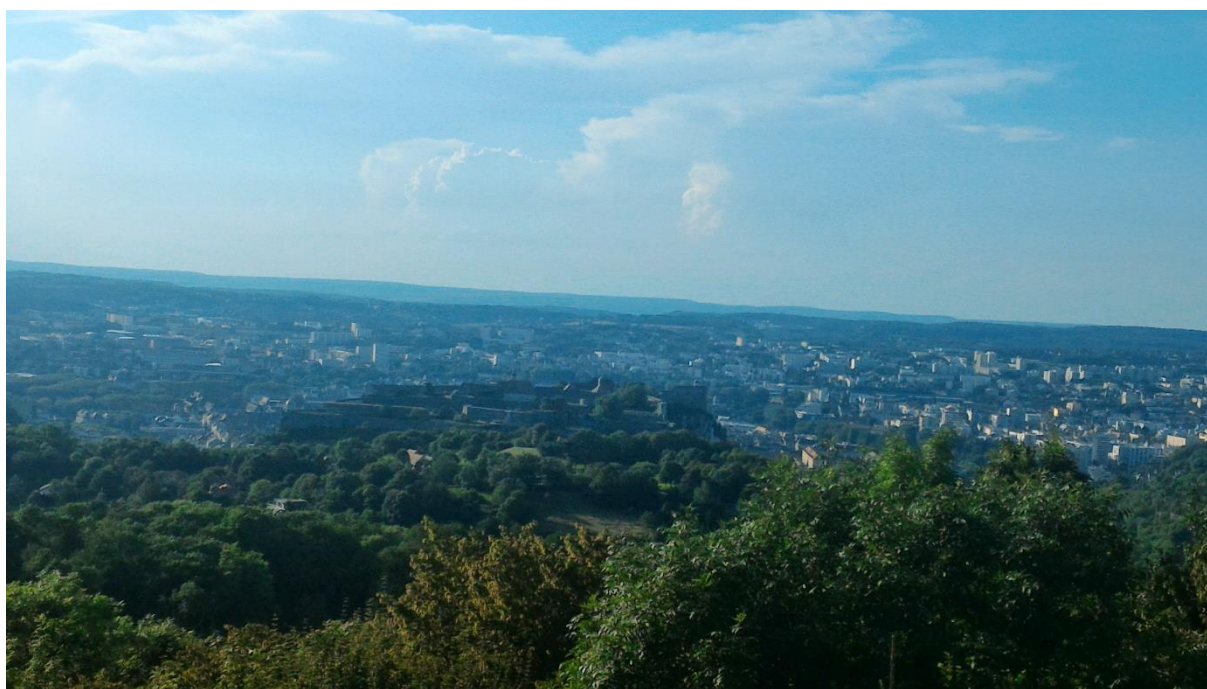


Organisme d'accueil : Naldeo Agence de Besançon
Tuteur universitaire: Sabine Greulich
Tuteur professionnel : Maryline Le Thiec

Suivi environnemental post-travaux des milieux aquatiques de la Voie des Mercureaux : Analyse et Bilan



Vue de la Citadelle de Besançon depuis la Chapelle des Buis (crédit photo ND)

DUPEUX Nicolas

**Mots-clés : HAP, métaux lourds, milieux aquatiques
(Besançon, Doubs(25), Franche-Comté)**

Nicolas DUPEUX DAE 4-IMA

REMERCIEMENTS

En premier lieu, j'aimerais remercier Madame Maryline Le Thiec, ma tutrice professionnelle, ainsi que Madame Geneviève Maillet-Guy, directrice de l'agence, pour m'avoir accompagné dans ce stage mais aussi pour m'avoir permis de l'effectuer au sein du bureau Naldeo. Cela a représenté pour moi une expérience professionnelle enrichissante et motivante pour la suite de mon cursus.

Je tiens à adresser de vifs remerciements à toute l'équipe du bureau qui m'a si bien accueilli. Merci en particulier à ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans cette immersion en milieu professionnel et qui ont participé à son bon déroulement.

Merci à Monsieur Eric Parmentier, ingénieur hydrobiologiste de la DREAL Franche-Comté d'avoir pris le temps de répondre à mes interrogations sur ce vaste sujet qu'est la voie des Mercureaux. Ses conseils et avis ont été d'une grande utilité dans la rédaction de ce rapport.

Bien entendu, merci à l'équipe pédagogique de la formation IMA, et en particulier, ceux nous ayant accompagné dans la recherche de stage, chose non aisée.

Je voulais remercier aussi mes « collègues de promo » qui ont rendu l'année plus douce et agréable. En espérant que la prochaine soit encore meilleure.

Enfin, merci à ma famille et à mes amis proches pour leur soutien et leur patience. Simplement, merci d'être là.

Résumé :

La Voie des Mercureaux est la voie de contournement sud-ouest de l'agglomération bisontine. L'impact de la route sur les milieux aquatiques alentours, et en particulier sur la qualité des eaux et sédiments, doit être suivi, suite à sa mise en exploitation en 2011. Trois cours d'eau sont notamment visés. Il s'agit du ruisseau des Mercureaux et du Doubs, par leur proximité avec la route et de la Loue, potentiellement touchée par les eaux de ruissellement, issues de la route et véhiculées par le réseau karstique. Le bureau NALDEO est chargé du suivi environnemental de ces trois cours d'eau, ainsi que des rejets s'écoulant des bassins de dépollution installés en bordure de la voie. Des prélèvements de sédiments, d'eau ainsi que deux IBG sont réalisés en 2012, 2013 et 2014, sur ces différents sites afin d'étudier leur qualité. Les paramètres suivis sont les paramètres physico-chimiques, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les métaux lourds, des substances suivies de près par la DCE dans un contexte de bon état des eaux. Nos principaux résultats montrent que la qualité des sédiments dans le ruisseau est moyenne et particulièrement altérée par les HAP en station aval. En raison de la présence d'un rejet routier issu de la voie des Mercureaux et de la proximité du ruisseau, l'exploitation de cette dernière est directement mise en cause. Les résultats concernant le Doubs et la Loue sont beaucoup moins concluants en raison du nombre important de facteurs potentiellement sources de HAP et de métaux lourds, présents sur les berges. Quant aux rejets de bassins, nous avons observé régulièrement des concentrations en zinc et en benzo(a)pyrène, non respectueuses du bon état DCE. Ceci nous interroge sur la mise en œuvre de moyens complémentaires pour limiter ces apports. Des murets en béton pourraient remplacer les glissières de sécurité de la voie, source en zinc, et des haies végétales pourraient être installées aux abords de la rocade pour limiter la projection de polluants sur l'environnement à proximité.

Mots-clés : Voie des Mercureaux – milieux aquatiques – métaux lourds – HAP – bassin de dépollution

Abstract :

Voie des Mercureaux is a ring road located in the south-west of Besançon (France). An impact from the road on aquatic environment, especially sediments and water qualities, must be monitored, after the beginning of its exploitation in 2011. Three freshwater systems are focused by this study. Firstly, « ruisseau des Mercureaux » and « Doubs » river are monitored because of their proximity with the ring road. Secondly, the quality of the river « Loue » is studied because run-off water, and thus pollutants from the road may reach it by karstic system. The firm NALDEO is in charge of monitoring these three aquatic systems and also wastes from settling pond nearby the ring road. Water and sediments sampling and IBG are performed in 2012, 2013 and 2014, on these locations for studying quality. Parameters tracked are physicochemical parameters, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), and heavy metals (in particular zinc and lead), some pollutants monitored by FWD (Frame Water Directive) to reach « good status » for water and aquatic ecosystems. Our main results show that sediment quality in « ruisseau des Mercureaux » is medium and clearly impacted by PAH. Because of an effluent from the ring road and the short distance between the water body and the road, exploitation of « Voie des Mercureaux » is highly questioned. Results about Doubs and Loue rivers are less convincing because of the presence of several factors, potential sources of pollutants, close to banks of the rivers. Concerning wastes settling ponds, we have watched zinc and benzo(a)pyrene concentrations over the limits defined by FWD. It makes us wondering about planning systems to reduce these intakes. Concrete made barriers may be installed instead of safety barriers, source of zinc, and moreover, vegetation hedges may be installed over the edge of the road to limit pollutants projection to nearby environment

Key words: Voie des Mercureaux – aquatic environment – heavy metals – PAH – settling ponds

Le Suivi Environnemental post-travaux des milieux aquatiques de la Voie des Mercureaux

Analyse et Bilan



Le vallon des Mercureaux

Crédit photo ND

Rédigé par Nicolas Dupeux

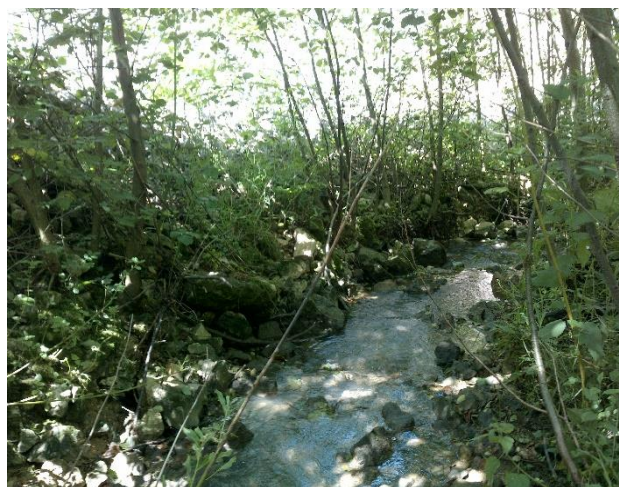
Contexte de l'étude

La voie des Mercureaux est la voie de contournement sud-ouest de l'agglomération bisontine (Doubs, Franche-Comté). Déclarée d'utilité publique en 1990, les travaux dureront près de 20 ans avant sa mise en exploitation en 2011. Suite à l'ouverture de la voie, l'agence Naldeo de Besançon, spécialisée en Ingénierie de l'environnement, est chargée de suivre l'impact de la pollution routière sur les milieux aquatiques alentours. Trois cours d'eau sont visés dans cette étude, car potentiellement touchés par cette pollution :

Le ruisseau des Mercureaux et le Doubs car proche de la voie et recueillant les rejets routiers. La Loue, plus éloignée du site, mais potentiellement impactée par les eaux de ruissellements provenant de la voie et s'infiltrant dans le réseau souterrain.

Afin d'appréhender la qualité des eaux et des sédiments de ces milieux et son évolution, des prélèvements de ces deux compartiments ont été réalisés en 2012, 2013 et 2014. Des analyses ont été effectuées sur ces prélèvements pour mesurer : les paramètres physico-chimiques (taux d'oxygène, pH, Température...), la quantité de métaux lourds (zinc et plomb) et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP). L'indice de Biologie Normalisé (IBG) a aussi été utilisé sur le ruisseau des Mercureaux pour suivre l'évolution des populations de macro-invertébrés benthiques et la qualité du milieu.

L'eau des rejets des bassins de décantation recueillant les eaux de ruissellement de la voie des Mercureaux a aussi été prélevée afin de vérifier que des substances dangereuses ne soient pas propagées dans le milieu naturel.



Au-dessus : Ruisseau des Mercureaux
En-dessous : Rejets routiers à proximité

L'objectif de l'étude est donc **double**. **Suivre l'évolution de la qualité des milieux aquatiques** par l'analyse de paramètres définis par la Directive Cadre sur l'Eau et tenter d'établir un lien de causalité avec la pollution routière émanant de la Voie des Mercureaux. **S'assurer que les bassins de décantation remplissent correctement leur rôle** en limitant l'apport de substances toxiques dans l'environnement.

Comment s'y prendre ?

Afin de conclure quant à la qualité des eaux nous avons utilisé une norme conforme à la DCE. Cette directive impose notamment aux états membres européens d'atteindre le bon état de leurs eaux en fixant des valeurs seuils pour certains paramètres. Des couleurs sont utilisés pour caractériser 5 classes d'état : Très bon, Bon, Moyen, Médiocre et Mauvais.

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
8	6	4	3	>3

Un exemple ci-dessus est donné pour la concentration en oxygène dissous (en mg d'O₂ / L). Une valeur supérieure à 8 mg/L indique un très bon état pour ce paramètre, une valeur inférieure à 3 mg/L indique un mauvais état.

Les paramètres que nous avons **suivis pour les eaux** sont : la concentration en oxygène dissous ainsi que son taux de saturation, la température, le pH, la conductivité, la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en Oxygène (DBO₅), le taux de matières en suspension (MES), la concentration en métaux lourds et en HAP (des substances issues de la pollution routière). Chaque paramètre a des valeurs-seuils bien spécifiques. Pour les paramètres physico-chimiques elles sont consultables à la **Circulaire DCE n° 2005-12 du 28/07/05**.

Pour les substances comme les HAP et les métaux lourds, elles sont consultables à la **Directive 2008/105/CE**. Pour ces substances (dites prioritaires), on parlera de NQE (Normes de Qualité Environnementale). Au-dessus de cette NQE, la concentration de cette substance est non respectueuse du bon état DCE (qualifié en mauvais état).

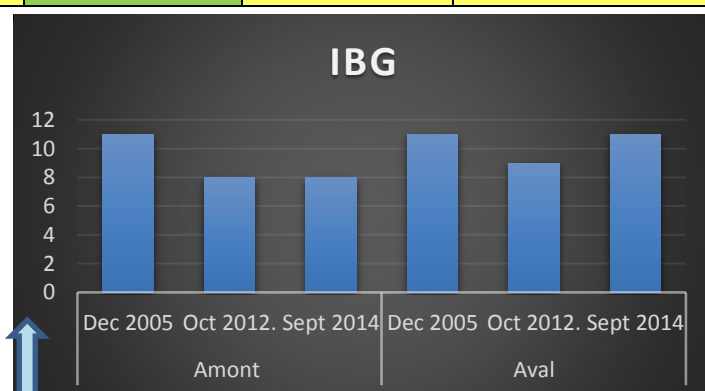
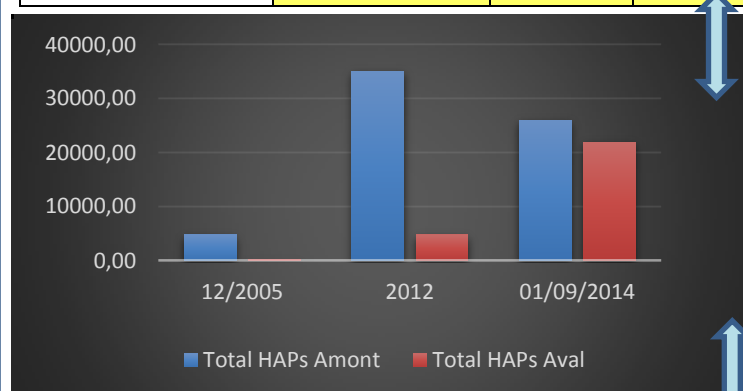
Pour l'analyse des sédiments, les paramètres étudiés sont les HAP et les métaux lourds. Les NQEs pour ces substances dans les sédiments n'ont pas été encore définis par la DCE. Nous utilisons donc une ancienne classification définie par la SEQ-EAU V2 (Système d'Evaluation de la Qualité des Eaux) qui prend en compte ces paramètres dans les sédiments. Nous retrouvons dans cette classification des valeurs-seuils pour chaque substance.

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre
5	50	7500	>7500

Un exemple de valeurs-seuils définies par le SEQ-EAU pour un HAP (l'Anthracène) est indiqué ci-dessus. Ceci n'est valable que pour les analyses sur sédiments. Nous retrouvons 4 classes d'état. En-dessous de 5 µg/kg, l'état est qualifié de très bon. Une concentration supérieure à 7500 µg/kg de sédiments prélevés indique un mauvais état.

Qu'est-ce que nous montre l'étude à propos des milieux naturels suivis ? Cas du ruisseau des Mercureaux

Substances (en µg/kg)	Amont			Aval		
	Déc 2005	Oct 2012.	Sept 2014	Déc 2005	Oct 2012.	Sept 2014
Phénanthrène	non déterminé	5087	3533	non déterminé	294	3672
Pyrène	non déterminé	4984	3389	non déterminé	660	3188
Anthracène	non déterminé	1269	1806	non déterminé	105	1847
Benzo(a)Anthracène	non déterminé	2913	2298	non déterminé	466	2008
Benzo(a)pyrène	396	2143	1774	non déterminé	392	118
Benzo(b)fluoranthène	416	2290	1615	non déterminé	435	1318
Benz(ghi)Pérylène	367	1020	816	non déterminé	234	595
Benzo(k)fluoranthène	360	964	850	31	171	651



Les résultats les plus probants sont ceux concernant les analyses de sédiments du ruisseau des Mercureaux.

Nous avons comparé les concentrations de 2012 et 2014 avec des données antérieures de 2005, soit 6 ans avant la mise en service de la voie des Mercureaux. Deux stations (lieu de prélèvement) ont été suivies sur le ruisseau des Mercureaux. Une (station amont) se situe en amont d'un rejet routier tandis que la seconde (station aval) se situe en aval. Cette disposition permet de voir les impacts du rejet, la station amont étant hors de portée. L'augmentation de HAP à l'amont entre 2005 et 2012 ne peut donc pas être expliquée par le rejet. D'autres raisons peuvent alors être mises en cause (chantier de la voie, émission diffuse...). Les HAP étant peu solubles, ils se retrouveront préférentiellement dans les sédiments et s'accumulent au cours du temps, en l'absence de violente crue qui curerait le cours d'eau. Cette idée est illustrée avec le tableau ci-dessus, où le nombre de HAP et leurs concentrations augmentent entre 2005 et 2014. La qualité des sédiments est médiocre à l'amont, déclassée par le benzo(a) pyrène en 2012 et 2014 et reste moyenne à l'aval pour la même période. Entre 2012 et 2014, nous remarquons une augmentation en station aval. Dans ce cas, le rejet est directement mis en cause puisque coïncidant avec la mise en service de la route. De plus, aucune autre source de ces polluants ne peut expliquer cette rapide augmentation en station aval. Nous suspectons alors un fort apport de HAP provenant de la voie des Mercureaux, dégradant la qualité des sédiments. Cette dégradation n'est pas particulièrement illustrée par les IBG réalisés (voir encart sur IBG).

L'IBG est un indice biologique se basant sur le prélèvement de la macrofaune benthique. Il est principalement déterminé à l'aide de deux paramètres : la richesse taxonomique présente dans le prélèvement et la présence de taxons polluo-sensibles ou non. De manière simpliste, plus l'indice est élevé (score/20), plus la richesse taxonomique ou la présence d'un (ou plusieurs) taxon(s) polluo-sensible(s) est avérée. Dans notre cas les notes sont moyennes marquées par une faible richesse et peu de taxons sensibles à la pollution. Les notes sont d'ailleurs un peu meilleures à l'aval, la station potentiellement la plus impactée par la pollution. Un habitat peu biogène (principalement du substrat grossier dans notre cas) ou des étiages sévères peuvent expliquer cette faible diversité.

Et pour les autres cours d'eau ?

Les résultats ne sont pas aussi marqués que pour le ruisseau des Mercureaux. Sur le Doubs, deux stations ont été choisies, situés de part et d'autre de la zone potentiellement impactée par la voie des Mercureaux. A l'aval de cette zone, les analyses montrent une nette augmentation de HAP est dans les sédiments. Néanmoins, en raison du grand nombre d'industries, potentielles sources de HAP, dans cette zone, il est difficile de conclure quant au rôle joué par la voie des Mercureaux. Pour la Loue, aucune tendance n'a été remarquée. Enfin la qualité physico-chimique de ces cours d'eau est en bon état et aucune corrélation avec la voie des Mercureaux n'a pu être mise en évidence.

Qu'est-ce que nous montre l'étude à propos des bassins de dépollution? Exemple du bassin 2V

	15/10/2012	06/11/2013	22/05/2014	04/11/2014
DBO5 (mg/L)	1,7	4	6	3
O2 dissous (mg/ L)	9,9	9,5	3,7	8
SATUR.O2 (%)	93	90	42	78
DCO (mg/L)	non déterminé	90	65	21
Température (°C)	10	11	18,5	12,1
pH	8	7,7	7,7	8
Conductivité (µS/cm)	630	580	940	150
MES (mg/L)	non déterminé	21	27	16

Les paramètres physico-chimiques des eaux rejetées par ce bassin 2V ne montrent pas de disfonctionnement particulier. Les valeurs médiocres pour les paramètres oxygène peuvent être dû au cloisonnement du bassin, limitant ainsi la ré-oxygénation des eaux. Les valeurs sont d'ailleurs bonnes voire très bonnes sur 3 des 4 campagnes.

Pour les polluants, nous avons observé en 2014, 4 HAP et aucun métal lourd au sein du bassin 2V. Alors que la NQE de la Fluoranthène n'est pas dépassée, celle du Benzo (g,h,i) pérylène est non-respectueuse du bon état DCE.

Substances en µg/L	06/11/2013	22/05/2014	04/11/2014
Fluoranth.	non déterminé	non déterminé	0,017
Pyrène	non déterminé	non déterminé	0,015
Phénanthr.	non déterminé	0,011	0,024
Benz(ghi)P	non déterminé	non déterminé	0,011

Et en ce qui concerne les autres bassins ?

Les résultats sont très variables selon les bassins et les campagnes. Même si nous ne pouvons pas débattre de l'efficacité d'un bassin (l'efficacité étant un rendement entre les concentrations entrantes et les filtrées), nous avons remarqué que peu de substances ne respectant pas leur NQE étaient présentes dans les rejets. Les bassins semblent donc remplir globalement leur rôle de rétention de polluants.

Néanmoins, nous avons fréquemment observé deux substances dans la plupart des rejets et dont les concentrations dépassaient leurs NQEs. Il s'agit du benzo (g,h,i) pérylène et le zinc. Le premier est un HAP classé en substance prioritaire dangereuse, émis par le trafic routier. Elle est notamment reconnue comme perturbateur endocrinien et cancérigène potentiel. Le zinc, lui, est présent dans les glissières de sécurité de grandes voies routières.



Photo du chemin d'accès menant au bassin, visible au fond et complètement végétalisé. L'entretien d'un bassin (vidange, curage des boues) est primordiale pour son efficacité. En cas de manque d'entretien son rôle de « rétention de polluants » est altéré.

En Conclusion de cette étude

La Loue et le Doubs ne semble pas particulièrement impactés par la voie des Mercureaux. En revanche, le ruisseau est touché, au regard de la dégradation de la qualité de ces sédiments en station aval. La voie a notamment entraîné l'augmentation de l'apport en HAP, qui s'accumule dans le compartiment sédimentaire du cours d'eau. Un éventuel projet de curage du ruisseau devra prendre ce facteur en compte pour éviter la propagation de ces substances à l'aval. De plus, de nouvelles analyses doivent être mise en place, en particulier pour les HAP pour appuyer ou non les résultats observés jusqu'à maintenant.

Les bassins remplissent globalement leur rôle même si des substances se retrouvent dans les rejets. La mise en place de murets en béton à la place de glissière métalliques de sécurité sur la voie devrait diminuer l'apport en zinc.

Enfin, notons que la propagation de polluants ne se fait pas uniquement par les eaux de ruissellement et rejets routiers. Ils peuvent aussi être propulsés sur l'environnement à proximité, échappant ainsi aux bassins. La mise en place de haies végétales aux abords stratégiques de la rocade devrait permettre de limiter l'apport de polluants par cette voie-là.

SOMMAIRE

Liste des Abréviations.....	2
Introduction.....	3
1. Matériel et méthodes	7
1.1 Sites d'étude et lieux de prélèvement	7
1.2 Paramètres suivis et normes	9
1.3 Fréquence et types de prélèvement.....	10
1.4 Acquisition et traitement de données	13
2. Résultats	14
2.1 Mesures sur les milieux naturels	14
2.2 Mesures sur les bassins	21
3. Interprétation et discussion des résultats	27
3.1 Impact sur les milieux naturels.....	27
3.2 Les bassins.....	28
3.3 Enjeux sur le ruisseau des Mercureaux et limites de l'étude	29
Conclusion	30
Bibliographie.....	
Listes des tableaux et des figures	
Annexes	

LISTE DES ABREVIATIONS

APB : Arrêté de Protection de Biotope
B(a)A : Benzo (a) Anthracène
Benz(ghi)P : Benzo (g,h,i) Pérylène
Benzo(a)py : Benzo(a)Pyrène
Benzo(b)fl : Benzo (b) Fluoranthène
Benzo(k)fl : Benzo (k) Fluoranthène
BV : Bassin Versant
Cd : Cadmium
Conductiv. : Conductivité
DBO5 : Demande Biologique en Oxygène (5 jours)
DCE : Directive Cadre sur l'Eau
DCO : Demande Chimique en Oxygène
Fluoranth. : Fluoranthène
GI : Groupe Indicateur (IBG)
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique
IBG : Indice Biologique Général
Indénopyr. : Indénopyrène
IUCN : International Union for the Conservation of Nature
LQ : Limite de Quantification
MES : Matière En Suspension
Pb : Plomb
Phénanthr. : Phénanthrène
SAGE : Schéma d'Aménagement de Gestion de l'Eau
SATUR.O2 : Taux de saturation en Oxygène
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et Gestion de l'Eau
SEQ-EAU : Système d'Evaluation de la Qualité de l'EAU
SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique
Temp. Eau : Température de l'eau
Zn : Zinc
ZNIEFF : Zone Naturel d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

INTRODUCTION

Directive Cadre sur l'Eau et Qualité de l'eau

Depuis le 23 Octobre 2000, la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) fixe les grands objectifs environnementaux sur les milieux aquatiques à l'échelle de l'Europe : protéger, préserver, réduire la pollution et parvenir, à terme, au bon état des eaux (Parlement Européen, 2000). Elle inscrit ainsi un cadre réglementaire dans lequel les états membres doivent établir un programme de surveillance de l'état des eaux ainsi qu'un plan de gestion établi sur 6 ans qui définit les orientations fondamentales à suivre en termes de gestion de l'eau. Ce programme de surveillance s'appuie sur le suivi de paramètres physico-chimiques, biologiques et chimiques (MEDDE, 2006) par le biais d'un réseau de stations dispersées sur le réseau hydrographique national. La DCE distingue en effet deux états, indispensables au bon fonctionnement des hydrosystèmes :

- le bon état écologique s'appuyant sur des valeurs-seuils de paramètres physico-chimiques, biologiques et morphologiques
- le bon état chimique concernant la concentration de 45 substances, dites prioritaires.

En France, le plan de gestion de la DCE est réduit par les SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) et ses documents d'accompagnement. Ils sont établis par les comités de bassin à l'échelle de grand district hydrographique.

En Franche-Comté, l'outil de planification concertée de la politique de l'eau est le SDAGE Rhône-Méditerranée. L'une de ces grandes orientations (orientation 5C) est notamment de lutter contre les substances dangereuses (prioritaires) pour répondre à des « enjeux sanitaires, économiques, et environnementaux » (Comité de bassin Rhône Méditerranée, 2015). Ces substances sont inscrites à l'annexe X de la directive 2000/60/CE et les NQEs (Normes de Qualité Environnementales) à respecter pour le bon état chimique sont fixées par la nouvelle directive 2013/39/UE. Elles sont définies comme toxiques et présentent un risque pour les écosystèmes aquatiques : toxicité, persistance, potentiel cancérigène... (EauFrance) Elles sont regroupées en une grande diversité de familles : Pesticides, Métaux, Hydrocarbures, Solvants chlorés... Bien que certaines de ces substances se présentent à l'état naturel, comme le cas de certains métaux (Zinc, Cuivre...), beaucoup ont pour origine, une activité anthropique : agriculture, industries, rejets urbains, émission du trafic routier...

Infrastructure routière et Pollution

Les infrastructures routières et le trafic routier qui y circule sont notamment sources de ce type de substances. La pollution routière s'exprime principalement sous quatre aspects (SETRA, 2007):

- La pollution chronique représentée actuellement par les carburants, l'usure des freins ou des pneus, mais aussi l'usure de l'équipement routier (chaussée, glissière de sécurité...),
- La pollution saisonnière caractérisée par l'utilisation de fondants routiers en hiver et de phytosanitaires d'entretien,
- La pollution accidentelle, suivant un accident de circulation pouvant entraîner le déversement de substances dangereuses,
- La pollution suivant les chantiers de construction.

Ces perturbations peuvent notamment participer à l'altération de la qualité de l'eau des milieux aquatiques concernés. En effet, l'exploitation de ces infrastructures s'accompagne d'un apport de plusieurs polluants, tels que les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) (INERIS, 2010) et les métaux lourds, dont le Plomb et le Zinc (Branchu et al., 2012). Les HAP sont des composés organiques formés exclusivement d'atomes de carbone et d'hydrogène. Ils appartiennent aux polluants organiques persistants, lentement biodégradables, et dont les effets de perturbateurs endocriniens, et

cancérogènes sont fortement suspectés. Ces substances, en général peu solubles dans l'eau, seront préférentiellement adsorbés sur les Matières En Suspension (MES) et sur les sédiments. Notons toutefois que certains, relativement plus solubles comme le naphthalène, menacent la pollution d'eau souterraine (INERIS, 2005). Les métaux lourds sont des composés présentant la particularité de ne pas se dégrader et s'accumulant facilement dans les sédiments. Ils peuvent potentiellement affecter par leur toxicité les invertébrés benthiques (Muthukrishnan, 2010 ; Le Goff et Bonnomet, 2004).

Le transport de ces particules de la route jusqu'au milieu naturel peut se réaliser principalement selon deux voies (Branchu et al. 2012). La première, se fait par projection des substances depuis la route vers le milieu à proximité. La seconde se réalise par les eaux de ruissellement (**figure 1**). Ces polluants s'accumulent sur la voie avant d'être lessivés par les précipitations. Afin de limiter cette émission diffuse (pollution directe), et aussi les pollutions accidentelles, des bassins de décantation (aussi appelés bassins de dépollution) sont installés au bord des routes afin de récolter les eaux de ruissellements avant qu'elles ne rejoignent le milieu naturel. Ces bassins permettent d'une part, de réguler le débit fuyant issu de la route et d'autre part de « piéger » les substances toxiques et les MES.

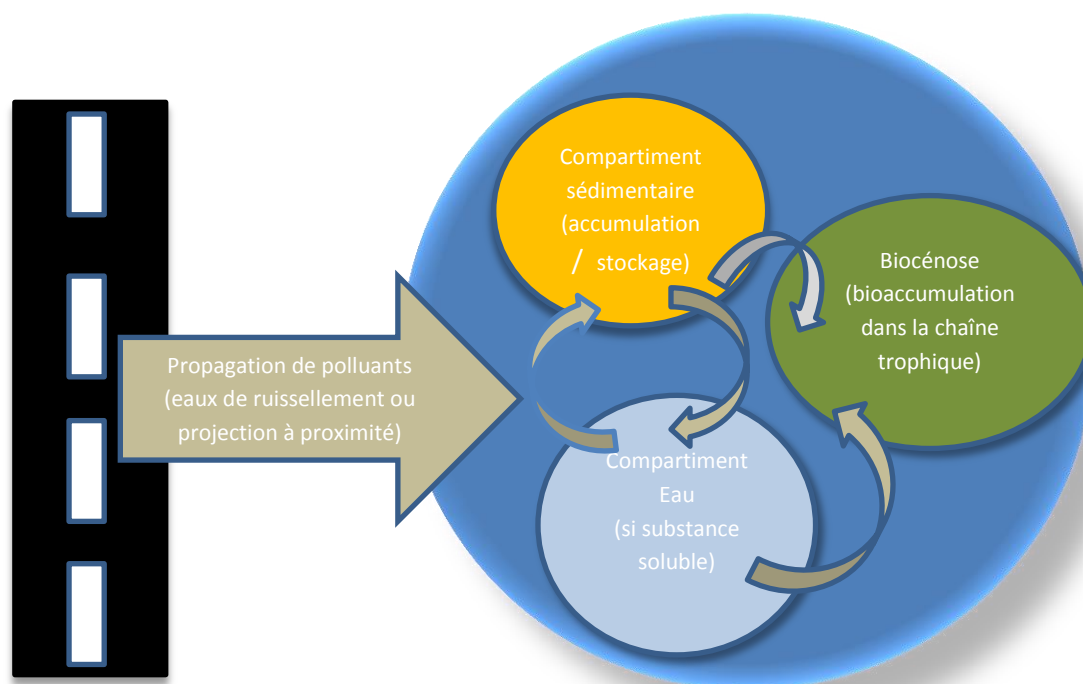


Figure 1 : Schéma simplifié de transfert de polluants dans le milieu aquatique

Des systèmes comme les filtres à sable, les déshuileurs ou des végétaux peuvent y être associés afin d'augmenter l'efficacité de la structure (Giroud et al. 2015 ; Brelle, 2005).

Contexte

Située dans le département du Doubs (25), la Voie des Mercureaux est une 2 fois 2 voies de contournement Sud-Ouest de l'agglomération bisontine. A plus large échelle, cette voie, déclarée d'utilité publique par l'arrêté préfectoral du 13 Décembre 1990, constitue une portion de la RN 57. Cette liaison présente notamment un fort intérêt à l'échelle européenne, en étant un point de circulation essentiel de l'axe nord-sud entre le Benelux et la Suisse. A l'échelle plus locale, elle facilite aussi les échanges entre l'agglomération bisontine et son centre. Le chantier de la Voie des Mercureaux a commencé en 1993 par son extrémité Est. Sa mise en exploitation a été inaugurée le 12 Juillet 2011 (DREAL Franche-Comté), après la construction d'un linéaire de 5,8 km, incluant deux tunnels et six ponts.

La Voie des Mercureaux traverse notamment le vallon des Mercureaux, (**figure 2**) dans lequel s'écoule un petit cours d'eau, le ruisseau des Mercureaux. Son bassin versant, essentiellement agricole (**Annexe 1**), s'étend sur les communes de Fontain, de La Vèze, de Morre, d'Arguel et de Beure (voir **figure 2**). Il prend sa source dans la commune de Fontain à l'extrémité Est du vallon pour se jeter dans le Doubs au niveau de la commune de Beure. De plus, un Arrêté de Protection de Biotope (APB) s'exerçant sur le long du cours d'eau, a été mise en place pour la protection de l'écrevisse à pattes blanches. L'APB est un instrument juridique réglementaire, ayant pour but de prévenir la disparition d'espèces. Il peut prohiber des actions endommageant des biotopes liés à un habitat remarquable (SETRA, 2004). Il est aussi inclus dans une Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique de type 1 (ZNIEFF I), notamment pour être un lieu de ponte pour la salamandre tachetée (**Annexe 1**). De par sa proximité avec la voie, le ruisseau a dû subir quelques modifications de tracé, la qualité de ces eaux et sédiments serait, encore aujourd'hui, impactée par les rejets émanant de la voie. Deux autres rivières pourraient être impactées par la pollution routière de cette voie (POYRY, 2006). Il s'agit du Doubs, s'écoulant à proximité de la voie (voir **figure 2**) et de la Loue, qui bien que plus éloignée du site, pourrait recevoir la pollution des eaux de ruissellements via le réseau karstique.

Afin de protéger les milieux naturels, 4 bassins de décantation ont été installés. Il s'agit des bassins 1V, 2V et 1D (situé dans le vallon des Mercureaux) et 2D ainsi qu'un collecteur/stockeur, situés sur la commune de Beure à proximité du Doubs.

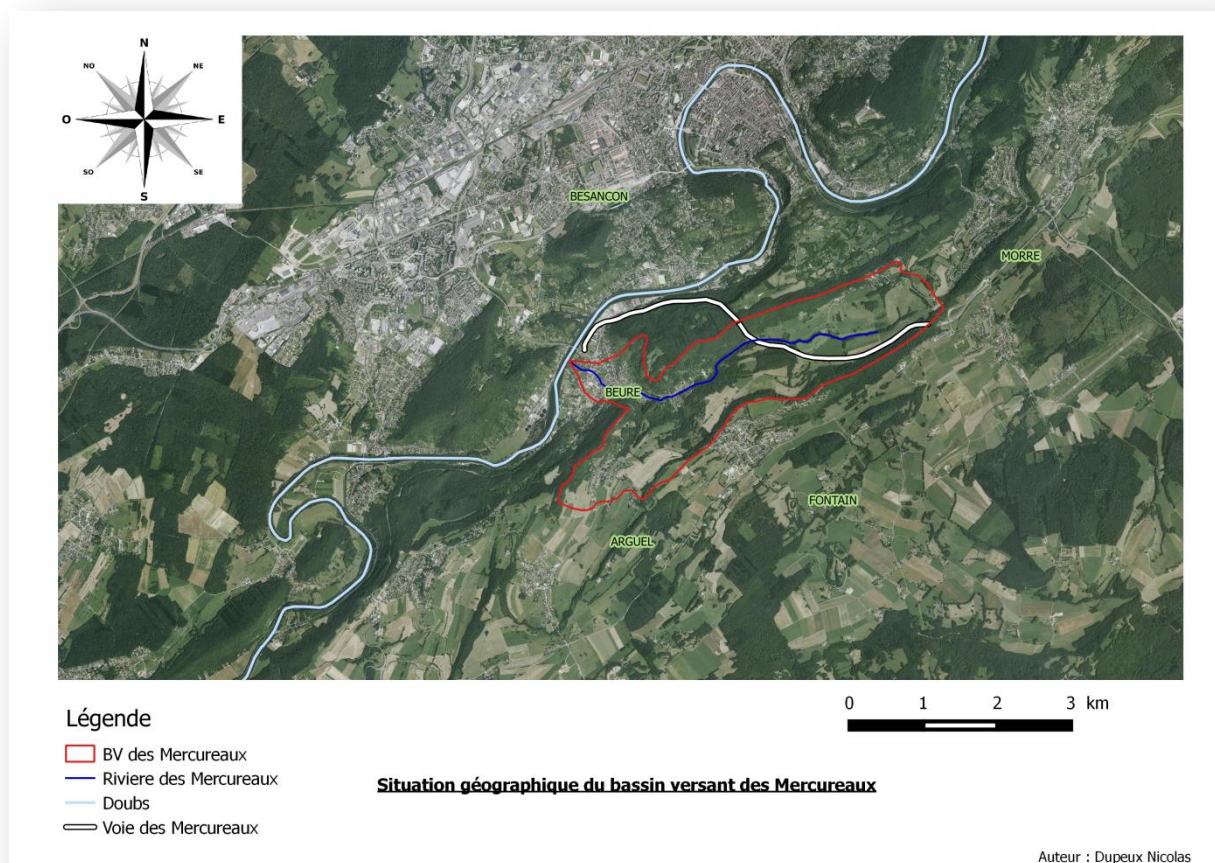


Figure 2 : Situation géographique de la Voie des Mercureaux et du bassin versant des Mercureaux

Objectifs de l'étude

L'étude présentée dans ce rapport a été suivie par le bureau d'ingénierie et de conseil, NALDEO. D'ampleur nationale, l'entreprise est implantée dans plusieurs villes françaises et s'est spécialisée dans de nombreux domaines : environnement, eau, hydraulique, traitement des déchets, , énergie, etc.. L'agence de Besançon est particulièrement investie dans les métiers de l'eau en regroupant 4 pôles et une vingtaine de personnes : Environnement, Hydraulique, Maîtrise d'œuvre et Assainissement. Le bureau suit depuis de nombreuses années le projet de la voie des Mercureaux, en étant l'auteur de dossiers d'autorisation Loi sur l'eau et diverses études hydrauliques. Le pôle Environnement a été chargé de suivre le chantier afin de vérifier que les moyens mis en œuvre étaient adéquates avec la protection des milieux naturels. Depuis 2012, ce pôle et en particulier Monsieur Eric Parmentier et Madame Maryline Le thiec (Chargés d'Affaires au pôle environnement) sont chargés du suivi environnemental post-travaux de la voie des Mercureaux. Ce stage s'inscrit directement dans ce cadre en complétant et synthétisant les résultats obtenus durant ces 5 dernières années (NB).

Ce rapport suivra un plan classique utilisé dans de nombreuses études techniques et publications scientifiques. Premièrement, le « Matériel et Méthode » présentera les sites d'études ainsi que différentes modalités sur les prélèvements et paramètres suivis. Ensuite, la partie « Résultats » présentera les résultats obtenus suite aux analyses de sédiments, d'eau et de l'indice biologique normalisé. Enfin, la partie « Discussion » reprendra ces résultats en les interprétant dans le contexte de la voie des Mercureaux.

Deux objectifs principaux seront traités dans ce rapport. Le premier sera de mettre en évidence un éventuel impact post-travaux de la voie des Mercureaux sur la qualité des milieux aquatiques alentours. Les trois cours d'eau visés seront le ruisseau des Mercureaux, le Doubs et la Loue. Le deuxième objectif sera de conclure sur les capacités des bassins de décantation à rejeter des eaux de bonne qualité. Nous tenterons de répondre à ces deux objectifs en analysant les résultats de prélèvements d'eau et de sédiments au droit de plusieurs stations, réalisés en 2012, 2013 et 2014. Les résultats de ce rapport concerneront exclusivement les paramètres physico-chimiques, biologiques, les HAP et les métaux lourds. Enfin, la mise en œuvre de moyens visant à réduire la pollution chronique sur les milieux aquatiques pourra également être suggérée en fin de rapport.

NB : Pour une raison technique, les prélèvements initialement prévus pour les années 2015 et 2016 n'ont pas pu être réalisés par l'agence Naldeo. Le rapport s'appuiera alors sur les années 2012, 2013 et 2014.

1 MATERIEL ET METHODE

1.1 Sites d'étude et lieux de prélèvement

1.1.1 Les Milieux Naturels

La Loue est une rivière traversant les départements du Doubs et du Jura et un affluent du Doubs par sa rive gauche. Elle est classée en 1^{ère} catégorie piscicole et présente un intérêt piscicole et halieutique (POYRY, 2011). Bien qu'elle ne traverse pas l'agglomération bisontine et qu'elle soit assez éloignée de la voie des Mercureaux, il est supposé qu'une partie des eaux de ruissellement de la voie (et donc les polluants), s'infiltre dans la doline de la petite Vèze et rejoigne ce cours d'eau par le réseau karstique. De plus, une station de captage d'eau potable est située à proximité de ces résurgences. Afin d'appréhender un éventuel impact de la voie, les stations de prélèvement sur la Loue se situent en amont et en aval de la zone de résurgence des eaux issues de cette doline (**voir figure 3**).

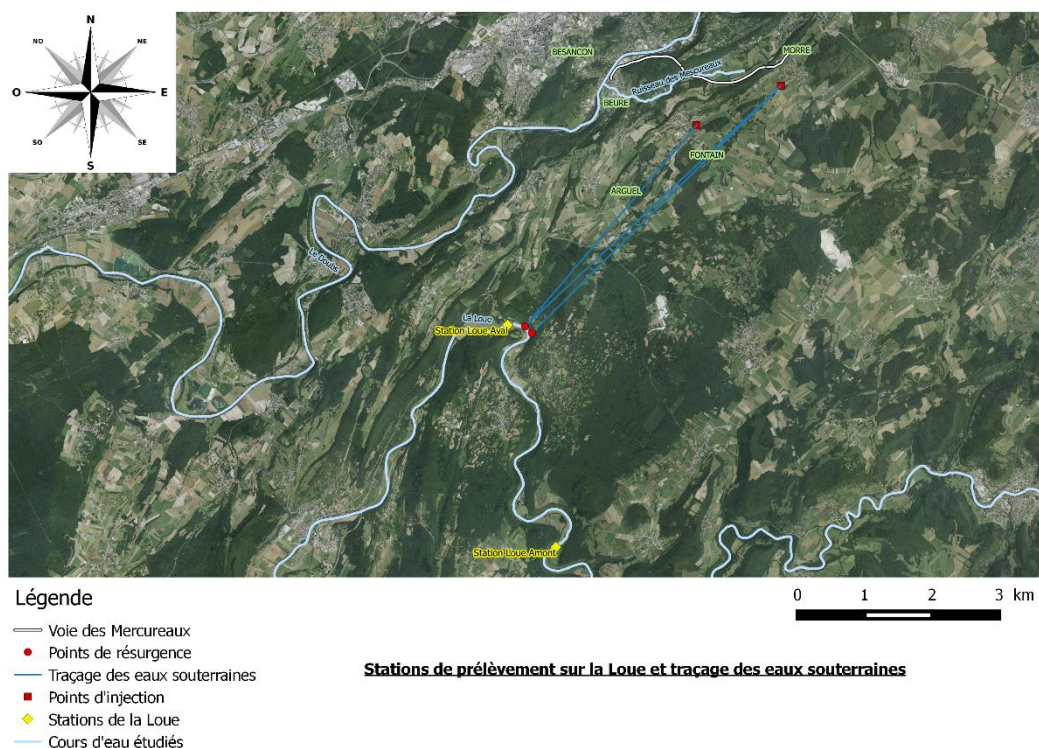


Figure 3 : Stations sur la Loue et traçage des eaux souterraines

Le ruisseau des Mercureaux est classé en 1^{ère} catégorie piscicole et abrite notamment un lieu de ponte pour la salamandre tachetée (zone classé ZNIEFF 1, Côtes du Doubs aux environs de Besançon) et une population d'écrevisses à pattes blanches (faisant l'objet d'un APB) (Arrêté Préfectoral de protection de Biotope de l'écrevisse à pattes blanches et des espèces patrimoniales associées, 2009). C'est aussi un affluent du Doubs par sa rive gauche. Une rupture naturelle de la continuité écologique s'exerce au niveau de la « cascade du bout du monde », rendant sa partie amont apiscicole (POYRY, 2011). Dans cette étude, ce ruisseau est notamment surveillé en raison de sa proximité avec la voie des Mercureaux. Les stations de prélèvements sont d'ailleurs situées juste en amont et en aval du franchissement de la voie routière au-dessus du ruisseau, où se situe un rejet d'eaux pluviales (**voir figure 4**). Les stations se situent dans un environnement boisé et le substrat de fond de lit est majoritairement grossier (galets, blocs).

Le Doubs est une rivière française prenant sa source à Mouthe (Doubs) et un affluent de la Saône. Dans sa partie médiane, elle passe à Besançon où elle effectue un méandre, lieu d'implantation du centre-ville bisontin. A cet endroit, elle est classée en 2nde catégorie piscicole (POYRY, 2011). A l'aval de cette « boucle », les abords de la rivière sont très urbanisés avec de nombreuses industries.

Les deux stations de prélèvements se situent à ce niveau, placées en amont et en aval de la zone potentiellement impactée par la voie des Mercureaux (voir **figure 4**).

1.1.2 Les bassins de rétention

Quatre bassins de dépollution se situent le long de la voie routière (**figure 4**). En voici une présentation sommaire, les détails techniques étant disposés en annexe (**Annexe 2**).

- Le bassin 1V est un bassin de décantation des eaux pluviales et permet de piéger les pollutions accidentelles. Il est situé entre les deux voies et est directement relié au bassin 2V. Ainsi, ces rejets ont pour destination un autre bassin de décantation et non un milieu naturel. Le prélèvement s'effectue sur les eaux de rejet en sortie de l'ouvrage.
- Le bassin 2 V a pour fonction de récupérer les eaux de ruissellement polluées par la route et récupère aussi les eaux issues du bassin 1 V. Les eaux rejetées par le bassin s'évacuent dans la doline de la petite Vèze. Le prélèvement s'effectue en sortie de bassin au niveau du rejet.
- Le bassin 1 D ou bassin des contours est un bassin de décantation. Ces rejets sont à destination du bassin 2D mais aussi dans le milieu naturel. Les eaux sont prélevées au centre du bassin.
- Le bassin 2 D est un bassin de décantation et de rétention récoltant les eaux de ruissellement de la voie et celles provenant du bassin 1D. Son rejet se situe au niveau du Doubs. Les eaux prélevées sont récupérées en sortie de bassin avec leur rejet dans la rivière.

Une cinquième structure fait l'objet d'un prélèvement : le collecteur/stockeur déshuileur. Celui-ci a pour rôle de bloquer et d'accumuler les hydrocarbures et autres polluants. Il est relié au bassin 2D. Les prélèvements d'eau s'effectuent au sein du collecteur à l'aide d'un seau.

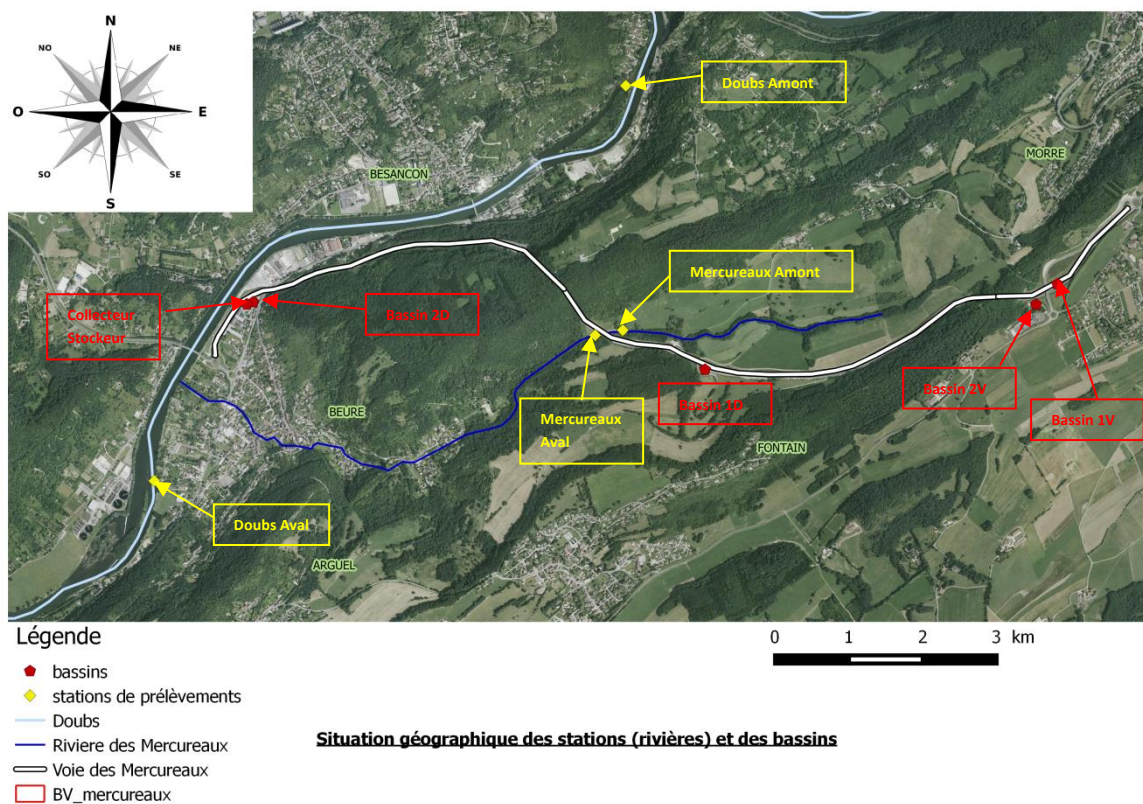


Figure 4 : Situation géographique des stations de prélèvements (hors Loue) et des bassins de décantation

1.2 Paramètres suivis et normes

Trois grands types de paramètres ont été analysés de manière quantitative dans ce suivi. Il s'agit des paramètres physico-chimiques classiques, des polluants (HAP et métaux lourds) liés à la pollution routière et enfin de l'indice biologique IBG-DCE (uniquement réalisé sur le ruisseau des Mercureaux).

Deux références ont été utilisées pour l'interprétation : le Guide technique à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales (MEDDE, 2016) (conforme à la Directive Cadre sur l'Eau DCE) sur les échantillons « eau » et le SEQ-Eau (MEDD, 2003) sur les sédiments, plus ancienne mais plus complète que la DCE pour les sédiments et la DCO.

1.2.1 Paramètres Physico-Chimiques

- Le bilan oxygène regroupe 4 principaux paramètres. L'oxygène dissous (en mg d'O₂ /L), la saturation en oxygène (%), la DBO₅ (en mg/L) et la DCO (en mg/L). La concentration en oxygène est l'un des facteurs les plus importants pour la vie aquatique. Elle rend compte notamment de l'activité des organismes aquatiques mais aussi des processus d'oxydation ou de décomposition de la matière organique. La DBO (Demande Biologique en Oxygène) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire aux organismes pour décomposer et minéraliser la matière organique. La DBO₅ correspond à celle nécessaire pour dégrader la matière organique en 5 jours dans un échantillon de 1 Litre. La DCO (Demande Chimique en Oxygène) est la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation de matière organique par voie chimique. Elle permet de quantifier la quantité de matière organique, y compris celle ne pouvant être dégradée par la voie bactérienne (contrairement à la DBO). Elle est donc utilisée pour mesurer la pollution organique globale présent dans un échantillon. (IBGE, 2005)
- Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau. Les valeurs normales de pH dans les eaux superficielles en Europe sont en général comprises en 6,5 et 8,5 (IBGE, 2005)
- La Température (en °C) intervient dans de nombreux processus comme la dissolution d'un gaz tel que l'oxygène ou la solubilité des sels dans l'eau. Les valeurs-seuils de ce paramètre diffèrent en fonction de la catégorie du cours d'eau.
- La conductivité (µS/cm) rend état de la concentration de sels dans une eau et de son pouvoir à conduire l'électricité. Les exigences des espèces aquatiques vis-à-vis de ce paramètre sont variables selon les organismes. Cependant une brusque variation de ce paramètre peut avoir des conséquences néfastes sur la vie aquatique.
- Les MES (exprimé en mg/L) ou Matières en Suspension réunissent toutes les particules organiques ou non, insolubles dans l'eau. Elles peuvent participer aux colmatages des fonds de lit, gêner la respiration des poissons et accumuler des polluants comme les hydrocarbures. (IBGE, 2005)

Les classes d'état, décrites par la DCE, ainsi que leur valeur-seuils figurent dans le tableau ci-dessous (**tableau1**) :

		Très bon état	Bon état	moyen	médiocre	Mauvais
		Limite inférieure	Limite inférieure	Limite inférieure	Limite inférieure	Limite supérieure
Paramètres physico-chimiques soutenant la biologie	Bilan de l'Oxygène					
	O ₂ (mg/L)	8	6	4	3	<3
	% saturation en O ₂	90	70	50	30	<30
	DBO ₅ (mg/L)	3	6	10	25	>25
	Acidification					
	pH minimal	6.5	6	5.5	2	>2
	pH maximal	8.2	9	9.5	1	>1
	Température					
	Eaux salmonicoles	20	21,5	25	28	>28
	Eaux cyprinicoles	24	25,5	27	28	>28

Tableau 1 : Valeurs seuils de la DCE pour les paramètres physico-chimiques

Les valeurs-seuils et classes d'état pour la DCO sont indiquées dans le **tableau 2** :

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
DCO (mg O ₂ /L)	20	30	40	80	>80

Tableau 2 : Valeurs-seuils définies par le SEQ-EAU pour la DCO

Nous reprendrons les mêmes couleurs pour qualifier les paramètres selon l'état dans les tableaux d'analyses.

1.2.2 IBG

Cet indice permet d'intégrer la qualité d'un cours d'eau toutes causes confondues. Il repose sur l'analyse de la macrofaune benthique (faune de fond). Contrairement aux analyses physico-chimiques, qui présentent des valeurs de paramètres pour un état momentané, l'indice permet d'appréhender des variations antérieures et de suivre l'évolution des populations. Les valeurs-seuils sont indiquées dans le **tableau 3**.

Valeur de l'IBG	Qualité biologique
20 à 14	Qualité excellente
13 à 12	Qualité bonne à moyenne
11 à 9	Qualité médiocre
8 à 5	Mauvaise qualité
4 à 1	Très mauvaise qualité

Tableau 3 : Classes d'état pour l'IBG pour les cours d'eau moyens à très petits dans l'hydroécocorégion Jura (5)

1.2.3 Métaux lourds et hydrocarbures

Ces substances sont suivies dans le but d'évaluer la pollution routière sur les milieux aquatiques étudiés. Elles participent notamment à l'altération de la qualité des cours d'eau, et sont soumises, pour la plupart au régime de surveillance des substances dangereuses établi par la DCE (Parlement Européen et Conseil, 2008 ; 2013) (**tableau 4**).

Substances		NQE DCE (dans l'eau, en µg/L)	Valeurs SEQ-Eau (dans les sédiments, en µg/kg)		
			Limite bon état	Limite état moyen	Limite état mauvais
HAP	Anthracène	0,1	5	50	7500
	Benz(g,h,i) pérylène	8,2,10 ⁻³	5	50	7500
	Benzo (a) pyrène	0,27	0,5	50	750
	Benzo (b) fluoranthène	0,017	5	50	7500
	Benzo (k) fluoranthène	0,017	5	50	7500
	Fluoranthène	0,12	5	50	7500
	Indénopyrène	non déterminé	5	50	7500
	Naphtalène	130	5	50	7500
Métaux lourds	Zinc	7,8	12	120	460
	Plomb	14	3,5	35	120
	Cadmium	selon la dureté de l'eau	0,1	1	5

Tableau 4 : Valeurs-seuils pour les polluants rencontrés dans l'étude (les substances en rouge sont inscrites en substances dangereuses prioritaires, en orange les substances prioritaires définies par la DCE)

Le Zinc (Zn), le Plomb (Pb) et le Cadmium (Cd) appartiennent à la catégorie des métaux lourds . Les deux premières sont classées « prioritaires », le cadmium étant classé « dangereuse prioritaire ».

Les HAP ou Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sont une famille de composés organiques. Il existe potentiellement une infinité de ces substances et seulement une partie (les plus répandus ou en lien avec la pollution routière) ont été analysés. Notamment, huit molécules sont notamment reconnues comme substances prioritaires par la DCE (Parlement Européen et Conseil, 2008 ; 2013) et sont suivies dans cette étude. La liste totale des substances et leurs valeurs-seuils sont indiquées en annexe (**Annexe 3**).

1.3 Fréquence et type de Prélèvements

En fonction du site, différents types de prélèvements à différentes fréquences sont réalisées. Différencions tout d'abord 3 principaux types de prélèvements : les prélèvements eau (correspondant à la liste de mesure n°1), les prélèvements sur sédiments (liste de mesure n°2), et les prélèvements IBG. Pour une meilleure compréhension, le planning des prélèvements est présenté au **tableau 5**. Retenons de manière simpliste que l'IBG n'a été réalisé que sur le ruisseau des Mercureaux et les listes 2 (prélèvements sédimentaires) sur les milieux naturels à une fréquence annuelle.

Pendant exploitation								
	Localisation	mai 2012	octobre 2012	avril 2013	novembre 2013	mai 2014	septembre 2014	novembre 2014
Bassins	1D, 2D, collecteur/stockeur		Liste 1		Liste 1			Liste 1
	1 V, 2V	Liste 1						
Milieux naturels	Doubs		Liste 1 et 2		Liste 1 et 2			Liste 1 et 2
	Loue		Liste 1 et 2	Liste 1	Liste 1 et 2	Liste 1		Liste 1 et 2
	Ruisseau des Mercureaux		Liste 2 et IBG				Liste 2 et IBG	

Tableau 5 : Planning des prélèvements du suivi post-environnemental

1.3.1 Prélèvements et mesures : Liste 1 et Liste 2

Les mesures de pH, de température, de taux de saturation en oxygène et concentration d'oxygène dissous ainsi que la conductivité sont mesurées in-situ. Les photos des appareils utilisés pour ces mesures sont disposées en annexe (**Annexe 4**). Les autres paramètres ont été analysés par le laboratoire CARSO, basé à Lyon. Il s'agit de la DCO, de la DBO₅ et des MES pour les paramètres physico-chimiques, les métaux lourds et les HAP pour les substances chimiques. Les échantillons de sédiments ont été récoltés dans un bocal de 2L. Un tamisage a été nécessaire afin de récolter la fraction sédimentaire fine (sable). Le **tableau 6** présente les paramètres suivi par « liste ». Les listes sont détaillées en annexe (**Annexes 5 et 6**).

Liste 1	Conductivité, pH, Température de l'eau et de l'air, DBO ₅ , Saturation en oxygène, Oxygène dissous, DCO, Métaux lourds, MES, HAP
Liste 2	pH, métaux lourds, HAP, fraction supérieure à 2 mm

Tableau 6 : Listes des paramètres suivis

1.3.2 IBGN

Afin d'appréhender la qualité des eaux, il est possible de réaliser des prélèvements de macro-invertébrés dans les cours d'eau. Ces organismes sont en effet considérés comme de très bons indicateurs de la qualité biologique. Ils sont en effet peu mobiles, et présentent une très grande diversité d'espèces (chacune présentant des préférences de substrat ou plus ou moins tolérantes à la pollution), et sont donc représentatifs de conditions environnementales sévissant dans un milieu (Archimbault, 2010). Ces prélèvements constitueront alors les futurs échantillons à analyser pour l'Indice Biologique Global Normalisé.

Pour cet échantillonnage, la norme en vigueur est la suivante NF T90-350 (AFNOR, 2004). Ces prélèvements ont été effectués exclusivement sur le ruisseau des Mercureaux en 2012, 2014. En 2016, un IBG-DCE (répondant à la norme XP T90-333, AFNOR, 2009) devrait être réalisé. En raison de conditions climatiques contraignantes, les résultats de 2016 ne seront pas traités dans ce rapport. Nous ne détaillerons donc ici que la méthode concernant l'IBGN et non l'IBG-DCE.

Les sites de prélèvement sont les mêmes que ceux utilisés pour les autres paramètres.

1.3.2.1 DETERMINATION DES HABITATS

Une première prospection est faite en longeant les berges du cours d'eau, de l'amont vers l'aval, afin de repérer les différents habitats présents dans la masse d'eau. La longueur de cours d'eau prospectée est dépendante de sa largeur au droit de la station. Les habitats servant pour les prélèvements sont retenus dans l'ordre suivant (du plus biogène pour les bryophytes au moins biogène pour les argiles) (figure 5) :

Support	Vitesses superficielles ^{a)} v (cm/s)					
	v	v ≥ 150	150 > v ≥ 75	75 > v ≥ 25	25 > v ≥ 5	v < 5
Bryophytes	9					
Spermaphytes immergés	8					
Éléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)	7					
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø ≥ 25 mm	6					
Granulats grossiers 25 mm > Ø ≥ 2,5 mm	5					
Spermaphytes émergents de la strate basse	4					
Sédiments fins ± organiques «vases» Ø ≤ 0,1 mm	3					
Sables et limons Ø < 2,5 mm	2					
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs > Ø 250 mm	1					
Algues ou à défaut, marne et argile	0					
a) Les limites des classes de vitesses sont données à titre indicatif						

Figure 5 : Protocole d'échantillonnage (issu de la norme NF T-90 350)

1.3.2.2 PRELEVEMENTS

Les prélèvements sont donc effectués dans chaque habitat retenu. Si plusieurs classes de vitesse sont présentes pour un même habitat, le prélèvement est réalisé sur la classe de vitesse la plus représentée pour cet habitat. 8 prélèvements sont effectués au total par station, un pour chaque habitat. Dans le cas où le nombre d'habitats est inférieur à 8, un prélèvement supplémentaire est réalisé sur un substrat dominant dans une classe de vitesse différente. Chaque prélèvement est récolté dans un bocal différent.

Ces 8 prélèvements sont effectués à l'aide d'un échantillonneur Surber à filet maille 500 µm (Annexe 7). La surface prospectée pour chacun d'entre eux est d'environ 1/20m². Certains habitats (comme les graviers ou les galets par exemple) sont d'ailleurs prélevés avec précaution et nettoyés (par frottement ou avec de l'eau) au sein du filet afin de récolter les individus accrochés (comme les trichoptères).

1.3.2.3 CONSERVATION ET TRAITEMENT DES ECHANTILLONS

Dans chaque flacon, du formol y est ajouté afin de conserver les spécimens. Les échantillons sont stockés dans une glacière puis sont ensuite envoyés au Laboratoire CARSO à Lyon, pour l'analyse des individus. Les individus sont comptés et déterminés jusqu'à la famille. Une liste faunistique est établie puis à partir de celle-ci le score IBG est obtenu en fonction du groupe indicateur (GI) et de la classe de variété (corrélé à la variété taxonomique). Le tableau servant au calcul de la note IBG est disposé en annexe (**Annexe 8**)

1.4 Acquisition et Traitement de données

Les données sont issues de précédents rapports d'analyses de NALDEO pour les années 2012, 2013, 2014 (Parmentier, 2013 ; 2014). Les résultats d'analyses proviennent du laboratoire CARSO. Les données de 2005 pour le ruisseau des Mercureaux sont issues du rapport loi sur l'eau (POYRY, 2006)

Le traitement de données brutes a été réalisé via le logiciel EXCEL. Il a constitué à sélectionner les substances pour lesquelles la concentration était supérieure à la Limite de Quantification (LQ). Dans certains cas, les limites analytiques des laboratoires ne permettent pas de quantifier précisément la concentration d'une substance. En raison de cette incertitude, les concentrations non quantifiées n'apparaîtront pas dans nos résultats. Nous utiliserons le terme « non déterminé » dans ce cas-là. Les classes de qualité seront donc aussi indéterminées.

Les tableaux et les graphes ont aussi été réalisés via EXCEL. Les cartes présentes dans ce rapport ont été réalisées via le logiciel QGIS 2.8 Desktop. Les données shp. utilisées pour les cartes sont issues de la carte interactive CARMEN (consultable sur carmen.application.developpement-durable.gouv.fr).

2 RESULTATS

2.1 Mesures sur les milieux naturels

Dans cette partie, sont présentés les résultats concernant les trois cours d'eau.

2.1.1 Mesures sur le Ruisseau des Mercureaux

Les mesures effectuées sur le ruisseau des Mercureaux concernent les sédiments avec l'analyse d'HAP et de 3 métaux (Pb, Zn, Cd) et la macrofaune benthique via l'IBG. Les données concernent trois prélèvements : 2005 (6 ans avant la mise en exploitation de la voie routière), 2012 et 2014.

2.1.1.1 METAUX LOURDS

A l'amont, les concentrations en zinc diminuent légèrement entre 2012 et 2014, mais restent légèrement supérieures à celle de 2005 (**figure 6**). En 2005, sa classe de qualité est bonne (<120mg/kg) alors qu'elle est moyenne en 2012 et 2014 (>120mg/kg). A l'aval, nous observons la tendance inverse, avec cependant des concentrations restant inférieures à celles enregistrées à l'amont pour les années 2012 et 2014. Notons aussi pour cette station aval, que la concentration en zinc en 2005 était assez élevée. Pour cette station la classe de qualité est bonne, donc meilleure qu'à l'amont en 2012 et 2014.

Les concentrations de plomb à l'amont augmentent légèrement, tandis qu'elles augmentent significativement à l'aval entre les années 2005 et 2014 (18,8 et 36,4mg/kg respectivement). A l'aval comme à l'amont, la classe de qualité pour le plomb se détériore (de bonne en 2005 à moyenne en 2014).

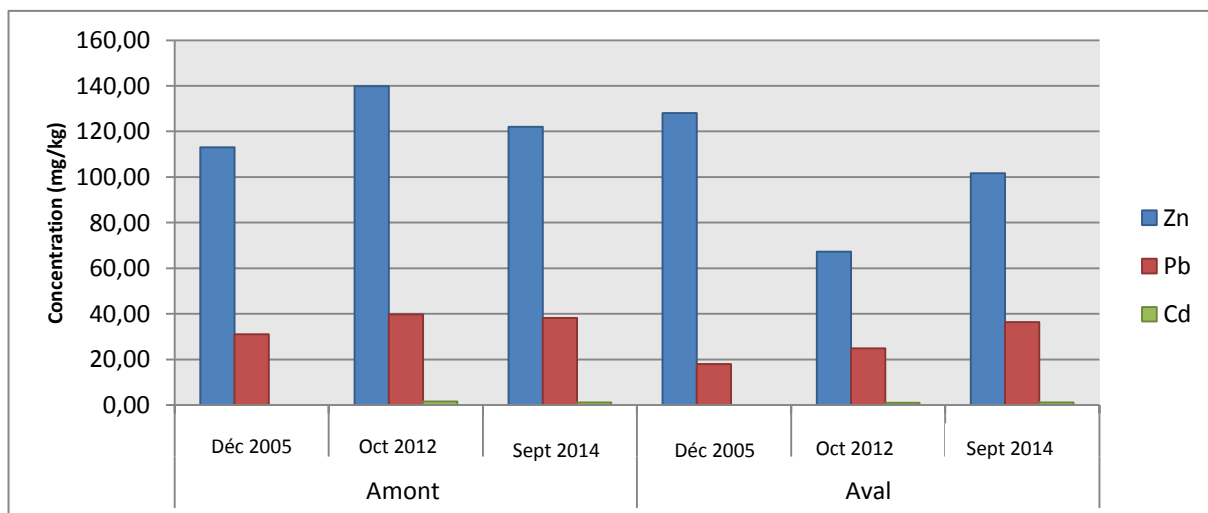


Figure 6 : Evolution des concentrations en métaux lourds sur le ruisseau des Mercureaux

Les concentrations de Cadmium restent constantes (autour de 1 mg/kg), mais correspondant à une classe de qualité moyenne.

2.1.1.2 HYDROCARBURES

Les analyses montrent clairement l'augmentation du nombre de substances détectées entre 2005 et les années 2012 et 2014, à l'amont comme à l'aval. En 2005, uniquement 6 substances ont été quantifiées dans les sédiments du ruisseau contre 15 en 2012 et 13 en 2014 (**tableau 7**).

Pour la période 2012-2014 deux tendances sont à noter en fonction de la station : A l'amont, les concentrations de chaque substance diminuent entre ces deux campagnes, sauf pour l'anthracène. A l'aval, nous retrouvons la tendance inverse avec une augmentation des concentrations, excepté pour le benzo(a)pyrène.

Malgré ces variations de concentrations, la majorité des valeurs classe les sédiments en état moyen, voire médiocre vis-à-vis des HAP (SEQ-eau, **tableau 7**). Remarquons de plus la forte concentration de certaines substances (exemple du Fluoranthène) en Octobre 2012.

Substances (en µg/kg)	Amont			Aval		
	Déc 2005	Oct 2012.	Sept 2014	Déc 2005	Oct 2012.	Sept 2014
Chrysène	non déterminé	3705	3576	non déterminé	540	3089
Fluoranth.	2150	7775	4821	155	946	4338
Indénopyr.	1120	1901	1301	non déterminé	406	885
Phénanthr.	non déterminé	5087	3533	non déterminé	294	3672
Pyrène	non déterminé	4984	3389	non déterminé	660	3188
Anthracène	non déterminé	1269	1806	non déterminé	105	1847
B(a)A	non déterminé	2913	2298	non déterminé	466	2008
Benzo(a)py	396	2143	1774	non déterminé	392	118
Benzo(b)fl	416	2290	1615	non déterminé	435	1318
Benz(ghi)P	367	1020	816	non déterminé	234	595
Benzo(k)fl	360	964	850	31	171	651
Fluorène	non déterminé	431	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Naphtalène	non déterminé	32	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Acenaphten	non déterminé	267	233	non déterminé	non déterminé	245

Tableau 7 : Présentation des concentrations de HAP dans les sédiments du ruisseau des Mercureaux

En ce qui concerne la concentration totale (**figure 7**), nous pouvons observer que la quantité de HAP est bien inférieure en 2005 comparée aux années suivantes. Nous abordons donc trois points : A l'aval, la concentration de HAP totale augmente fortement au cours des années pour atteindre un pic de 22mg/kg en septembre 2014. A l'amont, c'est la tendance inverse, la concentration diminue entre 2012 et 2014. Enfin, lors des trois campagnes, la concentration en amont est supérieure à celle de la station aval (la différence entre les deux stations se faisant toutefois moindre en 2014).

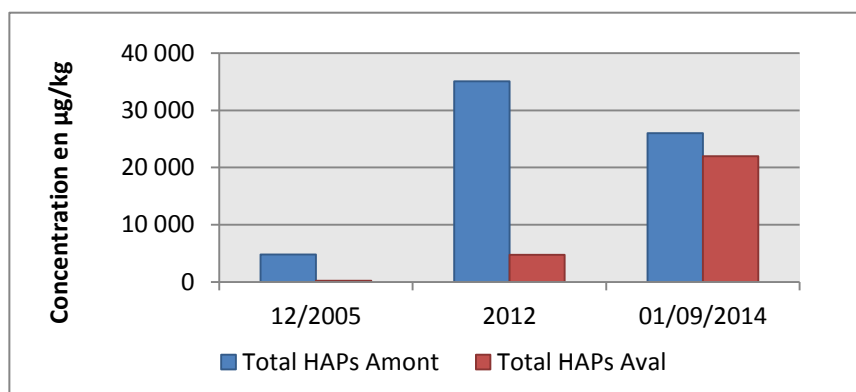


Figure 7 : Evolution de la concentration totale en HAP dans le ruisseau des Mercureaux

2.1.1.3 BILAN IBG

Les valeurs de l'indice IBGN et les classes de qualité sont présentés au **tableau 8**. Les résultats détaillés de 2012 et 2014 sont en annexes (**Annexe 9 et 10**).

	Amont			Aval		
	Dec 2005	Oct 2012	Sept 2014	Dec 2005	Oct 2012	Sept 2014
IBG-DCE	11	8	8	11	9	11
Score GI	7	4	5	7	5	7
Richesse taxonomique	15	10	15	16	14	14

Tableau 8 : Scores IBG et classes de qualité

En 2005, le groupe indicateur est le taxon Leptophlebiidae (GI=7) appartenant à l'ordre des éphéméroptères, et est retrouvé sur les deux stations. La richesse taxonomique est semblable à l'amont comme à l'aval (15 et 16 respectivement). Sept ans plus tard, ce taxon n'est ni retrouvé à l'amont, ni à l'aval. Les groupes indicateurs sont les Polycentropidae (GI = 4), de l'ordre des trichoptères à l'amont et les Heptageniidae (GI = 5), de l'ordre des éphéméroptères à l'aval, des taxons, moins polluo-sensibles. La richesse spécifique a nettement diminué à l'amont. Enfin, en Septembre 2014, la richesse spécifique augmente à l'amont pour un niveau semblable à celui de l'aval. Les groupes indicateurs sont les Heptageniidae (GI = 5) à l'amont et les Leptophebidae (GI = 7), expliquant la différence de 3 points sur le score IBG entre les deux stations. De manière générale, le taxon Leptophebidae est le seul taxon polluo-sensible assez représenté pour être pris en compte (nombre d'individus supérieur à 3). En effet, le taxon très polluo-sensible Perlodidae (GI =9) a été retrouvé en 2012 en station amont mais n'est pas assez représenté pour être pris en compte (**Annexe 9**)

Globalement, à l'amont, les valeurs d'IBG sont en diminution depuis 2005 et stagne entre 2012 et 2014 (**figure 8**). Elles sont comprises entre 11 (qualité médiocre) et 8 (mauvaise qualité). En aval, les valeurs sont légèrement meilleures mais les classes de qualité sont identiques : 11 (qualité médiocre) en 2005 et 2014 et 9 (mauvaise qualité) en 2012.

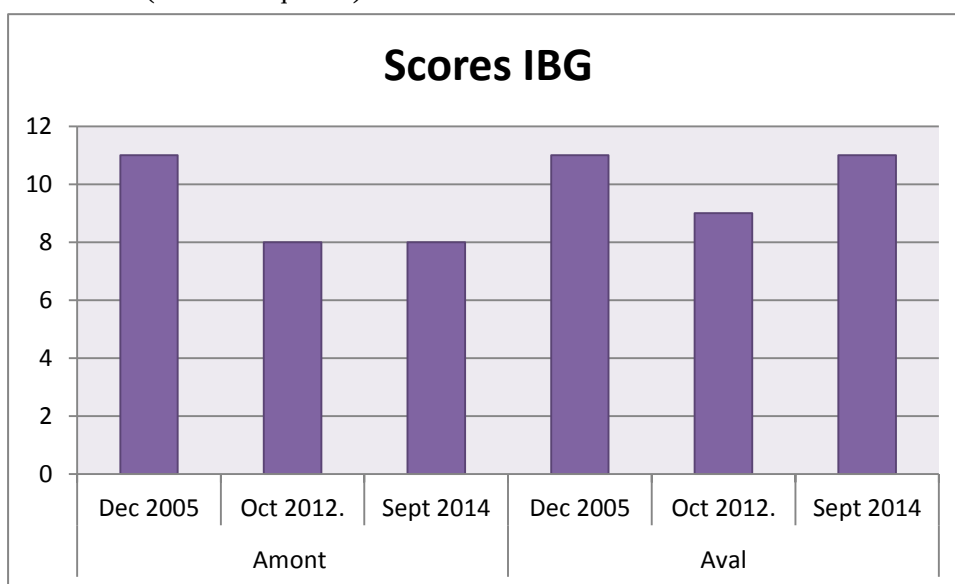


Figure 8 : Evolution des scores IBG dans le ruisseau des Mercureaux

2.1.2 Mesures sur le Doubs

Deux stations ont été retenues en amont et en aval de la zone potentiellement impactée par la voie des Mercureaux. Les mesures concernent les paramètres physico-chimiques ainsi que les HAP et les métaux lourds. Des prélèvements de sédiments et d'eau ont été effectués sur les stations.

2.1.2.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

En station amont (**tableau 9**), les valeurs montrent des concentrations en O₂ « très bon » avec un pic en 2013 (10,4 mg/L). La DBO₅ reste faible avec des valeurs égales à 0,7 mg/L (et non quantifiée en 2013). Le paramètre MES n'a pas été quantifié sur cette station (donc avec des concentrations inférieures à 2mg/L).

A l'aval (**tableau 10**), la concentration en O₂ dissous varie entre 8,7 mg/L et 11,1 mg/L, des valeurs permettant de classer l'élément en « très bon ». La DBO₅ reste, elle aussi dans la classe « très bon ». La concentration en MES diminue entre 2012 et 2014 (entre 10 et 2,8 mg/L). Le pH, reste constant avec des valeurs comprises entre 8 et 8,2. Enfin, la conductivité reste globalement constante sur les 3 années (varie entre 460 et 480 µS/cm).

	23/10/2012.	18/11/2013	04/11/2014
Conductiv.(µS/cm)	460	460	485
DBO5 (mg/ O ₂)	0,7	non déterminé	0,7
DCO (mg/ O ₂)	22	non déterminé	non déterminé
O2 dissous (mg/ O ₂)	8,7	10,4	8,2
pH	8	8,2	8,1
SATUR.O2 (%)	83	91	85
Temp. Eau (°C)	12,9	8,1	11,9
MES (mg/L)	non déterminé	non déterminé	non déterminé

Tableau 9 : résultats des paramètres physico-chimiques pour la station Doubs Amont

	23/10/2012.	18/11/2013	04/11/2014
Conductiv. (µS/cm)	460	460	480
DBO5 (mg/ O ₂)	0,7	1,8	0,8
MES (mg/L)	2	7,8	2,8
O2 dissous (mg/ O ₂)	10,5	11,1	8,7
pH	8	8,2	8,2
SATUR.O2 (%)	102	96	85
Temp. Eau (°C)	12,9	7,7	12,2
DCO (mg/ O ₂)	non déterminé	non déterminé	non déterminé

Tableau 10 : résultats des paramètres physico-chimiques pour la station Doubs Aval

Nous remarquons que les paramètres comme la température, le pH, l'O₂ dissous et la conductivité évoluent de la même manière à l'amont et à l'aval, avec des valeurs similaires. En revanche, la concentration en MES est relativement très faible à l'amont comparé à l'aval (**figure 9**).

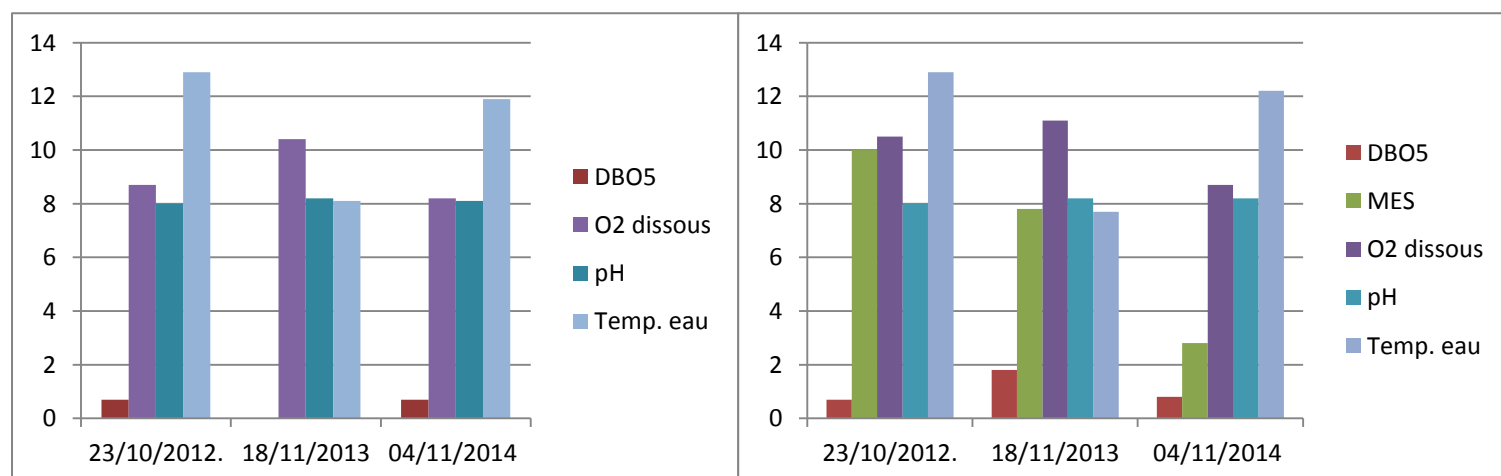


Figure 9 : Evolution des paramètres physico-chimiques en station amont (à gauche) et à l'aval (à droite)

A l'amont comme à l'aval, les paramètres physico-chimiques montrent une classe d'état bon voire très bon selon les années.

2.1.2.2 HYDROCARBURES ET METAUX LOURDS

Deux principales tendances peuvent être dégagées de la **figure 10**. La première concerne la très nette augmentation de la concentration en HAP au cours du temps avec un pic en 2014 (4539 µg/kg pour l'amont et 47834 µg/kg pour l'aval). Néanmoins, nous pouvons observer que l'augmentation la plus forte se situe entre 2013 et 2014 pour l'amont, alors qu'elle se situe entre 2012 et 2013 pour l'aval. De plus, la concentration en HAP dans les sédiments est nettement supérieure à l'aval avec une différence entre les deux stations qui se creuse avec le temps. Les tableaux détaillés de résultats des substances quantifiées sont indiqués en annexe (**Annexe 11**).

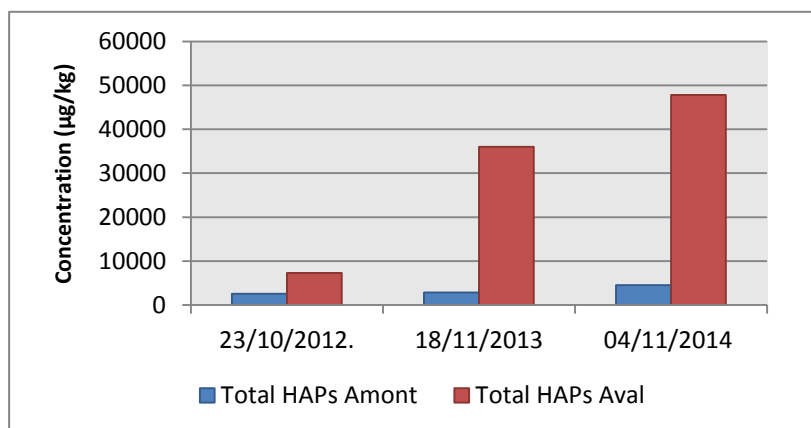


Figure 10 : Evolutions des concentrations d'HAP en stations amont et aval (données en µg/kg de sédiments prélevés)

Dans les eaux, du naphthalène a été quantifié en 2013 à l'amont (**tableau 11**) :

	23/10/2012.	18/11/2013	04/11/2014
Naphtalène (en µg/L)	non déterminé	0,015	non déterminé

Tableau 11 : Evolution du naphtalène dans les eaux à l'amont

Les concentrations (données en mg/kg de sédiments prélevés) en Zn et Pb dans les sédiments sont présentées dans le **tableau 12**. Remarquons tout d'abord que les valeurs en Pb et Zn sont en général largement supérieures à l'aval. Pour les deux substances, les valeurs sont relativement constantes à l'amont (entre 50 et 58,1 mg/kg pour le Zinc et entre 33,3 et 53 mg/kg pour le Plomb) tandis qu'elles varient selon les années de manière plus significative à l'aval. Notons toutefois l'impressionnante concentration de Pb à la station aval en 2014 (1,8g/kg). Le cadmium n'a pas été quantifié.

	Amont			Aval		
	23/10/2012.	18/11/2013	04/11/2014	23/10/2012.	18/11/2013	04/11/2014
Zn (mg/kg)	58,1	62,4	50	132,4	271,3	56,6
Pb (mg/kg)	37,6	33,3	53	165,8	40,2	1803,5

Tableau 12 : Evolution des concentrations de métaux lourds en stations amont et aval

Les classes d'état concernant les sédiments sont donc :

- bonnes à l'amont en 2013 et 2014 mais moyenne en 2014, déclassée par le plomb
- Médiocres à l'aval en 2012 et 2014 (élément déclassant : le plomb) et moyenne en 2013

2.1.3 La Loue

Sur la Loue, deux stations ont également été retenues. Les mesures effectuées sont les mêmes que sur les stations du Doubs.

2.1.3.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

A l'amont (**tableau 13**), Notons que seulement deux paramètres ont été quantifiés en Avril 2013 (la DBO₅ et les MES). Tout comme dans le Doubs, l'oxygène dissous garde de très bonnes valeurs (entre 8 et 10mg/L), tout comme la DBO₅ (mg/L) qui reste inférieure à 2mg/L. Le pH reste lui aussi constant (autour de 8) au cours des campagnes. La Température varie légèrement, avec un pic au mois de mai. Les MES n'ont pas été quantifiés en Novembre 2014 (concentration inférieure à 2mg/L).

EAU	23/10/2012.	11/04/2013	18/11/2013	22/05/2014	04/11/2014
DBO5 (mg/L)	0,6	1,1	1,3	1,1	0,8
MES (mg/L)	3,5	2,6	2,4	3	non déterminé
Conductiv. (µS /cm)	460	non déterminé	480	440	480
O2 dissous (mg/L)	8,8	non déterminé	9,4	9,8	9,6
pH	7,9	non déterminé	8,2	8,1	8,15
SATUR.O2 (%)	82	non déterminé	84	97	91
Temp. Eau (°C)	10,8	non déterminé	8,9	13,1	11
DCO (mg/L)	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé

Tableau 13 : Résultats des paramètres physico-chimiques en Loue Amont

A l'aval (**tableau 14**), seulement un paramètre a été quantifié en Avril 2014 (DBO₅). L'O₂ dissous présente des concentrations relativement constantes avec néanmoins une chute en Novembre 2013. La classe de l'élément au regard de la DCE est alors « moyen » à cette période.

A l'aval, comme à l'amont les valeurs en MES sont faibles voire non quantifiées dans la plupart des campagnes. La température et le pH présentent des tendances et des valeurs similaires. La conductivité reste homogène avec des valeurs situées entre 460 et 480 µS/cm au sein des deux stations (**figure 11**).

EAU	23/10/2012.	11/04/2013	18/11/2013	22/05/2014	04/11/2014
DBO5 (mg/L)	0,7	1,2	non déterminé	1	1
MES (mg/L)	2,4	non déterminé	3,4	non déterminé	non déterminé
Conductiv. (µS /cm)	470	non déterminé	480	440	470
O2 dissous (mg/L)	10,6	non déterminé	3,4	8,6	9,5
pH	7,9	non déterminé	8,2	8,2	8,2
SATUR.O2 (%)	98	non déterminé	84	89	90
Temp. Eau (°C)	10,8	non déterminé	8,9	15,2	10,9
DCO (mg/L)	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé

Tableau 14 : Résultats des paramètres physico-chimiques en Loue Aval

Pour les deux stations, les classes d'état des éléments physico-chimiques sont bonnes voire très bonnes, hormis en Novembre 2013 (déclassé par l'oxygène dissous).

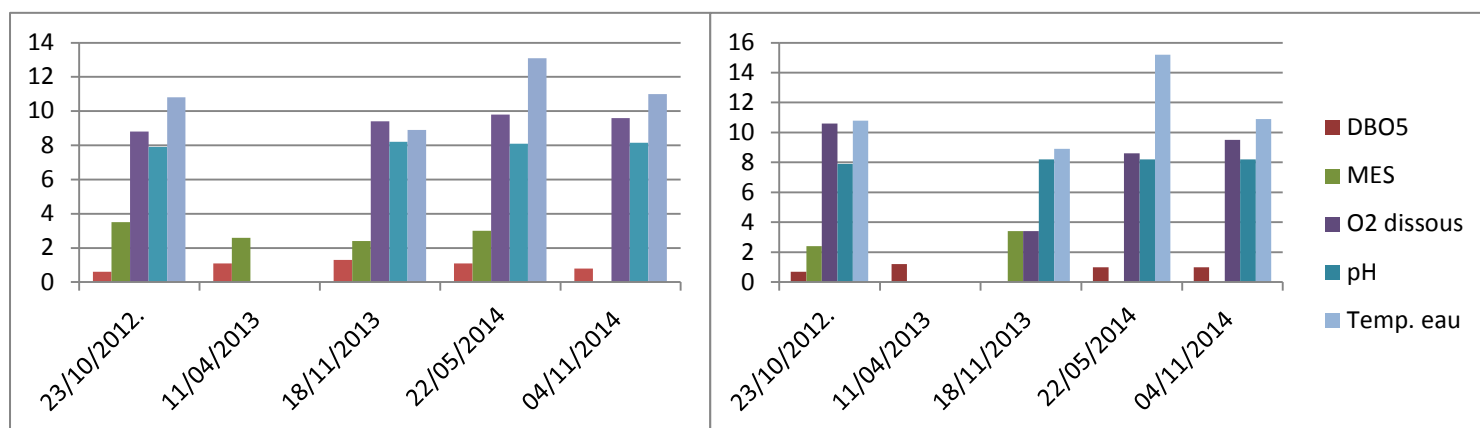


Figure 11 : Evolution des paramètres physico-chimiques sur la Loue – station amont (à gauche) et station aval (à droite).

2.1.3.2 HYDROCARBURES ET METAUX LOURDS

A l'amont, la concentration totale d'HAP augmente au cours des années, notamment entre 2013 et 2014. A l'aval, la concentration la plus forte est enregistrée en Octobre 2012, et diminue ensuite (423 µg/kg en 2013 puis 655 µg/kg en 2014) (**figure 12**). Nous observons aussi que, contrairement au Doubs les valeurs en amont sont plus élevées que l'aval lors des deux campagnes les plus récentes.

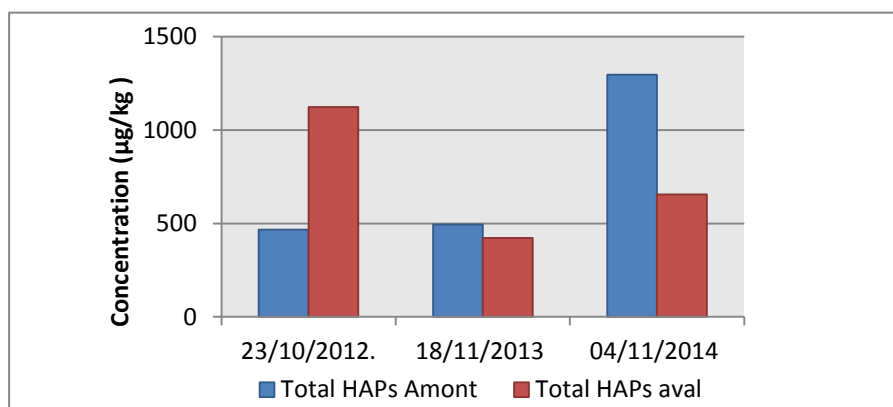


Figure 12 : Evolution de la concentration des HAP sur la Loue

La liste détaillée des substances est inscrite en annexe (**Annexe 12**).

Enfin, notons la présence de naphtalène en 2013 dans les eaux à l'amont comme à l'aval, avec des concentrations cependant conformes à la DCE (**tableau 15**).

		23/10/2012.	11/04/2013	18/11/2013	22/05/2014	04/11/2014
Amont	Naphtalène (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,014	non déterminé	non déterminé
Aval	Naphtalène (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,035	non déterminé	non déterminé

Tableau 15 : Evolution des concentrations du Naphtalène dans les eaux

Pour les métaux lourds (**tableau 16**), nous noterons que l'année 2013 enregistre les plus fortes valeurs à l'amont comme à l'aval. Sinon les valeurs restent relativement constantes (entre 30 et 39 mg/kg) et autour de 5 mg/kg pour le Plomb. Quant au Cadmium, il n'a été quantifié qu'à l'aval en Novembre 2013 (1,1 mg/kg), signifiant que sa concentration est inférieure à sa LQ (0,5mg/kg) dans les autres campagnes. A l'amont, comme à l'aval, la classe d'état de ces éléments chimiques est donc bonne en 2012 et 2014. En 2013, elle est dégradée : médiocre à l'amont et moyenne à l'aval.

	Amont			Aval		
	23/10/2012.	18/11/2013	04/11/2014	23/10/2012.	18/11/2013	04/11/2014
Zn (mg/kg)	30,4	1213	34,2	38,5	177,2	32,2
Pb (mg/kg)	non déterminé	155,6	5,3	non déterminé	77,7	5,1
Cd (mg/kg)	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé	1,1	non déterminé

Tableau 16 : Evolution des concentrations en métaux lourds sur la Loue

2.2 Mesures sur les bassins

Les mesures concernent les prélèvements eau avec analyse des paramètres physico-chimiques, des HAP et des métaux lourds.

2.2.1 Mesures sur le Bassin 1 V

2.2.1.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

En ce qui concerne le bilan oxygène nous pouvons observer que la DBO₅ respecte le bon ou le très bon état (**tableau 17**). En Avril 2013 et Mai 2014, la DCO reste constante et respecte le bon état. En revanche la concentration en oxygène dissous et la saturation en oxygène sont beaucoup plus variables. Les valeurs oscillent entre l'état « moyen » ou « médiocre » (pour l'O₂ dissous et la saturation respectivement), avec les mois d'Octobre 2012 et Novembre 2014, et l'état « très bon » ou « bon » en Novembre 2013. Le pH oscille entre les valeurs de 7,4 et 8,5 mais aucune tendance particulière n'est à remarquer, tout comme les concentrations en MES qui restent faibles. Enfin, la conductivité présente des valeurs très faibles, comprises entre 90 et 160 µS/cm.

En résumé, la classe d'état pour les paramètres physico-chimiques est bonne en Novembre 2013. Elle est médiocre en 2012 (le taux de saturation étant le paramètre déclassant) et moyenne en Mai 2014 et Novembre 2014. Aucune tendance (dégradation ou amélioration) nette n'est à remarquer cependant.

	23/05/2012.	15/10/2012	11/04/2013	06/11/2013	22/05/2014	04/11/2014
DBO5 (mg/L)	0,7	1,8	3	0,7	4	2,6
O2 dissous (mg/L)	non déterminé	4,9	non déterminé	8,5	6,3	5,7
SATUR.O2 (%)	non déterminé	45	non déterminé	78	66	56
Temp. Eau (°C)	non déterminé	9	non déterminé	9,6	14	12,6
DCO (mg/ O ₂)	non déterminé	non déterminé	24	non déterminé	22	non déterminé
pH	non déterminé	7,4	non déterminé	8,5	8,5	7,85
Conductiv. (µS/cm)	non déterminé	105	non déterminé	90	160	160
MES (mg/L)	2,2	non déterminé	11	5	8	8,8

Tableau 17 : Paramètres physico-chimiques dans le bassin 1V

2.2.1.2 HYDROCARBURES ET METAUX LOURDS

Plusieurs substances sont présentes dans les rejets (**tableau 18**).

C'est le cas notamment du benzo (a) pyrène et du benzo (g,h,i) pérylène avec des concentrations de 0,023 et 0,022 µg/L, respectivement en Avril 2013. Remarquons aussi que cette campagne est celle où le plus de substances ont été quantifiées. Le Zinc, quant à lui, est en concentration déclassante à chaque campagne où il est quantifié. Notons enfin qu'aucune substance, hormis le pyrène et le zinc, ne sont à déclarer sur les trois dernières campagnes.

Substances (en µg/L sauf pour le Zn : mg/L)	23/05/2012.	15/10/2012	11/04/2013	06/11/2013	22/05/2014	04/11/2014
Zn	14	non déterminé	40	non déterminé	non déterminé	18
Benzo(b)fl	non déterminé	0,013	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Fluoranth.	non déterminé	0,012	0,014	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Pyrène	non déterminé	0,014	0,028	non déterminé	non déterminé	0,012
Naphtalène	non déterminé	0,014	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Benzo(a)py	non déterminé	non déterminé	0,013	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Benzo(k)fl	non déterminé	non déterminé	0,023	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Benz(ghi)P	non déterminé	non déterminé	0,022	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Indénopyr.	non déterminé	non déterminé	0,011	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Chrysène	non déterminé	non déterminé	0,011	non déterminé	non déterminé	non déterminé

Tableau 18 : Evolution des HAP et métaux lourds dans le bassin 1V

Nous pouvons d'ores et déjà attirer l'attention sur le fait que des substances potentiellement dangereuses et en concentrations non respectueuses des normes DCE sont présentes dans les rejets, même de manière ponctuelle.

2.2.2 Mesures sur le Bassin 2 V

2.2.2.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Sur les campagnes 2012, Avril et Novembre 2013, nous pouvons noter que les paramètres constituant l'élément bilan oxygène apparaissent très bons ou bon, hormis pour la DCO qui affiche une valeur moyenne en Avril 2013 (**tableau 19**).

	15/10/2012	11/04/2013	06/11/2013	22/05/2014	04/11/2014
DBO5 (mg/L)	1,7	2,3	4	6	3
O2 dissous (mg/ L)	9,9	non déterminé	9,5	3,7	8
SATUR.O2 (%)	93	non déterminé	90	42	78
DCO (mg/L)	non déterminé	non déterminé	90	65	21
Temp. Eau (°C)	10	non déterminé	11	18,5	12,1
pH	8	non déterminé	7,7	7,7	8
Conductiv. (µS/cm)	630	non déterminé	580	940	150
MES (mg/L)	non déterminé	6,8	21	27	16

Tableau 19 : Paramètres Physico-chimiques dans le bassin 2V

Sur les deux dernières campagnes, le bilan est plus dégradé, surtout en ce qui concerne l'O₂ dissous et la saturation avec des valeurs médiocres. Le bilan semble être plus équilibré fin 2014. Le pH est constant autour de 8 et les valeurs de conductivité sont bien plus hautes que sur le bassin 1V (sauf

pour la campagne de Novembre 2014 où l'on assiste à une chute de ce paramètre). Enfin, les MES sont plus importantes que dans le bassin 1V, en atteignant parfois des valeurs supérieures à 25mg/L (27 pour la campagne de Mai 2014).

Comme pour le bassin 1V, aucune tendance n'a été observée, hormis quelques dégradations de l'élément oxygène (Mai 2014).

2.2.2.2 HYDROCARBURES

Seulement 4 substances ont été retrouvées dans les rejets au cours des 5 campagnes, un nombre bien moins important que dans le premier bassin de dépollution 1V (**tableau 20**).

Notons qu'ici, la dernière campagne est celle qui révèle le plus de substances avec notamment des concentrations « non respectueuses » en Benzo (g,h,i) pérylène (0,011µg/L).

Substances en µg/L	15/10/2012	11/04/2013	06/11/2013	22/05/2014	04/11/2014
Fluoranth.	non déterminé	0,011	non déterminé	non déterminé	0,017
Pyrène	non déterminé	0,016	non déterminé	non déterminé	0,015
Phénanthr.	non déterminé	0,014	non déterminé	0,011	0,024
Benz(ghi)P	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé	0,011

Tableau 20 : Evolution des HAP dans le bassin 2V

Aucun métal lourd n'a été quantifié dans les rejets de ce bassin.

2.2.3 Bassin 1 D

2.2.3.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Pour le bilan oxygène, les valeurs peuvent être mauvaises (2012). En 2013, nous assistons à une amélioration de ces paramètres (qui peuvent être classés très bons pour la DBO₅ et l'oxygène dissous). Le bilan est moyen en 2014 avec des valeurs relativement faibles en O₂ dissous et en saturation O₂ (5,7mg/L et 55%). La conductivité est semblable à celle du bassin 1V avec des valeurs oscillant entre 260 et 110. Enfin le paramètre MES oscille entre très bon (2013) et bon état (2014) (**tableau 21**).

	15/10/2012	06/11/2013	04/11/2014
DBO5 (mg/L)	non déterminé	0,8	4
O2 dissous (mg/L)	2,8	9	5,7
SATUR.O2 (%)	26	86	55
DCO (mg/L)	non déterminé	non déterminé	54
Temp. Eau (°C)	9,8	10,9	12,3
pH	7,6	8,5	7,6
Conductiv. (µS/cm)/cm)	260	110	240
MES (mg/L)	non déterminé	3,2	27

Tableau 21 : Paramètres Physico-chimiques dans le bassin 1D

Comme pour les autres bassins, le taux de saturation en oxygène et la concentration en oxygène dissous sont déclassant sur certaines campagnes (en particulier en Octobre 2012).

2.2.3.2 HYDROCARBURES ET METAUX LOURDS

Les résultats apparaissent dans le **tableau 22**. Aucun HAP n'a été quantifié en 2012 et 2013. En revanche, encore une fois, l'année 2014 semble être celle présentant le plus de substances dans les rejets (7 HAP quantifiés dont 4 présentant des taux relativement importants). Nous retrouvons une fois de plus le benzo (g,h,i) pérylène en quantité ne permettant pas de respecter le bon état. Le Zinc est en diminution entre 2013 et 2014, mais reste à des concentrations « non respectueuses ».

	15/10/2012	06/11/2013	04/11/2014
Zn (mg/L)	non déterminé	26	17
Benz(ghi)P (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,03
Chrysène (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,026
Fluoranth. (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,017
Indénopyr. (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,019
Pyrène (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,027
Phénanthr. (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,012
Naphtalène (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,013

Tableau 22 : Evolution des HAP et des métaux lourds dans le bassin 1D

2.2.4 Bassin 2 D

2.2.4.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Bien que la DBO₅ oscille entre le « très bon » et le « bon état », l'O₂ dissous et la saturation en O₂ présente des valeurs beaucoup plus variables, entre le mauvais (2012 et 2014) avec des valeurs très faibles et le bon état (2013). Notons qu'une eau très acide ressortait du bassin en 2012 (pH de 3,1), bien qu'il ait retrouvé une « norme » dans les deux autres campagnes (**tableau 23**). Enfin la concentration de MES relâchée dans le milieu naturel, est variable avec un état moyen (2012) ou très bon (2013 et 2014).

	15/10/2012	06/11/2013	04/11/2014
DBO5 (mg/ O ₂)	2,5	0,9	5
O2 dissous (mg/ O ₂)	2,9	7,9	2,5
SATUR.O2 (%)	30	73	25
DCO (mg/ O ₂)	22	non déterminé	21
Temp. Eau (°C)	15,3	10,3	12,6
pH	3,1	8,2	7,2
Conductiv. (mS/cm)	430	110	270
MES (mg/L)	54	5,4	12

Tableau 23 : Paramètres Physico-chimiques dans le bassin 2D

Les paramètres de l'oxygène sont encore une fois de plus mauvais en 2012 et 2014.

2.2.4.1 HYDROCARBURES ET METAUX LOURDS

A contrario des autres bassins, l'année 2012 est la plus touchée avec 6 substances (**tableau 24**).

	15/10/2012	06/11/2013	04/11/2014
Benz(ghi)P (µg/L)	0,012	non déterminé	non déterminé
Chrysène (µg/L)	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Fluoranth. (µg/L)	0,023	non déterminé	non déterminé
Indénopyr. (µg/L)	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Pyrène (µg/L)	0,037	non déterminé	non déterminé
Phénanthr. (µg/L)	0,013	non déterminé	non déterminé
Naphtalène (µg/L)	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Benzo(b)fl (µg/L)	0,016	non déterminé	non déterminé
Acenaphten (µg/L)	0,011	non déterminé	non déterminé
Zn (mg/L)	14	21	69

Tableau 24 : Concentrations de HAP sur le bassin 2D

Remarquons encore une fois la concentration inquiétante de Benzo (g,h,i) pérylène. Aucune substance n'a été détectée sur les deux autres campagnes. Les rejets, néanmoins présentent une concentration de zinc « non respectueuse » (entre 3 à 10 fois supérieure à la norme) et est en augmentation au fil du temps.

2.2.5 Collecteur stockeur

2.2.5.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

La DBO₅ présente un très bon état sur les trois campagnes tandis que les paramètres de concentration en O₂ dissous et saturation sont plus variables avec de mauvaise ou médiocre valeurs sur la dernière campagne (paramètre déclassant l'élément oxygène en mauvais état). La concentration en MES permet de classer le paramètre en très bon état et le pH est, comme dans les cas précédents relativement constants avec de bonnes ou très bonnes valeurs. La conductivité augmente entre 2013 et 2014 mais est une fois de plus très faible (entre 130 et 260 mS/cm) (**tableau 25**).

	15/10/2012	06/11/2013	04/11/2014
DBO5 (mg/ L)	1,9	1,2	2,4
O2 dissous (mg/ L)	5,4	6,7	2,9
SATUR.O2 (%)	50	65	30
DCO (mg L)	non déterminé	non déterminé	21
Temp. Eau(°C)	11	12,5	14,6
pH	7,9	8,3	7,55
Conductiv. (µS/cm)	130	130	260
MES (mg/L)	3,4	22	8,8

Tableau 25 : Paramètres Physico-chimiques dans le collecteur

Nous n'observons aucune tendance particulière là encore avec des valeurs de paramètres oxygène classant l'élément en mauvais état ou médiocre (2012 et 2014) respectivement.

2.2.5.2 HYDROCARBURES ET METAUX LOURDS

L'année 2014 est la plus chargée en polluants (14 HAP), alors que seul le pyrène a pu être quantifié en 2012. Nous remarquons des concentrations en benzo-molécules, avec, qui plus est, une augmentation de ces substances entre 2013 et 2014. Le zinc est en diminution mais reste à des concentrations « non-respectueuses du bon état » (**tableau 26**).

	15/10/2012	06/11/2013	04/11/2014
Acenaphten (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,059
Anthracène (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,02
B(a)A (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,017
Benz(ghi)P (µg/L)	non déterminé	0,022	0,021
Benzo(a)py (µg/L)	non déterminé	0,014	0,023
Benzo(b)fl (µg/L)	non déterminé	0,023	0,03
Benzo(k)fl (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,026
Chrysène (µg/L)	non déterminé	0,012	0,025
Fluoranth. (µg/L)	non déterminé	0,02	0,11
Fluorène (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,067
Indénopyr. (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,031
Me2 Napht. (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,021
Phénanthr. (µg/L)	non déterminé	non déterminé	0,25
Pyrène (µg/L)	0,011	0,036	0,073
Zn (µg/L)	non déterminé	40	17

Tableau 26 : Evolution des HAP et des métaux lourds dans le collecteur

3 INTERPRETATION DES RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Impact sur les milieux naturels

Ici sont discutés les résultats concernant les trois cours d'eau étudiés : le ruisseau des Mercureaux, le Doubs, et la Loue.

3.1.1 Le ruisseau des Mercureaux

Le ruisseau des Mercureaux est le seul cours d'eau traversé directement par le projet. Les analyses des sédiments montrent une qualité moyenne des sédiments pour les métaux lourds. De plus, elle s'est détériorée à l'amont comme à l'aval. Les paramètres physico-chimiques n'ont pas été analysés.

En ce qui concerne les HAP, des substances avaient déjà été quantifiées dans le cours d'eau, en 2005, en particulier en station amont (POYRY, 2006). Nous pouvons avancer deux hypothèses expliquant cette présence :

Premièrement, le chantier de la voie dans le vallon des Mercureaux, ayant commencé en 1993, pourrait avoir apporté une concentration non négligeable de ces substances, malgré les précautions mises en œuvre (engin de chantier, transport de MES...) (SETRA, 2007). Les polluants auraient été stockés dans les sédiments depuis, en l'absence de crue violente qui aurait entraîné les sédiments à l'aval. La seconde proposition avancée concerne la pollution atmosphérique pouvant transporter ces polluants (issues des modes de chauffage). Il est à noter en effet que des concentrations atmosphériques en HAP sont non négligeables dans les principaux centres-urbains de Franche-Comté, comme Besançon, (Association de surveillance de la qualité de l'air en Franche-Comté, 2011).

A partir de 2012, soit moins d'un an après la mise en exploitation de la voie, le nombre de substances augmente clairement à l'amont comme à l'aval, sous-entendant un éventuel impact de la pollution routière. De plus, la concentration de HAP dans les sédiments s'accumule particulièrement entre 2012 et 2014 dans les sédiments à l'aval du rejet. Ce phénomène pourrait être expliqué par la présence du rejet routier, pouvant procurer un fort apport en HAP. A contrario, la station amont ne peut pas être impactée par ce rejet. La diminution de HAP au droit de cette station, pourrait être donc expliquée par un plus faible apport de ces substances et un auto-curage naturel du cours d'eau. Par ailleurs, la station aval est beaucoup plus proche de la voie que la station amont, ce qui pourrait renforcer l'impact routier sur cette station. En effet, les HAP peuvent être « projetés » de la voie sur l'environnement à proximité, évitant ainsi les bassins de rétention (Branchu et al., 2012). Ils atterriraient directement dans le ruisseau situé en contre-bas. La qualité des sédiments de ce ruisseau est moyenne voire médiocre ayant accumulé en particulier, des substances dangereuses prioritaires comme le benzo (a) pyrène. Cette donnée devra être prise sérieusement en compte lors d'un éventuel curage du ruisseau.

En 2005, le taxon Leptophlebiidae (éphéméroptères) est représenté dans les stations amont et aval. C'est un taxon polluo-sensible signalant une relative faible altération de la qualité de l'eau. Cette note moyenne est notamment expliquée par la faible diversité taxonomique, la majorité des taxons étant inféodée au substrat grossier (cas du ruisseau). Cette faible diversité se retrouve dans les stations amont et aval en 2012 et 2014.

De manière générale, peu de taxons polluo-sensibles sont retrouvés durant les campagnes. Ce taux précaire explique entre autres, avec la faible richesse taxonomique, les basses valeurs d'IBG sur les trois campagnes (amont et aval confondus). Peu de variations dans les scores sont à noter. Cependant, le groupe polluo-sensible Leptophlebiidae n'a pas été retrouvé à l'amont depuis 2005, laissant supposer une dégradation de la qualité de l'eau. En vue de la position de la station amont par rapport à la voie et l'absence visible de rejets routiers, il est difficile de mettre en cause les impacts de la voie des Mercureaux. De plus, la station aval, potentiellement la plus impactée, présente des indices de meilleure qualité avec de faibles variations de score entre 2005 et 2014. Il est à préciser aussi que les conditions hydrologiques (étiage sévère à l'amont, distance de la source inférieure à 2 km, habitat non diversifié avec principalement une matrice minérale) ou une pollution diffuse (présence de HAP dans

les sédiments dès 2005) peuvent participer à limiter la richesse spécifique et réduire la présence d'espèces polluo-tolérantes, diminuant ainsi les scores de l'indice (POYRY, 2006). La présence du taxon Perlodidae en 2012, même peu représenté, indique tout de même des qualités stationnelles intéressantes à l'amont (Parmentier, E. DREAL Franche-Comté, Comm.Pers.).

3.1.2 *Le Doubs*

Les résultats de la qualité de l'eau au droit de cette station ne mettent pas en évidence de dysfonctionnement particulier vis-à-vis de la physico-chimie, classant les stations en bon état.

Concernant les métaux lourds et HAP, nous avons remarqué que les concentrations de ces substances sont plus fortes à l'aval qu'à l'amont. Une importante quantité de plomb dans les sédiments a d'ailleurs été observée en 2014. Aussi, l'accumulation de HAP dans les sédiments à l'aval est préoccupante. De multiples hypothèses peuvent expliquer cette augmentation, sans toutefois mettre en cause l'exploitation de la voie des Mercureaux. La zone entre la station amont et aval est notamment urbanisée avec la commune de Beure en sa rive gauche, avec la présence de nombreuses industries et un trafic routier non négligeable. Ceci aurait pour conséquence l'apport de polluants au niveau de cette station (INERIS, 2010). Les conditions de prélèvement peuvent aussi jouer un rôle, dans le sens où des prélèvements effectués après des précipitations pourraient entraîner des résultats en hausse. La première hypothèse semble néanmoins être la plus plausible.

3.1.3 *La Loue*

Les rejets dans la doline de la petite Vèze, pourraient atteindre cette rivière par le réseau karstique justifiant le suivi de deux stations.

Comme pour le Doubs, il semble que les paramètres physico-chimiques soient bons voire très bons au droit de ces stations.

Le zinc est le métal lourd le plus souvent quantifié, avec des valeurs parfois fortes à l'amont, ce qui met une fois de plus l'alerte sur la pollution des sédiments par cet élément. Les HAP sont en quantité non négligeable mais en des proportions bien inférieures à celles retrouvées dans le Doubs (les abords sont bien moins urbanisés). En vue de l'hétérogénéité des résultats concernant ces stations, il est difficile de mettre en lumière une quelconque relation évidente avec l'exploitation de la voie des Mercureaux.

3.2 *Les bassins*

De manière globale, les valeurs de l'élément oxygène sont souvent en moyen état voire médiocre ou mauvais dans les eaux rejetées. Ceci ne présente pas néanmoins de dysfonctionnement particulier en vue des conditions : une eau stagnante dans un espace clos. Ce paramètre devrait d'ailleurs se rééquilibrer en milieu ouvert. Les autres paramètres sont dans la plupart des cas en bon, voire très bon état.

Les bassins de rétention ont pour principal objectif de limiter l'apport des polluants (métaux lourds comme HAP) dans le milieu (Muthukrishnan, 2006). Les analyses d'eau dans les rejets nous ont permis de mettre en évidence plusieurs tendances :

- La double décantation effectuée par le bassin 1V et 2V semble, à priori, bien fonctionner. Uniquement deux substances prioritaires ont été quantifiées en 2014 et aucune concentration de zinc. Ce résultat est d'autant plus important, que les rejets rejoignent la doline de la petite Vèze, porte d'entrée du réseau karstique.
- Le bassin 1 D présente une partie de ces rejets dans le milieu naturel. Nous avons observé que depuis 2012, le taux de HAP dans le bassin est en augmentation. 4 substances prioritaires (dont une dangereuse) ont d'ailleurs été quantifiées en 2014. La quantité de zinc classe ce paramètre, dans plusieurs campagnes, en non-respect de la DCE. L'impact des rejets dans le

milieu naturel ne peut être quantifié en raison de la situation du prélèvement (au centre du bassin et non en sortie d'ouvrage). Néanmoins, une partie des rejets atteint le bassin 2D où aucun HAP n'a été quantifié en 2014. En revanche, le zinc reste problématique avec des concentrations non respectueuses de l'état DCE. La seconde structure reliée au bassin 2D est le collecteur stockeur, où nous avons pu noter une nette augmentation de HAP entre 2012 et 2014. Il est clair que cette structure remplit parfaitement son rôle en accumulant ces substances et permet la réduction de leur concentration dans le bassin 2D (Brelle, 2005).

3.3 Enjeux sur le ruisseau des Mercureaux et limites de l'étude

Nos résultats montrent clairement l'impact de la voie des Mercureaux sur le ruisseau des Mercureaux, en particulier dans la teneur en HAP présent dans les sédiments. Ces sédiments représentent aujourd'hui une source de HAP dans les eaux (Durin, 2006). L'IBG, malgré de faibles valeurs, ne présente pas de dysfonctionnement fonctionnel. Bien que le ruisseau ne présente pas d'objectifs de qualité (Comité de bassin Rhône-Méditerranée, 2015) il abrite un lieu de ponte pour une population de salamandres tachetées (préoccupation mineure, IUCN). Comme la majorité des amphibiens, elles sont notamment sensibles à la présence de polluants (IUCN, 2015). De plus, un APB a été instauré pour une population d'écrevisse à pattes blanches, une espèce inscrite à l'annexe II et V de la Directive Habitat et au livre rouge de la faune menacée de France en tant qu'espèce vulnérable. Cette espèce est également très sensible à la qualité de l'eau et sa population est en régression depuis de nombreuses années (DIRE Franche-Comté). Le cours d'eau bien qu'apiscicole dans cette partie du ruisseau pourrait accueillir des populations de truite (par empoissonnement) dans les années ultérieures. La qualité de l'eau et *de facto* des sédiments serait donc problématique pour ces espèces et des méthodes de gestion supplémentaires devraient être mises en œuvre.

Les bassins de rétention constituent la barrière principale pour la réduction de la pollution dans ce cours d'eau. Bien que leur rôle semble être en partie rempli, il convient de dire que les polluants comme les HAP puissent échapper à ces structures. Notamment, les concentrations de zinc et de certaines substances dangereuses (benzo(g,h,i)P) dans les rejets sont préoccupantes, un résultat déjà avancé dans certaines études (INERIS, 2010). Deux aménagements supplémentaires pourraient permettre de limiter les apports dans le cours d'eau :

- Le zinc a, en partie, pour origine les glissières de sécurité installées sur la voie des Mercureaux. Le remplacement de ces barrières par des murets en béton pourrait permettre de limiter cet apport.
- Les HAP et les métaux lourds ne se dispersent pas seulement par les eaux de ruissellement mais peuvent aussi être projetés à proximité de la route. Afin de limiter ce phénomène, des barrières végétalisées, installées aux endroits les plus sensibles (franchissement du ruisseau, au niveau du mur de soutènement), pourraient jouer le rôle d'obstacle et limiter la propagation.

Des études complémentaires pourraient aussi permettre de préciser les impacts, notamment plus de mesures sur HAP au niveau des stations amont et aval du ruisseau des Mercureaux où une anomalie persiste.

L'efficacité des bassins ne peut être déterminée dans cette étude. En effet, l'efficacité est un rendement entre la proportion de substances entrante dans le bassin et celle sortante. De plus, des prélèvements sur sédiment dans les bassins permettraient de quantifier la concentration totale retenue dans ces structures, les sédiments étant une source de relargage de polluants dans les eaux de rejets.

4 CONCLUSION

Parmi les trois cours d'eau étudiés, le ruisseau des Mercureaux est le plus impacté par la voie de contournement. En particulier, notre étude montre une augmentation du nombre de HAP dans les sédiments coïncidant avec la mise en exploitation de la route. Des substances prioritaires dangereuses comme le Benzo(b) Fluoranthène ou le Benzo (g,h,i)pérylène, molécules issues du trafic routier, ont d'ailleurs été retrouvées et leur concentration est en augmentation en station aval. Néanmoins nous n'avons pas pu mettre en évidence un quelconque impact sur les populations de macro-invertébrés à cette station avec l'IBG. Nous proposons donc de continuer à suivre ces deux stations, en particulier les concentrations en HAP dans les sédiments.

Le Doubs présente lui aussi une augmentation de HAP dans ces sédiments en station aval. L'impact de la voie des Mercureaux reste difficile à mettre en cause, en raison du grand nombre de facteurs potentiellement sources de ces substances, aux abords de la station. Aucun impact clair n'a pu être mis en évidence sur la Loue. Le naphthalène quantifié dans certaines campagnes dans les eaux de ces deux rivières respecte le bon état DCE.

En ce qui concerne les bassins, nos résultats montrent que certaines substances apparaissent fréquemment dans les rejets en concentration non respectueuses de la DCE. Il s'agit du benzo (g,h,i) pérylène et du zinc. Ces molécules se retrouvent donc facilement dans les milieux naturels et en particulier dans les sédiments. Nous rappelons d'ailleurs qu'aucun prélèvement n'a été effectué sur les sédiments des bassins de dépollution, ni sur l'eau rentrant dans ces bassins. Ceci pourrait être intéressant dans le but de mesurer l'efficacité de ces structures. La gestion des bassins et en particulier du curage des sédiments demeure cruciale pour éviter un relargage de polluants dans les eaux à l'aval des bassins.

De plus, deux aménagements pourraient être mis en œuvre afin de limiter la dispersion de zinc et de polluants. La mise en place de murets en béton à la place de glissière de sécurité pourrait limiter l'apport de zinc. L'installation de haies végétales en des endroits stratégiques sur la voie entraverait la projection de polluants sur l'environnement à proximité.

Enfin, il est clair que l'impact sur les milieux naturels de la voie des Mercureaux ne se résume pas à cette étude, qui ne se veut pas exhaustive. Comme souligné par le SRCE de Franche-Comté, la région compte notamment de nombreux grands axes routiers fracturant les continuités écologiques. La voie pourrait participer à cette fragmentation et les corridors écologiques terrestres pourraient être aussi perturbés, aucun passage à faune n'ayant été construit le long du tracé routier.

BIBLIOGRAPHIE

AFNOR, 2004. NF T-90-350 Qualité de l'eau Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN).

Archimbault, V., 2010. L'indice biologique normalisé (IBGN), principes et évolution dans le cadre de la directive cadre européenne sur l'eau. *Sciences Eaux & Territoires N°01*.

Association de surveillance de la qualité de l'air en Franche-Comté, 2011. Bilan de la surveillance des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) en Franche-Comté en 2011.

Brelle, P., 2005. Synthèse des données sur l'efficacité réelle des séparateurs à hydrocarbures. Synthèse technique.

Branchu, P., Badin, A-L., Bechet, B., Eisenlohr, L., Le Priol, T., Marseille, F., et Trielli, E., 2012. Pollution d'origine routière et environnement de proximité, VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement Hors-série 15 | février 2013, mis en ligne le 18 octobre 2012, [En ligne] consulté le 11 août 2016.

Comité de bassin Rhône-Méditerranée, 2015. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône-Méditerranée. Version présentée au comité de bassin du 20 Novembre 2015.

DIRE Franche Comté, Agence de l'eau RM, Fédération de pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Doubs et Onema. Projeté d'Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope de l'écrevisse à pattes blanches et des espèces patrimoniales associées dans le département du Doubs.

Durin B., 2006. Transfert et transport colloïdal de polluant métalliques, Thèse, Université de Nantes.

Giroud, V., Esser, Dirk., Fournet, L., et Davoli, F., 2016. Les filtres plantés de roseaux pour le traitement des eaux pluviales : Notion d'efficacité. Novatech 2007. pp 869-876.

INERIS, 2005. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, Guide méthodologique.Acquisition des données d'entrée des modèles analytiques ou numériques des transferts dans les sols et les eaux souterraines. Rapport d'étude.

INERIS, 2010. . Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : Etablissement d'une stratégie visant de réduction des concentrations dans les cours d'eau. Convention Onema-INERIS 2009.

Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement/Observatoire des Données de l'Environnement, 2005. Qualité Physico-Chimique des Eaux de Surface : Cadre Général. In : Les données de l'IBGE : L'eau à Bruxelles.

IUCN, 2015. La liste rouge des espèces d'amphibiens menacés de France.

Le Goff, F., Bonnomet V., 2004. Devenir et comportements des métaux dans l'eau : Biodisponibilité et modèle BLM.

MEDD, Agences de l'eau, 2003. Systèmes d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-eau) V2.

MEDDE, 2016. Guide Technique Relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau)

Parlement Européen et Conseil, 2000. Directive 2000/60/CE du 23 Octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ; JOCE n° L 327 du 22 décembre 2000.

Parlement Européen et Conseil, 2008. Directive n°2008/105/CE du 16 Décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les directives du Conseil 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE et modifiant la directive 2000/60/CE. JOUE n° L 348 du 24 décembre 2008.

Parlement Européen et Conseil, 2013. Directive n° 2013/39/UE du 12/08/13 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau. JOUE n° L 226 du 24 août 2013

Parmentier, E., 2013(a). ANALYSES REALISEES DANS LE CADRE DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE L'IMPACT DE LA VOIE DES MERCUREAUX. Campagne 2012. RAPPORT.

Parmentier, E., 2013(b). ANALYSES REALISEES DANS LE CADRE DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE L'IMPACT DE LA VOIE DES MERCUREAUX. Campagne 2013. RAPPORT.

Parmentier, E., 2014 ; ANALYSES REALISEES DANS LE CADRE DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE L'IMPACT DE LA VOIE DES MERCUREAUX. Campagne 2014. RAPPORT.

POYRY, 2006. Contournement Sud-Ouest de Besançon Voie des Mercureaux. Demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. Rapport.

POYRY, 2011. Voie des Mercureaux. Phase chantier : Bilan environnemental.

Préfecture du Doubs, 2009. Arrêté préfectoral de protection de biotope de l'écrevisse à pattes blanches et des espèces patrimoniales associées. Arrêté n° 2009 1908 03054.

SETRA, 2004. Les outils de protection des espaces naturels en France, Aspects juridiques liés aux opérations routières. Guide Technique. Setra, collection « les outils ».

SETRA, 2007(a). Chantiers routiers et préservation du milieu aquatique, Management environnemental et solutions techniques. Guide technique. Setra, collection « les outils ».

SETRA, 2007(b). Pollution routière, Conception des ouvrages de traitement des eaux. Guide Technique. Setra, collection « les outils ».

Muthukrishnan, S., Treatment Of Heavy Metals In Stormwater Runoff Using Wet Pond And Wetland Mesocosms,"Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy" : Vol. 11, Article 9.

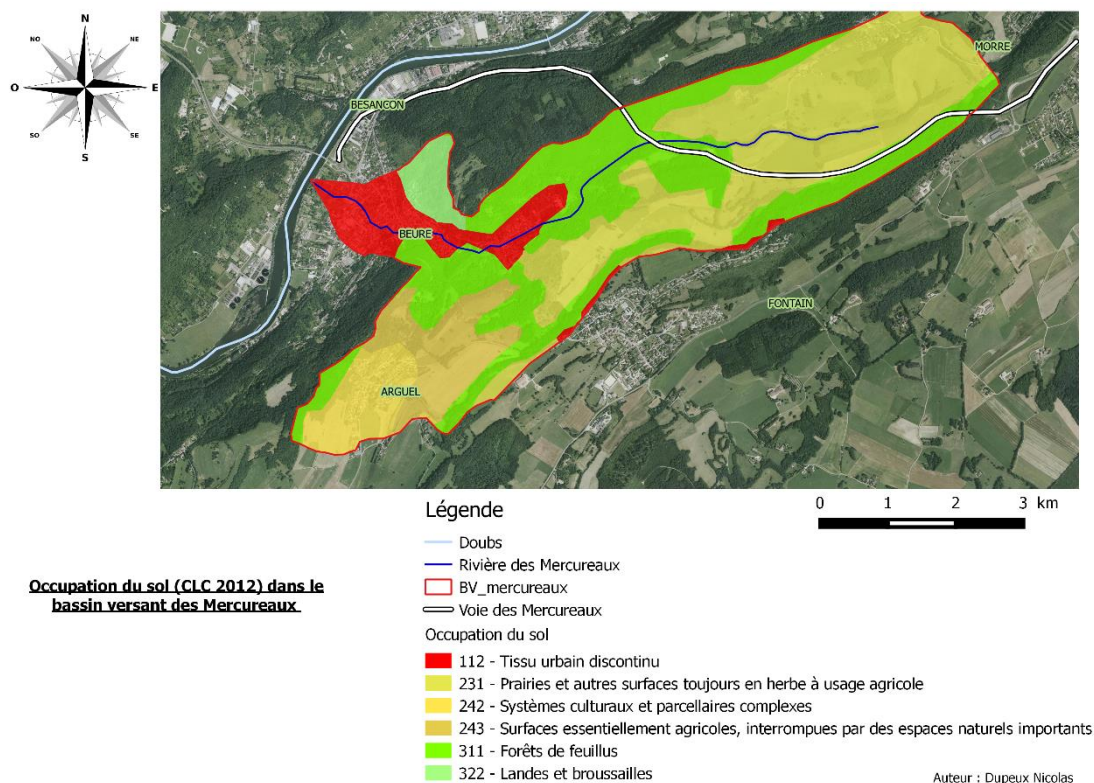
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1 : Valeurs seuils de la DCE pour les paramètres physico-chimiques.....	9
Tableau 2 : Valeurs-seuils définies par le SEQ-EAU pour la DCO	10
Tableau 3 : Classes d'état pour l'IBG pour les cours d'eau moyens à très petits dans l'hydroécocorégion Jura (5)	10
Tableau 4 : Valeurs-seuils pour les polluants rencontrés dans l'étude (les substances en rouge sont inscrites en substances dangereuses prioritaires, en orange les substances prioritaires définies par la DCE).....	10
Tableau 5 : Planning des prélèvements du suivi post-environnemental	11
Tableau 6 : Listes des paramètres suivis	11
Tableau 7 : Présentation des concentrations de HAP dans les sédiments du ruisseau des Mercureaux	15
Tableau 8 : Scores IBG et classes de qualité.....	16
Tableau 9 : résultats des paramètres physico-chimiques pour la station Doubs Amont.....	17
Tableau 10 : résultats des paramètres physico-chimiques pour la station Doubs Aval.....	17
Tableau 11 : Evolution du naphthalène dans les eaux à l'amont.....	18
Tableau 12 : Evolution des concentrations de métaux lourds en stations amont et aval	18
Tableau 13 : Résultats des paramètres physico-chimiques en Loue Amont.....	19
Tableau 14 : Résultats des paramètres physico-chimiques en Loue Aval.....	19
Tableau 15 : Evolution des concentrations du Naphtalène dans les eaux.....	20
Tableau 16 : Evolution des concentrations en métaux lourds sur la Loue.....	21
Tableau 17 : Paramètres physico-chimiques dans le bassin 1V	21
Tableau 18 : Evolution des HAP et métaux lourds dans le bassin 1V.....	22
Tableau 19 : Paramètres Physico-chimiques dans le bassin 2V	22
Tableau 20 : Evolution des HAP dans le bassin 2V	23
Tableau 21 : Paramètres Physico-chimiques dans le bassin 1D.....	23
Tableau 22 : Evolution des HAP et des métaux lourds dans le bassin 1D	24
Tableau 23 : Paramètres Physico-chimiques dans le bassin 2D.....	24
Tableau 24 : Concentrations de HAP sur le bassin 2D.....	25
Tableau 25 : Paramètres Physico-chimiques dans le collecteur	25
Tableau 26 : Evolution des HAP et des métaux lourds dans le collecteur	26
Figure 1 : Schéma simplifié de transfert de polluants dans le milieu aquatique	4
Figure 2 : Situation géographique de la Voie des Mercureaux et du bassin versant des Mercureaux	5
Figure 3 : Stations sur la Loue et traçage des eaux souterraines	7
Figure 4 : Situation géographique des stations de prélèvements (hors Loue) et des bassins de décantation	8
Figure 5 : Protocole d'échantillonnage (issu de la norme NF T-90 350.....	12
Figure 6 : Evolution des concentrations en métaux lourds sur le ruisseau des Mercureaux.....	14
Figure 7 : Evolution de la concentration totale en HAP dans le ruisseau des Mercureaux	15
Figure 8 : Evolution des scores IBG dans le ruisseau des Mercureaux.....	16
Figure 9 : Evolution des paramètres physico-chimiques en station amont (à gauche) et à l'aval (à droite)	17
Figure 10 : Evolutions des concentrations d'HAP en stations amont et aval (données en µg/kg de sédiments prélevés).....	18
Figure 11 : Evolution des paramètres physico-chimiques sur la Loue – station amont (à gauche) et station aval (à droite).	20

ANNEXES

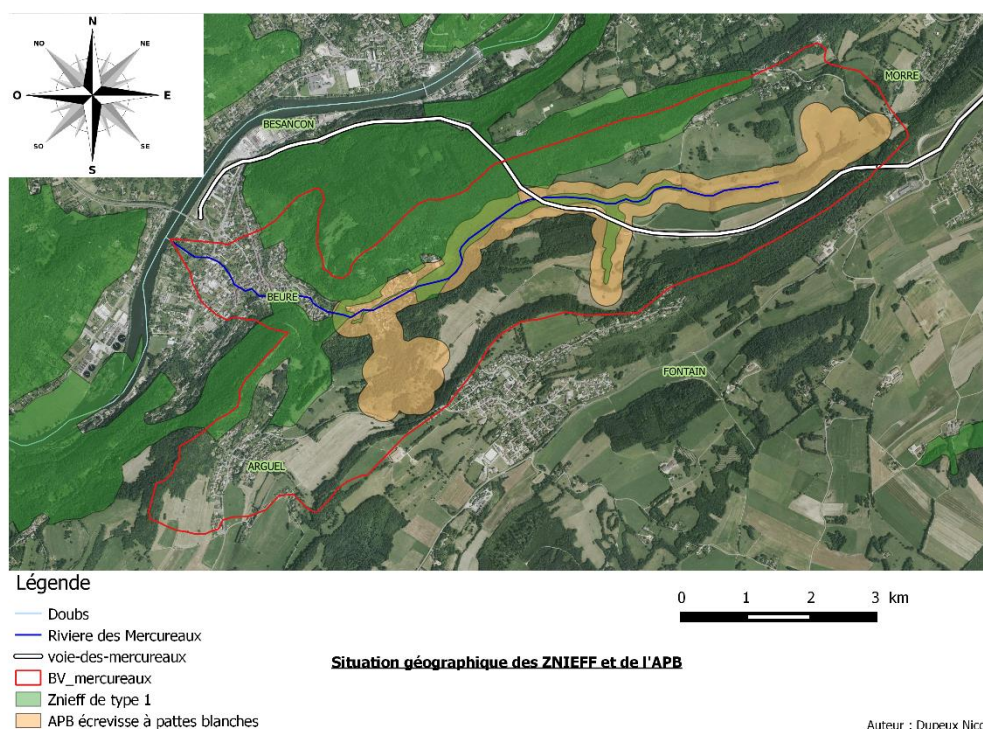
Annexe 1 : Etat des lieux du bassin versant des Mercureaux

Annexe 1A : Occupation du sol (Corine Land Cover 2012) dans le BV des Mercureaux



Occupation du sol (CLC 2012) dans le bassin versant des Mercureaux

Annexe 1 B : ZNIEFF et APB dans le BV des Mercureaux



Annexe 2 : Caractéristiques techniques des bassins de dépollution

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques des bassins de traitement prévus :

	BASSIN VERSANT « DOUBS »			BASSIN VERSANT « DOLINE PETITE VEZE »	
	Bassin 1D	Bassin 2 D	Collecteur-Stockeur	Bassin 1V	Bassin 2V (existant)
Tronçon contrôlé	Tunnel Fontain → secteur de l'OA7 dans le vallon des Mercureaux	Secteur de l'OA7 → Tunnel Bois de Peu → RN 83	RN 83 → giratoire de Beure	Tunnel Fontain → amont giratoire RD 104 + tronçon de RD 104	Bassin versant naturel + une portion de RD 104 (idem situation actuelle) + rejet du bassin 1V
Surface active contrôlée	38 336 m ²	56 829 m ²	12 240 m ²	21 487 m ²	
Exutoire	Réseau assainissement routier puis bassin 2D	Doubs	Doubs	Bassin 2V	Doline de la Petite Vèze, puis loue via réseau karstique
Q entrant	Q10 : 0.531 m ³ /s	Q10 : 1.066 m ³ /s	Q10 : 0.250 m ³ /s	Q2 : 0.229 m ³ /s	
Q fuite	0.070 m ³ /s	0.100 m ³ /s	0.020 m ³ /s	0.130 m ³ /s	0.050 m ³ /s
Volume utile	1170 m ³	2000 m ³	380 m ³	162 m ³	
Volume total	1220 m ³	2050 m ³	430 m ³	212 m ³	1800 m ³ *
Surface en fond	380 m ²	1075 m ²	155 m ²	155 m ²	
Période retour traitement	10 ans	10 ans	10 ans	2 ans	

Fonctions assurées	Décantation / Déshuilage / Confinement / Ecrêtement	Décantation / Ecrêtement
--------------------	---	--------------------------

Les plans n°31, n°32, n°33 situés dans l'annexe cartographique présentent les bassins de traitement 1D, 2D, 1V et 2V.

* d'après dossier Loi sur l'Eau d'Avril 1995 (Ingetud)

Annexe 3 : Liste des NQEs (DCE) et valeurs-seuils (SEQ-EAU) pour les polluants

Substances HAP	Norme DCE (dans l'eau, en µg/L)	Normes SEQ-Eau (dans les sédiments, en µg/kg)		
		Limite supérieure bon état	Limite supérieure état moyen	Limite supérieure état mauvais
Acenaphten	non déterminé	5	50	7500
Acénaphthyl	non déterminé	5	50	7500
Anthracène	0,1	5	50	7500
B(a)A	non déterminé	5	50	7500
Benz(ghi)P	$8,2,10^{-3}$	5	50	7500
Benzo(a)py	0,27	0,5	50	750
Benzo(b)fl	0,017	5	50	7500
Benzo(k)fl	0,017	5	50	7500
Chrysène	non déterminé	5	50	7500
DB(ah)anth	non déterminé	0,5	50	750
Fluoranth.	0,12	5	50	7500
Fluorène	non déterminé	5	50	7500
Ind.Hydr.	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Indénopyr.	non déterminé	5	50	7500
Me2 Napht.	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Me2Fluor.	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé
Naphtalène	130	5	50	7500
Phénanthr.	non déterminé	5	50	7500
Pyrène	non déterminé	5	50	7500

Annexe 4 : Appareils utilisés pour les mesures in-situ

Annexe 4A : Appareil utilisé pour la Conductivité et la Température



Annexe 4B : Appareil utilisé pour le pH et l'oxygène



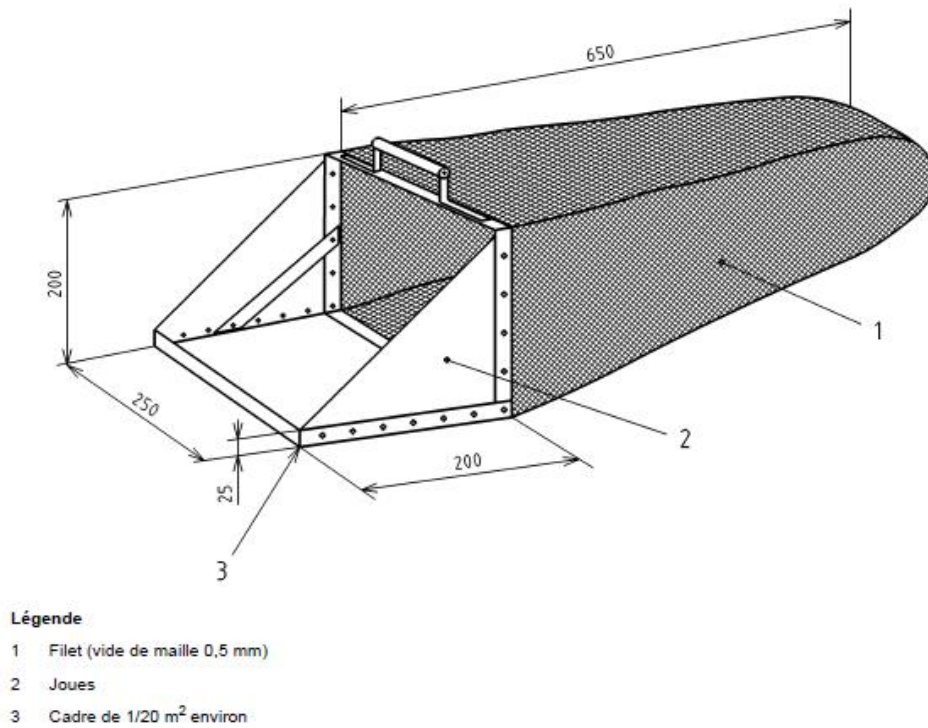
Annexe 5 : Liste détaillé des paramètres analysés en liste 1

Code paramètre	Limite de quantification	Code unité SANDRE	Libellé court unité SANDRE	Nom paramètre SANDRE
1303	10.0	147	μS/cm	Conductiv.
1302	1.000	264	unité pH	pH
1409	-10.00	27	°C	Temp.air
1301		27	°C	Temp. eau
1313	0.50	175	mg(O ₂)/L	DBO ₅
1388	1.00	293	μg(Cd)/L	Cd
1383	10.00	349	μg(Zn)/L	Zn
1382	2.00	335	μg(Pb)/L	Pb
1305	2.0	162	mg/L	MES
7007	0.10	162	mg/L	Ind.Hydr.
1115	0.010	133	μg/L	Benzo(a)py
1116	0.010	133	μg/L	Benzo(b)fl
1118	0.010	133	μg/L	Benz(ghi)P
1117	0.010	133	μg/L	Benzo(k)fl
1476	0.010	133	μg/L	Chrysène
1621	0.010	133	μg/L	DB(ah)anth
1191	0.010	133	μg/L	Fluoranth.
1623	0.010	133	μg/L	Fluorène
1204	0.010	133	μg/L	Indénopyr.
1537	0.010	133	μg/L	Pyrène
1524	0.010	133	μg/L	Phénanthr.
1082	0.010	133	μg/L	B(a)A
1453	0.010	133	μg/L	Acenaphten
1458	0.010	133	μg/L	Anthracène
1517	0.010	133	μg/L	Naphtalène
1619	0.010	133	μg/L	Me ₂ Fluor.
1618	0.010	133	μg/L	Me ₂ Napht.
1314	20.00	175	mg(O ₂)/L	DCO
1311	0.100	175	mg(O ₂)/L	O ₂ dissous
1312	1.00	243	%	SATUR.O ₂

Annexe 6 : Liste détaillé des paramètres analysés en liste 2

Code paramètre	Limite de quantification	Code unité SANDRE	Libellé court unité SANDRE	Nom paramètre SANDRE
1302	1.000	264	unité pH	pH
1476	10.0	132	µg/(kg MS)	Chrysène
1621	10.0	132	µg/(kg MS)	DB(ah)anth
1191	10.0	132	µg/(kg MS)	Fluoranth.
1623	10.0	132	µg/(kg MS)	Fluorène
1204	10.0	132	µg/(kg MS)	Indénopyr.
1517	10.0	132	µg/(kg MS)	Naphtalène
1524	10.0	132	µg/(kg MS)	Phénanthr.
1537	10.0	132	µg/(kg MS)	Pyrène
1619	10.0	132	µg/(kg MS)	Me2Fluor.
1453	10.0	132	µg/(kg MS)	Acenaphten
1458	10.0	132	µg/(kg MS)	Anthracène
1082	10.0	132	µg/(kg MS)	B(a)A
1115	10.0	132	µg/(kg MS)	Benzo(a)py
1116	10.0	132	µg/(kg MS)	Benzo(b)fl
1118	10.0	132	µg/(kg MS)	Benz(ghi)P
1117	10.0	132	µg/(kg MS)	Benzo(k)fl
1622	10.0	132	µg/(kg MS)	Acénaphthyl
1383	5.00	160	mg/(kg MS)	Zn
1382	5.00	160	mg/(kg MS)	Pb
1388	0.50	160	mg/(kg MS)	Cd
7007	25.0	160	mg/(kg MS)	Ind.Hydr.
3048		243	%	FRSUP2mm

Annexe 7A : Schéma du surber pour le terrain



Issu de la norme NF T-90 350

Annexe 7B : Utilisation du surber sur le terrain



Annexe 8 : Tableau servant au calcul du score IBG

		Classe de variété													
		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
		Σ^t													
Taxons	GI	> 50	49 45	44 41	40 37	36 33	32 29	28 25	24 21	20 17	16 13	12 10	9 7	6 4	3 1
		Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlebiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae ^{a)} Hydropsychidae Ephemerellidae ^{a)} Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae ^{a)} Caenidae ^{a)} Elmidae ^{a)} Gammaridae ^{a)} Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae ^{a)} Asellidae ^{a)} Achètes Oligochètes ^{a)}	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
a) Taxons représentés par au moins 10 individus : les autres, par au moins 3 individus															

Issu de la norme NF T-90 350

Annexe 9 : Résultats détaillés de l'IBG de 2012

COURS D'EAU: **Mercureaux**
STATION: **Amont Chantier**
Date des prélèvements: **23/10/2012**

TAXON INDICATEUR :	<i>Polycentropodidae (GI=4)</i>
VARIETE TAXINOMIQUE :	14
IBGN (/20) :	8 / 20
CLASSE DE QUALITE :	Médiocre

CODE HABITAT	71 x2	63 x2	62/61	51/21
INSECTES				
Plécoptères				
Perlodidae			1	
Trichoptères				
Polycentropodidae	1	1	1	
Ephéméroptères				
Heptageniidae			1	
Odonates				
Lestidae			1	
Mégaloptères				
Sialidae			2	
Coléoptères				
Elmidae		9	5	
Scirtidae	1	1	1	
Diptères				
Chironomidae	20	5	3	2
Limoniidae				1
Tabanidae	1	1		7
CRUSTACES				
Amphipodes				
Gammaridae	12	100	100	15
MOLLUSQUES				
Bivalves				
Sphaeriidae	16	5	8	75
Gastéropodes				
Lymnaeidae	1			
VERS				
Oligochètes		3	3	2

Variété taxinomique	7	8	11	6
Abondance absolue	52	125	126	102
Abondance relative (%)	13	31	31	25

Abondance totale	Abondance relative (%)	Indice polluosensibilité
1	0.2	
3	0.7	4
1	0.2	
1		
2		
14	3.5	2
3		
30	7.4	1
1	0.2	
9	2.2	
227	56.0	2
		2
104	25.7	
1	0.2	
8	2.0	1
405		

COURS D'EAU: **Mercureaux**
STATION: **Aval Chantier**
Date des prélèvements: **23/10/2012**

TAXON INDICATEUR :	<i>Heptageniidae (GI = 5)</i>
VARIETE TAXINOMIQUE :	15
IBGN (/20) :	9 / 20
CLASSE DE QUALITE :	Moyenne

CODE HABITAT	71 x2	63/62/61	52/51	21
INSECTES				
Trichoptères				
Polycentropodidae	6	9	5	
Ephéméroptères				
Baetidae				4
Heptageniidae	2	11	14	
Leptophlebiidae			1	
Mégaloptères				
Sialidae	1			
Coléoptères				
Elmidae		31	4	
Scirtidae		1		
Diptères				
Chironomidae	60	20	20	35
Limoniidae		3	3	3
Stratiomyidae		1		
Tabanidae	3		2	3
Tipulidae	2			
CRUSTACES				
Amphipodes				
Gammaridae	105	300	200	25
MOLLUSQUES				
Bivalves				
Sphaeriidae	25	10	55	25
VERS				
Oligochètes	1	125	25	2

Variété taxinomique	9	10	10	7
Abondance absolue	205	511	329	97
Abondance relative (%)	18	45	29	8

Abondance totale	Abondance relative (%)	Indice polluosensibilité
20	1.8	4
4	0.4	2
27	2.4	5
1	0.1	
1	0.1	
35	3.1	2
1	0.1	
135	11.8	1
9	0.8	
1	0.1	
8	0.7	
2	0.2	
630	55.2	2
		2
115	10.1	
153	13.4	1
1142		

Annexe 10 : Résultats détaillés de l'IBG en 2014

COURS D'EAU : Mercureaux
STATION : Amont
Date des prélèvement : 01/09/2014

TAXON INDICATEUR :	Heptageniidae (GI=5)
VARIETE TAXINOMIQUE :	10
IBGN (/20) :	8 / 20
CLASSE DE QUALITE :	Médiocre

CODE HABITAT	71 x 2	63 x 2	62 X 2	52/22	Abondance totale	Abondance relative (%)	Indice polluosensibilité
INSECTES							
Trichoptères							
Polycentropodidae		1			1	0.1	
Ephéméroptères							
Baetidae		5	1		6	0.6	
Heptageniidae		6	2	1	9	0.8	5
Coléoptères							
Elmidae		8	1		9	0.8	
Diptères							
Chironomidae	2	30	32	18	82	7.6	1
Tabanidae	1			1	2	0.2	
CRUSTACES							
Amphipodes							
Gammaridae	190	400	280	80	950	88.2	2
MOLLUSQUES							
Bivalves							
Sphaeriidae	4				4	0.4	
VERS							
Achètes							
Erpobdellidae				1	1	0.1	
Oligochètes		5	4	4	13	1.2	1
					1077		
Variété taxonomique	4	7	6	6			
Abondance absolue	197	455	320	105			
Abondance relative (%)	18	42	30	10			

COURS D'EAU : Mercureaux
STATION : Aval
Date des prélèvement : 01/09/2014

TAXON INDICATEUR :	Leptophebiidae (GI=7)
VARIETE TAXINOMIQUE :	14
IBGN (/20) :	11 / 20
CLASSE DE QUALITE :	Moyenne

CODE HABITAT	63 x 2	62 x 2	61 x 2	52 x 2	Abondance totale	Abondance relative (%)	Indice polluosensibilité
INSECTES							
Trichoptères							
Polycentropodidae				1	1	0.1	
Ephéméroptères							
Baetidae	6		1		7	0.6	
Heptageniidae	13	4	2	6	25	2.3	5
Leptophebiidae		3			3	0.3	7
Coléoptères							
Elmidae	6	4	1	9	20	1.8	2
Scirtidae				1	1		
Diptères							
Ceratopogonidae		1			1	0.1	
Chironomidae	12	35	28	8	83	7.6	1
Limoniidae	5			3	8	0.7	
Simuliidae				1	1	0.1	
Tabanidae			1		1	0.1	
CRUSTACES							
Amphipodes							
Gammaridae	280	114	105	350	849	78.0	2
MOLLUSQUES							
Bivalves							
Sphaeriidae		1			1	0.1	
VERS							
Oligochètes	30	22	10	26	88	8.1	1
					1089		
Variété taxonomique	7	8	7	9			
Abondance absolue	352	184	148	405			
Abondance relative (%)	32	17	14	37			

Annexe 11 : Résultats détaillés sur les prélèvements du Doubs

Doubs		23/10/2012.	18/11/2013	04/11/2014
Amont	Chrysène	268	327	576
	DB(ah)anth	27	non déterminé	non déterminé
	Fluoranth.	362	451	615
	Indénopyr.	295	295	418
	Phénanthr.	158	174	252
	Pyrène	306	343	548
	Anthracène	26	44	74
	B(a)A	229	298	430
	Benzo(a)py	268	278	512
	Benzo(b)fl	294	318	464
	Benz(ghi)P	136	162	386
	Benzo(k)fl	114	135	198
	Ind.Hydr.	68	64	66
	FRSUP2mm	51,34	non déterminé	non déterminé
Aval	Chrysène	738	3863	5054
	DB(ah)anth	49	1234	non déterminé
	Fluoranth.	1270	6380	8600
	Fluorène	39	647	548
	Indénopyr.	724	2594	2333
	Naphtalène	44	non déterminé	195
	Phénanthr.	480	2722	4796
	Pyrène	949	4780	6717
	Acenaphten	20	334	339
	Anthracène	215	1033	2666
	B(a)A	624	3799	5138
	Benzo(a)py	634	2904	4366
	Benzo(b)fl	643	2614	3180
	Benz(ghi)P	300	1374	2020
	Benzo(k)fl	262	1613	1743
	Ind.Hydr.	298	130	139
	FRSUP2mm	10,27	non déterminé	non déterminé

Annexe 12 : Résultats détaillés pour la Loue

Loue		23/10/2012.	18/11/2013	04/11/2014
Amont	Chrysène	53	51	192
	Fluoranth.	96	109	205
	Phénanthr.	32	41	86
	Pyrène	75	80	194
	B(a)A	51	46	136
	Benzo(a)py	51	56	151
	Benzo(b)fl	60	56	136
	Benz(ghi)P	24	32	131
	Benzo(k)fl	25	24	65
	Indénopyr.	non déterminé	58	54
	FRSUP2mm	15,12	non déterminé	non déterminé
	Indénopyr.	non déterminé	58	54
Aval	Chrysène	118	43	73
	Fluoranth.	169	63	104
	Phénanthr.	65	37	54
	Pyrène	135	45	82
	B(a)A	94	26	53
	Benzo(a)py	98	45	53
	Benzo(b)fl	105	48	52
	Benz(ghi)P	63	39	55
	Benzo(k)fl	42	17	25
	Indénopyr.	115	60	22
	Anthracène	15	non déterminé	non déterminé
	Ind.Hydr.	48	non déterminé	41
	FRSUP2mm	4,31	non déterminé	non déterminé

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations.....	2
Introduction	3
Directive Cadre sur l'Eau et Qualité de l'eau	3
Infrastructure routière et Pollution	3
Contexte	4
Objectifs de l'étude.....	6
1 Matériel et Méthode	7
1.1 Sites d'étude et lieux de prélèvement.....	7
1.1.1 Les Milieux Naturels.....	7
1.1.2 Les bassins de rétention	8
1.2 Paramètres suivis et normes	9
1.2.1 Paramètres Physico-Chimiques	9
1.2.2 IBG.....	10
1.2.3 Métaux lourds et hydrocarbures	10
1.3 Fréquence et type de Prélèvements.....	11
1.3.1 Prélèvements et mesures : Liste 1 et Liste 2.....	11
1.3.2 IBGN	11
1.3.2.1 Détermination des habitats.....	12
1.3.2.2 Prélèvements.....	12
1.3.2.3 Conservation et traitement des échantillons	13
1.4 Acquisition et Traitement de données	13
2 Résultats	14
2.1 Mesures sur les milieux naturels	14
2.1.1 Mesures sur le Ruisseau des Mercureaux.....	14
2.1.1.1 Métaux lourds	14
2.1.1.2 Hydrocarbures	14
2.1.1.3 Bilan IBG	15
2.1.2 Mesures sur le Doubs	16
2.1.2.1 Parametres physico-chimiques	17
2.1.2.2 Hydrocarbures et metaux lourds.....	18
2.1.3 La Loue.....	19
2.1.3.1 Paramètres Physico-Chimiques	19
2.1.3.2 Hydrocarbures et metaux lourds.....	20
2.2 Mesures sur les bassins	21
2.2.1 Mesures sur le Bassin 1 V.....	21

2.2.1.1	Paramètres Physico-Chimiques	21
2.2.1.2	Hydrocarbures et métaux lourds	22
2.2.2	Mesures sur le Bassin 2 V	22
2.2.2.1	Paramètres physico-chimiques	22
2.2.2.2	Hydrocarbures	23
2.2.3	Bassin 1 D	23
2.2.3.1	Paramètres Physico-chimiques	23
2.2.3.2	Hydrocarbures et Métaux lourds	24
2.2.4	Bassin 2 D	24
2.2.4.1	Paramètres physico-chimiques	24
2.2.4.1	Hydrocarbures et Métaux lourds	25
2.2.5	Collecteur stockeur	25
2.2.5.1	Paramètres physico-chimiques	25
2.2.5.2	Hydrocarbures et Métaux lourds	26
3	Interprétation des résultats et Discussions	27
3.1	Impact sur les milieux naturels	27
3.1.1	Le ruisseau des Mercureaux	27
3.1.2	Le Doubs	28
3.1.3	La Loue	28
3.2	Les bassins	28
3.3	Enjeux sur le ruisseau des Mercureaux et limites de l'étude	29
4	Conclusion	30
Bibliographie		
Liste des tableaux et figures		
ANNEXES.....		
Annexe 1 : Etat des lieux du bassin versant des Mercureaux.....		
Annexe 2 : Caractéristiques techniques des bassins de dépollution		
Annexe 3 : Liste des NQEs (DCE) et valeurs-seuils (SEQ-EAU) pour les polluants		
Annexe 4 : Appareils utilisées pour les mesures in-situ		
Annexe 5 : Liste détaillé des paramètres analysés en liste 1		
Annexe 6 : Liste détaillé des paramètres analysés en liste 2.....		
Annexe 7A : Schéma du surber pour le terrain.....		
Annexe 7B : Utilisation du surber sur le terrain.....		
Annexe 8 : Tableau servant au calcul du score IBG		
Annexe 9 : Résultats détaillés de l'IBG de 2012.....		
Annexe 10 : Résultats détaillés de l'IBG en 2014.....		
Annexe 11 : Résultats détaillés sur les prélèvements du Doubs		
Annexe 12 : Résultats détaillés pour la Loue		

