entre 2600 et 4300 mg/kg.

Le Baryum (Ba), le Bore(B), le Vanadium(V) et le Zinc(Zn) présentent des concentrations comprises entre quelques dizaines de mg/kg, généralement plus d'un centaine de mg/kg jusqu'à 425 mg/kg.

L'Arsenic(As), le Chrome(Cr), le Cobalt(Co), le Cuivre(Cu), le Nickel(Ni) et le Plomb(Pb) présentent des concentrations de 10 à plus de 100 mg/kg.

Le Beryllium(Be), l'étain(Sn), le Molybdène(Mo), le Sélénium(Se) et l'Uranium(U) présentent des concentrations allant de 2 mg/kg à plus de 10 mg/kg.

L'Antimoine(Sb), l'Argent, le Cadmium(Cd), le Mercure(Hg) et le Thallium(Tl) présentent des concentrations inférieures à 2 mg/kg.

9.5.2 Corrélation entre la concentration en ETM particulière avec la concentration en MES

Sur l'ensemble des 12 échantillons prélevés dans l'Adour de 2016 à 2018, la concentration en MES maximum des échantillons est de 150 mg/L. C'est une concentration qui pour d'autres bassins versants serait importante.

Dans notre base de données des MES estimées sur l'Adour, cela correspond au percentile 0,97.

Ainsi, les concentrations en ETM particulières sur les 3% des concentrations en MES les plus élevées qui correspondent aux crues et aux flux les plus significatifs n'ont pas été évaluées, mais 97% de la gamme est documentée.

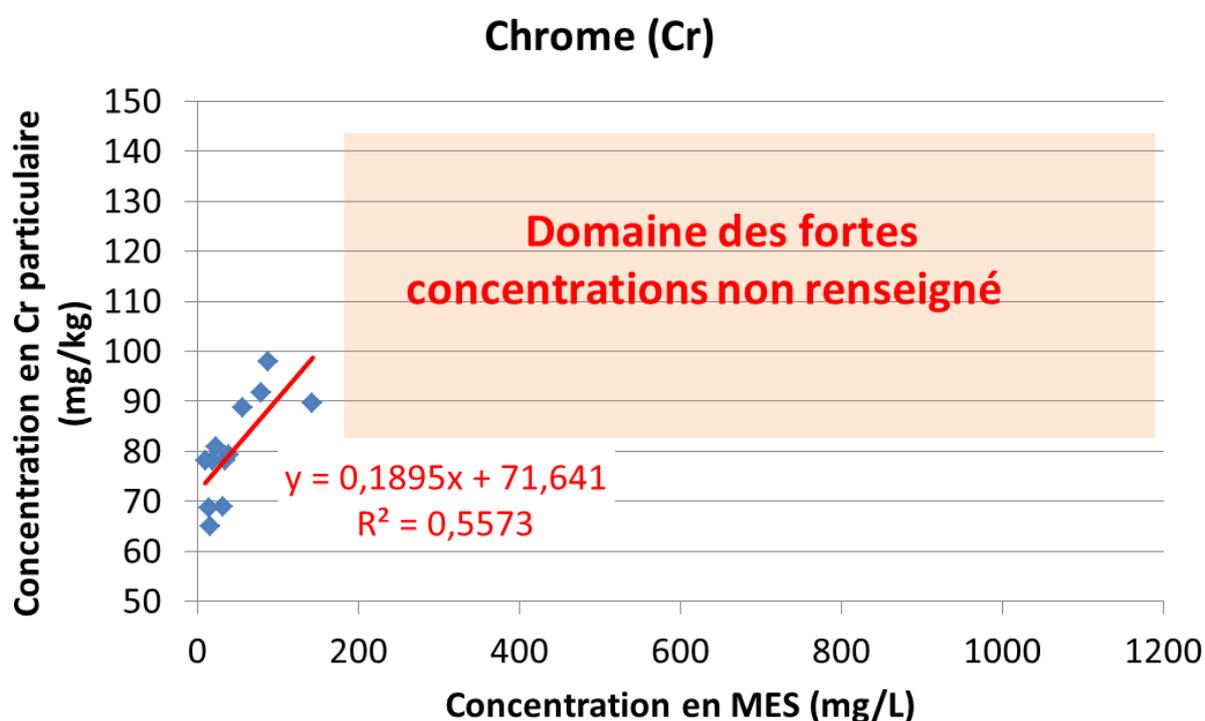
C'est sans doute pourquoi de nombreuses tendances semblent bien établies entre la concentration particulière d'un ETM et la concentration en MES. Néanmoins, avec un concentration en MES maximum de 1300 mg/L estimée en juin 2018, il manque plus de 90 % de la plage de mesure des concentrations en MES les plus élevées et les plus importantes pour les flux !

L'Sb, le Cr, le Ni, le Pb, le Ti, l'U et le V présentent des tendances linéaires ou logarithmiques croissantes (c'est-à-dire avec effet de seuil maximum).

L'Ar, et le Cd présentent des tendances logarithmiques décroissante. Le Zn également, si on élimine les échantillons des plus faibles concentrations.

Il peut donc être envisagé sur l'Adour d'utiliser des relations empiriques pour estimer une concentration théorique pour un ETM en fonction de la turbidité mesurée avec la sonde multiparamètre. Cependant, il manque des échantillons dans la gamme des 200-1300 mg/L pour confirmer la faisabilité d'utiliser ces modèles statistiques.

La figure suivante illustre le manque encore d'information dans les fortes concentrations en MES associées aux forts débits et qui représentent certainement plus de 80% du flux de MES et d'ETM.



Concentration du Cr particulaire en fonction de la concentration en MES sur la plage 0-1200 mg/L

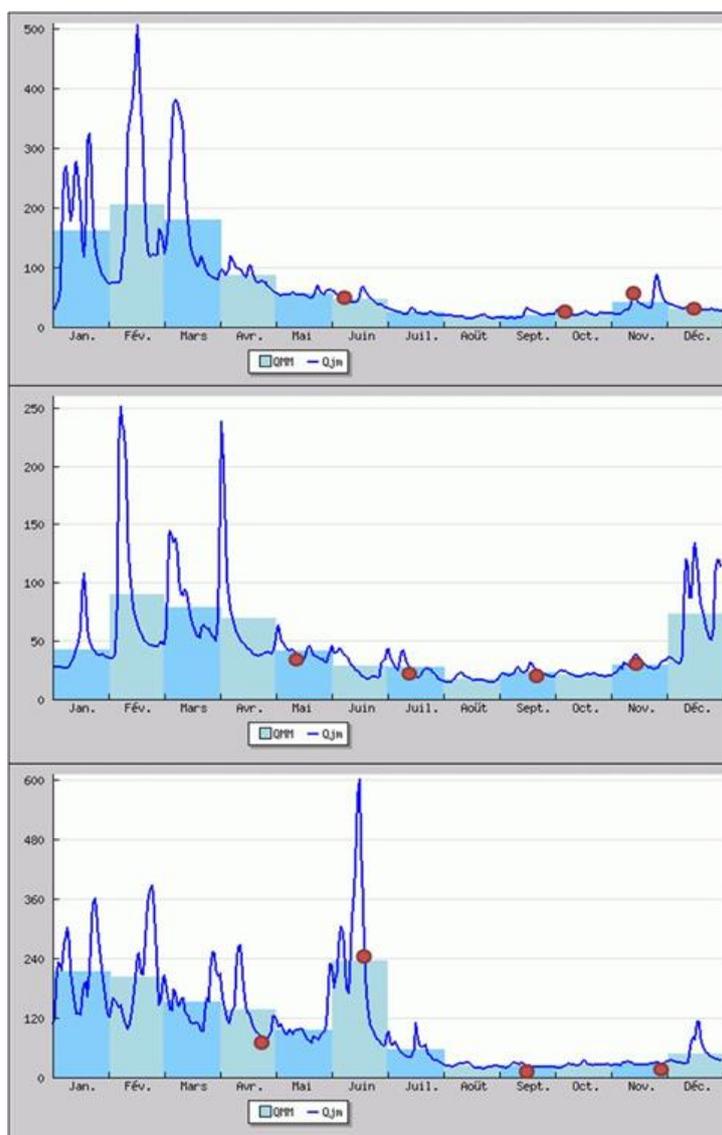
9.5.3 Corrélation entre la concentration en ETM particulaire et le débit.

Le débit maximum échantillonné est de 250 m³/sec (percentile 0,95) pour un débit maximum observé de 628 m³/sec.

Le prélèvement de juin 2018 est très intéressant, il a été prélevé à la fin de la crue la plus importante de l'année 2018 et la deuxième sur l'ensemble de la période.

Cependant cet échantillon est unique et il ne permet pas de réaliser une analyse des tendances entre teneurs en ETM et débit ayant une signification statistique certaine.

Le point positif est qu'avec le prochain échantillon de crue disponible on pourra faire une première calibration de la relation de certains ETM en « 3 points », c'est-à-dire avec le lot des échantillons « faibles débits/faibles concentrations en MES » un point bas et deux points hauts (juin 2018 + le prochain échantillon).



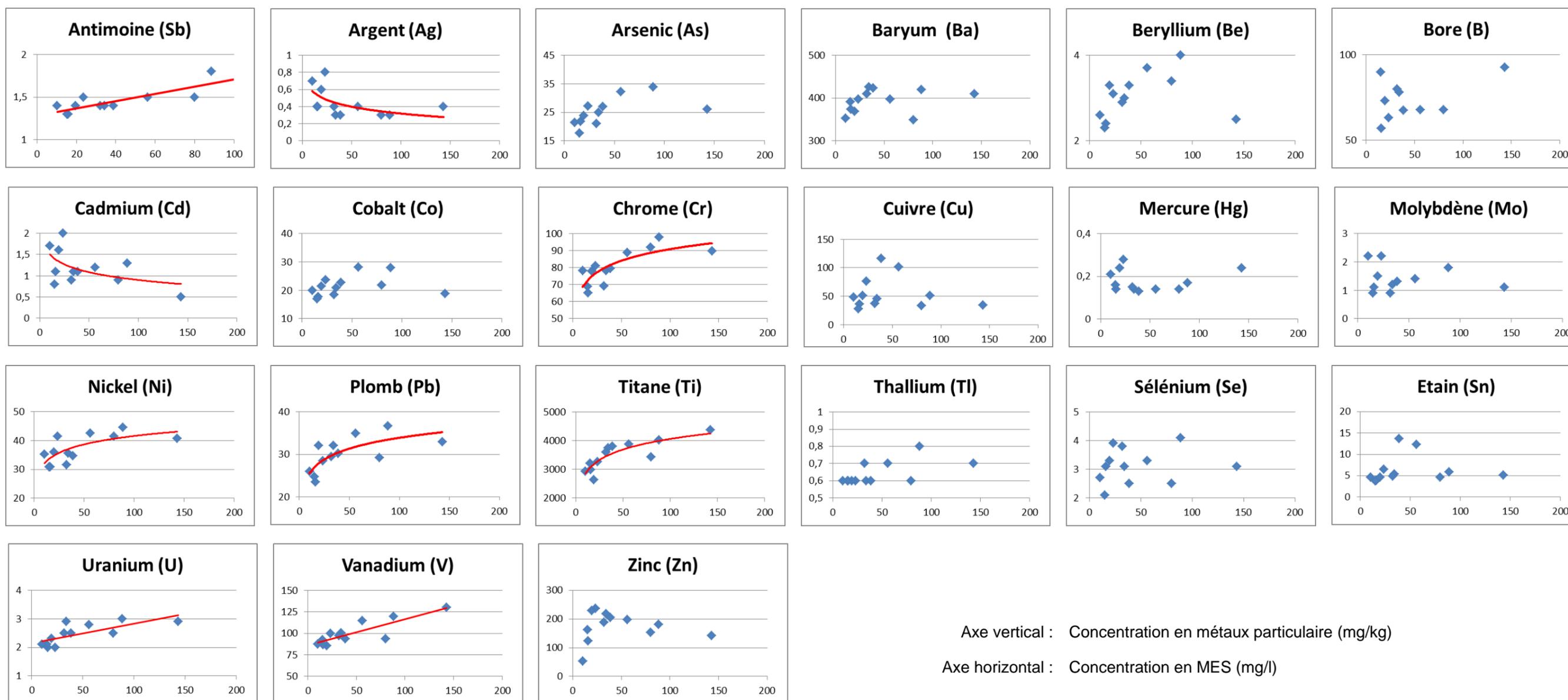
- Prélèvements Peenaert
- Prélèvements GEO-Transfert

Histogramme des débits journaliers (BD Hydrp) et identification des jours de prélèvements de l'étude « Penearts » et des missions « MESSAGE » à Saint-Vincent-de-Paul sur l'Adour de 2016 à 2018

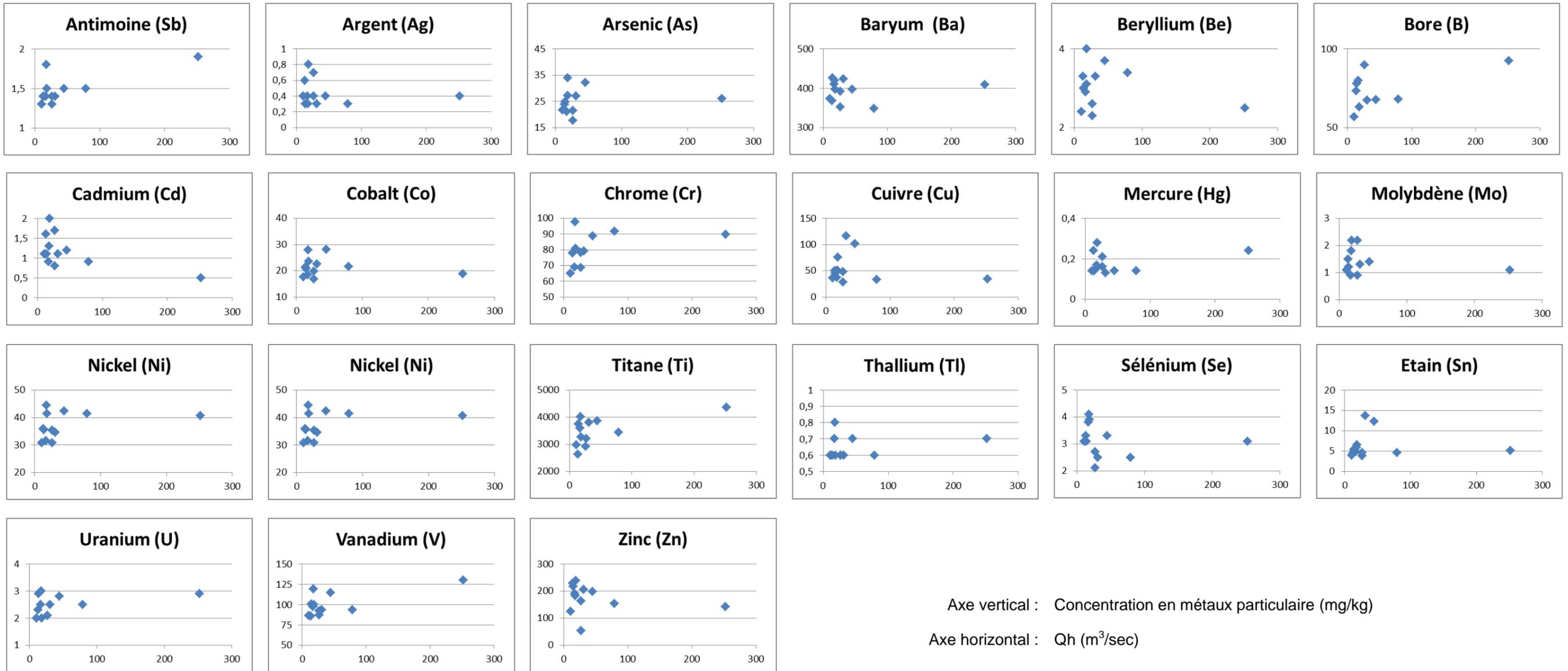
❖ *Tableau de synthèse des concentrations en ETM sur les MES de l'Adour à Saint-Vincent-de-Paul*

Code du paramètre	Elements métalliques analysés (en mg/kg MS)	Limite de Quantification (en mg/kg MS)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne			Bilan 2016 à 2018					
			08-juin	05-oct	16-nov	14-déc	11-mai	12-juil	20-sept	15-nov	25-avr	20-juin	12-sept	28-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nombre de détection	Fréquence de détection des composés (%)	Moyenne	minimum	maximum	médiane
1376	Antimoine (Sb)	0,2	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,8	1,4	1,3	1,5	1,9	1,3	1,4	4	4	4	1,5	1,5	1,5	12	100	1,5	1,3	1,9	1,4
1368	Argent (Ag)	0,2	0,4	0,3	0,4	0,8	0,3	0,3	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7	4	4	4	0,5	0,4	0,5	12	100	0,4	0,3	0,8	0,4
1369	Arsenic (As)	0,2	32,2	24,9	21,1	27,2	27	33,9	23,8	21,7	24,8	26,1	17,7	21,4	4	4	4	26	27	22	12	100	25	18	34	25
1396	Baryum (Ba)	0,4	397	426	410	397	423	420	368	374	349	410	392	352	4	4	4	408	396	376	12	100	393	349	426	397
1377	Beryllium (Be)	0,2	3,7	3,0	2,9	3,1	3,3	4	3,3	2,4	3,4	2,5	2,3	2,6	4	4	4	3,2	3,3	2,7	12	100	3,0	2,3	4,0	3,1
1362	Bore (B)	1	68	78	80	63	68	375	73	57	68	93	90	153	4	4	4	72	143	101	12	100	105	57	375	76
1388	Cadmium (Cd)	0,2	1,2	1,1	0,9	2,0	1,1	1,3	1,6	1,1	0,9	0,5	0,8	1,7	4	4	4	1,3	1,3	1,0	12	100	1,2	0,5	2,0	1,1
1389	Chrome (Cr)	0,2	89	78	69	81	79	98	78	65	92	90	69	78	4	4	4	79	80	82	12	100	80	65	98	79
1379	Cobalt (Co)	0,2	28,2	20,9	18,4	23,6	22,7	27,9	21,5	17,7	21,7	18,9	16,9	19,9	4	4	4	23	22	19	12	100	22	17	28	21
1392	Cuivre (Cu)	0,2	101	45	37	76	116	51	51	36	33	34	28	48	4	4	4	65	63	36	12	100	55	28	116	47
1380	Etain (Sn)	0,2	12,3	5,4	4,9	6,5	13,7	5,9	4,6	3,9	4,6	5,1	3,8	4,6	4	4	4	7,3	7,0	4,5	12	100	6,3	3,8	13,7	5,0
1387	Mercuré (Hg)	0,02	0,14	0,1	0,2	0,3	0,13	0,17	0,24	0,14	0,14	0,24	0,16	0,21	4	4	4	0,2	0,2	0,2	12	100	0,2	0,1	0,3	0,2
1395	Molybdène (Mo)	0,2	1,4	1,2	0,9	2,2	1,3	1,8	1,5	1,1	4,1	1,1	0,9	2,2	4	4	4	1,4	1,4	2,1	12	100	1,6	0,9	4,1	1,4
1386	Nickel (Ni)	0,2	43	36	32	42	35	45	36	31	42	41	31	35,3	4	4	4	38	36	37	12	100	37	31	45	36
1382	Plomb (Pb)	0,2	35	32	30	28	30	37	32	24	29	33	25	26	4	4	4	31	31	28	12	100	30	24	37	30
1385	Sélénium (Se)	0,2	3,3	3,1	3,8	3,9	2,5	4,1	3,3	3,1	2,5	3,1	2,1	2,7	4	4	4	3,5	3,3	2,6	12	100	3,1	2,1	4,1	3,1
2559	Tellure (Te)	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	1,2	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0	3	0		0,6		3	25	0,6	0,3	1,2	0,3
2555	Thallium (Tl)	0,2	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	4	4	4	0,7	0,7	0,6	12	100	0,6	0,6	0,8	0,6
1373	Titane (Ti)	1	3872	3742	3602	3262	3802	4013	2636	2986	3435	4364	3210	2927	4	4	4	3620	3359	3484	12	100	3488	2636	4364	3519
1361	Uranium (U)	0,2	2,8	2,9	2,5	2,0	2,5	3	2,3	2	2,5	2,9	2,1	2,1	4	4	4	2,6	2,5	2,4	12	100	2,5	2,0	3,0	2,5
1384	Vanadium (V)	0,2	115	101	97	100	94	120	86	87	94	130	92	87	4	4	4	103	96	101	12	100	100	86	130	95
1383	Zinc (Zn)	0,4	199	218	189	238	206	182	229	124	153	143	163	53	4	4	4	211	185	128	12	100	175	53	238	186

❖ Teneurs en métaux particuliers (mg/kg de MES) en fonction de la concentration en MES (mg/L) de l'Adour à Saint-Vincent-de-Paul



❖ Teneurs en métaux particuliers (mg/kg de MES) en fonction du débit (m^3/sec) de l'Adour à Saint-Vincent-de-Paul



9.5.4 Estimation des flux en ETM particulières 2016-2018 de l'Adour

❖ *Moyennes annuelles des flux de MES et des flux hydriques*

	max turbidité	max MES	Flux MES	max Q	flux HYD
	NTU	mg/L	t/an	m3/sec	km3/an
2016	351	199	147361	517	2,358
2017	761	431	42213	253	1,421
2018	1067	1300	170320	628	3,167

❖ **Tableau de synthèse des flux annuels en ETM particulières**

	Concentration moyenne		
	(mg ETM/kg de MES)		
	2016	2017	2018
Antimoine (Sb)	1,5	1,5	1,5
Argent (Ag)	0,5	0,4	0,5
Arsenic (As)	26	27	22
Baryum (Ba)	408	396	376
Beryllium (Be)	3,2	3,3	2,7
Bore (B)	72	143	101
Cadmium (Cd)	1,3	1,3	1,0
Chrome (Cr)	79	80	82
Cobalt (Co)	23	22	19
Cuivre (Cu)	65	63	36
Etain (Sn)	7	7	5
Mercure (Hg)	0,2	0,2	0,2
Molybdène (Mo)	1,4	1,4	2,1
Nickel (Ni)	38	36	37
Plomb (Pb)	31	31	28
Sélénium (Se)	4	3	3
Tellure (Te)		1	
Thallium (Tl)	0,7	0,7	0,6
Titane (Ti)	3620	3359	3484
Uranium (U)	2,6	2,5	2,4
Vanadium (V)	103	96	101
Zinc (Zn)	211	185	128

Cette étude		
flux MES (t/an)		
2016	2017	2018
147361	42213	170320
Flux ETM (kg ETM/an)		
2016	2017	2018
6	3	8
1,9	0,8	2,3
107	51	110
1659	761	1908
13	6	14
294	275	513
5	2	5
322	154	417
93	43	98
264	122	181
30	13	23
0,7	0,3	1,0
6	3	11
154	70	189
127	59	143
14	6	13
3	1	3
14737	6455	17708
10	5	12
420	185	513
858	356	650

❖ **Interprétation et discussion**

Les flux les plus faibles sont les flux de l'année 2017 qui a été une année très sèche.

Les flux les plus forts sont les flux de l'année 2018, notamment en raison de la contribution de la crue significative de juin 2018.

Les flux de 2017 représentent seulement en moyenne 40% des flux observés en 2018.

- D'une part, les flux de MES de l'année 2017 ne représente que 25% du flux de MES de l'année 2018

- D'autre part, les rapports entre la concentration annuelle moyenne la plus faible d'un ETM et la concentration annuelle moyenne la plus élevée sont compris entre 50% à 96% (moyenne de 82%).

Les concentrations moyennes annuelles en ETM particulières ont donc un impact plus faible que le flux de MES annuel sur la variabilité des flux des ETM.

La variabilité des flux annuels en ETM est donc déterminée au premier ordre par la variabilité des flux de MES, c'est-à-dire par la variabilité sur les débits de crue et les concentrations en MES. Ce sont donc les concentrations en MES et les débits qui au premier ordre déterminent l'intensité des flux de MES et des ETM associés.

Pour évaluer avec fiabilité les flux des ETM particulières, il est donc important d'avoir sur l'Adour un protocole qui permette de décrire correctement la variabilité des débits et celle des fortes valeurs de concentrations en MES.

9.6 Flux de Métaux Traces particulières du Gave de Pau

9.6.1 Bilan des concentrations en ETM particulières mesurées

Le Tellure(Te) n'a pas été quantifié.

Le Titane (Ti) présente les concentrations les plus élevées : entre 2600 et 4300 mg/kg

Le Baryum (Ba), le Vanadium(V) et le Zinc(Zn) présentent des concentrations comprises entre quelques dizaines de mg/kg, généralement plus d'une centaine de mg/kg jusqu'à 425 mg/kg.

L'Arsenic(As), le Bore(B), le Chrome(Cr), le Cobalt(Co), le Cuivre(Cu), le Nickel(Ni) et le Plomb(Pb) présentent des concentrations de 10 à plus de 100 mg/kg.

L'Antimoine(Sb), le Beryllium(Be), le Cadmium(Cd), l'étain(Sn), le Molybdène(Mo), le Sélénium(Se) et l'Uranium(U) présentent des concentrations allant de 1 mg/kg à plus de 10 mg/kg.

L'Argent, le Mercure(Hg) et le Thallium(Tl) présentent des concentrations inférieures à 2 mg/kg.

9.6.2 Corrélation entre la concentration en ETM particulière avec la concentration en MES

Sur l'ensemble des 12 échantillons prélevés dans le Gave de Pau de 2016 à 2018, la concentration en MES maximum des échantillons est de 58 mg/L. Si dans notre base de données des concentrations en MES estimées sur le Gave de Pau, cela correspond au percentile 0,91, cela reste faible par rapport à la concentration en MES maximum estimée sur les 3 années, 1140 mg/L.

De fait, les crues sont courtes sur le Gave de Pau qui présente un régime hydrologique torrentiel. Il est donc important des documenter mieux encore les périodes de crue pour lesquelles la concentration en MES peut atteindre plusieurs centaines de mg/L.

Ainsi, les concentrations en ETM particulières sur les 7% des concentrations en MES les plus élevées, qui correspondent aux crues et aux flux les plus significatifs, n'ont pas été évaluées.

Si quelques tendances semblent bien établies entre la concentration particulière d'un ETM et la concentration en MES (Sb, As, Co, Cr, Ni, Pb, U, V), elles reposent en réalité sur :

- un lot d'échantillon pour les concentrations en MES inférieures à 20mg/L, très hétérogène

- un point « haut » (58 mg/L) qui ne correspond qu'à 5% de l'échelle des concentrations en MES observées.

Il manque donc 95 % de la plage des concentrations en MES observées qui correspondent aux flux de MES les plus importants !

De plus, plusieurs tendances semblent être des modèles logarithmiques qui tendent vers une concentration en ETM limite. Ces concentrations limites représentatives des teneurs en ETM dans les MES « chargées » ne sont documentées à ce jour uniquement qu'à partir de l'analyse du seul échantillon de 58 mg/L.

La figure suivante illustre le manque encore d'information dans les fortes concentrations en MES associées aux forts débits et qui représentent certainement plus de 80% du flux de MES et d'ETM.

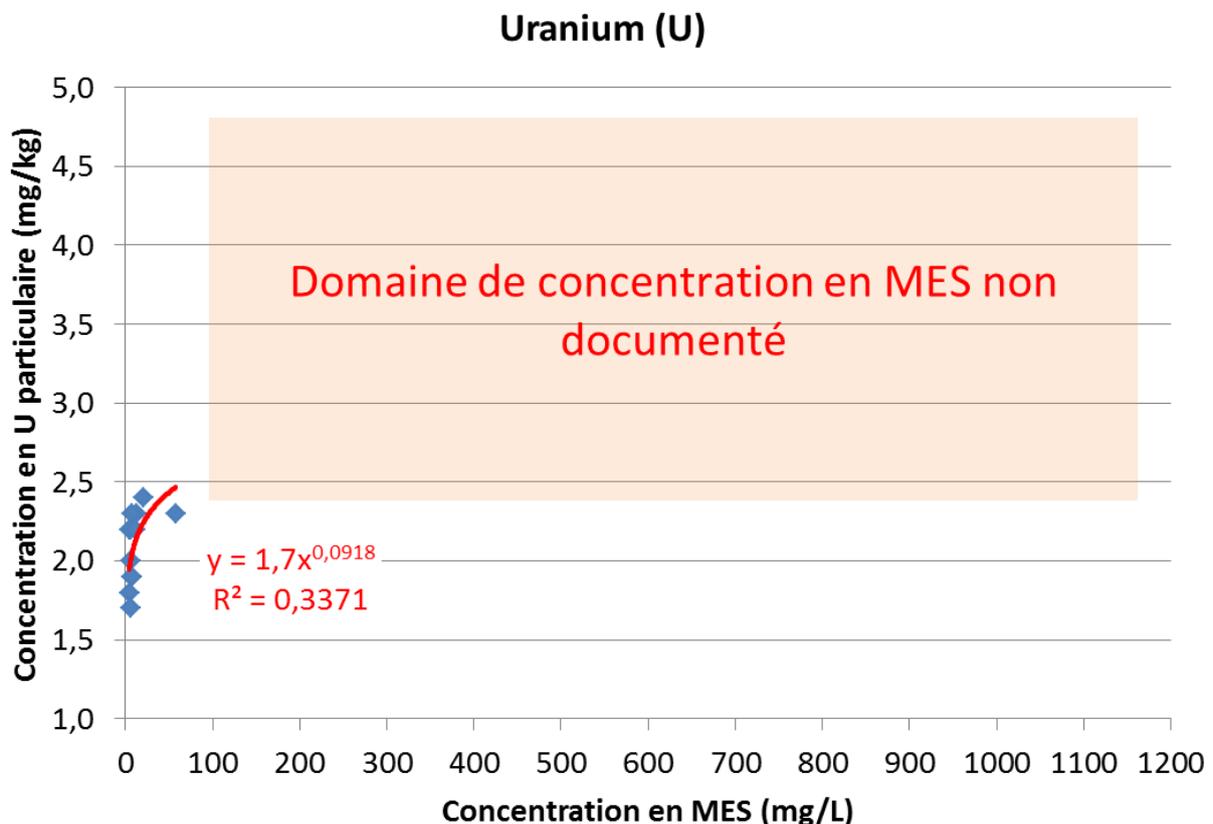


Illustration du manque de signification de la base de données pour évaluer les concentrations particulières en ETM à partir des concentrations en MES.

9.6.3 Corrélation entre la concentration en ETM particulaire et le débit.

Le débit maximum échantillonné est de 175 m³/sec (percentile 0,95) pour un débit maximum observé de 1040 m³/sec.

Si on a acquis une information sur la qualité des MES représentatives de 95% (en terme de fréquence) des débits, on n'a pas acquis cette information pour la plage des débits les plus forts et la plus significative en terme de volume d'eau.

Plomb (Pb)

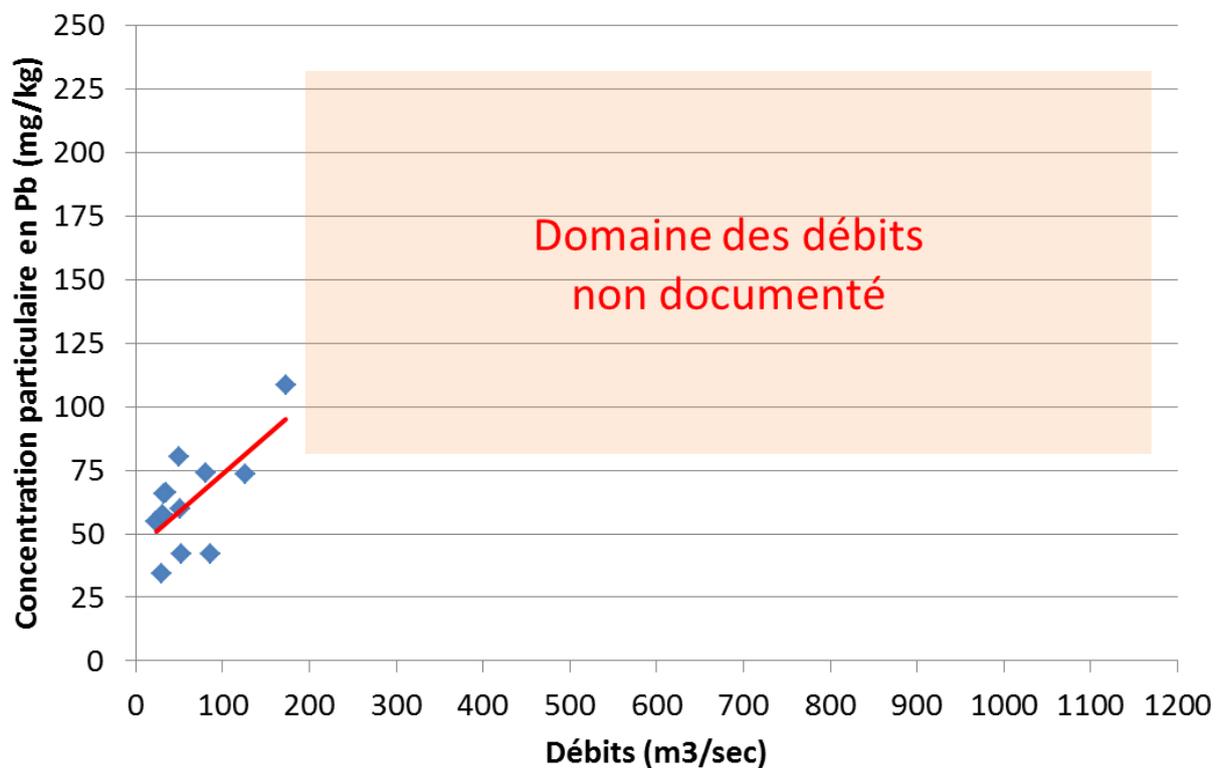
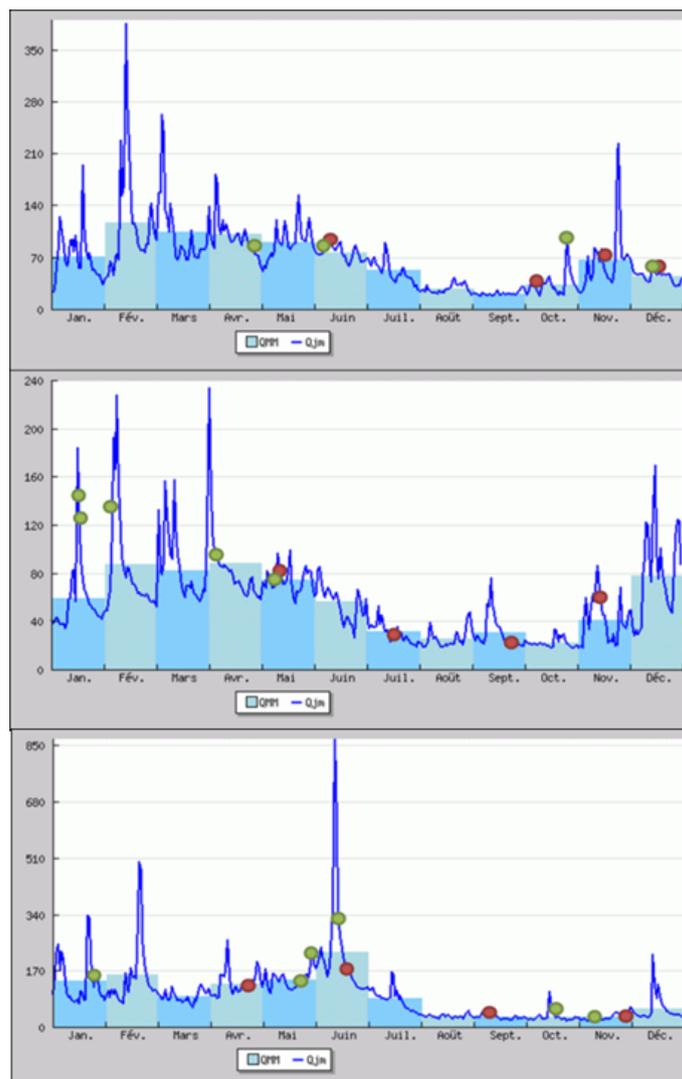


Illustration du manque de signification de la base de données pour évaluer les concentrations particulières en ETM à partir des débits.



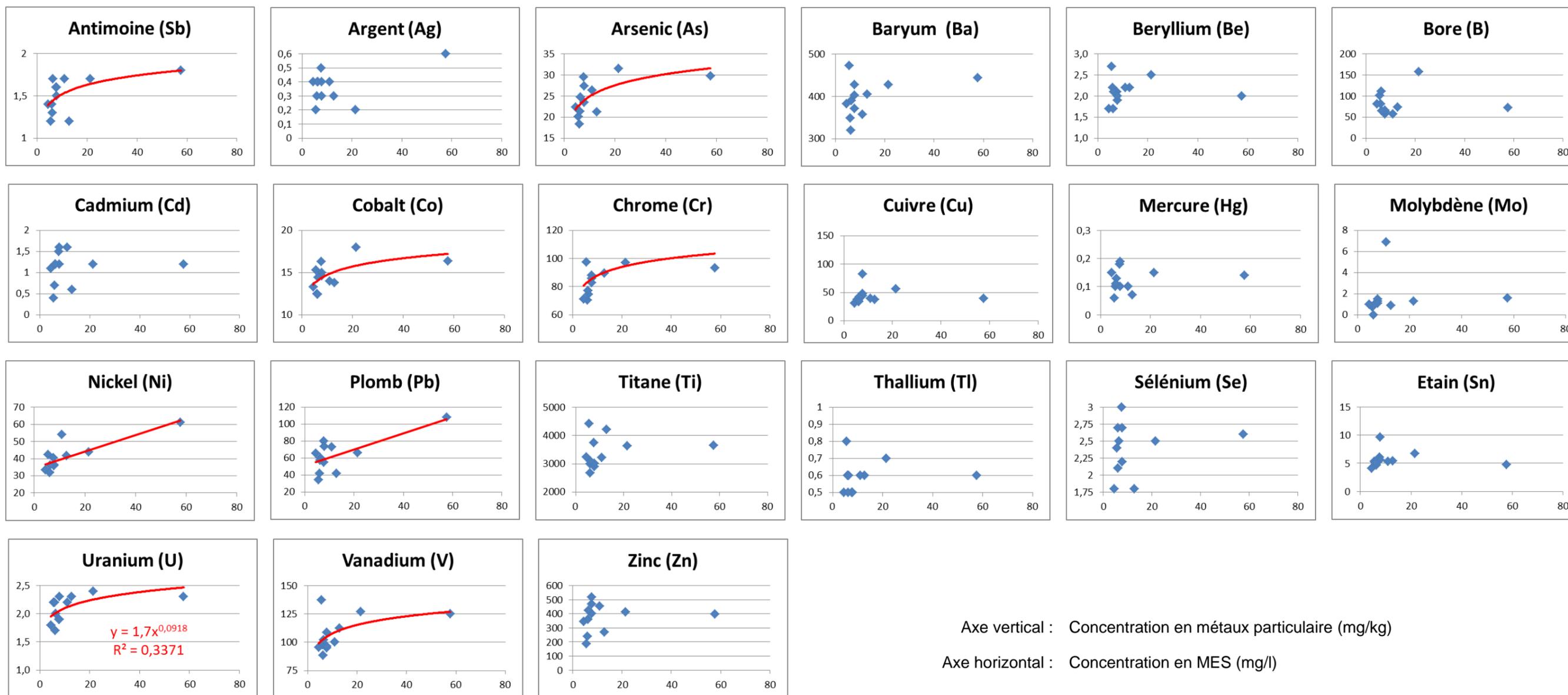
- Prélèvements Peenaert
- Prélèvements GEO-Transfert

Histogramme des débits journaliers (BD Hydrp) et identification des jours de prélèvements de l'étude « Penearts » et des missions « MESSAGE » au Pont de Lamothe sur la Leyre de 2016 à 2018

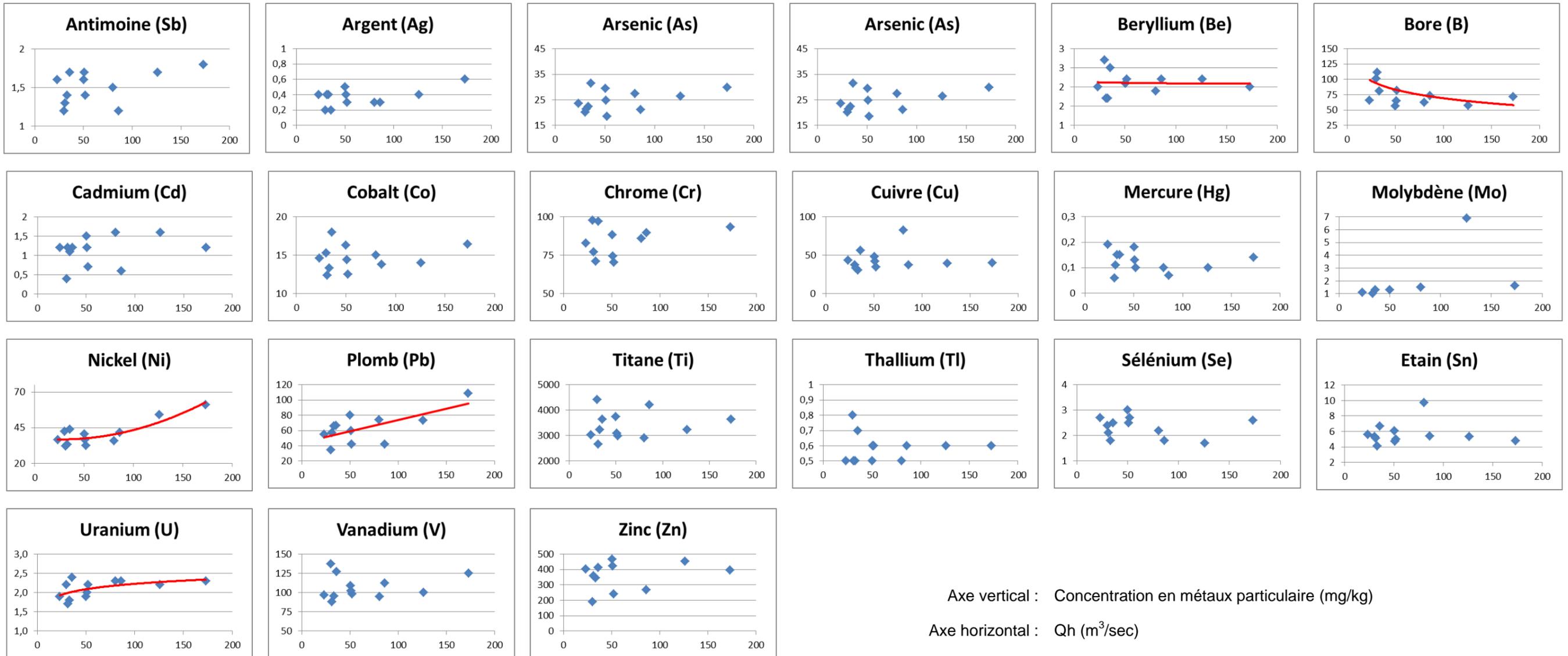
❖ **Tableau de synthèse des concentrations en ETM sur les MES du Gave de Pau à Saint-Cricq-du-Gave**

Code du paramètre	Elements métalliques analysés (en mg/kg MS)	Limite de Quantification (en mg/kg MS)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne			Bilan 2016 à 2018					
			08-juin	05-oct	16-nov	14-déc	11-mai	12-juil	20-sept	15-nov	25-avr	20-juin	12-sept	29-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nombre de détection	Fréquence de détection des composés (%)	Moyenne	minimum	maximum	médiane
1376	Antimoine (Sb)	0,2	1,2	1,2	1,4	1,6	1,5	1,7	1,6	1,7	1,7	1,8	1,4	1,3	4	4	4	1,4	1,6	1,6	12	100	1,5	1,2	1,8	1,6
1368	Argent (Ag)	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	4	4	4	0,3	0,3	0,5	12	100	0,4	0,2	0,6	0,4
1369	Arsenic (As)	0,2	21,2	20,1	18,4	29,5	27,4	31,5	23,5	24,7	26,4	29,8	22,4	21,4	4	4	4	22	27	25	12	100	25	18	32	24
1396	Baryum (Ba)	0,4	405	473	349	427	403	428	371	390	358	444	382	320	4	4	4	414	398	376	12	100	396	320	473	396
1377	Beryllium (Be)	0,2	2,2	2,7	2,2	2,1	1,9	2,5	2	2,1	2,2	2	1,7	1,7	4	4	4	2,3	2,1	1,9	12	100	2,1	1,7	2,7	2,1
1362	Bore (B)	1	74	102	81	57	62	157	66	65	57	72	81	112	4	4	4	78	88	80	12	100	82	57	157	73
1388	Cadmium (Cd)	0,2	0,6	0,4	0,7	1,5	1,6	1,2	1,2	1,2	1,6	1,2	1,1	1,2	4	4	4	0,8	1,3	1,3	12	100	1,1	0,4	1,6	1,2
1389	Chrome (Cr)	0,2	90	98	70	88	86	97	83	75	121	93	71	77	4	4	4	86	85	91	12	100	87	70	121	87
1379	Cobalt (Co)	0,2	13,8	15,3	12,5	16,3	15	18	14,6	14,4	14	16,4	13,3	12,4	4	4	4	14	16	14	12	100	15	12	18	15
1392	Cuivre (Cu)	0,2	38	38	35	48	82	56	44	42	39	40	31	34	4	4	4	40	56	36	12	100	44	31	82	40
1380	Etain (Sn)	0,2	5,4	5,3	5,0	6,1	9,7	6,7	5,6	4,7	5,3	4,8	4,1	5,1	4	4	4	5,5	6,7	4,8	12	100	5,7	4,1	9,7	5,3
1387	Mercuré (Hg)	0,02	0,07	0,1	0,1	0,2	0,1	0,15	0,19	0,13	0,1	0,14	0,15	0,11	4	4	4	0,1	0,1	0,1	12	100	0,1	0,1	0,2	0,1
1395	Molybdène (Mo)	0,2	0,9	0,8	0,8	1,3	1,5	1,3	1,1	0,9	6,9	1,6	1	<0,2	4	4	3	1,0	1,2	3,2	12	92	1,8	0,8	6,9	1,1
1386	Nickel (Ni)	0,2	42	42	32	41	36	44	36	36	54	61	33	31,9	4	4	4	39	38	45	12	100	41	32	61	39
1382	Plomb (Pb)	0,2	42	34	42	80	74	66	55	60	74	108	66	57	4	4	4	50	64	76	12	100	63	34	108	63
1385	Sélénium (Se)	0,2	1,8	2,4	2,7	3,0	2,2	2,5	2,7	2,5	1,7	2,6	1,8	2,1	4	4	4	2,5	2,5	2,1	12	100	2,3	1,7	3,0	2,5
2559	Tellure (Te)	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0	0	0									
2555	Thallium (Tl)	0,2	0,6	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	4	4	4	0,6	0,6	0,6	12	100	0,6	0,5	0,8	0,6
1373	Titane (Ti)	1	4210	4413	2994	3747	2907	3629	3022	3093	3227	3645	3232	2670	4	4	4	3841	3163	3194	12	100	3399	2670	4413	3230
1361	Uranium (U)	0,2	2,3	2,2	2,2	1,9	2,3	2,4	1,9	2	2,2	2,3	1,8	1,7	4	4	4	2,2	2,2	2,0	12	100	2,1	1,7	2,4	2,2
1384	Vanadium (V)	0,2	112	137	98	109	95	127	97	102	100	125	95	88	4	4	4	114	105	102	12	100	107	88	137	101
1383	Zinc (Zn)	0,4	268	188	239	468	518	412	402	424	455	397	344	359	4	4	4	291	439	389	12	100	373	188	518	400

❖ Teneurs en métaux particuliers (mg/kg de MES) en fonction de la concentration en MES (mg/L) du Gave de Pau à Saint-Cricq-du-Gave



❖ *Teneurs en métaux particuliers (mg/kg de MES) en fonction du débit (m³/sec) du Gave de Pau à Saint-Cricq-du-Gave*



9.6.4 Estimation des flux en ETM particulières 2016-2018 du Gave de Pau

❖ *Moyennes annuelles des flux de MES et des flux hydriques*

	max turbidité	max MES	Flux MES	max Q	flux HYD
	NTU	mg/L	t/an	m3/sec	km3/an
2016	535	661	85058	467	2,118
2017	332	410	50252	268	1,772
2018	923	1140	365733	1040	2,967

❖ **Tableau de synthèse des flux annuels en ETM particulières**

	Concentration moyenne		
	(mg ETM/kg de MES)		
	2016	2017	2018
Antimoine (Sb)	1,4	1,6	1,6
Argent (Ag)	0,3	0,3	0,5
Arsenic (As)	22	27	25
Baryum (Ba)	414	398	376
Beryllium (Be)	2,3	2,1	1,9
Bore (B)	78	88	80
Cadmium (Cd)	0,8	1,3	1,3
Chrome (Cr)	86	85	91
Cobalt (Co)	14	16	14
Cuivre (Cu)	40	56	36
Etain (Sn)	5	7	5
Mercure (Hg)	0,1	0,1	0,1
Molybdène (Mo)	1,0	1,2	3,2
Nickel (Ni)	39	38	45
Plomb (Pb)	50	64	76
Sélénium (Se)	2,5	2,5	2,1
Tellure (Te)			
Thallium (Tl)	0,6	0,6	0,6
Titane (Ti)	3841	3163	3194
Uranium (U)	2,2	2,2	2,0
Vanadium (V)	114	105	102
Zinc (Zn)	291	439	389

Cette étude		
flux MES (t/an)		
2016	2017	2018
85058	50252	365733
Flux ETM (kg ETM/an)		
2016	2017	2018
115	82	567
28	16	165
1897	1346	9143
35184	20004	137506
196	107	695
6658	4398	29423
68	65	466
7353	4274	33172
1231	779	5129
3360	2817	13112
464	335	1765
9	7	46
81	60	1158
3339	1915	16495
4225	3200	27887
211	124	750
53	29	201
326707	158935	1167967
183	108	731
9707	5287	37387
24758	22064	142124

❖ **Interprétation et discussion**

Les flux les plus faibles sont les flux de l'année 2017 qui a été une année très sèche.

Les flux les plus forts sont les flux de l'année 2018, notamment en raison de la crue de juin 2018.

Les flux de 2017 représentent seulement en moyenne 14% des flux observés en 2018.

- D'une part, les flux de MES de l'année 2017 ne représente que 14% du flux de MES de l'année 2018

- D'autre part, les rapports entre la concentration annuelle moyenne la plus faible d'un ETM et la concentration annuelle moyenne la plus élevée sont compris entre 30% à 94% (moyenne de 78%).

Les concentrations moyennes annuelles en ETM particulières ont donc un impact plus faible que le flux de MES annuel sur la variabilité des flux des ETM.

La variabilité des flux annuels en ETM est donc déterminée au premier ordre par la variabilité des flux de MES, c'est-à-dire par la variabilité sur les débits de crue et les concentrations en MES. Ce sont donc les concentrations en MES et les débits qui au premier ordre déterminent l'intensité des flux de MES et des ETM associés.

Pour évaluer avec fiabilité les flux des ETM particulières, il est donc important de disposer sur le Gave de Pau d'un protocole qui permette de décrire correctement la forte variabilité des débits et des fortes valeurs de concentrations en MES observées en crue.

9.7 Flux de Métaux Traces de la Garonne

Les flux de métaux traces sont estimés par l'équipe TGM de l'université de Bordeaux dans le cadre du « suivi du Cd Lot-Garonne-Gironde ».

10 Méthodologie pour l'estimation des Flux de Micropolluants Organiques particulaires

10.1 Données « Réseau MES »

L'analyse des flux de micropolluants repose principalement sur l'exploitation :

- des flux de MES estimé grâce au réseau MESsAGe ;
- des connaissances des teneurs en micropolluants organiques acquises grâce aux analyses chimiques réalisées sur les MES prélevées par la société Penaerts dans le cadre du « Réseau MES ».

Il faut rappeler que le « réseau MES » a pour objectif le prélèvement de MES en gros volume, afin de rechercher la présence dans les particules d'un maximum de micropolluants et d'en quantifier les concentrations.

Les prélèvements sont réalisés 4 fois par an pour des conditions saisonnières et hydrologiques différentes (1 fois par trimestre). 139 micropolluants organiques sont ainsi recherchés par le laboratoire sous-traitant de la société Penaerts.

L'analyse de la base de donnée montre qu'une majorité d'analyses ne permettent pas la quantification des principaux composés organiques recherchés.

10.1.1 Nombre de composés organiques quantifiés

Sur les années 2016 à 2018 Seulement 32 composés organiques ont été quantifié sur au minimum un échantillon de MES.

❖ *Composés organiques quantifiés régulièrement*

14 composés organiques sont quantifiés régulièrement, c'est-à-dire que le composé est quantifié dans un échantillon sur deux au moins :

Anthracène, BDE 209 (Decabromodiphenylether), Benzo (a) Anthracène, Benzo (a) Pyrène, Benzo (b) Fluoranthène, Chrysène, DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate), Fluoranthène, Indéno (1,2,3-cd) Pyrène, Pyrène, Benzo (ghi) Perylène, Benzo (k) Fluoranthène, Naphtalène et Phénanthrène.

Les flux annuels de ces composés pourront être estimés, soit à l'aide d'une concentration moyenne, soit avec une relation empirique si la concentration du composé est proportionnelle à la teneur en MES dans les eaux.

❖ *Composés organiques quantifiés rarement*

2 micropolluants organiques sont détectés occasionnellement. Les informations seront donc insuffisantes pour estimer ne serait ce qu'une concentration moyenne annuelle.

❖ *Composés organiques quantifiés exceptionnellement*

16 micropolluants organiques sont détectés exceptionnellement. Les informations seront donc insuffisantes pour permettre l'estimation fiable de la concentration moyenne annuelle et interannuelle.

Il sera donc impossible d'estimer des flux pour ces composés organiques.

❖ *Composés organiques jamais détectés*

107 composés organiques analysés, sur 139, ne sont jamais quantifiés.

10.1.2 Méthode de calcul des concentrations moyennes et médianes

Le protocole que nous avons utiliser pour calculer les valeurs statistiques est d'affecter dans la population de valeur une concentration égale à la LQ/2 quand le composé organique a été quantifié une fois au minimum dans l'année.

Quand le composé organique n'a pas été quantifié sur aucun des échantillons pour une année donnée, aucune concentration moyenne annuelle et aucun flux moyen ne sera calculé.

	Code du paramètre	Elements métalliques analysés (en mg/kg MS)	Limite de Quantification	Nb de quantification						nb total de quantification	%
				Charente	Dordogne	Garonne	Leyre	Adour	Gave de Pau		
1	1622	Acénaphthylène	20	7	1		8	5	1	22	31
2	1101	Alachlore	10						1	1	1
3	1458	Anthracène	10	11	12	10	7	12	9	61	85
4	1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	12	6	3	8	7	11	47	65
5	1082	Benzo (a) Anthracène	10	12	12	12	12	12	12	72	100
6	1115	Benzo (a) Pyrène	10	12	12	12	12	12	12	72	100
7	1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	12	12	12	12	12	12	72	100
8	1118	Benzo (ghi) Perylène	10	12	11	12	12	11	11	69	96
9	1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	11	12	10	4	7	11	55	76
10	1584	Biphenyl	10	1				8		9	13
11	1476	Chrysène	20	12	12	9	12	11	11	67	93
12	6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	12	12	11	11	11	12	69	96
13	1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20	3			6	1		10	14
14	1191	Fluoranthène	20	12	12	12	12	12	12	72	100
15	1623	Fluorène	20	1				1		2	3
16	1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	12	12	10	12	6	11	63	88
17	1619	Methyl 2 Fluoranthène	20	4	1			3		8	11
18	1618	Methyl 2 Naphtalène	20	5	3	2		5	2	17	24
19	1517	Naphtalène	10	11	9	7	9	12	6	54	75
20	6598	Nonylphénols	40	1				1		2	3
21	1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10	2				1		3	4
22	1959	Octylphénol para-tert	10	1	3	3	1	1	1	10	14
23	1242	PCB101	5	1					1	2	3
24	1243	PCB118	5	1						1	1
25	1244	PCB138	5	3	2				5	10	14
26	1245	PCB153	5	3	1			1	4	9	13
27	1246	PCB180	5	1	1					2	3
28	1241	PCB52	5						1	1	1
29	1234	Pendimethaline	20			1			1	2	3
30	1235	Pentachlorophénol	20					1		1	1
31	1524	Phénanthrène	50	11	8	3	3	12	3	40	56
32	1537	Pyrène	30	12	12	10	12	12	11	69	96

	nombre de quantification entre 0 et 20% des échantillons
	nombre de quantification entre 20 et 50% des échantillons
	nombre de quantification supérieur à 50% des échantillons

10.2 Teneurs en composés organiques dans les MES du « réseau MES »

10.2.1 Teneurs en composés organiques dans les MES de la Charente

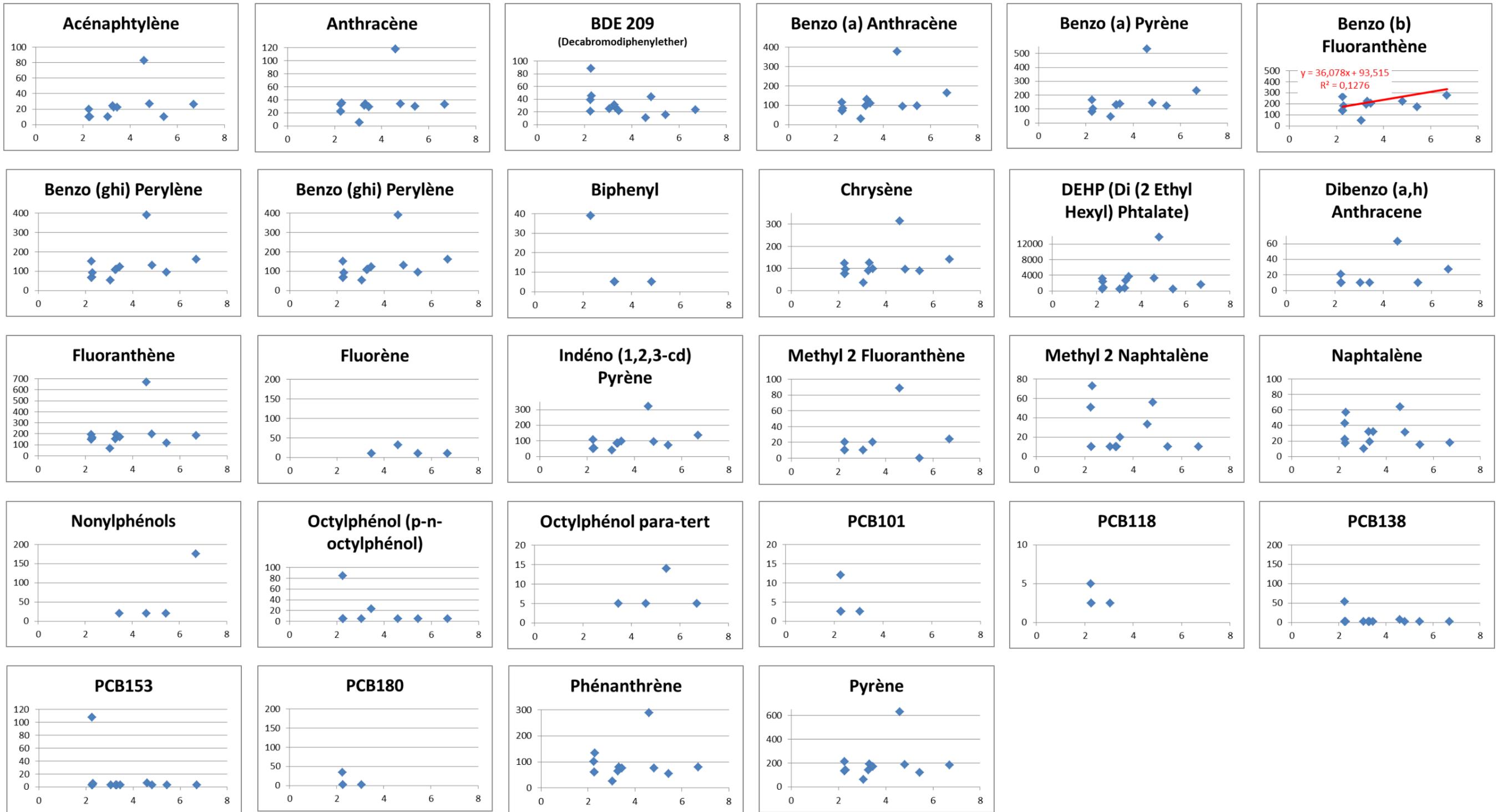
❖ Tableau de synthèse des résultats d'analyses

La Charente est le fleuve qui présente le plus de composés organiques quantifiés : 28 (sur 139 composés analysés). En particulier, la Charente présente cette caractéristique car plusieurs composés de la famille des PCB sont détectés alors qu'ils ne le sont pas dans les autres bassins versants.

Le DHEP est le composé qui présente les plus fortes teneurs (400 à 14000 µg/kg de MES). L'Anthracène, de nombreux HAP, le Fluoranthène, l'Indéno Pyrène, le Nonyphénol, le PCB180, le Phénylène et le Pyrène ont des concentrations de n*10 à n*100 µg/kg de MES. Les autres composés ont des concentrations inférieures à n*10 µg/kg de MES.

Code du paramètre	Concentration en micro-polluant organique particulaire (µg/kg MS)	Limite de Quantification (µg/kg)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne (µg/kg)			Bilan 2016 à 2018				
			07-juin	04-oct	15-nov	13-déc	09-mai	10-juil	19-sept	14-nov	24-avr	20-juin	11-sept	30-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nb de détection	Fréquence de détection des composés (%)	Moyenne (µg/kg)	minimum (µg/kg)	maximum (µg/kg)
1622	Acénaphthylène	20	<20	<20	<20	20	22	27	24	<20	26	<20	83	22	1	3	3	13	24	35	7	58	24	20	83
1101	Alachlore	10																							
1458	Anthracène	10	<10	22	22	33	34	34	31	35	33	30	118	29	3	4	4	21	34	53	11	92	36	22	118
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	25	88	39	21	27	44	31	45	23	15	11	22	4	4	4	43	37	18	12	100	33	11	88
1082	Benzo (a) Anthracène	10	31	72	71	114	130	94	97	84	163	96	376	109	4	4	4	72	101	186	12	100	120	31	376
1115	Benzo (a) Pyrène	10	46	80	81	164	131	143	131	101	233	123	533	136	4	4	4	93	127	256	12	100	159	46	533
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	50	140	134	262	221	221	193	181	275	173	647	202	4	4	4	147	204	324	12	100	225	50	647
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	53	68	65	151	110	129	107	91	160	95	390	122	4	4	4	84	109	192	12	100	128	53	390
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	<10	42	43	78	66	70	61	49	101	61	244	73	3	4	4	42	62	120	11	92	74	42	244
1584	Biphenyl	10				<10	<10	<10	39							1			14		1	8	14	39	39
1476	Chrysène	20	34	75	75	122	125	96	90	95	142	90	315	99	4	4	4	77	102	162	12	100	113	34	315
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	409	2319	417	3131	2644	13791	690	882	1553	482	3295	3655	4	4	4	1569	4502	2246	12	100	2772	409	13791
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20	<20	<20	<20	21					27	<20	63	<20	1		2	13		28	3	25	20	21	63
1191	Fluoranthène	20	69	154	150	191	195	198	152	164	185	116	671	171	4	4	4	141	177	286	12	100	201	69	671
1623	Fluorène	20									<20	<20	32	<20			1		16	1	8	16	32	32	
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	40	55	52	108	87	96	86	55	135	74	322	99	4	4	4	64	81	158	12	100	101	40	322
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20	<20	<20	<20	20					24	<20	89	20	1		3	13		36	4	33	24	20	89
1618	Methyl 2 Naphtalène	20	<20	<20	<20	51	<20	56	<20	73	<20	<20	33	20	1	2	2	20	37	18	5	42	25	20	73
1517	Naphtalène	10	<10	17	22	43	19	31	32	57	18	15	64	32	3	4	4	22	35	32	11	92	30	15	64
6598	Nonylphénols	40									176	<40	<40	<40			1		59	1	8	59	176	176	
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10	<10	<10	<10	84					<10	<10	<10	23	1		1	25		10	2	17	17	23	84
1959	Octylphénol para-tert	10									<10	14	<10	<10			1		7	1	8	7	14	14	
1242	PCB101	5	<5	<5	<5	12									1			5			1	8	5	12	12
1243	PCB118	5	<5	<5	<5	5									1			3			1	8	3	5	5
1244	PCB138	5	<5	<5	<5	54	5	<5	<5	<5	<5	<5	7	<5	1	1	1	15	3	4	3	25	7	5	54
1245	PCB153	5	<5	<5	<5	108	<5	<5	<5	5	<5	<5	6	<5	1	1	1	29	3	3	3	25	12	5	108
1246	PCB180	5	<5	<5	<5	34									1			10			1	8	10	34	34
1241	PCB52	5																							
1234	Pendimethaline	20																							
1235	Pentachlorophénol	20																							
1524	Phénanthrène	50	<50	61	60	102	80	75	65	133	80	55	288	75	3	4	4	62	88	125	11	92	92	55	288
1537	Pyrène	30	63	138	132	212	189	186	142	142	183	119	629	171	4	4	4	136	165	276	12	100	192	63	629

❖ Teneurs en composés organiques (mg/kg) en fonction de la concentration en MES (mg/L)



Concentration en MES (mg/l)

10.2.2 Teneurs en composés organiques dans les MES de la Dordogne

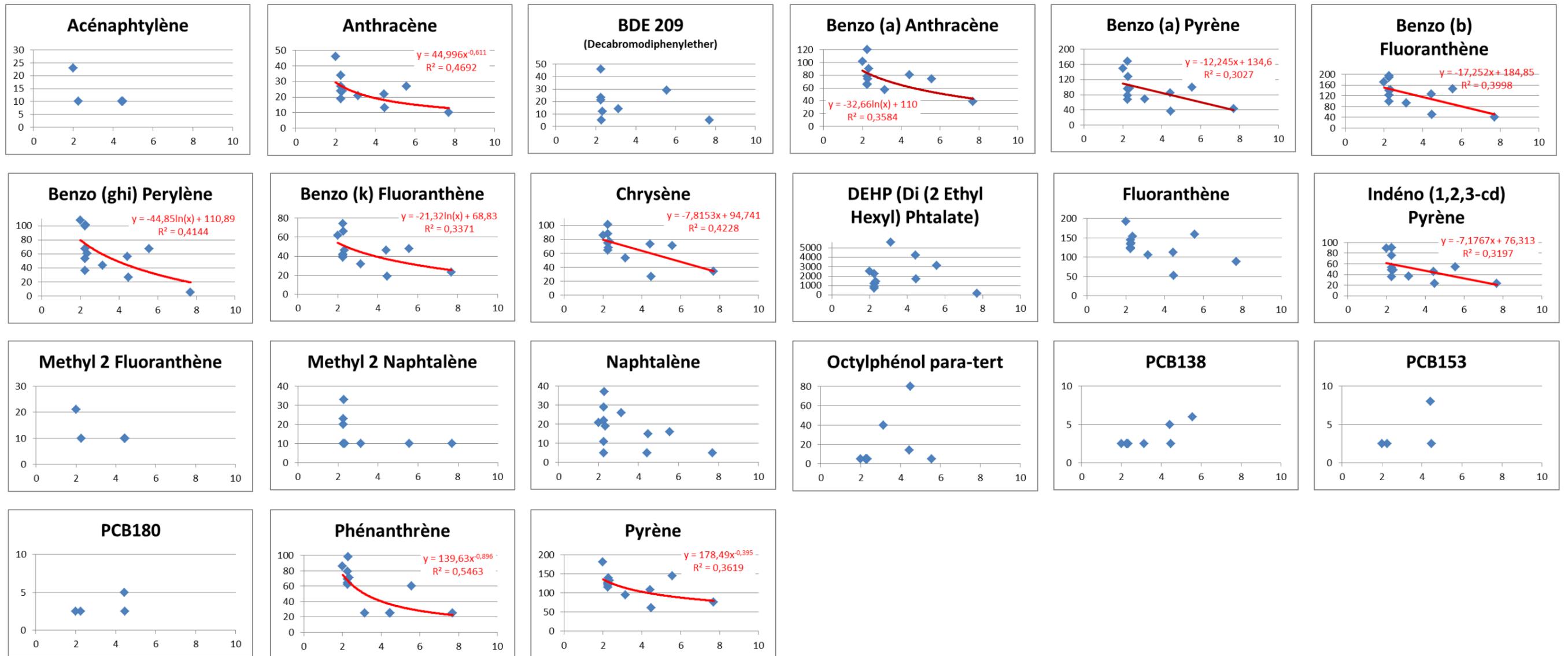
❖ Tableau de synthèse des résultats d'analyses

21 composés organiques ont été quantifiés au moins une fois dans les MES de la Dordogne.

Le DHEP est le composé qui présente les plus fortes teneurs (200 à 5500 µg/kg de MES). De nombreux HAP, le Chrysène, et le Pyrène ont des concentrations de n*10 à n*100 µg/kg de MES. Les autres composés quantifiés présentent des concentrations inférieures à n*10 µg/kg de MES.

Code du paramètre	Concentration en micro-polluant organique particulaire (µg/kg MS)	Limite de Quantification (µg/kg)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne (µg/kg)			Bilan 2016 à 2018				
			08-juin	06-oct	17-nov	15-déc	10-mai	11-juil	19-sept	14-nov	24-avr	20-juin	13-sept	29-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nb de détection	Fréquence de détection des composés (%)	Moyenne (µg/kg)	minimum (µg/kg)	maximum (µg/kg)
1622	Acénaphthylène	20								<20	<20	23	<20			1			13	1	8	13	23	23	
1101	Alachlore	10																							
1458	Anthracène	10	10	19	27	24	34	27	21	24	24	22	46	13	4	4	4	20	27	26	12	100	24	10	46
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	<10	46	23	21	<10	29	14	12					3	3		24	15		6	50	19	12	46
1082	Benzo (a) Anthracène	10	39	66	65	78	74	74	57	90	120	81	102	33	4	4	4	62	74	84	12	100	73	33	120
1115	Benzo (a) Pyrène	10	43	78	67	95	128	99	69	97	168	85	149	36	4	4	4	71	98	110	12	100	93	36	168
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	41	122	99	139	188	145	94	142	194	127	171	50	4	4	4	100	142	136	12	100	126	41	194
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	<10	53	36	67	101	67	44	61	100	56	108	27	3	4	4	40	68	73	11	92	60	27	108
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	23	41	39	42	66	48	32	46	74	46	62	19	4	4	4	36	48	50	12	100	45	19	74
1584	Biphenyl	10																							
1476	Chrysène	20	34	75	64	88	68	71	53	77	101	73	86	27	4	4	4	65	67	72	12	100	68	27	101
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	176	1209	730	870	1236	3127	5570	1415	2260	4236	2516	1715	4	4	4	746	2837	2682	12	100	2088	176	5570
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20																							
1191	Fluoranthène	20	88	144	134	124	136	159	106	153	122	113	192	53	4	4	4	123	139	120	12	100	127	53	192
1623	Fluorène	20																							
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	23	48	36	53	76	54	37	48	90	45	89	23	4	4	4	40	54	62	12	100	52	23	90
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20									<20	<20	21	<20			1			13	1	8	13	21	21
1618	Methyl 2 Naphtalène	20	<20	<20	20	23	33	<20	<20	<20					2	1		16	16		3	25	16	20	33
1517	Naphtalène	10	<10	11	29	22	37	16	26	19	<10	<10	21	15	3	4	2	17	25	9	9	75	17	11	37
6598	Nonylphénols	40																							
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10																							
1959	Octylphénol para-tert	10					<10	<10	40	<10	<10	14	<10	80		1	2		14	21	3	25	17	14	80
1242	PCB101	5																							
1243	PCB118	5																							
1244	PCB138	5					<5	6	<5	<5	<5	5	<5	<5		1	1		3	3	2	17	3	5	6
1245	PCB153	5									<5	8	<5	<5			1			4	1	8	4	8	8
1246	PCB180	5									<5	5	<5	<5			1			3	1	8	3	5	5
1241	PCB52	5																							
1234	Pendimethaline	20																							
1235	Pentachlorophénol	20																							
1524	Phénanthrène	50	<50	62	69	79	98	60	<50	71	64	<50	86	<50	3	3	2	59	64	50	8	67	57	60	98
1537	Pyrène	30	76	127	120	115	139	145	95	133	125	108	181	61	4	4	4	110	128	119	12	100	119	61	181

❖ **Tableau de synthèse des résultats d'analyses**



Concentration en MES (mg/l)

❖ **Corrélations entre les concentrations en micropolluants organiques et les concentrations en MES**

Bien qu'il manque de l'information sur la qualité des MES dans la plage de concentration en MES de 150 mg/L – 1000 mg/L, il semble que l'on puisse déterminer des corrélations positives entre la concentration de quelques micropolluants organiques analysés avec les concentrations en MES. Toutes les régressions identifiées sont des régressions linéaire, logarithmiques ou puissance décroissante. Les coefficients de corrélation sont compris entre $r^2=0.3$ et $r^2= 0,54$ pour plusieurs composés. Dans la majorité des cas, la courbe tend vers la limite de quantification quand les concentrations en MES augmentent indiquant :

- soit une possible dilution des polluants dans la masse de MES minérale.
- soit un manque de signification et de qualité des analyses des concentrations en micropolluants organiques quand les concentrations en MES sont élevées.

❖ *Choix de la concentration en micropolluants pour le calcul des flux*

Pour tous les composés dont la concentration mesurée semble tendre vers la limite de quantification quand la concentration en MES augmente, il ne sera pas possible de calculer les flux à l'aide la concentration moyenne qui tendra à surestimer les flux pour les associés aux débits et aux concentrations en MES importantes.

10.1 Teneurs en composés organiques dans les MES de la Leyre

Seulement 15 composés organiques ont été quantifiés au moins une fois sur la Leyre.

Le DHEP est le composé qui présente les plus fortes teneurs (250 à 6200 µg/kg de MES). De nombreux HAP, le Chrysène, le Fluoranthène, le Phénanthrène et le Pyrène ont des concentrations de n*10 à n*100 µg/kg de MES. Les autres composés quantifiés présentent des concentrations inférieures à n*10 µg/kg de MES.

Code du paramètre	Concentration en micro-polluant organique particulaire (µg/kg MS)	Limite de Quantification (µg/kg)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne (µg/kg)			Bilan 2016 à 2018				
			07-juin	04-oct	15-nov	15-déc	11-mai	12-juil	21-sept	15-nov	25-avr	20-juin	11-sept	27-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nb de détection	Fréquence de détection des composés (%)	Moyenne (µg/kg)	minimum (µg/kg)	maximum (µg/kg)
1622	Acénaphthylène	20	16	20	20	26	18	26	25	58					4	4		21	32		8	67	26	16	58
1101	Alachlore	10																							
1458	Anthracène	10	11	19	<10	<10	<10	<10	<10	15	12	19	26	13	2	1	4	10	8	18	7	58	12	11	26
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	21	67	48	39	51	39	58	112					4	4		44	65		8	67	54	21	112
1082	Benzo (a) Anthracène	10	28	69	47	43	41	49	64	121	36	48	66	30	4	4	4	47	69	45	12	100	54	28	121
1115	Benzo (a) Pyrène	10	34	115	81	79	83	83	97	183	49	50	104	33	4	4	4	77	112	59	12	100	83	33	183
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	34	56	45	39	33	42	51	79	71	78	120	59	4	4	4	44	51	82	12	100	59	33	120
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	17	37	34	24	24	25	32	58	32	34	66	33	4	4	4	28	35	41	12	100	35	17	66
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10									24	26	42	20			4			28	4	33	28	20	42
1584	Biphenyl	10																							
1476	Chrysène	20	21	67	44	38	54	42	57	103	38	46	64	29	4	4	4	43	64	44	12	100	50	21	103
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	343	1944	1115	1146	375	2995	248	761	<100	1913	6186	2320	4	4	3	1137	1095	2617	11	92	1616	248	6186
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20	<20	45	<20	26	22	26	<20	<20	22	<20	<20	21	2	2	2	23	17	16	6	50	19	21	45
1191	Fluoranthène	20	43	133	82	66	95	95	121	253	51	72	140	59	4	4	4	81	141	81	12	100	101	43	253
1623	Fluorène	20																							
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	21	46	41	28	26	32	39	63	37	30	54	27	4	4	4	34	40	37	12	100	37	21	63
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20																							
1618	Methyl 2 Naphtalène	20																							
1517	Naphtalène	10	<10	12	21	12	14	15	17	24	<10	<10	18	17	3	4	2	13	18	11	9	75	14	12	24
6598	Nonylphénols	40																							
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10																							
1959	Octylphénol para-tert	10									<10	<10	<10	35			1			13	1	8	13	35	35
1242	PCB101	5																							
1243	PCB118	5																							
1244	PCB138	5																							
1245	PCB153	5																							
1246	PCB180	5																							
1241	PCB52	5																							
1234	Pendimethaline	20																							
1235	Pentachlorophénol	20																							
1524	Phénanthrène	50	<50	54	<50	<50	<50	<50	<50	140	<50	<50	53	<50	1	1	1	32	54	32	3	25	39	53	140
1537	Pyrène	30	45	119	79	66	90	83	107	207	53	74	133	64	4	4	4	77	122	81	12	100	93	45	207

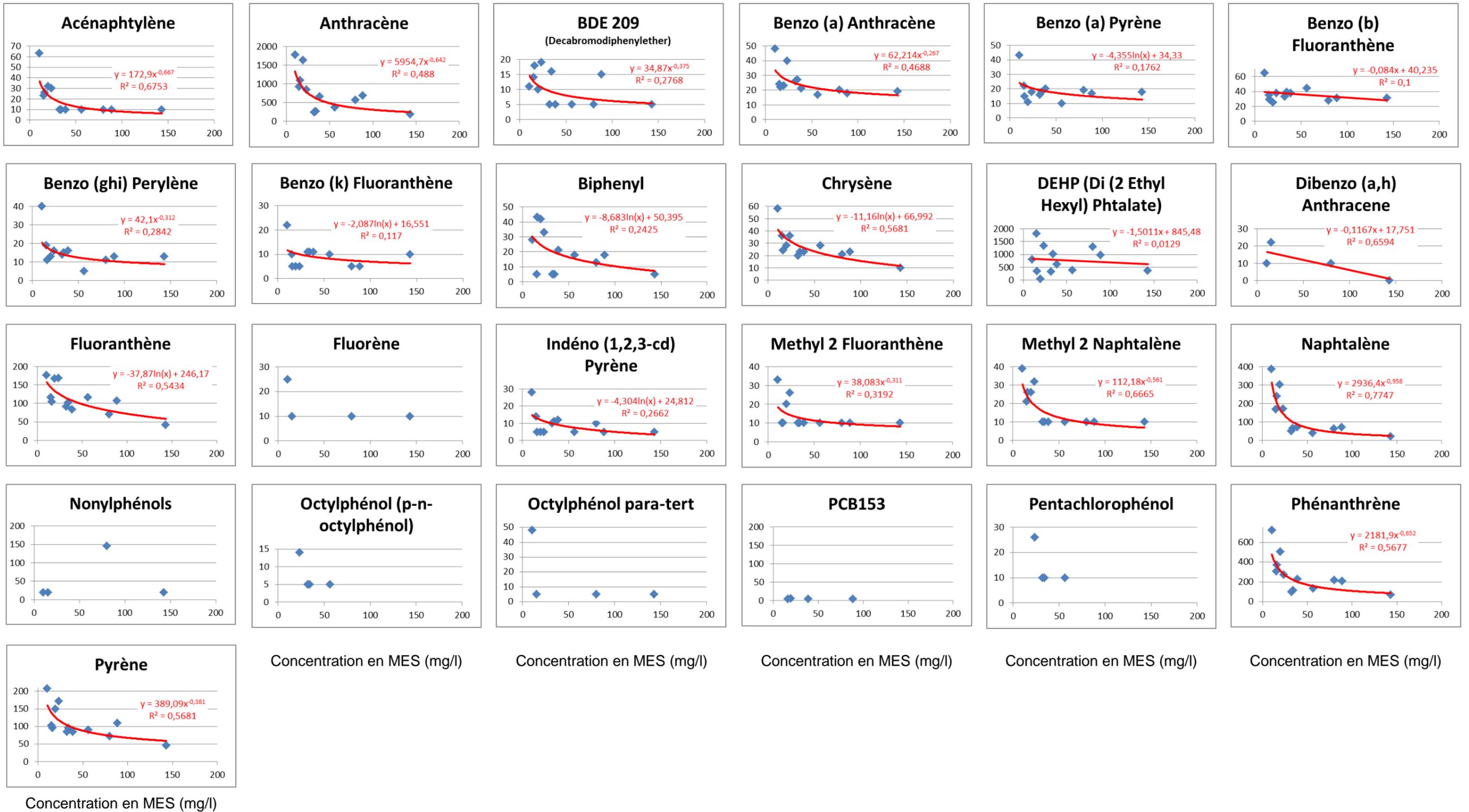
10.1 Teneurs en composés organiques dans les MES de l'Adour

❖ Tableau de synthèse des résultats d'analyses

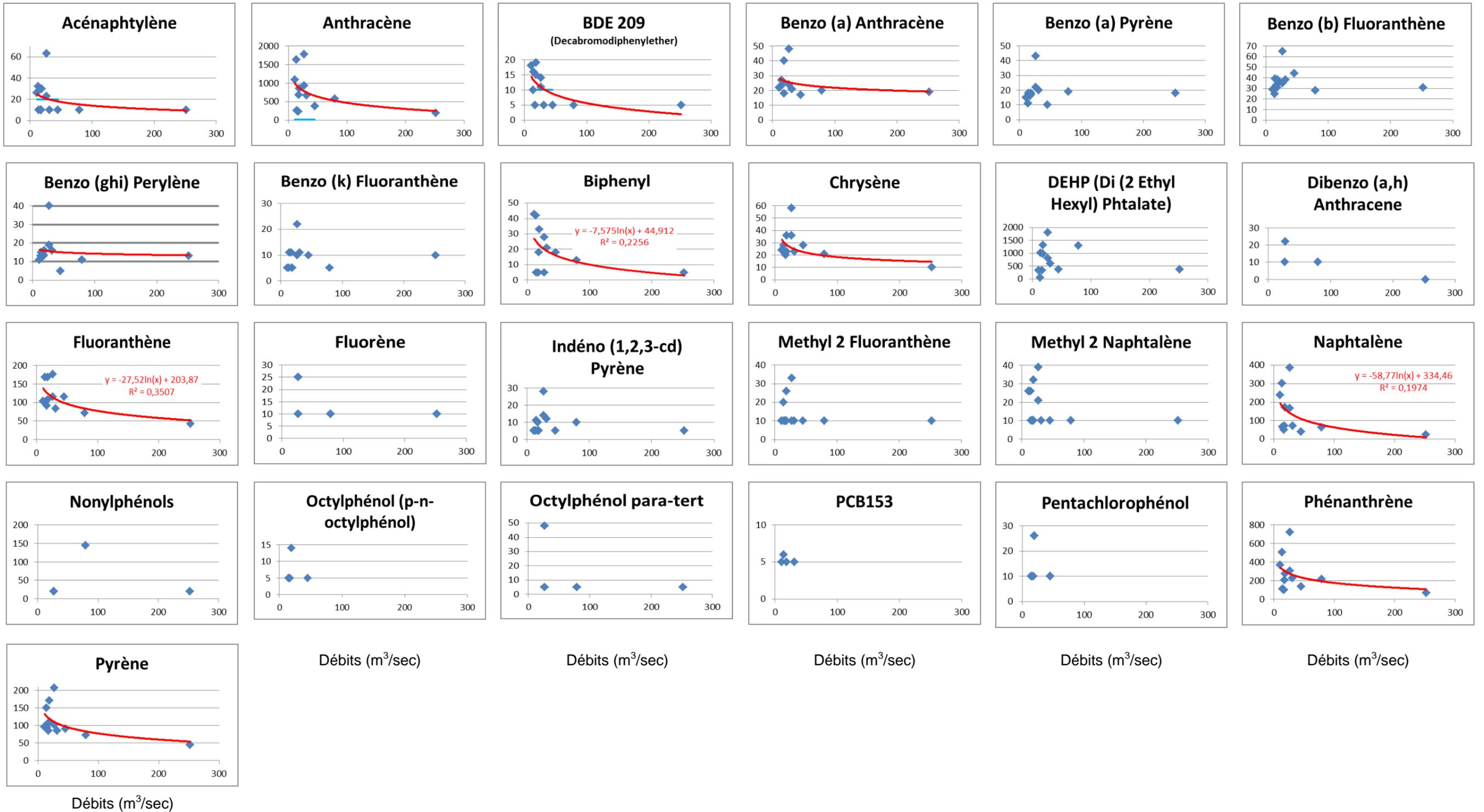
25 composés organiques ont été quantifiés au moins une fois dans les MES de l'Adour. Le DHEP et l'Anthracène sont les composés qui présentent les plus fortes teneurs (de 200 à 1800 µg/kg). De nombreux le Fluoranthène, le Naphtalène, les Nonylphénols, le Phénanthrène et le Pyrène ont des concentrations de 10 à plus de 100 µg/kg. Les autres composés quantifiés présentent des concentrations de quelques µg/kg à plus de 10 µg/kg.

Code du paramètre	Concentration en micro-polluant organique particulaire (µg/kg MS)	Limite de Quantification (µg/kg)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne (µg/kg)			Bilan 2016 à 2018				
			08-juin	05-oct	16-nov	14-déc	11-mai	12-juil	20-sept	15-nov	25-avr	20-juin	12-sept	28-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nb de détection	Fréquence de détection des composés (%)	Moyenne (µg/kg)	minimum (µg/kg)	maximum (µg/kg)
1622	Acénaphthylène	20	<20	<20	<20	30	<20	<20	32	26	<20	<20	23	63	1	2	2	15	20	27	5	42	20	23	63
1101	Alachlore	10																							
1458	Anthracène	10	372	265	236	851	667	686	1633	1092	573	188	926	1774	4	4	4	431	1020	865	12	100	772	188	1774
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	<10	16	<10	19	<10	15	10	18	<10	<10	14	11	2	3	2	11	12	9	7	58	11	10	19
1082	Benzo (a) Anthracène	10	17	27	26	40	21	18	23	22	20	19	24	48	4	4	4	28	21	28	12	100	25	17	48
1115	Benzo (a) Pyrène	10	10	18	16	18	20	17	11	15	19	18	22	43	4	4	4	16	16	26	12	100	19	10	43
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	44	39	33	38	38	31	25	29	28	31	35	65	4	4	4	39	31	40	12	100	36	25	65
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	<10	15	14	16	16	13	13	11	11	13	19	40	3	4	4	13	13	21	11	92	16	11	40
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	10	11	11	<10	11	<10	<10	<10	<10	10	10	22	3	1	3	9	7	12	7	58	9	10	22
1584	Biphenyl	10	18	<10	<10	33	21	18	42	43	13	<10	<10	28	2	4	2	15	31	13	8	67	20	13	43
1476	Chrysène	20	28	23	20	36	23	23	28	24	21	<20	36	58	4	4	3	27	25	31	11	92	28	20	58
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	379	1021	329	1327	605	976	<100	342	1297	369	1812	802	4	3	4	764	493	1070	11	92	776	329	1812
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20									<20	<20	22	<20			1			13	1	8	13	22	22
1191	Fluoranthène	20	116	102	91	169	83	107	168	104	71	42	116	177	4	4	4	120	116	102	12	100	112	42	177
1623	Fluorène	20									<20	<20	<20	25			1			14	1	8	14	25	25
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	<10	11	10	<10	12	<10	<10	<10	10	<10	14	28	2	1	3	8	7	14	6	50	10	10	28
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20	<20	<20	<20	26	<20	<20	20	<20	<20	<20	<20	33	1	1	1	14	13	33	3	25	20	20	33
1618	Methyl 2 Naphtalène	20	<20	<20	<20	32	<20	<20	26	26	<20	<20	21	39	1	2	2	16	18	20	5	42	18	21	39
1517	Naphtalène	10	40	67	52	173	72	72	303	240	65	23	168	388	4	4	4	83	172	161	12	100	139	23	388
6598	Nonylphénols	40									145	<40	<40	<40			1			51	1	8	51	145	145
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10	<10	<10	<10	14									1			7			1	8	7	14	14
1959	Octylphénol para-tert	10									<10	<10	<10	48			1			16	1	8	16	48	48
1242	PCB101	5																							
1243	PCB118	5																							
1244	PCB138	5																							
1245	PCB153	5					<5	<5	6	<5						1			3		1	8	3	6	6
1246	PCB180	5																							
1241	PCB52	5																							
1234	Pendimethaline	20																							
1235	Pentachlorophénol	20	<20	<20	<20	26									1			14			1	8	14	26	26
1524	Phénanthrène	50	134	112	98	272	227	205	506	369	216	67	307	721	4	4	4	154	327	328	12	100	270	67	721
1537	Pyrène	30	90	95	85	171	85	109	150	96	72	45	102	208	4	4	4	110	110	107	12	100	109	45	208

❖ Teneurs en composés organiques (mg/kg) en fonction de la concentration en MES (mg/L)



❖ Teneurs en composés organiques (mg/kg) en fonction des débits



❖ *Corrélations entre les concentrations en micropolluants organiques et les concentrations en MES*

Sur l'Adour, bien qu'il manque de l'information sur la qualité des MES dans la plage de concentration en MES de 150 mg/L – 1000 mg/L, il semble que l'on puisse déterminer des corrélations positives entre la concentration de certains micropolluants organiques analysés avec les concentrations en MES.

Toutes les régressions identifiées sont des régressions linéaire, logarithmiques ou puissance décroissante. Les coefficients de corrélation dépassent 0,5 pour plusieurs composés : l'Acénaphthalène, le Chrysène, le Fluoranthène, le Methyl 2 Naphtalène, Naphtalène, le Phénanthrène et le Pyrène, le maximum étant le coefficient de corrélation pour le Naphtalène avec un $r^2 = 0,775$.

Dans la majorité des cas, la courbe tend vers la limite de quantification quand les concentrations en MES augmentent indiquant :

- soit une possible dilution des polluants dans la masse de MES minérale.
- soit un manque de signification et de qualité des analyses des concentrations en micropolluants organiques quand les concentrations en MES sont élevées.

❖ *Choix de la concentration en micropolluants pour le calcul des flux*

Pour tous les composés dont la concentration mesurée semble tendre vers la limite de quantification quand la concentration en MES augmente, il ne sera pas possible de faire une estimation précise des flux. En effet, on peut choisir d'utiliser comme concentration en polluants :

- soit 50% la limite de quantification. C'est la valeur qui a été retenue pour construire les graphiques et pour calculer les concentrations moyennes annuelles.
- soit un autre pourcentage de la concentration déterminée comme limite de quantification.

Ainsi, le flux pour une concentration moyenne de 25% de la LQ, serait 2 fois plus faible que le flux estimé avec la LQ. Avec une concentration moyenne de 10% de la LQ, le flux serait 5 fois plus faible !

Les limites de quantification devront être améliorées pour permettre une quantification fiable des flux. En l'état actuel des connaissances et des savoir-faire, la seule certitude est que les flux seront inférieurs à la valeur de flux calculée avec la valeur de 50% de la LQ comme concentration moyenne d'un composé.

Il n'est également risqué de calculer le flux avec la concentration moyenne sur l'ensemble des échantillons analysés. En effet, la concentration moyenne calculée pour un composé serait bien supérieure à la LQ, comme la fréquence de prélèvement d'échantillons ayant de faibles concentrations en MES est plus importante que celle d'échantillons présentant une forte concentration en MES.

❖ *Corrélations entre les concentrations en micropolluants organiques et les concentrations en MES*

Des corrélations établies avec le débit sont également statistiquement significative, ce qui est attendu en raison de la corrélation entre les concentration en MES et les débits. Néanmoins elles sont de moins bonne qualité qu'avec la concentration en MES.

Par manque de certitude sur la qualité de ces données, la régression entre concentration en micropolluant organique et le débit, ne sera pas utilisée pour le calcul des flux.

10.2 Teneurs en composés organiques du Gave de Pau

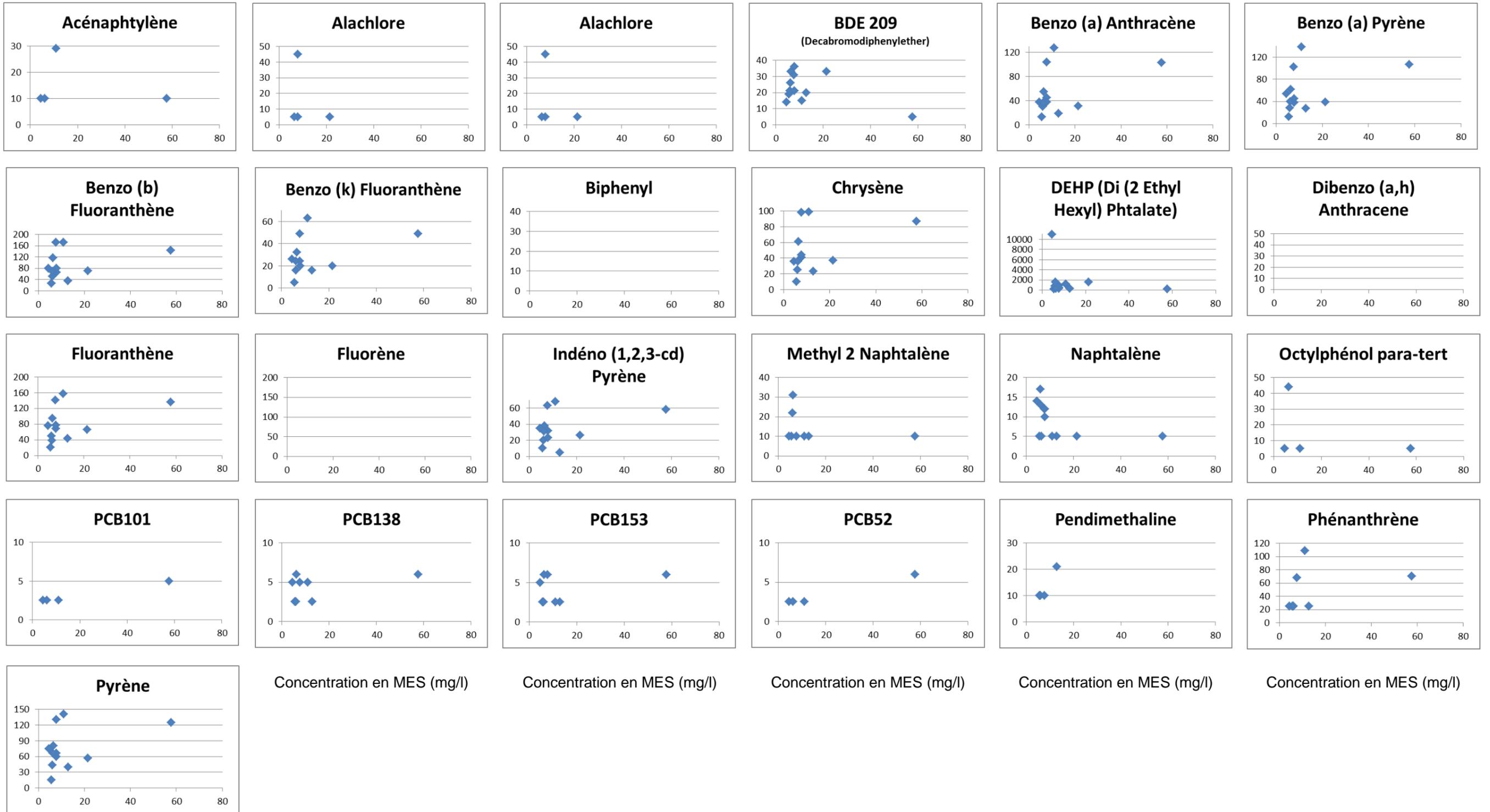
❖ Tableau de synthèse des résultats d'analyses

23 composés organiques ont été quantifiés au moins une fois sur le Gave de Pau.

Le DHEP est le composé qui présente les plus fortes teneurs (200 à 11000 µg/kg de MES). De nombreux HAP, le Fluoranthène et le Pyrène ont des concentrations qui peuvent dépasser 100 µg/kg. Les autres composés quantifiés présentent des concentrations inférieures à n*10 µg/kg de MES.

Code du paramètre	Concentration en micro-polluant organique particulaire (µg/kg MS)	Limite de Quantification (µg/kg)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne (µg/kg)			Bilan 2016 à 2018				
			08-juin	05-oct	16-nov	14-déc	11-mai	12-juil	20-sept	15-nov	25-avr	20-juin	12-sept	29-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nb de détection	Fréquence de détection des composés (%)	Moyenne (µg/kg)	minimum (µg/kg)	maximum (µg/kg)
1622	Acénaphthylène	20								29	<20	<20	<20			1			15	1	8	15	29	29	
1101	Alachlore	10				<10	<10	45	<10						1			15		1	8	15	45	45	
1458	Anthracène	10	<10	<10	<10	25	13	11	12	16	41	29	14	26	1	4	4	10	13	28	9	75	17	11	41
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	20	19	21	31	21	33	36	33	15	<10	14	26	4	4	3	23	31	15	11	92	23	14	36
1082	Benzo (a) Anthracène	10	19	13	30	104	45	31	38	55	128	103	38	37	4	4	4	42	42	77	12	100	53	13	128
1115	Benzo (a) Pyrène	10	27	12	28	102	38	39	45	62	138	107	54	40	4	4	4	42	46	85	12	100	58	12	138
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	35	26	52	172	66	71	79	116	171	143	79	69	4	4	4	71	83	116	12	100	90	26	172
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	<10	13	26	93	30	37	45	51	80	75	48	41	3	4	4	34	41	61	11	92	45	13	93
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	16	<10	16	49	20	20	24	32	63	49	26	24	3	4	4	22	24	41	11	92	29	16	63
1584	Biphenyl	10																							
1476	Chrysène	20	23	<20	25	98	41	37	44	61	99	87	36	36	3	4	4	39	46	65	11	92	50	23	99
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	278	180	794	276	855	1611	471	335	1150	226	11031	1556	4	4	4	382	818	3491	12	100	1564	180	11031
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20																							
1191	Fluoranthène	20	44	21	50	141	68	66	77	95	157	136	76	39	4	4	4	64	77	102	12	100	81	21	157
1623	Fluorène	20																							
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	<10	10	20	63	23	26	32	38	68	58	35	31	3	4	4	25	30	48	11	92	34	10	68
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20																							
1618	Methyl 2 Naphtalène	20	<20	<20	22	<20					<20	<20	<20	31	1		1	13		15	2	17	14	22	31
1517	Naphtalène	10	<10	<10	17	12	10	<10	12	<10	<10	<10	14	13	2	2	2	10	8	9	6	50	9	10	17
6598	Nonylphénols	40																							
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10																							
1959	Octylphénol para-tert	10									<10	<10	<10	44			1		15	1	8	15	44	44	
1242	PCB101	5									<5	5	<5	<5			1		3	1	8	3	5	5	
1243	PCB118	5																							
1244	PCB138	5	<5	<5	<5	5					5	6	5	6	1		4	3	6	5	42	4	5	6	
1245	PCB153	5	<5	<5	<5	6					<5	6	5	6	1		3	3	5	4	33	4	5	6	
1246	PCB180	5																							
1241	PCB52	5									<5	6	<5	<5			1		3	1	8	3	6	6	
1234	Pendimethaline	20	21	<20	<20	<20									1			13			1	8	13	21	21
1235	Pentachlorophénol	20																							
1524	Phénanthrène	50	<50	<50	<50	68					109	70	<50	<50	1		2	36		57	3	25	47	68	109
1537	Pyrène	30	40	<30	44	130	60	57	66	80	141	125	75	66	3	4	4	57	66	102	11	92	75	40	141

❖ Teneurs en composés organiques (mg/kg) en fonction de la concentration en MES (mg/L)



Concentration en MES (mg/l)

10.3 Teneurs en composés organiques de la Garonne

17 composés organiques ont été quantifiés au moins une fois sur le Gave de Pau. Le DHEP est le composé qui présente les plus fortes teneurs (100 à 12500 µg/kg de MES). Les autres composés ont des concentrations de quelques dizaines de µg/kg qui peuvent parfois dépasser 100 µg/kg (Benzofluoranthène, Fluoranthène et Pyrène).

La base de données des concentrations en MES journalière du « Suivi Cd » pour la station de la Réole n'est pas encore disponible, on ne peut donc rechercher les corrélations entre les concentrations en micropolluants et la concentration en MES.

Code du paramètre	Concentration en micro-polluant organique particulaire (µg/kg MS)	Limite de Quantification (µg/kg)	2016				2017				2018				Nb d'analyses			Moyenne (µg/kg)			Bilan 2016 à 2018						
			07-juin	04-oct	15-nov	13-déc	10-mai	11-juil	21-sept	16-nov	26-avr	20-juin	13-sept	29-nov	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Nb de détection	Fréquence de détection des composés (%)	Moyenne (µg/kg)	minimum (µg/kg)	maximum (µg/kg)		
1622	Acénaphthylène	20																									
1101	Alachlore	10																									
1458	Anthracène	10	12	18	21	16	12	13	<10	<10	14	13	10	12	4	2	4	17	9	12	10	83	13	10	21		
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	13	<10	<10	<10	28	26	<10	<10					1	2		7	16		3	25	12	13	28		
1082	Benzo (a) Anthracène	10	24	50	50	52	66	19	12	12	41	39	18	27	4	4	4	44	27	31	12	100	34	12	66		
1115	Benzo (a) Pyrène	10	31	56	55	71	56	26	11	11	52	40	25	30	4	4	4	53	26	37	12	100	39	11	71		
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	32	90	82	113	114	41	21	21	66	58	34	45	4	4	4	79	49	51	12	100	60	21	114		
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	22	46	39	66	53	21	10	10	32	26	19	24	4	4	4	43	24	25	12	100	31	10	66		
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	18	31	28	35	31	13	<10	<10	23	20	12	17	4	2	4	28	14	18	10	83	20	12	35		
1584	Biphenyl	10																									
1476	Chrysène	20	23	55	56	59	75	20	<20	<20	37	34	<20	24	4	2	3	48	29	32	9	75	36	20	75		
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	197	133	<100	953	834	12493	923	923	927	258	1164	627	3	4	4	333	3793	744	11	92	1624	133	12493		
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20																									
1191	Fluoranthène	20	52	92	98	103	101	52	28	28	49	55	35	47	4	4	4	86	52	47	12	100	62	28	103		
1623	Fluorène	20																									
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	22	40	34	42	38	15	<10	<10	27	20	16	20	4	2	4	35	16	21	10	83	24	15	42		
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20																									
1618	Methyl 2 Naphtalène	20	<20	<20	<20	43	<20	26	<20	<20					1	1		18	14		2	17	16	26	43		
1517	Naphtalène	10	<10	18	17	36	<10	15	22	22	<10	<10	<10	10	3	3	1	19	16	10	7	58	15	10	36		
6598	Nonylphénols	40																									
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10																									
1959	Octylphénol para-tert	10	<10	<10	<10	29	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	1	1	1	15	7	6	3	25	9	10	29		
1242	PCB101	5																									
1243	PCB118	5																									
1244	PCB138	5																									
1245	PCB153	5																									
1246	PCB180	5																									
1241	PCB52	5																									
1234	Pendimethaline	20	44	<20	<20	<20									1			19			1	8	19	44	44		
1235	Pentachlorophénol	20																									
1524	Phénanthrène	50	<50	50	50	70									3			49			3	25	49	50	70		
1537	Pyrène	30	46	80	82	124	87	54	<30	<30	49	51	33	42	4	2	4	57	43	44	10	83	48	33	124		

11 Flux de métaux traces dissous

Les sources de données de concentrations en métaux dissous sont :

- Le réseau RCS
- Le réseau RCO
- Les données GEO-Transfert, stage M2 2017 de Marie Zion.

Les données des réseaux RCS et RCO ont été téléchargées sur le site du SIE de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

11.1.1 Données du stage de M. Zion (2017)

Pendant l'année 2017, GEO-Transfert a réalisé en plus des prélèvements d'eau pour les MES, des prélèvements d'eau pour réaliser des analyses des concentrations en métaux dissous. L'ensemble des résultats est présentés en annexe.

	Nombre d'échantillons
Charente	4
Dordogne	3
Leyre	3
Adour	6
Gave de Pau	4

Concentration en métaux dissous en µg/L, prélevés par GEO-Transfert lors des missions de maintenance des sondes.

		Leyre	Charente	Dordogne	Gave de Pau	Adour
Cd	<i>min - max</i>	0,01	0,01	0,003 - 0,005	0,01 - 0,02	0,01
	<i>moyenne</i>	0,01	0,01	0,004	0,01	0,01
Cu	<i>min - max</i>	0,3 - 2,07	1,23 - 1,31	0,74 - 1,67	0,74 - 1,32	1,05 - 2,16
	<i>moyenne</i>	0,97	1,27	1,05	1,00	1,64
Cr	<i>min - max</i>	0,26 - 0,34	0,24 - 0,39	0,17 - 0,70	0,27 - 0,44	0,30 - 0,51
	<i>moyenne</i>	0,30	0,31	0,38	0,35	0,39
Co	<i>min - max</i>	0,12 - 0,26	0,35 - 0,36	0,10 - 0,15	0,15 - 0,17	0,19 - 0,23
	<i>moyenne</i>	0,21	0,355	0,13	0,17	0,21
Ni	<i>min - max</i>	0,93 - 0,99	4,82 - 5,10	1,12 - 1,76	1,92 - 2,27	2,12 - 2,30
	<i>moyenne</i>	0,96	4,96	1,43	2,10	2,23
Pb	<i>min - max</i>	0,05 - 0,21	0,05 - 0,19	0,05 - 0,06	0,07 - 11,8	0,06 - 0,23
	<i>moyenne</i>	0,11	0,12	0,05	3,02	0,13
As	<i>min - max</i>	0,57 - 0,56	0,84 - 0,89	0,83 - 1,28	1,01 - 1,15	0,84 - 1,15
	<i>moyenne</i>	0,60	0,86	1,00	1,05	1,00
V	<i>min - max</i>	1,12 - 1,20	1,19 - 1,23	0,62 - 0,72	0,34 - 0,58	0,84 - 1,60
	<i>moyenne</i>	1,16	1,21	0,68	0,48	1,20
Zn	<i>min - max</i>	2,02 - 2,67	2,16 - 2,24	0,96 - 3,18	1,41 - 3,49	1,26 - 2,50
	<i>moyenne</i>	2,33	2,20	1,84	2,40	1,68
Mo	<i>min - max</i>	0,05 - 0,06	0,20 - 0,21	0,10 - 0,12	0,16 - 0,23	0,13 - 0,16
	<i>moyenne</i>	0,05	0,205	0,11	0,18	0,14
Sb	<i>min - max</i>	0,05 - 0,07	0,08	0,11 - 0,13	0,08 - 0,09	0,07 - 0,11
	<i>moyenne</i>	0,06	0,08	0,11	0,08	0,09
U	<i>min - max</i>	0,02	0,56 - 0,60	0,02	0,25 - 0,43	0,15 - 0,23
	<i>moyenne</i>	0,02	0,58	0,02	0,33	0,19
Sr	<i>min - max</i>	53,2 - 66,5	209,9 - 234,5	55,9 - 70,3	93,7 - 122,3	94,1 - 137,4
	<i>moyenne</i>	59,29	222,19	63,54	108,4	111,08
Ba	<i>min - max</i>	29,6 - 39,3	28,8 - 29,2	15,4 - 20,11	12,2 - 13,8	20,4 - 22,6
	<i>moyenne</i>	34,80	28,97	17,44	12,8	21,52
Th	<i>min - max</i>	0,02	0,03 - 0,06	0,02	0,01 - 0,03	0,02 - 0,07
	<i>moyenne</i>	0,02	0,05	0,02	0,0	0,05

11.1.2 Données du SIE

❖ Métaux dissous sur la Charente (données SIE ; cellules grisées : mesure >LQ)

Concentration en Métaux dissous (µg/L)	Antimoine		Baryum		Cadmium		Cobalt		Etain		Molybdène		Nickel		Plomb		Sélénium		Uranium		Vanadium		Thallium		Titane		Arsenic		Chrome		Cuivre		Zinc		
	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	
25/01/2016 10:31	0,1	37,1			0,03		0,1		0,1	0,2		0,6		0,2		0,6		0,7		0,7		0,1	1												
21/03/2016 09:21	0,1	35			0,03		0,1		0,1	0,2		0,5		0,2		0,4		0,5		0,6		0,1		1	0,6		0,2		0,64					1	
23/05/2016 09:32	0,1	37			0,03		0,1		0,1	0,2			0,5	0,2		0,4		0,5		0,7		0,1	1	0,7		0,3		0,9				2			
25/07/2016 09:47	0,1	39,9			0,03		0,1		0,1	0,2		0,9		0,2		0,4		0,6		0,9		0,1	1												
19/09/2016 09:08	0,1	40,5			0,03		0,1		0,1	0,3		0,5		0,1	0,3		0,6		1,1		1,1		0,1	1	0,8		0,1	0,81				2			
14/11/2016 09:39	0,1	34,6			0,08		0,2		0,1			0,3		1,4	0,3		0,3		0,5		0,6		0,2		1	0,6		0,1	1,97				14		
23/01/2017 09:48	0,1	31,7			0,03		0,1		0,1	0,2		0,4			0,1	0,4		0,6		0,4		0,1		1											
20/03/2017 09:17	0,1	37,4			0,03		0,1		0,1	0,2		0,5			0,1	0,6		0,7		0,7		0,1		1	0,6		0,2		0,65				1		
15/05/2017 09:12	0,1	35,5			0,03		0,1		0,1	0,3		0,4			0,1	0,3		0,6		0,6		0,1		1	0,6		0,1		0,52				2		
24/07/2017 09:35	0,1	32,2			0,03		0,1		0,1	0,3		0,5		0,2		0,3		0,5		1,1		0,1	1												
18/09/2017 09:06	0,1	35,6			0,03		0,1		0,1	0,4		0,6		0,1		0,3		0,6		1,1		0,1	1	1		0,1		0,82					2		
13/11/2017 11:55	0,1	34,4			0,03		0,1		0,1	0,3		0,6			0,1	0,3		0,6		0,7		0,1	1	0,7		0,1		1,04					3		
22/01/2018 09:50	0,1	29,9			0,03		0,1		0,1	0,4		0,6			0,1	0,5		0,9		0,8		0,1	1												
19/03/2018 10:13	0,1	37,2			0,03		0,1		0,1	0,2		0,6			0,1	0,4		0,6		0,6		0,1		1	0,5		0,2		0,66				2		
14/05/2018 10:07	0,1	36,6			0,03		0,1		0,1	0,2			0,5	0,1		0,4		0,6		0,6		0,1		1	0,6		0,2		0,67					1	
23/07/2018 10:10	0,1	36,7			0,03		0,1		0,1	0,2		0,6			0,1	0,3		0,6		0,9		0,1		1											
17/09/2018 10:15	0,1	36			0,03		0,1		0,1	0,2		1,1			0,1	0,4		0,6		1,0		0,2		1	0,8		0,1		0,76				2		
12/11/2018 10:18	0,1	32,7			0,03		0,1		0,1	0,3		0,6			0,1	0,4		0,6		0,7		0,1		1	0,6		0,2		0,83					6	
Moyenne avec LQ/2 - 2016	0,05	37,35			0,024		0,08		0,06		0,23		0,69		0,19		0,40		0,57		0,77		0,08	0,58		0,45		0,11		0,72				3,08	
Moyenne avec LQ/2 - 2017	0,06	34,47			0,013		0,05		0,05		0,28		0,50		0,08		0,37		0,60		0,77		0,07	0,50		0,48		0,08		0,51				1,33	
Moyenne avec LQ/2 - 2018	0,06	34,85			0,013		0,05		0,05		0,25		0,63		0,06		0,40		0,65		0,77		0,08	0,58		0,42		0,12		0,49				1,75	
Nb échantillons quantifiés	2	18			1		1		1		18		16		8		18		18		18		6	2		12		11		12				10	
Moyenne échantillons quantifiés	0,10	35,56			0,08		0,20		0,10		0,26		0,65		0,19		0,39		0,61		0,77		0,13	1,00		0,68		0,16		0,86				3,60	
Moyenne avec LQ/2 2016-2018	0,06	35,56			0,02		0,06		0,05		0,26		0,61		0,11		0,39		0,61		0,77		0,08	0,56		0,45		0,10		0,57				2,06	

❖ Métaux dissous sur la Dordogne (données SIE ; cellules grisées : mesure >LQ)

Concentration en Métaux dissous (µg/L)	Antimoine		Arsenic		Baryum		Cadmium		Chrome		Cobalt		Cuivre		Etain		Mercure		Nickel		Plomb		Titane		Uranium		Vanadium		Zinc	
	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ
28/01/2016 10:51		0,5			17			0,05				0,06				0,5		0,02		0,5		0,5		5	0,27			0,5		
22/02/2016 10:59								0,05										0,02		0,5		0,5								
24/03/2016 11:42		0,5	0,9		19			0,05		0,5		0,05		0,5		0,5		0,02		0,5		0,5		5	0,22			0,5		0,7
18/04/2016 11:41								0,05										0,02		0,5		0,5								
26/05/2016 11:19	0,1		1,1		22			0,03		0,5		0,1	0,8		0,5		0,02	0,5		0,1	1		0,23			0,5				2
20/06/2016 11:27								0,03										0,02	0,5		0,1									
28/07/2016 08:03	0,1				22			0,03				0,1			0,5		0,02		0,5		0,1		5	0,22		0,6				
22/08/2016 10:03								0,03										0,02		0,5		0,1								
22/09/2016 09:43		0,1	1,8		15			0,03		0,5		0,1	0,9		0,5		0,02		0,5		0,1		5	0,16		0,5				2
17/10/2016 11:53								0,03										0,02		0,5		0,1								
17/11/2016 11:26	0,1		1,3		19			0,03		0,5		0,1	0,6		0,5		0,02		0,5		0,1		0,5	0,19		0,5				2
12/12/2016 11:32								0,03										0,02		0,5		0,1								
26/01/2017 10:58	0,1				13			0,03				0,1			0,5		0,02	0,5		0,1		5	0,08			0,5				
20/02/2017 10:55								0,03										0,02	0,5		0,1									
23/03/2017 10:59	0,1		0,9		22			0,03		0,5		0,1	0,6		0,5		0,02		0,5		0,1		5	0,25		0,5		3,3		
10/04/2017 11:01								0,03										0,02		0,5		0,1								
18/05/2017 11:24	0,1		1,2		21			0,03		0,5		0,1	0,7		0,5		0,02		0,5		0,1		0,5	0,19		0,5		4		
19/06/2017 08:45								0,03										0,02		0,5		0,1								
27/07/2017 08:59	0,1				21			0,03				0,1			0,5		0,02	0,6		0,1	0,5		0,23		0,7					
21/08/2017 09:23								0,03										0,02		0,5		0,1								
21/09/2017 09:46	0,1		1,5		18			0,03		0,5		0,1	0,6		0,5		0,02		0,5		0,1		0,5	0,16		0,6				2
16/10/2017 10:32								0,03										0,02		0,5		0,1								
16/11/2017 10:28		0,1	1,5		19			0,03		0,5		0,1	0,6		0,5		0,02		0,5		0,1		0,5	0,18		0,5				2
11/12/2017 11:18								0,03										0,02		0,5	0,1									
25/01/2018 11:05		0,5			16			0,03				0,1			0,5		0,02		0,5	0,1		0,59		0,2		0,5				
19/02/2018 10:48								0,03										0,02	0,5		0,1									
22/03/2018 10:54	0,1		0,8		19			0,03		0,5		0,1	0,5		0,5		0,02		0,5		0,1		0,5	0,18		0,5				2
09/04/2018 10:56								0,03										0,02	0,6		0,1									
17/05/2018 10:25	0,1		1		21			0,03		0,5		0,1	0,6		0,5		0,02		0,5		0,1		0,5	0,27		0,5		6,4		
18/06/2018 09:26								0,03										0,02	0,5		0,1									
26/07/2018 08:55	0,1				21			0,03				0,1			0,5		0,02		0,5		0,1		0,5	0,25		0,8				
20/08/2018 09:30								0,03										0,02	0,8		0,1									
20/09/2018 08:36	0,1		1,8		19			0,03	1			0,1	0,7		0,5		0,02	1,1		0,1		0,5	0,19		0,9					2
15/10/2018 11:09								0,03										0,02	2,1		0,1									
Moyenne avec LQ/2 - 2016	0,08		1,28		19,0		nd		nd		nd		0,64		nd		nd		0,29		nd		nd	0,22		0,35		0,93		
Moyenne avec LQ/2 - 2017	0,09		1,28		19,0		nd		nd		nd		0,63		nd		nd		0,32		nd		nd	0,18		0,38		2,33		
Moyenne avec LQ/2 - 2018	0,09		1,20		19,2		nd		nd		nd		0,60		nd		nd		0,66		nd		nd	0,218		0,49		2,47		
Nb échantillons quantifiés	12		11		17		0		1		1		10		0		0		11		2		3		17		6		4	
Moyenne échantillons quantifiés	0,10		1,25		19,06		nd		nd		nd		0,66		nd		nd		0,75		nd		nd	0,20		0,68		3,60		
Moyenne avec LQ/2 2016-2018	0,07		1,25		19,06		nd		nd		nd		0,60		nd		nd		0,29		nd		nd	0,20		0,40		1,95		

De 2016 à 2018, il y a eu de 10 à 34 échantillons prélevés à Pessac-sur-Dordogne dans le cadre des différents réseaux de surveillance et de contrôle de l'Agence de l'Eau.

Parmi les éléments analysés, le Cd, le Cr, le Co, le Sn, le Hg le Pb et le Ti n'ont pas été quantifiés.

Le Sb, l'As, le Ba, le Cu, le Ni, l'U, le Va, et le Zn ont présenté des concentrations supérieures à la LQ sur plus d'un échantillon par an. Pour le calcul des concentrations moyennes, la valeur de la LQ/2 a été retenue pour les concentrations non quantifiées..

❖ **Métaux dissous sur la Garonne**

Dans le SIE de l'Agence de l'Eau, il faut remonter très en amont pour trouver une station de mesure sur la Garonne où des analyses de métaux dissous ont été effectuées (Tonneins).

De plus, les flux dissous d'ETM sont produits pour la station de la Réole par l'UMR EPOC de l'Université de Bordeaux dans le cadre du « Suivi du Cd ».

En conséquence, GEO-Transfert a décidé de ne pas chercher à fournir à tout prix une évaluation des flux dissous de qualité douteuse pour la Réole. Il est préférable d'atteindre les rapports de l'Université de Bordeaux.

❖ **Métaux dissous sur la Leyre**

Suivi les métaux, pendant la période d'étude, 2016-2018, il y a eu sur la Leyre, entre 4 et 35 prélèvements d'eau analysés pour la détermination des concentrations en métaux dissous. Seuls quatre éléments ont pu être quantifiés plus de 1 fois par an :

- Le Cr et le Pb ont été quantifiés sur 2 échantillons en 2016 (sur 4),
- Le Ba et Be ont été quantifiés sur 2 échantillons en 2018 (sur 4),
- Le Ni a été quantifié 17 fois sur 35 échantillons de 2016 à 2018.

Concentration en Métaux dissous (µg/L)	Arsenic		Baryum		Béryllium		Cadmium		Chrome		Molybdène		Cuivre		Etain		Mercure		Nickel		Plomb		Sélénium		Thallium		Titane		Uranium		Vanadium		Zinc		
	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ			
25/01/2016 13:10							0,5										0,02	0,82			0,5														
22/02/2016 09:00							0,5										0,02	0,92		4,53															
21/03/2016 13:05		0,5					0,02		0,5				1				0,02	0,74			0,5												5		
18/04/2016 08:45							0,01										0,02	0,79			0,5														
23/05/2016 12:15		0,5					0,01	0,56				1,22					0,02	0,81		0,83													5		
20/06/2016 10:40							0,01										0,02	0,69			0,5														
25/07/2016 13:10							0,02										0,02	0,56			0,5														
22/08/2016 10:10							0,01										0,02		0,5		0,5														
19/09/2016 12:20		0,5					0,01		0,5				1				0,02		0,5		0,5												5		
17/10/2016 11:00							0,02										0,02		0,5		0,5														
14/11/2016 12:40		0,5					0,01	0,83					1				0,02		0,5		0,5													5	
12/12/2016 11:05							0,01										0,02		0,5		0,5														
23/01/2017 12:15							0,01										0,02		0,5		0,5														
20/02/2017 10:40							0,01										0,02		0,5		0,5														
20/03/2017 12:50		0,5					0,01		0,5				1				0,02	0,66			0,5													5	
10/04/2017 10:50							0,01										0,02	0,76			0,5														
15/05/2017 13:40		0,5					0,01		0,5				1				0,02	0,6			0,5													5	
20/06/2017 08:00							0,01										0,02	1,01			0,5														
24/07/2017 12:40							0,01										0,02		0,5		0,5														
21/08/2017 09:35							0,01										0,02		0,5		0,5														
18/09/2017 12:40		0,5					0,01		0,5				1				0,02		0,5		0,5													5	
16/10/2017 10:40							0,01										0,02		0,5		0,5														
13/11/2017 14:00		0,5					0,01		0,5				1				0,02		0,5		0,5														5
11/12/2017 10:20							0,01										0,02		0,5		0,5														
19/02/2018 10:50							0,5										0,02	0,75			0,5														
19/03/2018 13:50		0,5	42,3		0,5		0,5	0,5	0,68				1	0,5			0,02	0,85		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7		10		
09/04/2018 10:50							0,04										0,02	0,93			0,5														
14/05/2018 13:40		0,5	38,9		0,06		0,01		0,5	0,5			1	0,5			0,02	0,7		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		5		
18/06/2018 10:20							0,01										0,02	0,76			0,5														
23/07/2018 13:30			31,6		0,03		0,01			0,5			1	0,5			0,02	0,52		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5				
20/08/2018 10:50							0,01										0,02		0,5		0,5														
17/09/2018 15:45		0,5	32,1		0,01		0,01		0,5	0,5			1	0,5			0,02		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		5	
15/10/2018 11:15							0,01										0,02		0,5		0,5														
12/11/2018 13:20		0,5	28,7		0,03		0,01		0,5	0,5							0,02		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		5	
10/12/2018 10:20							0,01										0,02		0,5		0,5														
Moyenne avec LQ/2 -	nd	nd	nd	nd	nd	0,47	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,55	0,66	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Moyenne avec LQ/2 -	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,42	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Moyenne avec LQ/2 -	nd	nd	34,72	nd	0,13	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,52	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Nb échantillons quantifiés	0	5	5	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Moyenne échantillons quantifiés	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,76	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Moyenne avec LQ/2 2016-2018	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,50	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

❖ Métaux dissous de la Garonne

De 2016 à 2018, il n'y a pas eu d'analyse de métaux dissous sur la station de Saint-Vincent-de-Paul. Afin d'estimer néanmoins un ordre de grandeur pour les flux des ETM, les concentrations moyennes mesurées en 2015 peuvent être utilisées.

Parmi les éléments analysés, le Cr, le Ni, le Pb et le Zn n'ont pas été quantifiés.

Seuls l'As, le Cu et le Hg ont présentés des concentrations supérieures à la LQ sur plus d'un échantillon. Pour le calcul des concentrations moyennes, la valeur de la LQ/2 a été retenue pour les concentrations non quantifiées..

Concentration en métaux dissous	Arsenic		Chrome		Cuivre		Mercure		Nickel		Plomb		Zinc	
	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ	mesure	LQ
22/01/2015 14:30		1,0		1		1		0,015		1		1		5
19/02/2015 13:15		1,0		1	2,3		0,049			1		1		5
19/03/2015 14:15		1,0		1		1	0,027			1		1		5
16/04/2015 12:20		1,0		1		1	0,015			1		1		5
21/05/2015 13:45	1,4			1		1	0,051			1		1		5
18/06/2015 12:15	1,4			1	1,5		0,043			1		1		5
23/07/2015 14:15	1,6			1		1	0,025			1		1		5
20/08/2015 11:40	1,4			1		1	0,015			1		1		5
17/09/2015 08:00	1,4			1		1	0,015			1		1		5
22/10/2015 13:45	1,1			1		1	0,029			1		1		5
19/11/2015 08:00	1,2			1		1	0,015			1		1		5
10/12/2015 11:55	1,1			1		1	0,017			1		1		5
Moyenne	1,05		nd		0,733		0,025		nd		nd		nd	

❖ Métaux dissous sur le Gave de Pau en amont du Gave d'Oléron (cellules grisées : mesure >LQ)

Concentration en Métaux dissous (µg/L)	Arsenic		Cadmium		Chrome		Cuivre		Mercure		Nickel		Plomb		Zinc	
	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ	mesuré	LQ
23/03/2016 10:10	1,3		0,03						0,02		1,0		0,3			
25/05/2016 10:20	1,8		0,03		1,0		0,9		0,02		1,0	0,36		4,07		
21/09/2016 10:40	2,3		0,03		1,0		0,5		0,02		1,0	0,27		3,06		
16/11/2016 10:30	1,6		0,03						0,02		1,0		0,3			
			0,03		1,0		0,7		0,02		1,0	0,54		2,83		
			0,03		1,0		0,7		0,02		1,0	0,38		2,83		
04/01/2017 10:05	2,1		0,03		1,0		1,0		0,02		1,0		1,0		5,0	
			0,03						0,02		1,0		0,3			
08/03/2017 10:00	1,3		0,03		1,0		1,0		0,02		1,0		1,0		5,0	
22/03/2017 10:25	1,7		0,03		1,0		0,5		0,02		1,0	0,52		2,49		
10/05/2017 10:10	2,2		0,03		1,0		1,0		0,02		1,0		1,0		5,0	
17/05/2017 10:30	2,4		0,03		0,5		0,5		0,02		1,0		0,3		2,0	
05/07/2017 10:40	2,3		0,03		1,0		1,0		0,02		1,0		1,0		5,0	
			0,03						0,02		1,0	0,64				
06/09/2017 10:15	2,4		0,03		1,0		1,0		0,02		1,0		1,0		5,0	
20/09/2017 10:30	1,9		0,03		0,5		0,6		0,02		1,0	0,64		2,72		
08/11/2017 10:00	1,4		0,03		1,0		1,0	0,02			1,0		1,0		5,0	
15/11/2017 14:15	1,3		0,03		0,5		0,5		0,02		1,0		0,3		2,59	
10/01/2018 10:15	1,2		0,03		1,0		1,0		0,02		1,0		1,0		5,0	
			0,03						0,02		1,0		0,3			
07/03/2018 10:15	1,3		0,03		1,0		1,0	0,03			1,0		1,0		5,0	
21/03/2018 10:40	1,3		0,03		0,5		0,8		0,02		1,0	0,27		5,81		
16/05/2018 10:35	1,5		0,03		0,5		0,8		0,02		1,0	0,30		5,30		
23/05/2018 10:20	1,8		0,03		1,0		1,0	0,02			1,0	1,00		5,0		
04/07/2018 10:20	2,5		0,03		1,0		1,0		0,02		1,0		1,0		5,0	
			0,03						0,02		1,0		0,3			
05/09/2018 10:40	2,4		0,03		1,0		1,0	0,02			1,0		1,0		5,0	
19/09/2018 14:50	2,4		0,03		0,9				0,02		1,0		0,3		2,0	
07/11/2018 10:40	2,0		0,03		1,0		1,0		0,02		1,0		1,0		5,0	
14/11/2018 10:30	1,9		0,03		0,5		0,5		0,02		1,0		0,3		2,27	
Moyenne avec LQ/2 - 2016	1,7		nd		nd		0,64		nd		nd		0,36		3,2	
Moyenne avec LQ/2 - 2017	1,9		nd		nd		0,43		nd		nd		0,43		2,4	
Moyenne avec LQ/2 - 2018	1,8		nd		nd		0,51		0,011		nd		0,38		2,9	
Nb échantillons quantifiés	24		30		24		24		30		30		30		24	
Moyenne échantillons quantifiés	24		0		1		6		4		0		10		10	
Moyenne avec LQ/2 2016-2018	1,8		nd		nd		0,53		0,011		nd		0,39		2,8	

De 2016 à 2018, pour la station du « Gave de Pau à l'amont de la confluence avec le Gave d'Oléron », il y a eu 24 (As, Cr, Cu, Zn) ou 30 (Cd, Hg, Ni, Pb) analyses de métaux dissous.

Parmi les éléments analysés, le Cd, le Cr et le Ni n'ont jamais été quantifié.

Seuls l'As, le Cu, le Hg, le Pb et le Zn ont présentés des concentrations supérieures à la LQ sur plus d'un échantillon.

As, Pb et Zn sont les 3 éléments traces régulièrement quantifiés (+ de 50% des échantillons).

Pour le calcul des concentrations moyennes, la valeur de la LQ/2 a été retenue pour les concentrations non quantifiées. La concentration est calculée uniquement pour les années pour lesquelles plus d'un échantillon a été quantifié.

Il y a peu de variation internannuelle. Les concentrations moyennes annuelles sont estimées à +/-15% de la valeur sur l'ensemble de la période.

11.1.3 Flux de métaux dissous

❖ Flux de métaux dissous de la Charente

Concentration (µg/L)	2016-2018 RCS			GEOT	flux Eau (km3/an)			flux moyen (kg/an)	GEOT 2017 (kg/an)
	2016	2017	2018	2017	2016	2017	2018		
				Flux (kg/an)					
					2,210	0,990	3,480		
Antimoine (Sb)	0,05	0,06	0,06	0,076	111	58	203	120	76
Argent (Ag)				0,0008					1
Arsenic (As)	0,45	0,48	0,42	0,84	995	479	1450	970	835
Baryum (Ba)	37,4	34,5	34,9	27,6	82544	34122	121278	79310	27368
Beryllium (Be)									
Bore (B)									
Cadmium (Cd)	0,024			0,007	54			50	7
Chrome (Cr)	0,11	0,08	0,12	0,65	239	83	406	240	643
Cobalt (Co)	0,08			0,33	166			170	327
Cuivre (Cu)	0,72	0,51	0,49	1,10	1591	500	1694	1260	1088
Étain (Sn)	0,06			0,007	129			130	7
Mercure (Hg)									
Molybdène (Mo)				0,18					179
Nickel (Ni)	0,69	0,50	0,63	4,44	1529	495	2175	1400	4397
Plomb (Pb)	0,19	0,08	0,06	0,06	424	83	203	240	62
Sélénium (Se)	0,40	0,37	0,40		884	363	1392	880	
Tellure (Te)									
Thallium (Tl)	0,08	0,07	0,08	0,01	184	66	290	180	9
Titane (Ti)	0,58		0,58		1289		2030	1660	
Uranium (U)	0,57	0,60	0,65	0,56	1252	594	2262	1370	558
Vanadium (V)	0,77	0,77	0,77	1,07	1694	759	2668	1710	1056
Zinc (Zn)	3,08	1,33	1,75	1,67	6814	1320	6090	4740	1657

⇒ Comparaison SIE / GEOT

Pour les éléments communs à la base de données du SIE et de GEOT, les concentrations sont similaires à +/- 40% maximum (Sb, Ba, Pb, Tl, U, V et Zn). Pour As, Cd et Cu, les concentrations peuvent doubler ou tripler. Pour le Ni et le Cr, les concentrations de GEO sont 10 fois supérieures à celles du SIE.

Avec les données du SIE, on a pu estimer les flux pour les années 2016, 2017 et 2018 pour 8 éléments (Sb, Ag, Ba, Cu, Ni ; U, V et Zn).

Avec les données GEOT, on a pu estimer les flux annuels de 8 métaux dissous complémentaires (Ag, Cd, Cr, Co, Sn, Mo, Pb et Tl).

	Défis Cd			
	flux Eau (km3/an)			
	2006	2007		
	1,830	2,513		
Concentration (µg/L)	Concentrations (µg/l)		flux moyen (kg/an)	
	2006	2007	2006	2007
Antimoine (Sb)	0,16	0,11	293	279
Argent (Ag)				
Arsenic (As)	0,96	0,87	1758	2192
Baryum (Ba)				
Beryllium (Be)				
Bore (B)				
Cadmium (Cd)	0,023	0,022	34-39	nd
Chrome (Cr)	1,05	1,23	1928	3099
Cobalt (Co)	0,25	0,23	448	577
Cuivre (Cu)	1,29	1,16	2361	2903
Etain (Sn)				
Mercuré (Hg)				
Molybdène (Mo)	0,24	0,16	434	401
Nickel (Ni)	1,07	1,89	1956	4760
Plomb (Pb)	0,17	0,18	307	446
Sélénium (Se)				
Tellure (Te)				
Thallium (Tl)				
Titane (Ti)				
Uranium (U)	0,62	0,58	1142	1460
Vanadium (V)	1,22	1,14	2238	2877
Zinc (Zn)	2,51	4,27	4602	10719

⇒ Comparaison SIE / Défis Cadmium 2006-2007

Pour la Charente, on dispose de données antérieures. L'Université de Bordeaux (UMR EPOC, équipe TGM) a réalisé en 2006 et 2007 un suivi des flux de métaux dissous dans le cadre de l'étude « Défis Cadmium » soutenue par l'Agence de l'Eau.

Le tableau ci-contre présente les concentrations moyennes calculées sur les prélèvements « ponctuels » (*communication personnelle Jörg Schaefer*).

A part pour le Ni et le Cr pour lesquels les concentrations observées en 2006-2007 sont, comme pour la base de données GEOT, supérieures à celles du SIE, les résultats en terme de flux estimés à l'aide

❖ Flux de métaux dissous de la Dordogne

Concentration (µg/L)	flux Eau (km3/an)			GEOT 2017	Flux (kg/an)			flux moyen (kg/an)	GEOT 2017 (kg/an)
	2016-2018 RCS				Flux (kg/an)				
	2016	2017	2018		2016	2017	2018		
	8,65	6,15	8,28						
Antimoine (Sb)	0,08	0,09	0,09	0,11	649	564	745	650	705
Argent (Ag)				0,0009					6
Arsenic (As)	1,28	1,28	1,20	1,00	11033	7846	9931	9600	6134
Baryum (Ba)	19,0	19,0	19,2	17,44	164407	116926	158899	146740	107308
Beryllium (Be)									
Bore (B)									
Cadmium (Cd)				0,0036					22
Chrome (Cr)				0,38					2312
Cobalt (Co)				0,13					772
Cuivre (Cu)	0,64	0,63	0,60	1,05	5521	3846	4966	4780	6486
Étain (Sn)				0,0042					26
Mercure (Hg)									
Molybdène (Mo)				0,11					681
Nickel (Ni)	0,29	0,32	0,66	1,43	2527	1975	5462	3320	8810
Plomb (Pb)				0,05					313
Sélénium (Se)									
Tellure (Te)									
Thallium (Tl)				0,01					80
Titane (Ti)									
Uranium (U)	0,22	0,18	0,22	0,18	1860	1120	1804	1590	1096
Vanadium (V)	0,350	0,383	0,490	0,68	3029	2357	4055	3150	4156
Zinc (Zn)	0,925	2,325	2,467	1,84	8004	14308	20414	14240	11334

Pour les éléments communs à la base de données du SIE et de GEOT, concentrations sont similaires à +/- 40% maximum, sauf pour le Ni, où la concentration moyenne du SIE est de seulement 22% de la concentration de GEOT.

Avec les données du SIE, on a pu estimer les flux pour les années 2016, 2017 et 2018 pour 8 éléments (Sb, Ag, Ba, Cu, Ni ; U, V et Zn).

Avec les données GEOT, on a pu estimer les flux annuels de 8 métaux dissous complémentaires (Ag, Cd, Cr, Co, Sn, Mo, Pb et Tl).

❖ Flux de métaux dissous de la Leyre

Concentration (µg/L)	2016-2018			GEOT	flux Eau (km ³ /an)			flux moyen (kg/an)	GEOT 2017 (kg/an)
	2016	2017	2018	2017	Flux (kg/an)				
					2016	2017	2018		
					0,497	0,247	0,564		
Antimoine (Sb)				0,06					15
Argent (Ag)				0,0006					0,15
Arsenic (As)				0,60					148
Baryum (Ba)			34,7	34,8			19598	19600	8608
Beryllium (Be)									
Bore (B)									
Cadmium (Cd)				0,0070					1,7
Chrome (Cr)	0,47			0,30	234			230	74
Cobalt (Co)				0,21					52
Cuivre (Cu)				0,97					240
Étain (Sn)				0,0029					0,72
Mercure (Hg)									
Molybdène (Mo)				0,05					13
Nickel (Ni)	0,55	0,42	0,52	0,96	273	104	294	220	238
Plomb (Pb)	0,66			0,11	328			330	27
Sélénium (Se)									
Tellure (Te)									
Thallium (Tl)				0,02					5
Titane (Ti)									
Uranium (U)				0,02					5
Vanadium (V)				1,16					286
Zinc (Zn)				2,33					577

⇒ Comparaison SIE / GEOT

Pour les éléments communs à la base de données du SIE et de GEOT, les concentrations sont similaires à +/- 50% maximum (Sb, Ba, Cr, Ni et Pb).

Très peu de métaux dissous ont été quantifiés dans le cadre des réseaux de surveillance de l'Agence de l'Eau.

Il n'est pas possible de réellement comparer les bases de données en terme d'incidence sur l'estimation des flux de métaux dissous.

❖ Flux de métaux dissous de l'Adour

Concentration (µg/L)			flux Eau (km3/an)			flux moyen (kg/an)	GEOT 2017 (kg/an)
	SIE	GEOT	2016	2017	2018		
	2015	2017	2016	2017	2018		
			2,358	1,421	3,167		
			Flux (kg/an)				
Antimoine (Sb)		0,06					193
Argent (Ag)		0,0006					2
Arsenic (As)	1,05	0,60	2476			2480	1901
Baryum (Ba)		35					110227
Beryllium (Be)							
Bore (B)							
Cadmium (Cd)		0,0070					22
Chrome (Cr)	<LQ	0,30	nd			nd	942
Cobalt (Co)		0,21					669
Cuivre (Cu)	0,73	0,97	1729			1730	3079
Étain (Sn)		0,0029					9
Mercure (Hg)	0,025		59			60	
Molybdène (Mo)		0,05					172
Nickel (Ni)	<LQ	0,96	nd			nd	3054
Plomb (Pb)	<LQ	0,11	nd			nd	339
Sélénium (Se)							
Tellure (Te)							
Thallium (Tl)		0,02					64
Titane (Ti)							
Uranium (U)		0,02					62
Vanadium (V)		1,16					3667
Zinc (Zn)	<LQ	2,33				nd	7389

⇒ Comparaison SIE / GEOT

Pour les éléments communs à la base de données du SIE et de GEOT, les concentrations sont similaires à +/- 50% maximum (As et Cu)

Très peu de métaux dissous ont été quantifiés dans le cadre des réseaux de surveillance de l'Agence de l'Eau.

Il n'est pas possible de réellement comparer les bases de données en terme d'incidence sur l'estimation des flux de métaux dissous.

❖ Flux de métaux dissous du Gave de Pau

Concentration (µg/L)	2016-2018			GEOT	flux Eau (km3/an)			flux moyen (kg/an)	GEOT 2017 (kg/an)
	2016	2017	2018	2017	2016	2017	2018		
					2,118	1,772	2,967		
Antimoine (Sb)				0,081					144
Argent (Ag)				0,0011					2
Arsenic (As)	1,74	1,90	1,84	1,05	3686	3368	5444	4170	1863
Baryum (Ba)				13					22688
Beryllium (Be)									
Bore (B)									
Cadmium (Cd)	<LQ	<LQ	<LQ	0,0111	nd	nd	nd	nd	20
Chrome (Cr)	<LQ	<LQ	<LQ	0,35	nd	nd	nd	nd	617
Cobalt (Co)				0,17					294
Cuivre (Cu)	0,64	0,43	0,51	1,00	1356	765	1501	1210	1779
Etain (Sn)				0,0045					8
Mercure (Hg)	<LQ	<LQ	0,011		nd	nd	32	30	
Molybdène (Mo)				0,18					327
Nickel (Ni)	<LQ	<LQ	<LQ	2,10	nd	nd	nd	nd	3715
Plomb (Pb)	0,36	0,43	0,38	0,10	766	764	1130	890	185
Sélénium (Se)									
Tellure (Te)									
Thallium (Tl)				0,02					30
Titane (Ti)									0
Uranium (U)				0,33					576
Vanadium (V)				0,48					854
Zinc (Zn)	3,20	2,38	2,94	2,40	6774	4217	8717	6570	4245

⇒ Comparaison SIE / GEOT

Pour les éléments communs à la base de données du SIE et de GEOT, les concentrations sont similaires à +/- 50% maximum (As et Cu, Ni et Zn)

Très peu de métaux dissous ont été quantifiés dans le cadre des réseaux de surveillance de l'Agence de l'Eau.

Il n'est pas possible de réellement comparer les bases de données en terme d'incidence sur l'estimation des flux de métaux dissous.

12 Conclusions et perspectives

12.1 Execution du projet

12.1.1 Mise en place du réseau de surveillance des flux de MES : MESsAGe

Le réseau a été mis en place avec peu de retard. Ceci étant dû principalement aux difficultés de mise en place du projet et également dans la nécessité de modifier le site à suivre sur le bassin versant du Gave de Pau.

L'Agence de l'Eau Adour-Garonne a pu faire évoluer le programme de prélèvement de surveillance « réseau MES » et deux stations de prélèvements ont été déplacées vers l'amont afin d'avoir la meilleure signification des mesures pour un objectif de mesure des flux de polluants.

12.1.2 Télétransmission et outil de validation des données.

Un des enjeux techniques a été la mise en place d'une application Web qui a deux fonctions :

- Assurer la télétransmission des données et faciliter la maintenance du réseau en proposant un outil de suivi de la maintenance des sondes.
- Offrir un outil de visualisation et de validation des données. Cet outil est nécessaire dans la mesure où le réseau MESsAGe permet d'acquérir en continu un volume très important de données, en continu, et avec des mises à jour horaires si besoin. Le site web BD Manager de GEO-Transfert est un outil adapté de suivi du bon fonctionnement du réseau et traitement « semi-automatique » de la qualité des données.

12.1.3 Maintenance et calibration des données

Grâce aux expériences antérieures au réseau MESsAGe sur la mise en œuvre d'un suivi multisites de la turbidité, de la température et de la conductivité, il était prévu de mettre en œuvre une maintenance préventive trimestrielle.

Le protocole a été modifié afin de favoriser la validation des données à l'aide de mesures et de prélèvement in situ.

Ceci a été permis par le bon comportement des instruments, leur bonne tenue dans le temps et le faible nombre et l'importance relative des problèmes techniques rencontrés. Les trois problèmes principaux ont été :

- Arrêt des télétransmissions en 2017 en raison d'une évolution technique sur les cartes SIM. Il ne s'agit donc pas d'un problème lié aux instruments de mesures, mais de continuité du service de téléphonie par l'opérateur.

- Arrêt des acquisitions en raison de l'épuisement des batteries. Ce problème pouvant être géré, il ne s'agit pas là encore d'un problème technique sur les instruments.
- A l'occasion d'une maintenance des batteries, en 2018, une sonde a présenté un défaut majeur. Une microfuite non expliquée a entraîné la perte de la sonde. C'est le seul problème technique qui néanmoins représente une perte sèche d'une valeur neuve de 12,5 k€ HT. Cela représente un peu plus de 10% des investissements consentis pour la mise en œuvre du réseau pendant plus de trois ans.

Les coûts et les contraintes de maintenance ont donc été acceptables à la fois en temps passé et en coûts directs pour le maintien opérationnel des instruments du réseau.

12.1.4 Exploitation des données de l'Agence de l'Eau produites dans le cadre des réseaux de surveillance.

L'Agence de l'Eau a fourni ses données pour permettre l'estimation des flux de polluants à l'exutoire des bassins versants. Deux sources de données principales ont été utilisées :

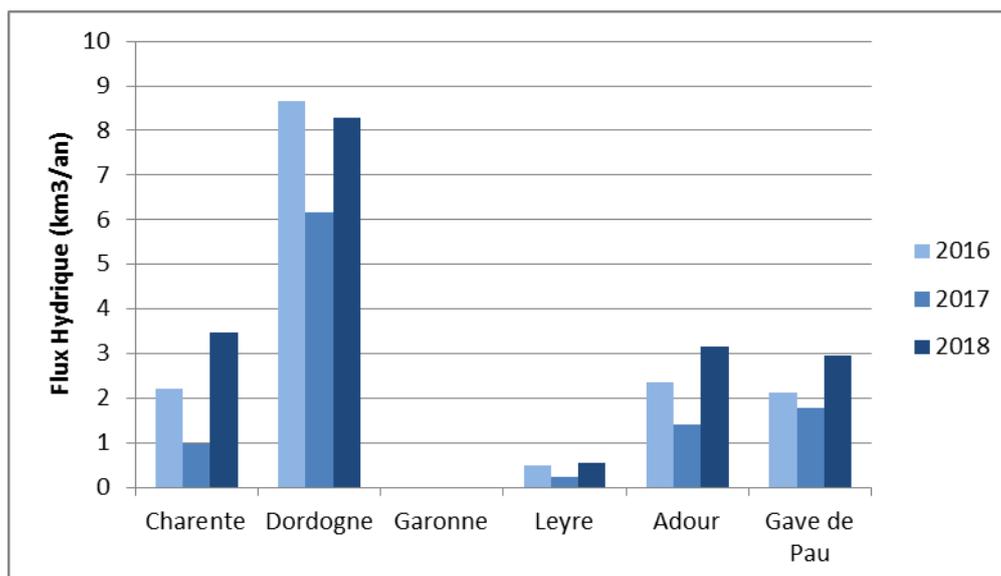
- les données du « réseau MES ». Ces données, directement complémentaires au réseau des « flux de MES » ont été transmises par l'Agence de l'Eau chaque année après production. Ces données sont les concentrations en polluants métalliques et en polluants organiques mesurées sur les MES prélevés sur les 5 sites : Dompierre-sur-Charente, Pessac-sur-Dordogne, Pont-de-Lamothe sur la Leyre, Saint-Vincent-de-Paul sur l'Adour, et Saint-Cricq-du-Gave sur le Gave de Pau.
 - 22 métaux traces sont recherchés dans les MES prélevées dans le cadre du « réseau MES ». 21 éléments traces ont été exploités. Seul le Tellure n'a pas été exploité, les concentrations étant systématiquement en dessous des limites de quantification (LQ).
 - 139 composés organiques sont recherchés dans les MES prélevées dans le cadre du « réseau MES ». 32 composés seulement ont été quantifiés et disposent de données exploitables pour le calcul des flux.
- les données des réseaux de surveillance (RCO, RCS, ...) disponibles sur le SIE. Ces données sur les concentrations en ETM mesurées sur des « eaux filtrées » ont été exploitées en 2019, principalement pour permettre l'estimation des flux de métaux dissous complémentaires à l'estimation des flux de métaux particuliers réalisés grâce aux prélèvements de MES et au suivi de la turbidité.
 Dans le cadre des réseaux de surveillance, les concentrations en micropolluants organiques étant mesurées sur des « eaux brutes », elles ne sont pas exploitées.

12.2 Résultats

12.2.1 les flux hydriques

Les données exploitées sont les données de débits horaires acquis par les DREAL. Ces données sont accessibles sur le site web de la BD HYDRO.

Les flux hydriques sont caractéristiques d'années à l'hydrologie moyenne. Il n'y a pas eu d'épisode de crue important ou exceptionnel. L'année 2017 est par contre une année très sèche, sans crue significative dans plusieurs bassins versants.



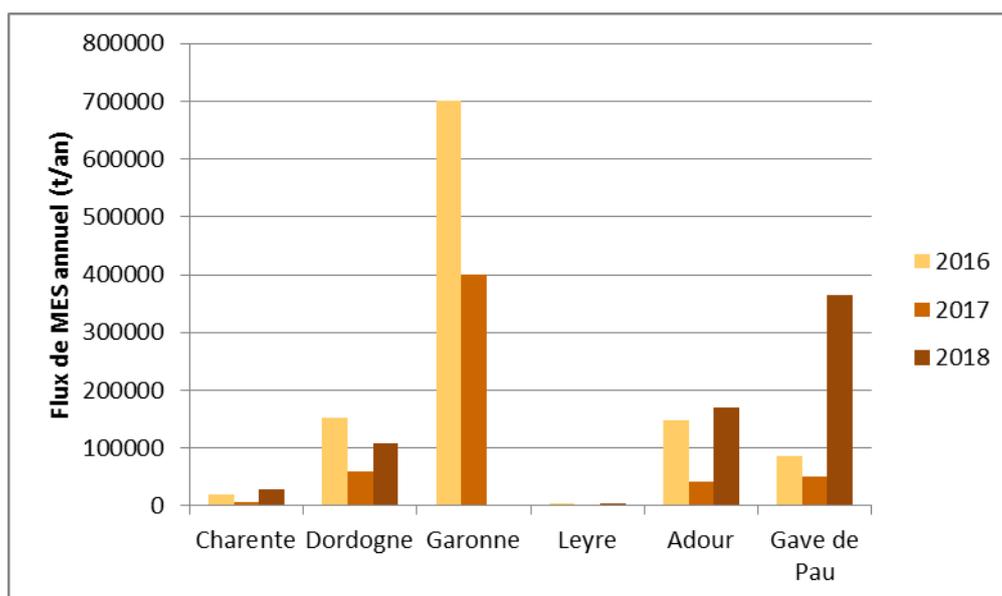
12.2.2 Les flux de MES

Le projet a permis d'acquérir des données de flux de MES de bonne qualité sur l'ensemble des stations.

Les corrélations Turbidité / concentrations en MES validées par des mesures in situ (prélèvement d'eau + filtration des MES) sont bonnes :

- Pour la Dordogne, la Leyre et le Gave de Pau, une seule relation est identifiée.
- Pour la Charente et l'Adour, les corrélations sont plus complexes en raison des processus de sédimentation qui se mettent en place dans les plaines d'inondations situées juste en amont des zones estuariennes.

Flux MES	CHARENTE	DORDOGNE	LEYRE	GARONNE	ADOUR	GAVE DE PAU
t/an	MESsAGe			Suivi Cd	MESsAGe	
2016	18900	151800	4070	700000	147360	86800
2017	6600	59700	1920	400000	42210	51130
2018	28700	108800	5080	nd	170680	367760



Les flux 2016-2018 peuvent comparés aux flux proposés par les études antérieures (tableau ci-après). Pour des raisons de qualité des jeux de données et de différence de méthodes, de sites, il est difficile de comparer ces résultats antérieurs.

A noter que les flux de 1999 à 2001 pour l'Adour et les Charentes ne sont pas fiables en raison du site d'échantillonnage. Pour les autres sites, on peut noter que les ordres de grandeurs sont cohérents.

Pour la Garonne, bien que non présentés dans le tableau ci-dessous, les flux de MES sont disponibles de 1950-1999 grâce à l'étude de synthèse (Maneux, 1999) et de 2000 à 2017 grâce au « suivi du Cd » réalisé par l'Université de Bordeaux et soutenu par l'Agence de l'Eau.

Flux MES (t/an)		Charente	Dordogne	Garonne	Leyre	Adour	Gave de Pau
Classes Eco-Fleuves	1994/1995		189000			146000	
	1995/1996		109600	1984500		138200	
Etude faisabilité des flux	1999	51000	222000	1731000		616000	
	2000	330000	505000	1770000		372000	
	2001	186000	579000	1010000		197000	
Défis Cd	2006	57700					

12.2.3 Les flux moyens interannuels de métaux

Dans les tableaux ci-dessous, le flux moyen annuel dissous est la moyenne entre le flux moyen calculé à l'aide des données du SIE de l'Agence de l'Eau et du flux moyen calculé avec les données acquises par GEO-Transfert.

Pour certains éléments, les flux sont similaires à +/-30%, pour d'autre la différence peut être supérieure à 100%. Or en l'état actuel des connaissances, il est difficile de dire quelle est la « meilleure » base de données. Pour ne pas prendre partie, nous avons opté pour la solution de retenir la valeur moyenne.

Pour les flux particuliers, il s'agit du flux moyen estimé sur les trois années 2016-2019 à partir des résultats du « réseau MES ».

❖ Flux moyens de métaux de la Charente

flux moyen (kg/an)	CHARENTE				
	Dissous	Particulaire	Total	% Diss.	% Part.
Antimoine (Sb)	76	16	92	82	18
Argent (Ag)	0,8	8	9	9	91
Arsenic (As)	840	170	1010	83	17
Baryum (Ba)	27370	3510	30880	89	11
Beryllium (Be)		45	45		
Bore (B)		620	620		
Cadmium (Cd)	7	22	29	25	75
Chrome (Cr)	640	1820	2460	26	74
Cobalt (Co)	330	128	458	72	28
Cuivre (Cu)	1090	880	1970	55	45
Etain (Sn)	7	150	157	5	95
Mercure (Hg)		5	5		
Molybdène (Mo)	180	23	203	89	11
Nickel (Ni)	4400	450	4850	91	9
Plomb (Pb)	62	820	882	7	93
Sélénium (Se)		58	58		
Tellure (Te)					
Thallium (Tl)	9	12	21	43	57
Titane (Ti)		36100	36100		
Uranium (U)	560	25	585	96	4
Vanadium (V)	1060	880	1940	55	45
Zinc (Zn)	1660	3130	4790	35	65

❖ Flux moyens de métaux de la Dordogne

flux moyen (kg/an)	DORDOGNE			% Diss.	% Part.
	Dissous	Particulaire	Total		
Antimoine (Sb)	680	270	950	72	28
Argent (Ag)	6	34	39	14	86
Arsenic (As)	7870	2570	10440	75	25
Baryum (Ba)	127000	45060	172060	74	26
Beryllium (Be)		340	340		
Bore (B)		5370	5370		
Cadmium (Cd)	22	45	68	33	67
Chrome (Cr)	2310	9400	11710	20	80
Cobalt (Co)	772	1360	2132	36	64
Cuivre (Cu)	5633	7130	12763	44	56
Etain (Sn)	26	1090	1116	2	98
Mercure (Hg)		9	9		
Molybdène (Mo)	680	210	890	76	24
Nickel (Ni)	6070	3060	9130	66	34
Plomb (Pb)	310	3330	3640	9	91
Sélénium (Se)		280	280		
Tellure (Te)					
Thallium (Tl)	80	57	137	59	41
Titane (Ti)		388860	388860		
Uranium (U)	1340	290	1630	82	18
Vanadium (V)	3650	7680	11330	32	68
Zinc (Zn)	12790	14550	27340	47	53

❖ Flux moyens de métaux de la Leyre

flux moyen (kg/an)	LEYRE			% Diss.	% Part.
	Dissous	Particulaire	Total		
Antimoine (Sb)	15	5	20	76	24
Argent (Ag)	0,1	1	1	13	87
Arsenic (As)	150	160	310	48	52
Baryum (Ba)	14100	1300	15400	92	8
Beryllium (Be)		19	19		
Bore (B)		180	180		
Cadmium (Cd)	2	5	6	27	73
Chrome (Cr)	150	250	400	38	63
Cobalt (Co)	52	145	197	26	74
Cuivre (Cu)	240	120	360	67	33
Etain (Sn)	1	19	20	4	96
Mercure (Hg)		0	0		
Molybdène (Mo)	13	6	20	68	32
Nickel (Ni)	230	100	330	70	30
Plomb (Pb)	180	135	315	57	43
Sélénium (Se)		16	16		
Tellure (Te)					
Thallium (Tl)	5	2	7	69	31
Titane (Ti)		6960	6960		
Uranium (U)	5	11	15	31	69
Vanadium (V)	290	340	630	46	54
Zinc (Zn)	580	620	1200	48	52

❖ Flux moyens de métaux de l'Adour

flux moyen (kg/an)	ADOUR			% Diss.	% Part.
	Dissous	Particulaire	Total		
Antimoine (Sb)	135	5	140	96	4
Argent (Ag)	2	2	4	59	41
Arsenic (As)	1980	90	2070	96	4
Baryum (Ba)	31240	1440	32680	96	4
Beryllium (Be)		11	11		
Bore (B)		360	360		
Cadmium (Cd)	9	4	13	68	32
Chrome (Cr)	570	300	870	66	34
Cobalt (Co)	310	78	388	80	20
Cuivre (Cu)	2130	190	2320	92	8
Etain (Sn)	19	22	41	46	54
Mercure (Hg)		1	1		
Molybdène (Mo)	200	6	206	97	3
Nickel (Ni)	3150	135	3285	96	4
Plomb (Pb)	200	110	310	65	35
Sélénium (Se)		11	11		
Tellure (Te)					
Thallium (Tl)	63	2	66	96	4
Titane (Ti)		12970	12970		
Uranium (U)	270	9	279	97	3
Vanadium (V)	1780	370	2150	83	17
Zinc (Zn)	2240	620	2860	78	22

❖ Flux moyens de métaux du Gave de Pau

flux moyen (kg/an)	GAVE DE PAU			% Diss.	% Part.
	Dissous	Particulaire	Total		
Antimoine (Sb)	145	250	395	37	63
Argent (Ag)	2	70	71	3	97
Arsenic (As)	3010	4130	7140	42	58
Baryum (Ba)	22690	64230	86920	26	74
Beryllium (Be)		330	330		
Bore (B)		13490	13490		
Cadmium (Cd)	20	200	220	9	91
Chrome (Cr)	620	14930	15550	4	96
Cobalt (Co)	290	2380	2670	11	89
Cuivre (Cu)	1500	6430	7930	19	81
Etain (Sn)	8	860	868	1	99
Mercure (Hg)	30	21	51		
Molybdène (Mo)	330	430	760	43	57
Nickel (Ni)	3710	7250	10960	34	66
Plomb (Pb)	540	11770	12310	4	96
Sélénium (Se)		360	360		
Tellure (Te)					
Thallium (Tl)	30	95	125	24	76
Titane (Ti)		551200	551200		
Uranium (U)	580	340	920	63	37
Vanadium (V)	850	17460	18310	5	95
Zinc (Zn)	5410	62980	68390	8	92

12.2.4 Les flux de micropolluants organiques particulaires (μ POP)

❖ Flux moyens de μ POP de la Charente

Code du paramètre	Micro-Polluants Organiques Particulaires (μ POP)	Limite de Quantification (μ g/kg)	Concentration Moyenne (μ g/kg)	Flux POP (kg μ POP/an)			
				2016	2017	2018	Flux moyen
1622	Acénaphthylène	20	23	0,2	0,1	1,0	0,5
1101	Alachlore	10					
1458	Anthracène	10	36	0,4	0,2	1,5	0,7
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	33	0,8	0,2	0,5	0,5
1082	Benzo (a) Anthracène	10	120	1,4	0,7	5,3	2,5
1115	Benzo (a) Pyrène	10	159	1,8	0,8	7,4	3,3
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	225	2,8	1,3	9,3	4,5
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	128	1,6	0,7	5,5	2,6
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	74	0,8	0,4	3,4	1,5
1584	Biphenyl	10	14		0,1		
1476	Chrysène	20	113	1,4	0,7	4,6	2,3
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	2772	29,7	29,7	64,5	41,3
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20	20	0,2		0,8	0,5
1191	Fluoranthène	20	201	2,7	1,2	8,2	4,0
1623	Fluorène	20	16			0,4	0,4
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	101	1,2	0,5	4,5	2,1
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20	24	0,2		1,0	0,6
1618	Methyl 2 Naphtalène	20	25	0,4	0,2	0,5	0,4
1517	Naphtalène	10	30	0,4	0,2	0,9	0,5
6598	Nonylphénols	40	59			1,7	1,7
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10	17	0,5		0,3	0,4
1959	Octylphénol para-tert	10	7			0,2	0,2
1242	PCB101	5	5	0,1			
1243	PCB118	5	3	0,1			
1244	PCB138	5	7	0,3	0,0	0,1	0,1
1245	PCB153	5	12	0,5	0,0	0,1	0,2
1246	PCB180	5	10	0,2			
1241	PCB52	5					
1234	Pendimethaline	20					
1235	Pentachlorophénol	20					
1524	Phénanthrène	50	92	1,2	0,6	3,6	1,8
1537	Pyrène	30	192	2,6	1,1	7,9	3,9

❖ Flux moyens de μ POP de la Dordogne

Code du paramètre	Micro-Polluants Organiques Particulaires (μ POP)	Limite de Quantification (μ g/kg)	Concentration Moyenne (μ g/kg)	Flux POP (kg μ POP/an)			
				2016	2017	2018	Flux moyen
1622	Acénaphthylène	20	13			1,4	1,4
1101	Alachlore	10					
1458	Anthracène	10	24	3,0	1,6	2,9	2,5
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	19	3,6	0,9		2,3
1082	Benzo (a) Anthracène	10	73	9,4	4,4	9,1	7,7
1115	Benzo (a) Pyrène	10	93	10,7	5,9	11,9	9,5
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	126	15,2	8,5	14,7	12,8
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	60	6,1	4,1	7,9	6,0
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	45	5,5	2,9	5,5	4,6
1584	Biphenyl	10					
1476	Chrysène	20	68	9,9	4,0	7,8	7,2
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	2088	113,3	169,4	291,8	191,5
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20					
1191	Fluoranthène	20	127	18,6	8,3	13,1	13,3
1623	Fluorène	20					
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	52	6,1	3,2	6,7	5,3
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20	13			1,4	1,4
1618	Methyl 2 Naphtalène	20	16	2,4	0,9		1,7
1517	Naphtalène	10	17	2,5	1,5	1,0	1,7
6598	Nonylphénols	40					
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10					
1959	Octylphénol para-tert	10	17		0,8	2,3	1,5
1242	PCB101	5					
1243	PCB118	5					
1244	PCB138	5	3		0,2	0,3	0,3
1245	PCB153	5	4			0,4	0,4
1246	PCB180	5	3			0,3	
1241	PCB52	5					
1234	Pendimethaline	20					
1235	Pentachlorophénol	20					
1524	Phénanthrène	50	57	8,9	3,8	5,4	6,0
1537	Pyrène	30	119	16,6	7,6	12,9	12,4

❖ Flux moyens de μ POP de la Leyre

Code du paramètre	Micro-Polluants Organiques Particulaires (μ POP)	Limite de Quantification (μ g/kg)	Concentration Moyenne (μ g/kg)	Flux POP (kg μ POP/an)			
				2016	2017	2018	Flux moyen
1622	Acénaphthylène	20	26	0,08	0,06		0,07
1101	Alachlore	10					
1458	Anthracène	10	12	0,04	0,01	0,09	0,05
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	54	0,18	0,12		0,15
1082	Benzo (a) Anthracène	10	54	0,19	0,13	0,23	0,18
1115	Benzo (a) Pyrène	10	83	0,31	0,21	0,30	0,28
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	59	0,18	0,10	0,42	0,23
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	35	0,11	0,07	0,21	0,13
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	28			0,14	0,14
1584	Biphenyl	10					
1476	Chrysène	20	50	0,17	0,12	0,22	0,17
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	1616	4,6	2,1	13,3	6,7
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20	19	0,09	0,03	0,08	
1191	Fluoranthène	20	101	0,33	0,27	0,41	0,34
1623	Fluorène	20					
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	37	0,14	0,08	0,19	0,13
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20					
1618	Methyl 2 Naphtalène	20					
1517	Naphtalène	10	14	0,05	0,03	0,06	0,05
6598	Nonylphénols	40					
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10					
1959	Octylphénol para-tert	10	13			0,06	0,06
1242	PCB101	5					
1243	PCB118	5					
1244	PCB138	5					
1245	PCB153	5					
1246	PCB180	5					
1241	PCB52	5					
1234	Pendimethaline	20					
1235	Pentachlorophénol	20					
1524	Phénanthrène	50	39	0,13	0,10	0,16	0,13
1537	Pyrène	30	93	0,31	0,23	0,41	0,32

❖ Flux moyens de μ POP de l'Adour

Code du paramètre	Micro-Polluants Organiques Particulaires (μ POP)	Limite de Quantification (μ g/kg)	Concentration Moyenne (μ g/kg)	Flux POP (kg μ POP/an)			
				2016	2017	2018	Flux moyen
1622	Acénaphthylène	20	20	2,2	0,8	4,5	2,5
1101	Alachlore	10					
1458	Anthracène	10	772	63,5	43,0	147,7	84,7
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	11	1,7	0,5	1,5	1,2
1082	Benzo (a) Anthracène	10	25	4,1	0,9	4,7	3,2
1115	Benzo (a) Pyrène	10	19	2,3	0,7	4,4	2,4
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	36	5,7	1,3	6,8	4,6
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	16	1,8	0,6	3,5	2,0
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	9	1,4	0,3	2,0	1,2
1584	Biphenyl	10	20	2,2	1,3	2,2	1,9
1476	Chrysène	20	28	3,9	1,0	5,3	3,4
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	776	112,6	20,8	182,6	105,3
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20	13			2,2	2,2
1191	Fluoranthène	20	112	17,6	4,9	17,3	13,3
1623	Fluorène	20	14			2,3	2,3
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	10	1,1	0,3	2,4	1,3
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20	14	2,1	0,5	2,7	1,8
1618	Methyl 2 Naphtalène	20	18	2,3	0,8	3,4	2,2
1517	Naphtalène	10	139	12,2	7,3	27,5	15,7
6598	Nonylphénols	40	51			8,7	8,7
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10	7	1,1			1,1
1959	Octylphénol para-tert	10	16			2,7	2,7
1242	PCB101	5					
1243	PCB118	5					
1244	PCB138	5					
1245	PCB153	5	3		0,1		0,1
1246	PCB180	5					
1241	PCB52	5					
1234	Pendimethaline	20					
1235	Pentachlorophénol	20	14	2,1			2,1
1524	Phénanthrène	50	270	22,7	13,8	55,9	30,8
1537	Pyrène	30	109	16,2	4,6	18,2	13,0

❖ Flux moyens de μ POP du Gave de Pau

Code du paramètre	Micro-Polluants Organiques Particulaires (μ POP)	Limite de Quantification (μ g/kg)	Concentration Moyenne (μ g/kg)	Flux POP (kg μ POP/an)			
				2016	2017	2018	Flux moyen
1622	Acénaphthylène	20	15			5,4	5,4
1101	Alachlore	10	15		0,8		0,8
1458	Anthracène	10	17	0,9	0,7	10,1	3,9
1815	BDE 209 (Decabromodiphenylether)	10	23	2,0	1,6	5,5	3,0
1082	Benzo (a) Anthracène	10	53	3,6	2,2	28,1	11,3
1115	Benzo (a) Pyrène	10	58	3,7	2,4	31,2	12,4
1116	Benzo (b) Fluoranthène	10	90	6,2	4,2	42,5	17,6
1118	Benzo (ghi) Perylène	10	45	3,0	2,1	22,4	9,2
1117	Benzo (k) Fluoranthène	10	29	1,9	1,2	14,9	6,0
1584	Biphenyl	10					
1476	Chrysène	20	50	3,4	2,3	23,7	9,8
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	100	1564	33,2	41,8	1283,8	452,9
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene	20					
1191	Fluoranthène	20	81	5,6	3,9	37,5	15,7
1623	Fluorène	20					
1204	Indéno (1,2,3-cd) Pyrène	10	34	2,1	1,5	17,7	7,1
1619	Methyl 2 Fluoranthène	20					
1618	Methyl 2 Naphtalène	20	14	1,1		5,6	3,4
1517	Naphtalène	10	9	0,8	0,4	3,4	1,6
6598	Nonylphénols	40					
1920	Octylphénol (p-n-octylphénol)	10					
1959	Octylphénol para-tert	10	15			5,4	5,4
1242	PCB101	5	3			1,1	1,1
1243	PCB118	5					
1244	PCB138	5	4	0,3		2,0	1,1
1245	PCB153	5	4	0,3		1,8	1,0
1246	PCB180	5					
1241	PCB52	5	3			1,2	1,2
1234	Pendimethaline	20	13	1,1			1,1
1235	Pentachlorophénol	20					
1524	Phénanthrène	50	47	3,1		21,1	12,1
1537	Pyrène	30	75	5,0	3,4	37,4	15,3

12.3 Préconisation pour la pérennisation de la mesure des flux

12.3.1 « Réseau MESsAGe » et Mesures des flux de MES

❖ *Choix de la méthode de suivi des MES*

⇒ **Suivi HF avec une sonde multiparamètre**

La technologie utilisée : sonde multiparamètre, mesure HF de la turbidité (6 mesures par heure) et télétransmission quotidienne des données correspond bien au besoin.

La mesure HF de la turbidité a permis de bien décrire les hystérésis de crue (évolution de la turbidité en fonction des débits) ce qui apporte un gain significatif en précision sur la mesure des flux de MES.

Pour la **Charente**, un échantillonnage quotidien (tel que celui réalisé dans le cadre de l'étude « défis Cd » (2006), avec un préleveur automatique) serait sans doute suffisant, néanmoins, l'effort nécessaire serait important. Le suivi HF ne présentant pas de risque pour le matériel (crues peu violentes) il est aussi simple de poursuivre le suivi de la turbidité, qui par ailleurs apporte des informations complémentaires importantes sur la température, et donc indirectement l'oxygénation des eaux.

Pour la **Leyre**, la connaissance de la dynamique des débits et de la turbidité, nous amène à conclure que le suivi HF avec une sonde multiparamètre n'est pas nécessaire et pourrait avantageusement être remplacé par une adaptation et une meilleure coordination entre les différents projets de suivi de la station du Pont-de-Lamothe (MESsAGe, Réseau MES, Etudes SIBA,...).

⇒ **Calibration des relations Turbidité/Concentration en MES**

La conversion de la mesure de la turbidité en concentration de MES, si elle peut et doit être améliorée, est pertinente sur l'ensemble des stations : pour chaque station, une courbe de corrélation permet de modéliser numériquement la concentration en MES à partir de la mesure de turbidité avec une signification statistique satisfaisante ($r^2 > 0.95$).

Les cas de l'Adour et de la Charente nécessitent cependant de prendre en compte le cas particulier des crues intenses et courtes qui se développent en période d'étiage. Une amélioration de la relation turbidité/concentration en MES pendant ces événements est nécessaire pour une bonne estimation des flux de MES.

⇒ **Télétransmission des données**

La télétransmission quotidienne des données a permis :

- de suivre le bon fonctionnement des stations, notamment dans les périodes critiques de crue. Ainsi, si, en raison de problèmes techniques, il y a quelques « trous » dans la base de données, pendant les périodes de

crue et de forte turbidité il a été facile d'être réactif afin de s'assurer du bon fonctionnement des instruments ;

- la connaissance de l'évolution en « temps réel » de la turbidité et la possibilité de déclancher en conséquence et avec réactivité, des missions de prélèvement d'échantillons d'eau nécessaires à l'établissement des corrélations turbidité/concentration en MES.

❖ **Choix des stations et bassins versants suivis**

Les résultats obtenus permettent de confirmer que pour la **Dordogne, l'Adour et le Gave de Pau**, voire **la Charente**, il est intéressant, voire important de pérenniser autant que possible la surveillance haute fréquence (HF) afin d'acquérir des estimations des flux en MES significatives.

Le choix de la Leyre devait être confirmé, il est préconisé cependant d'abandonner le protocole de mesure HF.

⇒ **Choix des sites de mesure**

L'ensemble des sites choisis répondent bien aux objectifs fixés.

Seul le site de Saint-Cricq-du-Gave est un peu problématique en raison de la nature torrentielle de l'écoulement et de la nature des berges (enrochement de blocs), en particulier en crue. Ayant choisi de limiter l'infrastructure d'accueil de la sonde, les frottements subis pas la sonde entraîne le vieillissement prématuré du corps de sonde, ainsi qu'une augmentation du risque de fuite au niveau de l'implantation des capteurs.

C'est le cas aussi dans une moindre mesure sur la Dordogne où la sonde est placée le long d'un quai maçonné.

De plus, ces sites permettent la réalisation aisée de la prestation de prélèvement des MES pour la connaissance de la qualité des MES.

⇒ **Evolution du réseau MESsAGe**

Dans un souci d'homogénéisation des données sources, il serait bienvenu de mettre en place un suivi HF à l'aide d'une sonde multiparamètre sur la **Garonne** qui reste de loin le principal bassin versant contributeur, en eau, en MES et en polluants.

D'autres bassins versants fluviaux pourraient être suivis et leurs flux évalués au minimum sur un cycle court de 2 à 3 ans qui serait suffisant pour une première évaluation :

- **Le Gave d'Oloron.** C'est un fleuve apportant directement des MES et les polluants associés à l'estuaire de l'Adour (au niveau de la confluence avec

le Gave de Pau. Au vu des débits, ses flux estimés sont du même ordre de grandeur que ceux du Gave de Pau, de L'Adour et de la Charente.

- **La Midouze** qui se jette dans l'Adour. Les taux d'érosion et la turbidité y sont très élevés entraînant des flux de matières significatif qui entre dans l'estuaire de l'Adour.
- Afin de documenter l'impact des **petits fleuves côtiers**, l'étude de la **Nive** ou de la **Nivelle** serait intéressante si un objectif était de mieux connaître l'origine des flux à l'échelle du Golfe de Gascogne.

⇒ **Propositions techniques : redéploiement de la sonde de la Leyre et/ou achat**

5 sondes sont en état et sont toujours en opération sur les sites afin de mesurer les flux 2019 :

N° sonde	Date d'achat	Site actuel	Site préconisé
Sambat n° 50057	Novembre 2015	Pont-de-Lamothe	La Réole / Garonne Ou « remplacement »
Sambat n° 50058	Novembre 2015	Démobilisée, HS	
Sambat n° 50059	Janvier 2016	Pessac-sur-Dordogne	
Sambat n° 50060	Janvier 2016	Saint-Cricq-du-Gave	
Sambat n° 50061	Janvier 2016	Dompierre-sur-Charente	
Sambat n° 50080	Janvier 2016	Saint-Vincen-de-Paul	

Si la proposition de retirer la sonde multiparamètre de la Leyre était acceptée, il serait possible :

- de la conserver pour assurer des remplacements de matériel lors des maintenances.
- de la redéployer sur la Garonne, sur le Gave d'Oloron, sur la Nive, sur la Midouze ou sur la Nivelle.
-

Le changement pourrait avoir lieu au 1^{er} janvier 2020.

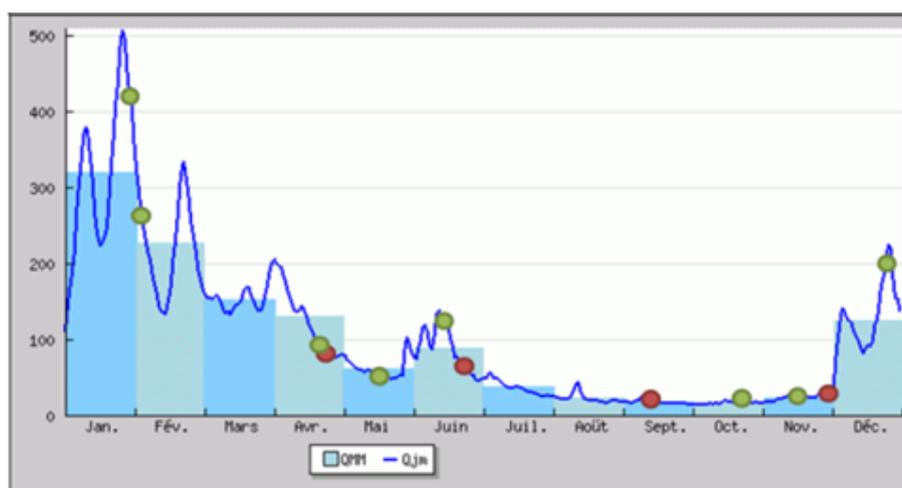
En complément, il serait nécessaire de permettre l'investissement dans une nouvelle sonde en remplacement de la sonde HS (n°50058). Cette sonde est nécessaire pour assurer le remplacement rapide d'une sonde défectueuse dans le cadre d'un réseau de 5 points de mesure.

12.3.2 Evolution du « réseau MES »

Le « réseau MES » est une opération complémentaire nécessaire et indispensable à la quantification des flux de micropolluants, et se complète très bien avec les connaissances et les données apportées par le « réseau MESsAGE ».

Le protocole du « réseau MES » devrait être cependant encore amélioré :

- **Imposer des prélèvements d'eau pour la mesure de la concentration en MES.** Il n'est pas à ce jour demandé au bureau d'étude de réaliser un prélèvement d'eau brute et d'en faire analyser la concentration en MES (mg/L). Ce serait chaque année, 4 échantillons de MES qui permettraient d'améliorer les relations statistiques Turbidité/Concentration en MES.
- **Imposer au moins un prélèvement sur la période hivernale (de Décembre à mars).** La figure ci-dessous illustre parfaitement la répartition actuelle des prélèvements de MES du « réseau MES » qui ont lieu de fin avril à fin novembre (points rouges). Il est clair qu'actuellement les 4 mois présentant les plus fortes crues ne sont pas documentés.



- Prélèvements Peenaert
- Prélèvements GEO-Transfert

Histogramme des débits journaliers (BD Hydrp) et identification des jours de prélèvements de l'étude « Penearts » et des missions « MESsAGE » à Dompierre-sur-Charente en 2018

Il serait souhaitable, afin d'améliorer l'estimation des flux de métaux qui sont associés pour beaucoup au MES transportées pendant les crues, d'avoir au moins un prélèvement de décembre à mars, afin de renseigner la répartition des concentrations en métaux dans les forts débits (cf. figure ci-après). La probabilité d'échantillonner une « crue » (c'est-à-dire un débit un débit de plus d'1/3 de la plage des débits rencontrés), serait de l'ordre de 50%. En 2 ou 3 ans on commencerait à documenter la zone non documentée.

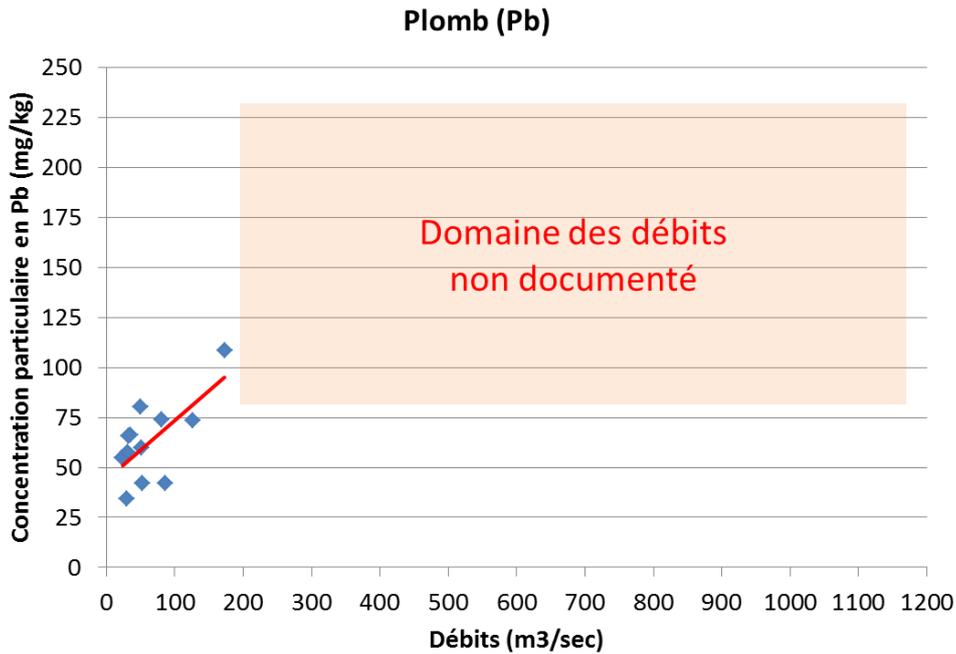
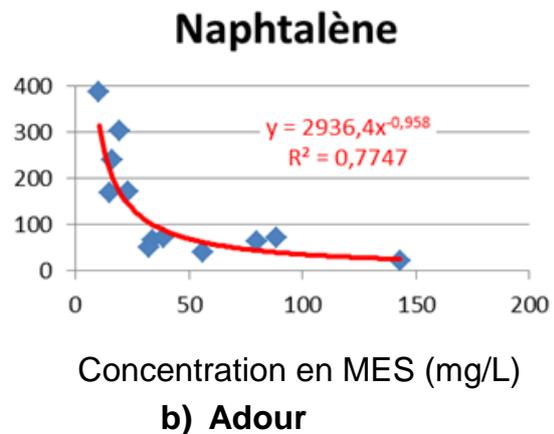
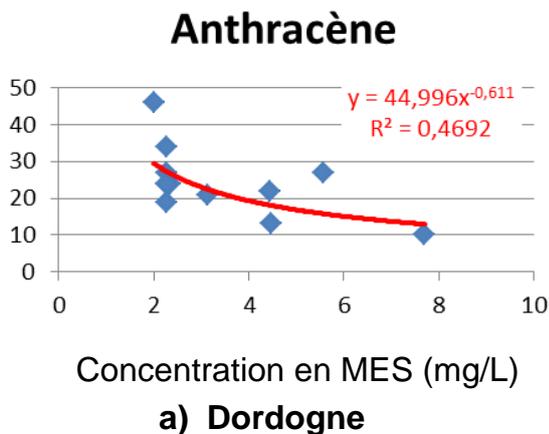


Illustration du manque de signification de la base de données pour évaluer les concentrations particulaires en ETM à partir des débits.

- **Conserver au moins 2 prélèvements par an en étiage.** L'analyse de la BD sur les micropolluants organiques a montré, en particulier sur l'Adour, que les micropolluants organiques ne sont quantifiés, avec les LQ du laboratoire actuel, uniquement sur les échantillons de MES prélevés en étiage.

Dès que le prélèvement a lieu en période de crue et qu'il y a une turbidité significative, les micropolluants organiques ne semblent plus quantifiable comme le montre l'exemple de l'Anthracène sur la Dordogne et du Naphtalène sur l'Adour.



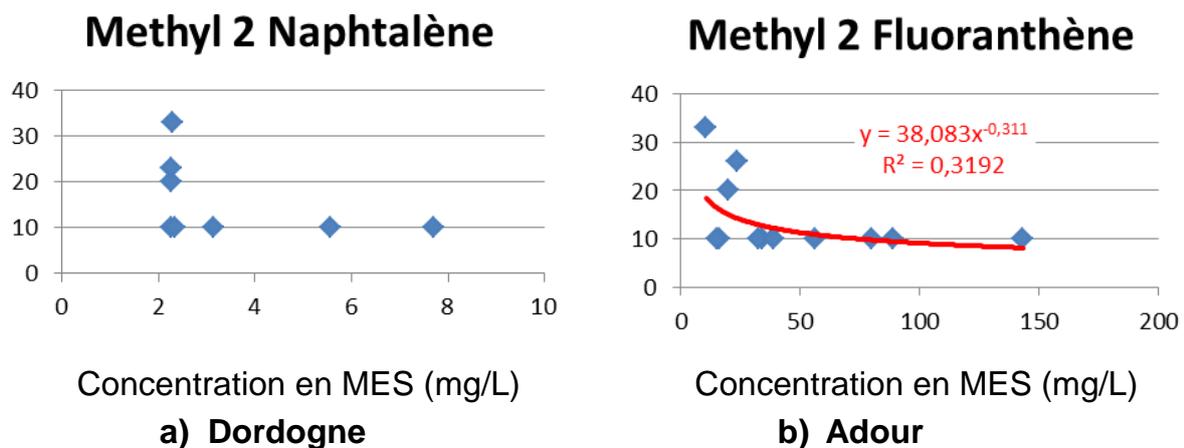
Concentration en Anthracène et en Naphtalène ($\mu\text{g/L}$) en fonction de la concentration en MES (mg/L) et valeur seuil pour les fortes concentrations en MES

- **Améliorer les limites de quantification (LQ) pour les micropolluants organiques.** Le paragraphe précédent montre l'observation que la concentration d'un micropolluant tends vers la LQ quand les concentrations en MES augmentent. Or, c'est la période où les flux de MES sont les plus élevés.

Certes comme dans le cas de la figure ci-dessous, on n'utilise pas de valeur à « 0 » quand la mesure est inférieure à la LQ. Ainsi, c'est la valeur de la LQ/2 qui est utilisée.

Néanmoins, c'est un approximation source d'erreur potentiellement très importante dans l'estimation des flux : la concentration limite « vrai » peut-être de 180% de la LQ ou aussi bien de 10% de la LQ !

De plus, il faut rappeler plus simplement que seulement 32 micropolluants organiques seulement, ont été détectés, une fois au moins, pour 140 composés recherchés et qu'aucune estimation ne peut être produite pour 118 composés organiques.



Concentration en Anthracène et en Naphtalène (µg/L) en fonction de la concentration en MES (mg/L) et valeur seuil pour les fortes concentrations en MES : LQ du Méthyl 2 Naphtalène et du Méthyl 2 Fluoranthène = 20 µg/kg. Les valeurs mesurées < LQ ont été remplacées par la valeur de LQ/2, soit 10 µg/kg.

12.3.3 Evolution du « suivi du Cadmium »

La Garonne est le principal contributeur en terme de :

- volume d'eau
- masse de MES
- masse de micropolluant.

Le suivi des flux de MES et de métaux traces historique, réalisé à la La Réole sur la Garonne en conséquence du suivi de l'impact de la pollution en Cd du Riou Mort, a d'autant plus de signification qu'il s'agit d'une des plus longues archives françaises sur les flux de matières (MES, Carbone, polluants) dans un grand fleuve.

A l'heure où s'engage une surveillance et une gestion de l'impact du changement climatique sur le fonctionnement hydrologique et sur la ressource en eau dans le bassin Adour-Garonne, les connaissances acquises sur le site de la Réole sont une chance et sont des données essentielles pour les travaux futurs.

Il est donc avant tout nécessaire et essentiel de pérenniser le « suivi du Cadmium » et le suivi des flux à la station de la Réole.

Il serait ensuite utile d'améliorer le suivi des flux du « premier » des fleuves du bassin, en mettant en place un suivi moderne, HF avec un sonde multiparamètre.

De plus, le suivi HF permettrait de plus, d'avoir un suivi sur les paramètres température et Oxygène dissous qui sont des paramètres physico-chimiques important pour évaluer la qualité de la masse d'eau la plus importante du district.

En raison de son importance régionale, en particulier sur l'estuaire de la Gironde, il est recommandé de pérenniser le prélèvement d'eau quotidien, associé à des analyses géochimiques sur les phases dissoutes et particulaires, tel que pratiqué par l'Université de Bordeaux (laboratoire EPOC), afin de pouvoir quantifier le plus précisément possible de 50 à 75% des flux du bassin.

De même, un effort devrait être fait pour améliorer la quantification des micropolluants organiques, au minimum pour ce site.

ANNEXE 1 – Résultats des analyses des concentrations en métaux traces dissous réalisées par l'Université de Bordeaux, UMR EPOC, équipe TGM, sur des eaux prélevées par GEO-Transfert en 2017

	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Pb	Th	U
LDD (µg/L)	0,007	0,020	0,001	0,006	0,002	0,017	0,009	0,005	0,002	0,0003	0,0005	0,0008	0,0003	0,008	0,001	0,008	0,000
Charente	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Pb	Th	U
07/03/2017	1,06	0,66	0,34	4,65	1,11	1,73	0,84	230	0,19	0,0006	0,0080	0,0029	0,0750	28	0,04	0,01	0,59
09/03/2017	1,07	0,64	0,32	4,23	1,08	1,62	0,84	197	0,18	0,0010	0,0070	0,0116	0,0777	27	0,08	0,01	0,54
moyenne annuel (µg/L)	1,07	0,65	0,33	4,44	1,10	1,67	0,84	213	0,18	0,0008	0,0075	0,0072	0,0763	28	0,06	0,01	0,56
Dordogne	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Pb	Th	U
07/03/2017	0,69	0,26	0,15	1,76	1,67	3,18	0,83	64	0,11	0,0007	0,0046	0,0038	0,1315	20	0,05	0,02	0,23
09/03/2017	0,62	0,17	0,12	1,42	0,74	0,96	0,88	56	0,10	0,0011	0,0034	0,0050	0,1112	17	0,05	0,02	0,18
02/06/2017	0,72	0,70	0,10	1,12	0,75	1,39	1,28	70	0,12	0,0009	0,0029	0,0038	0,1012	15	0,06	0,01	0,13
moyenne annuel (µg/L)	0,68	0,38	0,13	1,43	1,05	1,84	1,00	64	0,11	0,0009	0,0036	0,0042	0,1146	17	0,05	0,01	0,18
Leyre	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Pb	Th	U
06/02/2017	1,15	0,26	0,12	0,93	2,07	2,67	0,57	58	0,06	0,0005	0,0082	0,0041	0,0622	30	0,21	0,02	0,02
14/02/2017	1,20	0,29	0,26	0,99	0,55	2,30	0,56	67	0,05	0,0007	0,0068	0,0019	0,0735	39	0,05	0,02	0,02
18/05/2017	1,12	0,34	0,25	0,97	0,30	2,02	0,68	53	0,05	0,0006	0,0061	0,0027	0,0474	36	0,07	0,02	0,02
moyenne annuel (µg/L)	1,16	0,30	0,21	0,96	0,97	2,33	0,60	59	0,05	0,0006	0,0070	0,0029	0,0610	35	0,11	0,02	0,02
Adour	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Pb	Th	U
17/01/2017	0,86	0,31	0,23	2,22	1,05	2,50	0,86	137	0,16	0,0013	0,0091	0,0050	0,0723	21	0,08	0,02	0,23
19/01/2017	0,98	0,34	0,19	2,24	1,30	1,26	0,91	128	0,14	0,0013	0,0073	0,0050	0,0844	20	0,08	0,02	0,21
08/02/2017	1,58	0,50	0,22	2,26	2,13	1,60	1,13	94	0,13	0,0019	0,0059	0,0126	0,1103	22	0,21	0,07	0,15
14/02/2017	0,84	0,30	0,20	2,12	1,08	1,78	0,84	117	0,13	0,0008	0,0063	0,0037	0,0731	23	0,06	0,01	0,22
04/04/2017	1,34	0,40	0,22	2,27	2,14	1,35	1,14	95	0,15	0,0023	0,0070	0,0241	0,1033	22	0,15	0,06	0,20
moyenne annuel (µg/L)	1,26	0,40	0,21	2,22	1,78	1,58	1,04	102	0,14	0,0017	0,0064	0,0135	0,0956	22	0,14	0,04	0,19
Gave de Pau	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Pb	Th	U
17/01/2017	0,58	0,36	0,17	2,03	1,32	2,54	1,03	98	0,16	0,0017	0,0088	0,0068	0,0811	12	0,10	0,03	0,25
19/01/2017	0,34	0,32	0,16	2,17	0,74	3,49	1,15	122	0,23	0,0009	0,0196	0,0032	0,0876	13	11,78		0,43
08/02/2017	0,56	0,44	0,15	1,92	1,13	2,14	1,02	94	0,17	0,0011	0,0094	0,0048	0,0805	12	0,14	0,01	0,28
04/04/2017	0,45	0,27	0,18	2,27	0,83	1,41	1,01	120	0,18	0,0007	0,0066	0,0032	0,0750	14	0,07	0,01	0,34
moyenne annuel (µg/L)	0,48	0,35	0,17	2,10	1,00	2,40	1,05	108	0,18	0,0011	0,0111	0,0045	0,0810	13	3,02	0,02	0,33

