



REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE

Direction générale de l'eau Étude de la qualité des rivières genevoises

L'Aire et ses affluents



Etat 2016 et évolution depuis 1998



Feuille de contrôle du document

Titre	L'Aire et ses affluents. Etat 2016 et évolution depuis 1998
Objet / sujet	Etude de la qualité des rivières genevoises
Auteure	Arielle Cordonier
Contributions	Frédéric Bachmann , Mathieu Coster , Francis Delavy , Yvan Genoud , Ion Iorgulescu , Nadir Kheyar , Sophie Lavigne , Paulo-Miguel Lopes , Sandra Vargas .
Service	Service de l'écologie de l'eau
Date	05/02/18
Nom du fichier	Aire Etat 2016 et évolution.docx
Statut	<input type="checkbox"/> Provisoire <input checked="" type="checkbox"/> Final
Photo de couverture	Promenade de l'Aire (ancien canal) et secteur des losanges, mai 2016 (photo Fabio Chironi)
Distribution	Public
Visa	

Versions, Modifications

No	Chapitre	Version	Date
1.0	Protection des eaux	Version 1.0	23.01.2018

Table des matières

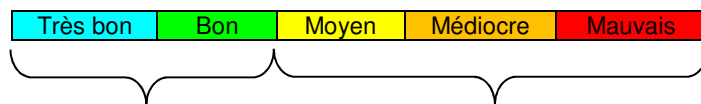
1. INTRODUCTION	6
2. LE BASSIN VERSANT DE L'AIRE	7
2.1. Généralités	7
2.2. Agriculture	7
2.3. Assainissement	8
2.4. Industrie et Artisanat	9
2.5. Régime hydrologique	10
2.6. Ecomorphologie et Renaturation	11
3. DEROULEMENT DE L'ETUDE	14
4. RESULTATS 2016	16
4.1. Contexte climatologique	16
4.1.1. Températures	16
4.1.2. Précipitations	17
4.2. Contexte hydrologique	18
4.3. Analyses physico-chimiques et bactériologiques	20
4.3.1. pH, conductivité et température en continu	20
4.3.2. Éléments majeurs	23
4.3.3. Métaux	25
4.3.4. Micropolluants Organiques	27
4.3.5. État sanitaire	33
4.4. Indicateurs biologiques	35
4.4.1. Module Diatomées	35
4.4.2. Module Macrozoobenthos	38
4.4.3. Etat des populations Ephémères-Plécoptères-Trichoptères (EPT)	40
4.4.4. Module Poisson	42
4.4.5. Les macrophytes (plantes aquatiques)	44
4.5. Synthèse des résultats 2016	48
5. EVOLUTION	50
5.1. Evolution physico-chimique et bactériologique	50
5.1.1. Module Analyses physico-chimiques – nutriments	50
5.1.2. Métaux	52
5.1.3. Phytosanitaires	54
5.1.4. Etat sanitaire	55

5.2. Evolution biologique	57
5.2.1. Module Diatomées	57
5.2.2. Module Macrozoobenthos	59
5.2.3. Module Poisson	63
5.2.4. Plantes aquatiques (macrophytes)	64
5.3. Synthèse de l'évolution 1998 – 2016	65
6. CONCLUSION	67
7. LISTE DES ABRÉVIATIONS	69
8. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	70
9. ANNEXE: METHODES D'ANALYSES	72
A1. Analyses physico-chimiques	72
A1.1 Le module Analyses physico-chimiques, nutriments du SMG	73
A1.2 L'indice de pollution métallique IPM	74
A1.3 Indices des micropolluants organiques	75
A1.4 Evaluation du risque environnemental	80
A2. Analyses bactériologiques	81
A3. Analyses biologiques	82
A3.1 Indice <i>Macrozoobenthos</i> (IBCH)	82
A3.2 Indice diatomées suisse (DI-CH)	84
A3.3 Module Poissons	85
A3.4 Végétation aquatique	86
A4. Module Ecomorphologie	87

LA SITUATION EN UN CLIN D'OEIL

Le tableau synoptique suivant présente de manière synthétique l'état actuel de l'Aire et de ses affluents analysés en 2016 (couleur de la tête de flèche) ainsi que l'évolution de la qualité depuis 1998 (sens de la flèche et couleur de la penne).

○ : mesuré pour la première fois en 2016.



Objectifs écologiques :

Atteints

Non atteints

Cours d'eau Stations	Chimie	Métaux	Phyto sanitaires	Micro polluants	Bactério logie	Macro invertébrés	Diatomées	Poissons	Macro phytes
Aire									
Thérens	↔	↔	-	-	↗	↘	↔	-	-
Pont de Certoux	↗	↘	↘	●	↗	↘	↗	-	↔
Aval Lully (2010-2016)	↘	↔	-	-	↗	↘	●	-	↗
Les Adoits	●	●	-	-	●	●	●	●	↗
Le Paradis	●	●	-	-	●	●	●	●	↗
Amont Centenaire	↗	↔	↔	●	↔	↗	●	↔	↘
Aval Ziplo	↗	↔	●	●	↔	↗	↗		↗
Pont du Gué	↗	↔	↗	●	↔	↗	↔	↔	↗
Affluents									
Grand Nant Amont Malchamps	↔	-	-	-	↗	↔	↗	-	-
La Folle Amont Grand Nant	↗	↘	↘	●	↗	↘	↔	-	-
Le Maraîchet Route de Gratillet	↗	↘	●	●	↔	↔	↘	-	-
La Lissole Amont busage	↔	↘	●	●	↔	↔	↘	-	-
L'Arande Ch. de Latoy	↔	-	-	-	↗	↘	●	-	-
Le Ternier Amont Saint Julien	↘	↘	●	●	↗	↔	↔	-	-
Le Voiret Embouchure	↘	↔	●	●	↘	↔	↘	-	-

1. Introduction

En 2016, dans le cadre de sa mission de surveillance de la qualité des eaux superficielles du Genevois, le service de l'écologie de l'eau a diagnostiqué l'état écologique de l'Aire et de ses principaux affluents.

Ce rapport fait suite à ceux réalisés en 2000, 2003, 2006 et 2011 (ECOTOX, 2000; SECOE, 2003, 2006 et 2011). Il s'inscrit dans le programme du monitoring des cours d'eau genevois, basé sur un rythme de six ans.

Le présent rapport analyse les résultats actuels, puis les compare avec les données antérieures. Il met en évidence les manquements aux objectifs écologiques et aux exigences relatives à la qualité des eaux telles que définies dans l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) et tente d'en déterminer la/les cause(s) (Conseil fédéral suisse, 1998). Il évalue également les effets des travaux de renaturation et d'amélioration de l'assainissement et des pratiques agricoles sur l'écomorphologie et la qualité biologique et physico-chimique.

Au niveau cantonal, ce document fournit des éléments indispensables au suivi du programme de renaturation des rivières genevoises, aux plans régionaux et généraux d'évacuation des eaux (PREE - PGEE), aux schémas de protection, d'aménagement et de gestion des eaux (SPAGE Aire-Drize) ainsi qu'au plan d'action mis en place par la cellule opérationnelle (COP) de la DGEau. Une des missions de la COP est la priorisation des actions d'assainissement dans les six bassins versants du canton.

Dans un cadre plus large, il sert également de référence pour la qualité écologique de ce secteur dans les actions menées avec nos partenaires français de la Communauté de Communes du Genevois.

2. Le bassin versant de l'Aire

2.1. Généralités

Bien qu'issue du Salève et du Mont-de-Sion, l'Aire ne prend son nom que dans la traversée de Saint-Julien-en-Genevois. En amont, elle est constituée de plusieurs affluents (ruisseau de l'Arande, ruisseau de Ternier, ruisseau de la Folle, Le Grand Nant) qui s'écoulent principalement dans des ravins boisés en zone rurale.

De la frontière à sa confluence avec l'Arve, l'Aire parcourt 9.1 km. Elle s'écoule d'abord dans un cours rectiligne et aménagé sur environ 1 km, puis, dès l'aval du dépotoir de Certoux jusqu'au pont du Centenaire, dans un secteur entièrement renaturé de 2002 à 2016 (environ 4,25 km). De là, elle traverse le Grand-Lancy jusqu'au Pont-Rouge dans un petit vallon boisé. Finalement, l'Aire se jette dans l'Arve après avoir transité par une galerie souterraine sous la route des Jeunes sur 1.6 km.

En aval de Saint Julien, l'Aire ne reçoit que deux petits affluents, la Lissolle (sous tuyau) à la hauteur de l'autoroute, et le Voiret avant de confluer avec la Drize dans son cours souterrain sous la route des Jeunes.

Deux ouvrages particuliers méritent d'être cités : le dépotoir de Certoux, qui retient les matériaux solides et la galerie de décharge au Rhône, située en amont du pont des Marais, qui a pour but de limiter les crues dans le tronçon aval.

Au niveau du Pont Rouge, le bassin versant de l'Aire a une surface de 67.7 km², dont 49.5 km² en France.

2.2. Agriculture

La surface agricole utile représente environ 48% du bassin versant genevois de l'Aire. A titre de comparaison, elle représente 62% du bassin versant suisse de la Drize. Quelque 40 km de drains permettent aux eaux superficielles de s'écouler dans l'Aire.

Le bassin versant de l'Aire et de ses affluents est un modèle de biodiversités culturelles. On y retrouve des activités très variées dont:

- des serres de productions intensives en culture hors-sol (zones agricoles spéciales);
- des serres de production en pleine terre;
- des tunnels maraîchers;

- de la production de gazon en plaques;
- des cultures de pleine terre: arboriculture fruitière, maraîchères, pépinière ornementale et de petits fruits;
- de la viticulture avec des activités de vinification;
- de l'hydroculture;
- de la grande culture;
- des jardins familiaux;
- des détenteurs d'unité gros bétail (bovins, équidés, porcins,...).

Une étude menée en 2016 a montré une augmentation de la concentration en éléments nutritifs (N-P-K), en phytosanitaires et en métaux lourds, plus particulièrement en période d'étiage du cours d'eau et de faibles pluies. Ces concentrations élevées dégradent la qualité de l'eau, plus particulièrement celle du secteur situé entre le pont de Lully et le pont du Centenaire (HYRO-GEO environnement, 2017).

Pour cette raison, une démarche de sensibilisation a été reconduite avec les principaux exploitants de serre et l'état de Genève.

2.3. Assainissement

Le taux de séparation des eaux des territoires des neuf communes genevoises situées partiellement ou entièrement dans le bassin versant de l'Aire (Bardonnex, Bernex, Confignon, Genève, Lancy, Onex, Perly-Certoux, Plan-les-Ouates et Soral) est de 97 %. Sur environ 980 hectares de zone urbanisée, 30 hectares subsistent en système unitaire. 15 déversoirs d'orage sont encore en fonction, dont 6 amenés à être supprimés à court terme. Les communes concernées poursuivent les travaux de mise en séparatif pour arriver à terme à une séparation totale de leurs réseaux d'assainissement. Hors zone à bâtir, une centaine d'installations autonomes d'assainissement sont recensées sur territoire genevois.

En ce qui concerne les eaux pluviales, toute nouvelle construction doit mettre en œuvre des mesures de gestion des eaux à la parcelle avec une contrainte de rejet extrêmement restrictive. Le débit ruisselé d'une pluie annuelle doit en effet être réduit d'environ 20 à 30 fois avant rejet dans le cours d'eau. En plus de ces mesures à la parcelle, qui visent à ne pas péjorer la situation actuelle, des mesures centralisées de gestion des eaux pluviales sont réalisées, visant à améliorer une situation préexistante. Les eaux pluviales d'environ 82 hectares des territoires des communes de Confignon, Bernex et Perly-Certoux sont ainsi gérées depuis fin 2015 dans des ouvrages de rétention intégrés à la troisième étape de la renaturation de l'Aire. D'autres ouvrages centralisés sont planifiés dans le bassin versant, à court et à moyen terme.

Tous les plans de planification de l'assainissement sont finalisés et en force, soit les plans généraux d'évacuation des eaux en ce qui concerne les territoires communaux et le plan régional d'évacuation Aire-Drize en ce qui concerne la gestion par bassin versant. Ce dernier a été approuvé par le Conseil d'Etat le 27 novembre 2013.

Sur territoire français, le réseau d'assainissement est majoritairement en système séparatif. Comme sur territoire genevois, de nombreuses installations autonomes d'assainissement sont présentes en zone agricole.

Seule la station d'épuration française de Neydens (figure 3) déverse encore ses effluents dans le bassin versant de l'Aire. Réhabilitée et agrandie en 2003 et en 2014, sa capacité de traitement est de 7500 équivalents-habitants. Au niveau de la gestion des eaux pluviales, la même contrainte de rejet que sur territoire genevois est exigée.

De part et d'autre de la frontière, la zone urbanisée et son extension continueront d'impacter fortement l'hydrologie et la qualité de l'Aire et de ses affluents. Les importants efforts consentis en matière d'évacuation des eaux usées et de gestion des eaux pluviales permettront néanmoins d'atténuer cet impact.

2.4. Industrie et Artisanat

Malgré la présence de la Zone Industrielle de Plan-Les-Ouates (ZIPLO), le bassin versant de l'Aire est faiblement exposé aux activités industrielles. Ces dernières sont effectivement presque exclusivement effectuées dans des locaux fermés et les eaux résiduelles industrielles (ERI) sont toutes évacuées vers la STEP d'Aïre. En fonctionnement normal, ces activités industrielles ne rejettent donc pas de substances polluantes dans le réseau public d'eaux pluviales.

Dans la ZIPLO, les activités industrielles se composent par ordre d'importances en fonction du nombre d'employés dans chaque domaine, de :

- ateliers de mécanique de précision destinés à l'horlogerie et l'aéronautique;
- ateliers de traitement de surface destinés à l'horlogerie et l'aéronautique;
- laiteries industrielles destinées au marché local;
- laboratoires et entrepôts destinés à l'industrie cosmétique et à la recherche en biotechnologique;
- boucheries et poissonneries industrielles destinées au marché local;
- abattoirs de volaille et préparation de denrées alimentaires.

Par contre, il est évident que la densité d'industries due à la ZIPLO augmente sensiblement le risque d'accident industriel avec un impact majeur sur l'Aire, notamment en raison de la présence de plusieurs sites industriels classés OPAM et la forte activité de transport de marchandise.

En 2016, un seul dysfonctionnement des évacuations d'eaux d'un bâtiment de la ZIPLO en partie occupé par des activités industrielles a été identifié et rapidement remis en conformité.

Au cours de 2016, des accidents d'épandage de diesel issu de véhicules ont été recensés sans toutefois qu'un impact sensible sur l'Aire ne soit constaté.

2.5. Régime hydrologique

L'Aire possède un régime hydrologique de type pluvial jurassien, fortement dominé par les précipitations sur l'ensemble de l'année. Ce régime est caractérisé par un maximum des débits moyens mensuels en février-mars, un minimum entre juillet et octobre et une amplitude importante entre les débits maximum et minimum. Ainsi, le débit moyen mensuel interannuel du mois d'août ($0.17 \text{ m}^3/\text{s}$) de L'Aire à Bossenailles ne représente que 13 à 15% des débits moyens mensuels des mois de décembre à février ; ces derniers ont des valeurs comprises entre $1.21 \text{ m}^3/\text{s}$ et $1.31 \text{ m}^3/\text{s}$.

A la station SECOE de Bossenailles (figure 3, superficie de bassin versant 59 km^2), le débit moyen est estimé à $0.75 \text{ m}^3/\text{s}$, le débit d'étiage Q347 à $0.038 \text{ m}^3/\text{s}$ et la crue décennale à $51 \text{ m}^3/\text{s}$. Au Pont Rouge (superficie de bassin versant 72 km^2), le débit moyen est estimé à $0.9 \text{ m}^3/\text{s}$ et le débit de crue décennale à $32 \text{ m}^3/\text{s}$. La réduction du débit maximum décennal s'explique par la dérivation située au km adm. 5.62, dérivation qui entre en action pour des débits de l'Aire supérieurs à $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les faibles débits estivaux des sources du pied du Salève, couplés à une zone d'infiltration vers la nappe superficielle sur territoire français et entre la frontière et Lully, engendrent des étiages particulièrement sévères, voire des assecs entre Saint-Julien et Lully.

Les prélèvements (agriculture et alimentation en eau potable) sur territoire français ont été aussi invoqués pour expliquer ces étiages sévères. Les résultats de l'étude ressources milieux (ERM), actuellement en cours, menée par la Communauté de Communes du Genevois, tendent à relativiser toutefois l'importance des prélèvements dans l'accentuation des étiages. Ainsi, les eaux usées de Présilly, Beaumont, Feigères et Neydens (prélevées notamment dans les captages/sources Les Crêts, Les Tattes, Moisin, Montailoux Pralet-Solitude et Sapins situés dans le bassin de l'Aire) sont traitées à la STEP de Neydens et sont restituées au ruisseau de la Folle, à l'amont de la frontière. Seuls les prélèvements du captage La Ravine, utilisé pour l'alimentation de St-Julien, court-circuitent le secteur suisse, car les eaux sont traitées à la STEP d'Aire. Les volumes de production déclarés à l'Agence de l'Eau entre 2000 et 2015 sont compris entre $108'398 \text{ m}^3$ (2014) et $244'300 \text{ m}^3$ (2008). On constate toutefois que La Ravine, qui a son bassin

d'alimentation dans le karst du Salève, est caractérisée par un débit très variable : si ce dernier peut dépasser les 15 L/s en hautes eaux, elle peut connaître des assecs en période d'étiage. Ainsi, en 2014, une année qui par ailleurs n'a pas été généralement caractérisée par des étiages prononcés, la source s'est tarie en juin/juillet et août. D'autre part, on recense deux retenues collinaires utilisées pour l'agriculture: Ogny (150'000m³) et Huffins (18'000m³). Selon les investigations menées dans le cadre de l'étude ERM, ces retenues sont remplies seulement en périodes de hautes eaux quand le débit de l'Aire à Thairy dépasse les 65 L/s. Par conséquent, ces prélèvements ne devraient pas avoir une influence déterminante sur les débits d'étiage. Ces observations sont corroborées par les mesures de débit effectuées entre 1924 et 1931 par le SHGN (actuellement OFEV), à une époque où les prélèvements anthropiques étaient nettement moins élevés qu'aujourd'hui. Ces mesures montrent que ces cours d'eau étaient déjà caractérisés par des étiages sévères, voire des assecs. A l'aval de Lully, une partie des eaux souterraines infiltrées est restituée au cours d'eau et influence ainsi sa qualité.

2.6. Ecomorphologie et Renaturation

La renaturation de l'Aire constitue le projet phare du programme cantonal de renaturation des cours d'eau dès la modification de la loi sur les eaux en 1997.

Il s'agit de 4,5 km de rivière revitalisée intégrant des objectifs liés à la protection contre les inondations, à l'environnement, au paysage, à l'agriculture, aux loisirs et à la détente.

La réalisation du projet s'est organisée en 4 étapes. Les travaux ont eu lieu pour le tronçon 1 en 2002 (pont des Marais-pont du Centenaire), le 2^e tronçon en 2008-2010 (sécurisation de Lully) et le 3^e (plaine de l'Aire, protection du quartier du PAV contre les inondations) entre 2013 et 2016. La 4^e étape, en cours d'étude, sera en chantier entre 2019 et 2020 (dépotoir de Certoux-frontière).

Les premiers relevés écomorphologiques selon le module R du système modulaire gradué ont été effectués en 2002 sur l'Aire (GREN, 2003a).

Ils ont été complétés par ceux des affluents et mis à jour au fur et à mesure des travaux de renaturation, soit en 2002 et 2006 entre le pont des Marais et le pont du Centenaire et en 2009 entre le pont de Certoux et le pont de Lully.

La troisième étape de renaturation entre le pont de Lully et le pont des Marais a été terminée en 2016 et son tracé n'a pas encore été mis à jour. La mise à jour de l'écomorphologie n'a donc pu être faite.

Les figures 1 et 2 ci-dessous montrent l'état écomorphologique de l'Aire et de ses affluents en 2016 ainsi que les tronçons renaturés.

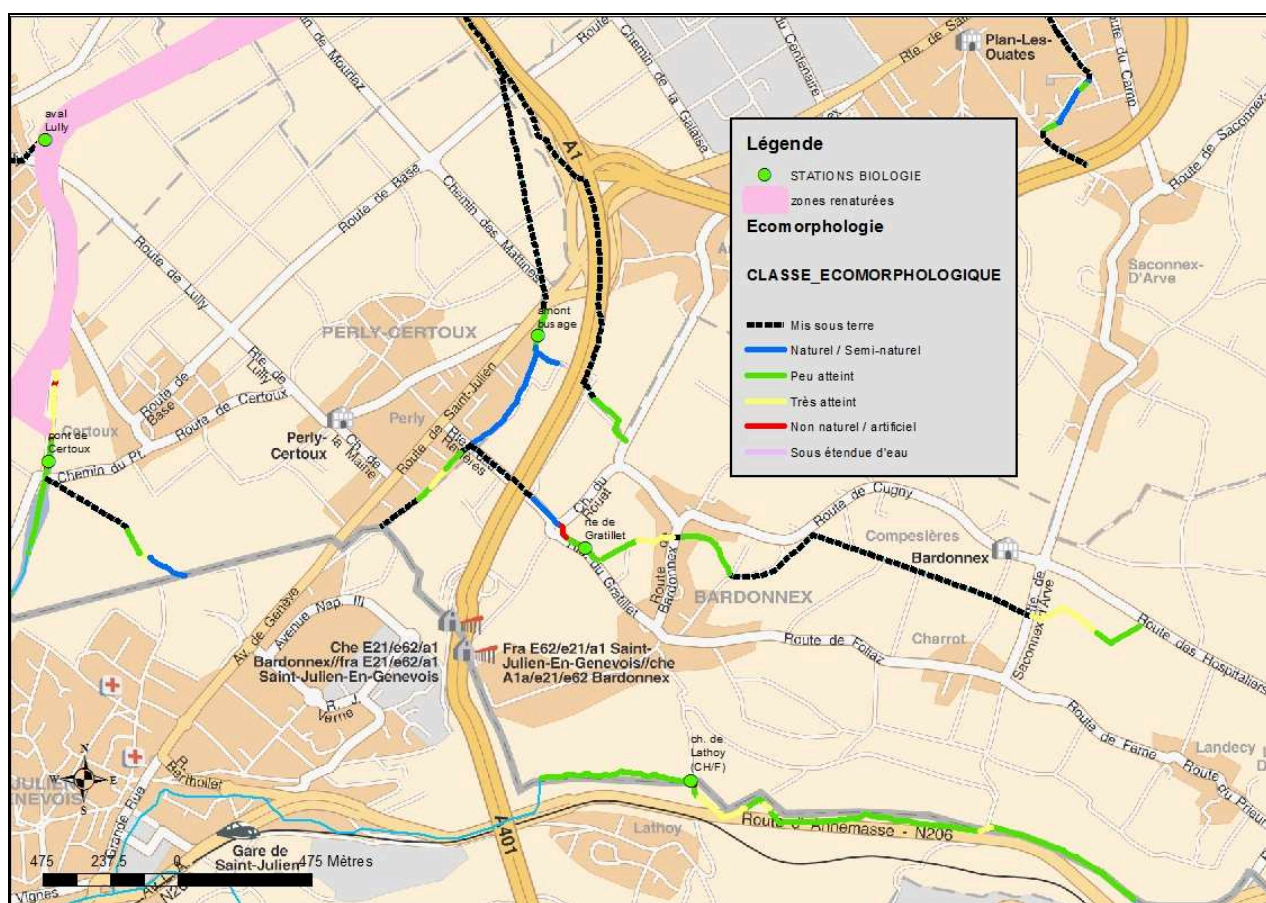
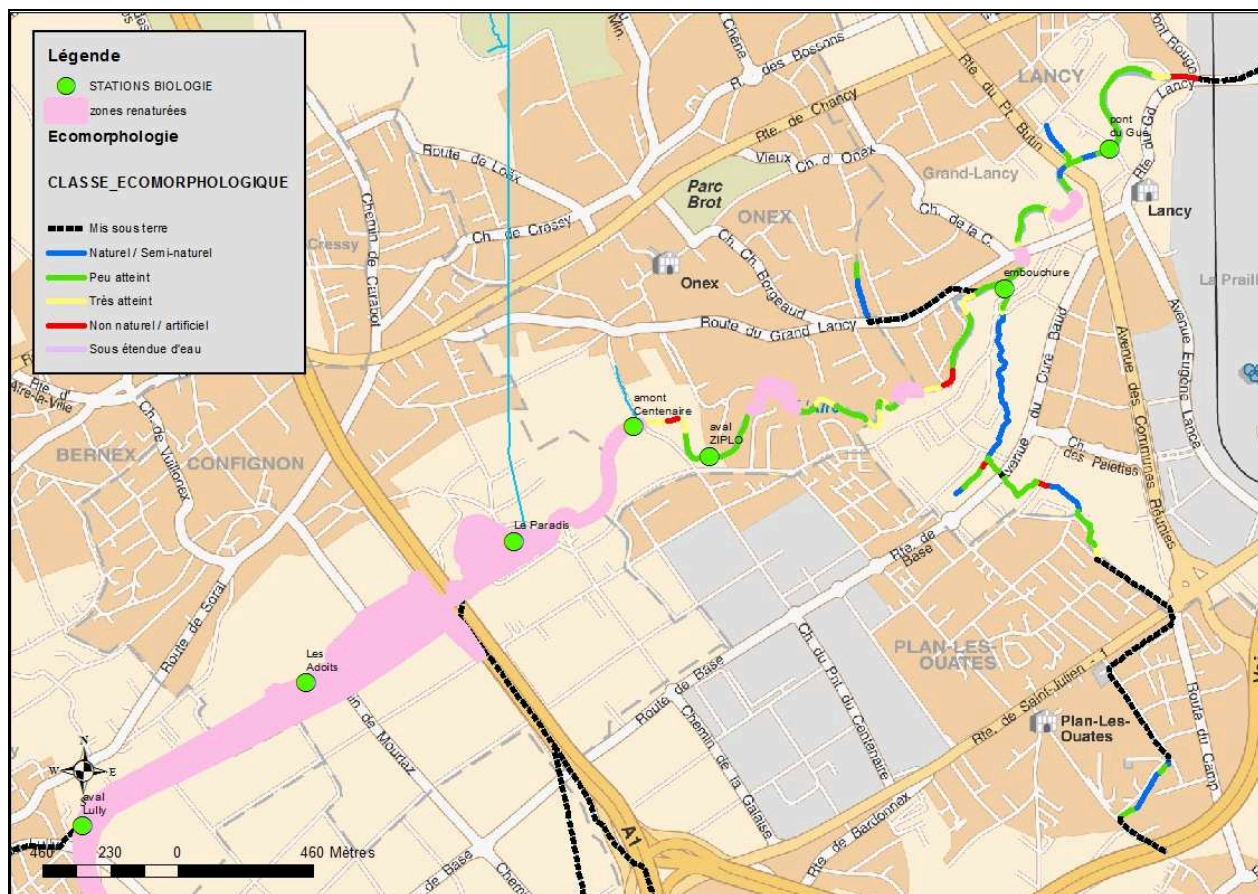


FIGURE 1 ET 2: TRONÇONS RENATURES ET ETAT ECOMORPHOLOGIQUE DE L'AIRE ET DE SES AFFLUENTS, EN 2016.

Les renaturations successives ont permis d'améliorer nettement l'état du lit et des berges, mais également d'augmenter l'espace à disposition de la rivière. En 2016, les secteurs dont l'écomorphologie reste très atteinte voire artificielle ne concernent que 1 km environ du tracé suisse et sont situés dans l'Aire urbaine et au dépotoir de Certoux. La galerie souterraine, dans laquelle coule l'Aire rejointe par la Drize, devrait être mise à ciel ouvert et reconnectée à l'Arve dans le cadre du projet Praille-Acacias-Vernets (PAV).

Au niveau des affluents, malgré des parties à ciel ouvert majoritairement naturelles à peu atteintes où se situent nos stations de prélèvements, une grande partie de leur tracé reste enterré. A court terme, aucune mise à ciel ouvert n'est prévue dans ce périmètre.



PHOTO 1 : L'AIRE A CONFIGNON, 3 EME ETAPE, 30 NOVEMBRE 2016 (PHOTO FABIO CHIRONI)

3. Déroulement de l'étude

Le tableau 1 présente les stations de prélèvements, les indicateurs analysés par le SECOE et le nombre de campagnes annuelles. La figure 3 situe les stations dans le bassin versant de l'Aire.

TABEAU 1 NOMBRE DE CAMPAGNES DE PRELEVEMENTS PAR STATION EN 2016

Rivière	Physico-chimie Bactério	Polluants organiques	Diatomées	Macrofaune
Aire				
Thérrens	12		1	2
pont de Certoux	12	10	1	2
aval Lully	12		2	3
Les Adoits	11		2	3
Le Paradis	12		2	3
amont Centenaire	12	10	2	3
aval Ziplo	12	10	2	3
pont du Gué	12	10	2	3
affluents				
Grand Nant - amont Malchamps	10	-	1	2
La Folle – amont Grand Nant	12	10	2	3
Le Maraîchet – route de Gratillet	12	10	2	2
La Lissolle – amont busage	10	8	1	1
L'Arande – ch. de Latoy	9	-	1	2
Le Ternier – amont Saint Julien	10	6	1	2
Le Voiret - embouchure	12	10	1	2

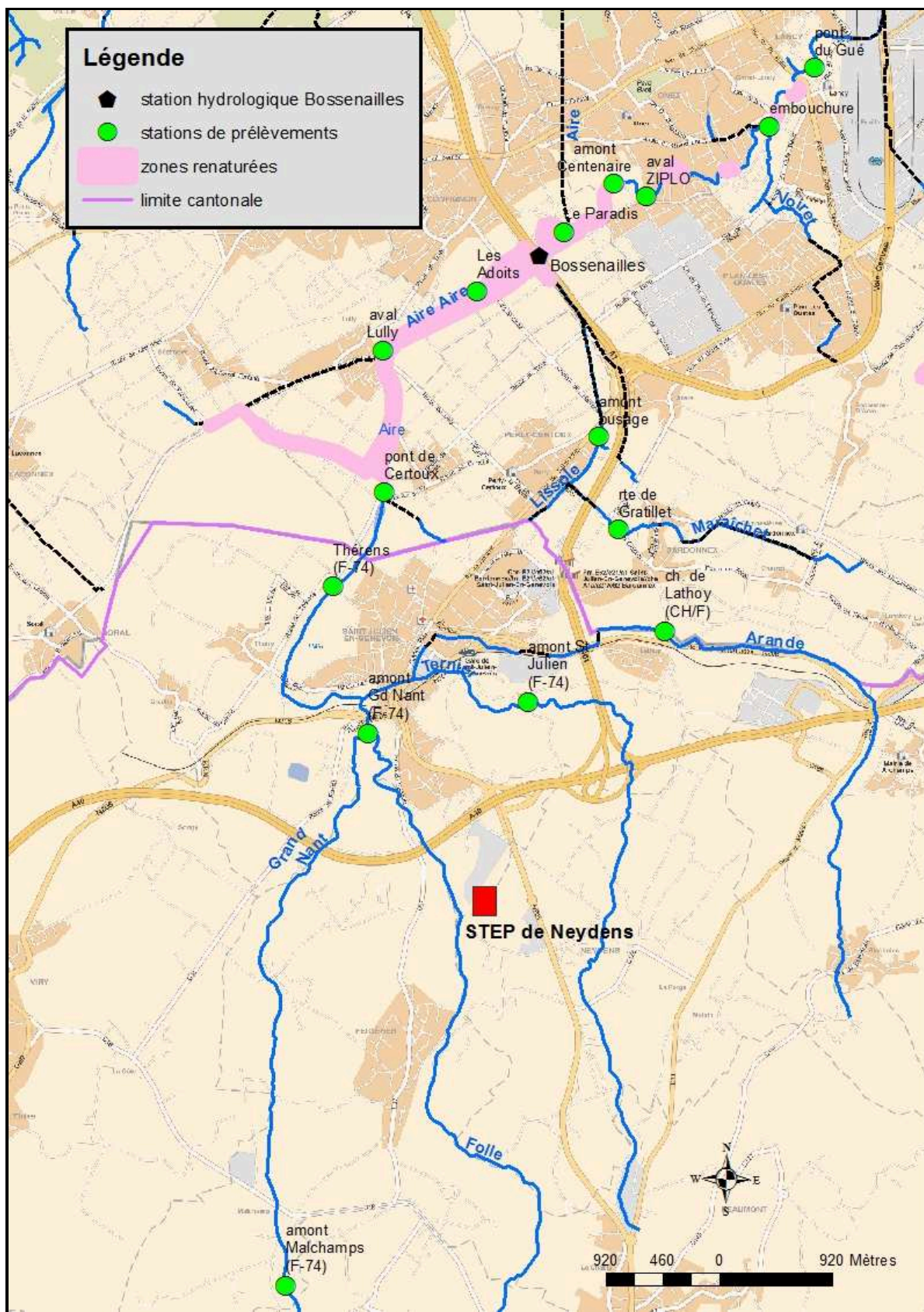


FIGURE 3 : EMPLACEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENTS DANS L'AIRE ET SES AFFLUENTS AINSI QUE DE LA STEP DE NEYDENS ET DE LA STATION HYDROLOGIQUE BOSSENAILLES

4. Résultats 2016

Depuis 1998, le service de l'écologie de l'eau applique différents modules du Système Modulaire Gradué (SMG) proposés par l'Office fédéral de l'environnement des forêts et du paysage, dans les domaines de la morphologie, de la chimie et de la biologie (OFEFP, 1998). Ils permettent de qualifier l'état des stations selon le domaine considéré.

Ces différents modules, ainsi que les autres méthodes utilisées pour ce rapport, sont décrits dans le chapitre 9. Annexe : méthodes d'analyses.

4.1. Contexte climatologique

4.1.1. Températures

En 2016, la température à Genève a dépassé la norme 1981-2010 de 0.6°C. Les températures moyennes mensuelles sont présentées dans la figure 4 ci-dessous, en les comparant aux normes mensuelles et aux précipitations des années 2004 et 2010. L'année a débuté avec une douceur hivernale, proche des records. Par la suite, les températures se sont maintenues proches des normes jusqu'en juillet. Le mois d'août a dépassé de 0.9°C la norme, grâce notamment à une fin de mois caniculaire atteignant 33.5°C le 27 du mois. Par la suite, Genève a vécu son troisième mois de septembre le plus chaud depuis le début des mesures en 1864. La température moyenne du mois a affiché un écart de 2.6 degrés par rapport à la norme 1981-2010. Le contraste avec le mois d'octobre, plus froid de 1.2°C par rapport à la normale fut marqué. Novembre a été caractérisé par deux phases : une première quinzaine hivernale suivie par une dernière décade extrêmement douce. Globalement, la température du mois a dépassé de 0.7 °C la norme 1981-2010. La température de décembre fut légèrement en dessous des normes.

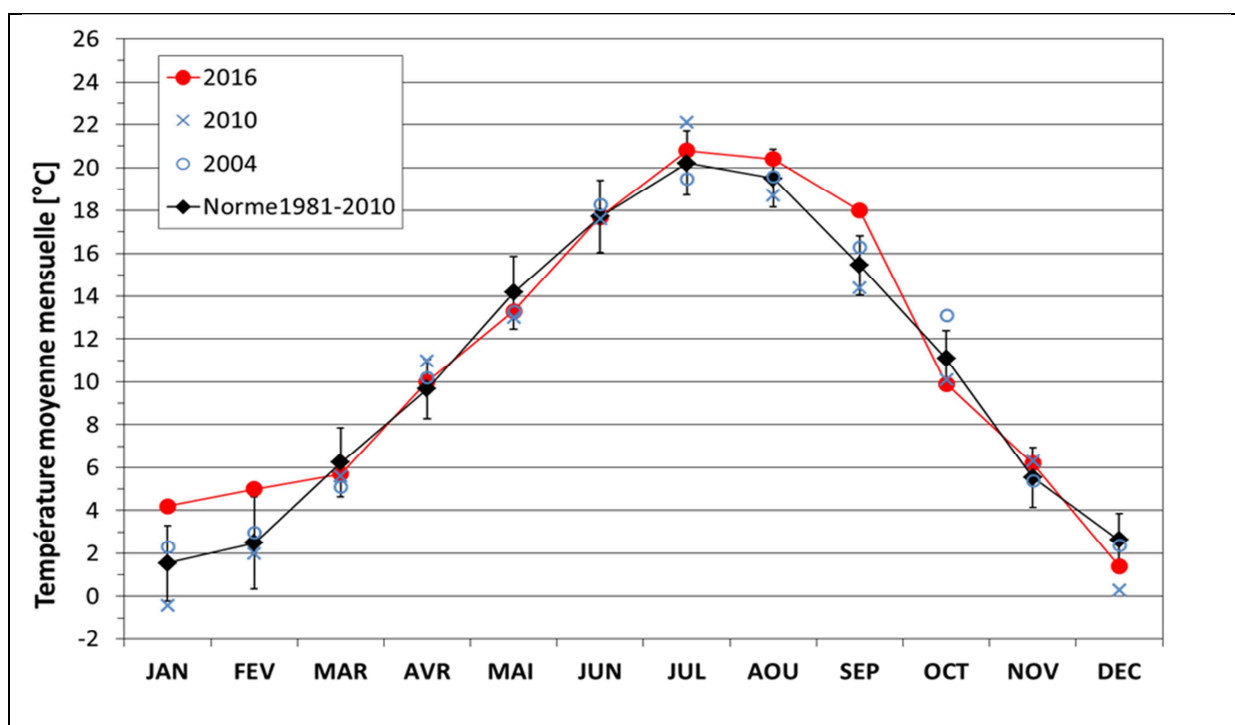


FIGURE 4: TEMPERATURES MENSUELLES EN 2016 A LA STATION DE GENEVE COINTRIN ET COMPARAISON AVEC LES MOYENNES MULTI ANNUELLES ET LES ANNEES 2004 ET 2010 (LA VARIABILITE AUTOUR DE LA MOYENNE MULTI ANNUELLE CORRESPOND A L'ECART-TYPE DES SERIES).

4.1.2. Précipitations

Sur l'ensemble de l'année, les précipitations ont été inférieures à la norme sans que le déficit soit exceptionnel. A Genève-Cointrin, on a ainsi mesuré 885mm alors que la norme 1981-2010 est de 1005mm. Les précipitations mensuelles sont présentées dans la figure 5 ci-dessous en les comparant aux normes mensuelles et aux précipitations des années 2004 et 2010. Les précipitations du premier semestre ont été globalement en dessus de la moyenne. Elles ont été toutefois précédées par un deuxième semestre 2015 particulièrement sec. Des conditions nettement plus sèches se sont installées à partir de mi-juillet et jusqu'à mi-octobre. A partir de mi-novembre, il a très peu plu. Le mois de décembre a été exceptionnellement sec, avec des précipitations nulles à Genève-Cointrin.

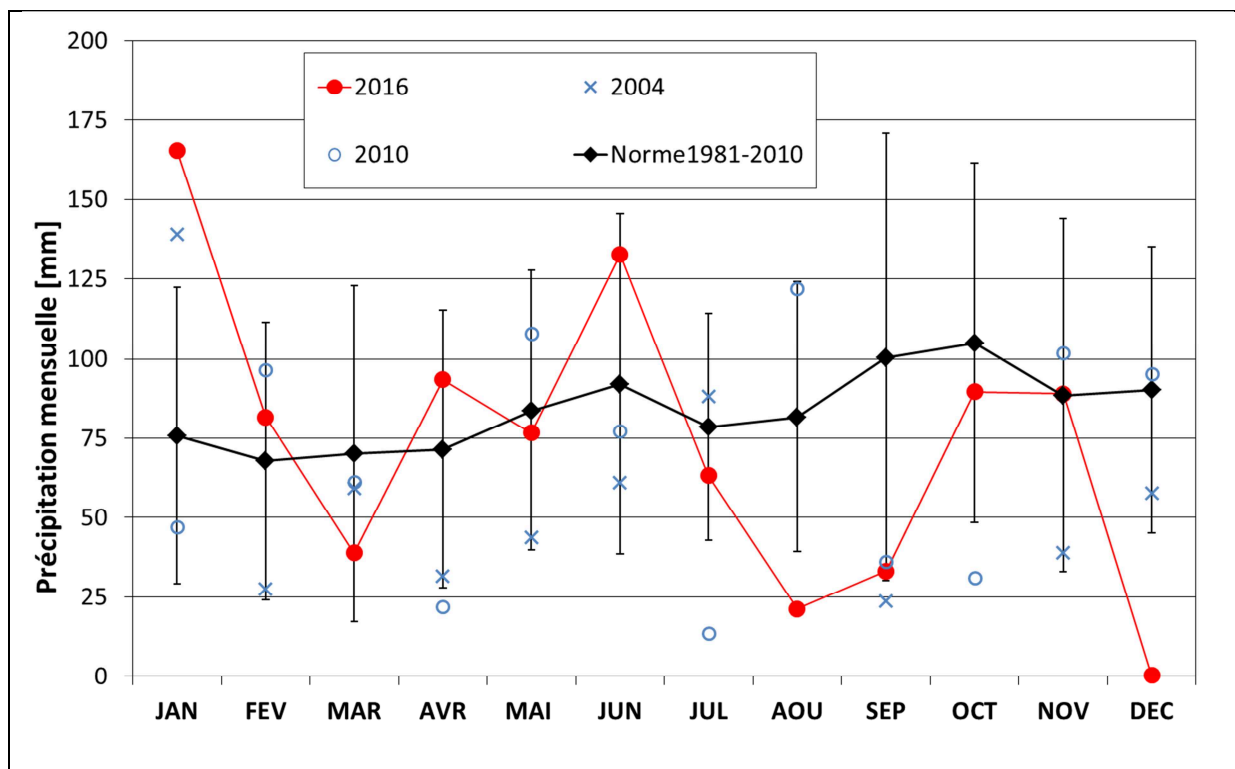


FIGURE 5: PRECIPITATIONS MENSUELLES EN 2016 A LA STATION DE GENEVE COINTRIN ET COMPARAISON AVEC LES MOYENNES INTERANNUELLES ET LES ANNEES 2004 ET 2010 (LA VARIABILITE AUTOUR DE LA MOYENNE MULTI ANNUELLE CORRESPOND A L'ECART-TYPE DES SERIES).

4.2. Contexte hydrologique

Les conditions climatiques de 2016, la faible demande évapotranspirative en particulier, se traduisent par un débit moyen annuel de 718 L/s à Bossenailles (figure 3), légèrement inférieur au module (751 L/s). La figure 6, ci-après, qui présente les débits mensuels spécifiques de l'Aire à Bossenailles, montre que les débits moyens mensuels ont été généralement supérieurs ou égaux à leurs valeurs moyennes interannuelles pendant le premier semestre de l'année. Si le débit moyen de juin est le double de la norme, à partir de juillet l'écoulement devient déficitaire, voire largement déficitaire pendant les mois de août et septembre. Le débit moyen mensuel de décembre est le deuxième plus faible depuis le début des mesures, le plus faible étant celui de 2015.

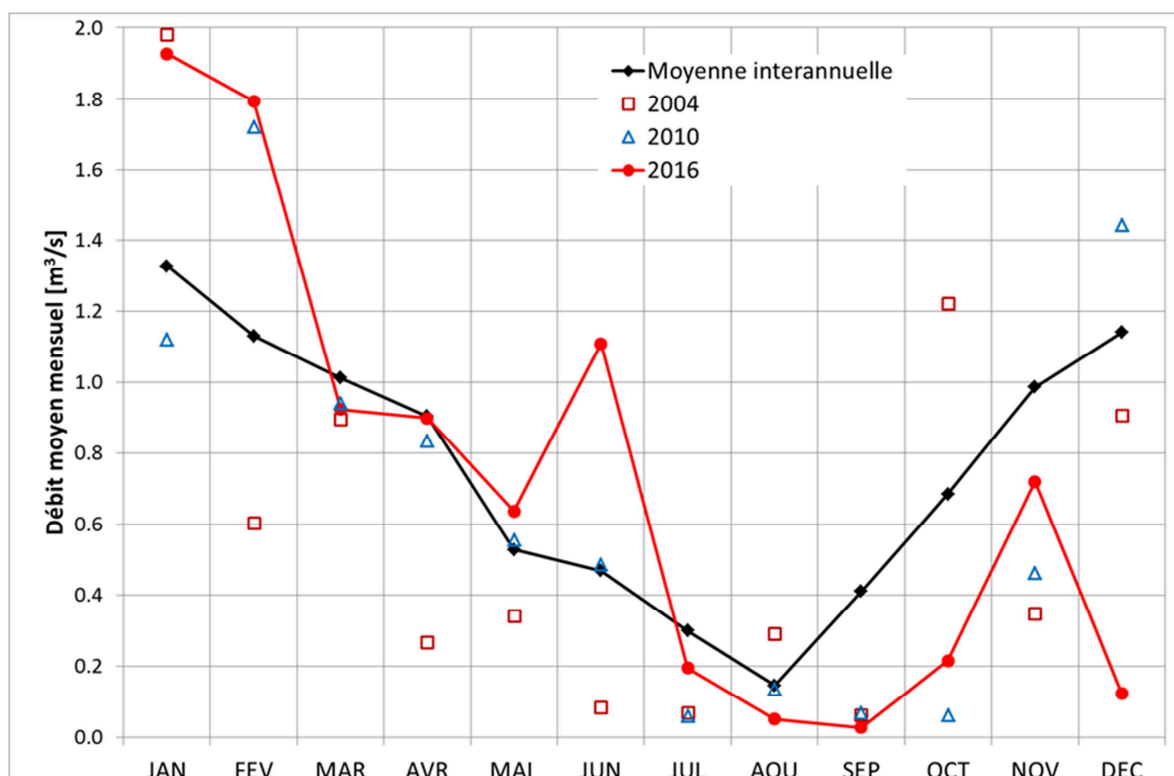


FIGURE 6 : DEBITS MENSUELS MOYENS DE L'AIRE A BOSSENAILLES EN 2016 ET COMPARAISON AVEC LES MOYENNES MULTI ANNUELLES 1989-2016 ET LES ANNEES 2004 ET 2010.

Les débits journaliers de l'Aire ont été particulièrement bas pour la saison de mi-août à mi-octobre et, de nouveau, à partir de mi-décembre. Le débit a été inférieur au débit caractéristique d'étiage Q347 pendant 57 jours, alors qu'en 2010 et 2004 il ne l'a été que respectivement 22 et 2 jours. Nous rappelons que le débit des cours d'eau est inférieur au Q347 18 jours par année en moyenne. En septembre, l'Aire a atteint des débits minimum historiques, inférieurs à 20 L/s. Selon les mesures du SECOE, il s'agit de l'étiage le plus sévère depuis le début des mesures en 1990. Plus de détails sur l'étiage de l'Aire et les autres cours d'eau genevois se trouvent dans le rapport « Les étiages de 2016 et un bilan des 30 dernières années » disponible auprès de la Direction générale de l'eau.

Généralement, en période estivale, la partie aval du bassin, urbanisée, réagit nettement plus aux événements de type orageux. En période humide, le Nant de la Folle et le Ternier contribuent de manière équivalente au débit (30-40% chacun du débit à la frontière). En période d'étiage, le Ternier connaît des assecs alors que le Nant de la Folle a des débits soutenus (de l'ordre de ceux mesurés sur l'Aire à Thairy ou Bossenailles). Ces débits pourraient être dus, en partie du moins, aux rejets de la STEP de Neydens. Quant à l'Arande, sa contribution est nettement plus faible. Cette dernière est régulièrement à sec en période d'étiage.

4.3. Analyses physico-chimiques et bactériologiques

4.3.1. pH, conductivité et température en continu

Le pH, la conductivité et la température ont été suivis en continu à l'aide d'une sonde multi-paramètres par pas de temps de 10 min à la station aval ZIPLO. Des sondes de température ont également été installées aux stations Thérrens, Murlaz (aval de la station Les Adoits), pont du Centenaire et pont du Gué. La figure 7 présente le suivi des températures sur les différentes stations. Globalement, les températures moyennes sont équivalentes d'une station à l'autre. On constate que durant tout l'été, la température dépasse régulièrement 20°C.

Le détail d'une semaine de juillet est présenté en figure 8. Les amplitudes de température sont bien plus élevées aux stations Murlaz et Centenaire dû à leur situation sans ombrage. La station pont du Gué, plus en aval, retrouve une amplitude équivalente à la station Thérrens grâce au couvert boisé. Les amplitudes journalières les plus importantes atteignent 10°C à la station Murlaz.

Les températures moyennes ainsi que les amplitudes mesurées en 2016 sont tout à fait comparables à celles mesurées en 2010 et mettent en évidence le fait que la végétation riveraine des zones renaturées n'est pas encore complètement développée.

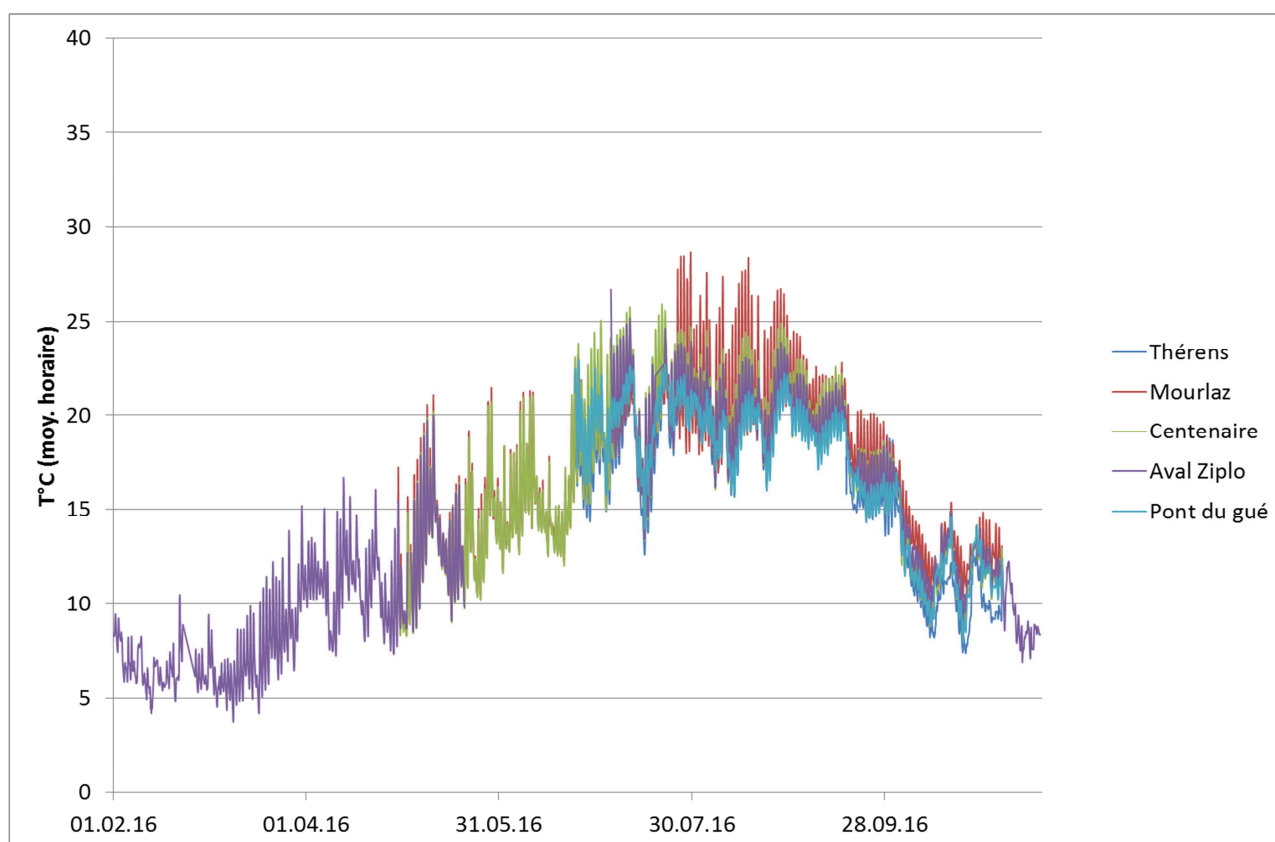


FIGURE 7 : SUIVI DES TEMPERATURES SUR L'AIRE EN 2016

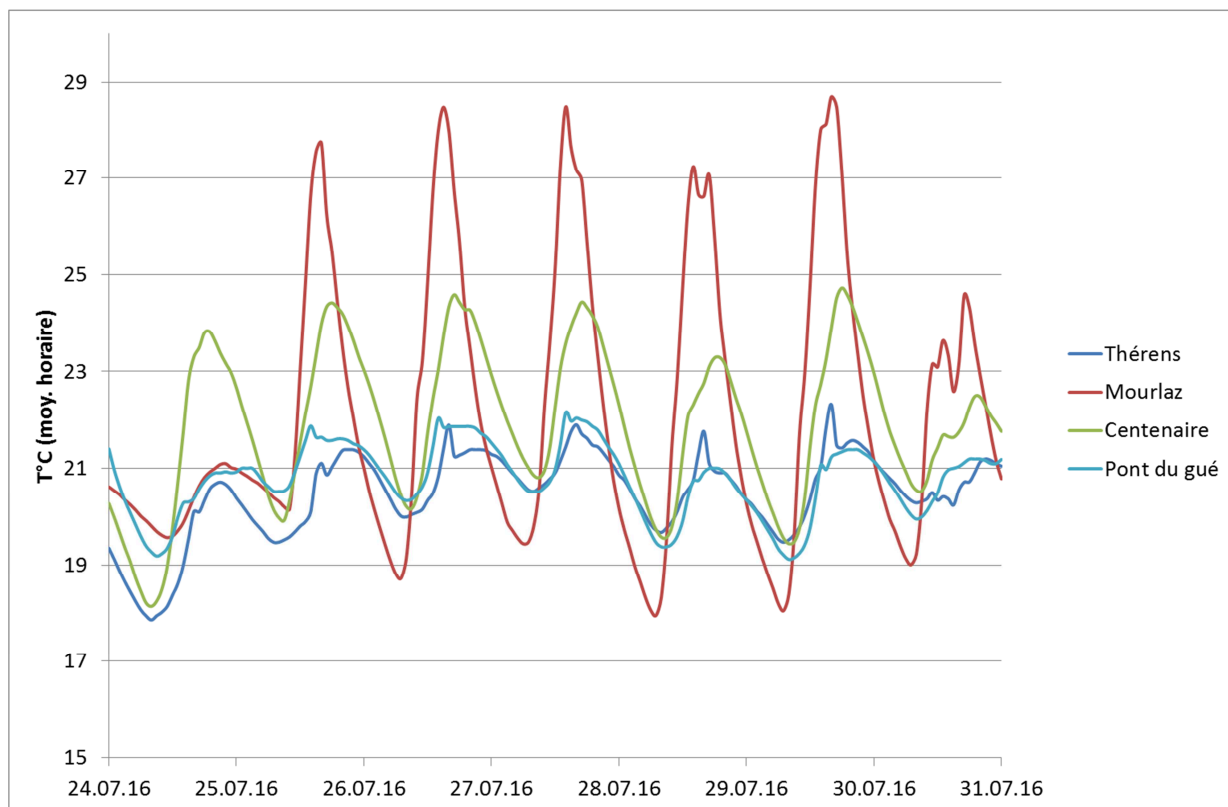


FIGURE 8 : AMPLITUDES JOURNALIERES DES TEMPERATURES SUR UNE SEMAINE D'ETE

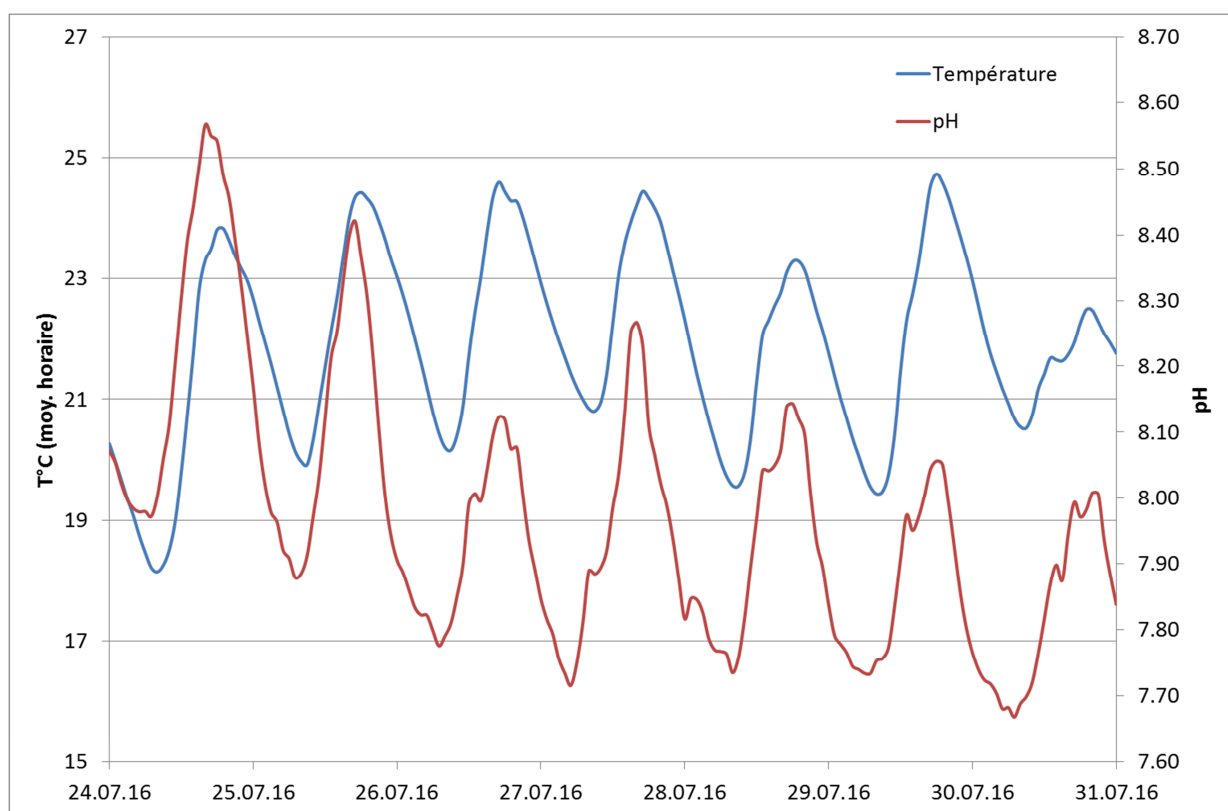


FIGURE 9 : VARIATIONS JOURNALIERES DU pH DUES A L'ACTIVITE PHOTOSYNTHETIQUE

Le pH moyen dans l'Aire à la station aval ZIPLO est d'environ 8, les amplitudes journalières dues à l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques atteignent 0,5 unité de pH en été (figure 9). En journée, la consommation de CO₂ dissout fait augmenter le pH alors que son relargage la nuit le fait diminuer.

La conductivité dans l'Aire à la station aval ZIPLO est fortement dépendante des évènements pluvieux qui peuvent la faire chuter fortement (figure 10).

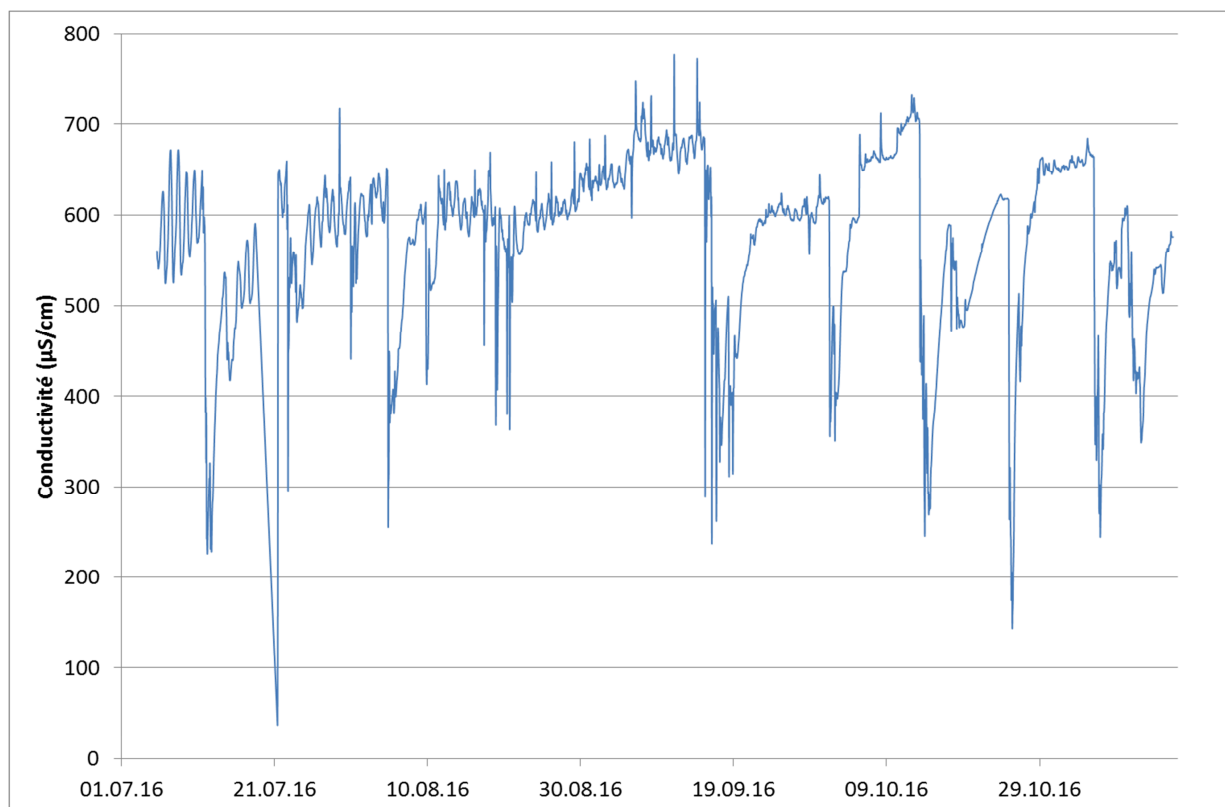


FIGURE 10 : SUIVI DE LA CONDUCTIVITE DANS L'AIRE A LA STATION AVAL ZIPLO

4.3.2. Éléments majeurs

Les résultats détaillés obtenus en 2016 sur le bassin versant de l'Aire sont disponibles auprès du service de l'écologie de l'eau.

L'appréciation de la qualité de l'eau selon le module "Analyses physico-chimiques – nutriments" est présentée dans le tableau 2. Les paramètres pris en considération renseignent sur la pollution organique et minérale génératrice d'eutrophisation, particulièrement celle liée à l'assainissement et aux pratiques agricoles. Le détail de la procédure d'appréciation est développé dans l'annexe A1.

TABLEAU 2: LES PARAMETRES INDICATEURS CHIMIQUES SUR L'AIRE ET SES AFFLUENTS, EN 2016

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

a) L'Aire

Cours d'eau /Stations	COD mgC/L	N-NH ₄ mgN/L	N-NO ₂ mgN/L	N-NO ₃ mgN/L	P-PO ₄ mgP/L
Aire					
Thérens	4.30	0.109	0.036	3.00	0.62
pont de Certoux	4.32	0.193	0.068	2.860	0.41
aval Lully	3.25	0.065	0.036	2.578	0.10
Les Adoits	2.95	0.044	0.047	12.45	0.38
Le Paradis	3.18	0.068	0.091	7.808	0.17
amont Centenaire	3.12	0.063	0.061	7.140	0.14
aval Ziplo	3.17	0.068	0.055	7.316	0.13
pont du Gué	3.45	0.068	0.043	6.126	0.15

Le cours de l'Aire est chargé en phosphates depuis sa sortie de l'agglomération de Saint-Julien jusqu'à son embouchure. L'origine de ces concentrations élevées est probablement domestique à Thérens, puis également agricole dès les Adoits où les concentrations en nitrates sont également anormalement élevées.

b) Les affluents

Cours d'eau /Stations	COD mgC/L	N-NH ₄ mgN/L	N-NO ₂ mgN/L	N-NO ₃ mgN/L	P-PO ₄ mgP/L
Grand Nant					
amont Malchamps	2.12	0.043	0.011	1.554	0.04
La Folle					
amont Grand Nant	4.12	0.109	0.031	2.731	0.81
Le Maraîchet					
route de Gratillet	4.18	0.058	0.07	8.256	0.12
La Lissolle					
amont busage	2.87	0.043	0.02	6.507	0.09
L'Arande					
ch. de Latoy	4.82	0.073	0.028	1.607	0.06
Le Ternier					
amont Saint Julien	4.38	0.750	0.053	2.712	0.17
Le Voiret					
embouchure	3.57	0.126	0.04	4.368	0.15

Excepté dans le Grand Nant, en tête de bassin, les concentrations en phosphates sont élevées dans tous les affluents de l'Aire.

Dans la Folle et le Ternier, son origine est probablement domestique; dans le Maraîchet et la Lissolle probablement agricole.

4.3.3. Métaux

La procédure d'appréciation de la qualité des eaux au regard des pollutions métalliques est développée dans l'annexe A1. Les résultats sont présentés dans le tableau 3 ci-dessous.

TABLEAU 3: CONCENTRATIONS ET INDICE DE POLLUTION METALLIQUE (IPM) DANS L'AIRE ET SES AFFLUENTS EN 2016

a) L'Aire

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

Cours d'eau /Stations	Cr [µg/L]	Ni [µg/L]	Cu [µg/L]	Zn [µg/L]	Cd [µg/L]	Pb [µg/L]	IPM
AIRE							
Thérens (F-74)	1.19	0.92	2.97	10.57	0.01	0.20	0.74
pont de Certoux	1.13	0.94	4.93	17.61	0.01	0.16	1.12
aval Lully	0.83	1.08	4.37	5.55	0.02	0.18	0.69
Les Adoits	0.89	4.90	10.54	11.03	0.04	0.16	1.58
Le Paradis	0.88	4.19	10.25	8.21	0.02	0.13	1.39
Amont Centenaire	0.86	4.35	10.03	7.70	0.02	0.13	1.35
aval ZIPLO	0.91	4.27	8.90	7.62	0.02	0.13	1.26
pont du Gué	0.97	3.49	11.66	10.42	0.02	0.13	1.56

Les concentrations en cuivre et en zinc sont élevées dans toutes les stations de l'Aire. L'origine de cette pollution métallique peut être liée aux eaux pluviales (ruissellement des toitures en cuivre et en zinc), mais aussi agricole (cuivre) et industrielle (zinc : métallurgie, eau de refroidissement, biocide,...).

b) Les affluents

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

Cours d'eau /Stations	Cr [µg/L]	Ni [µg/L]	Cu [µg/L]	Zn [µg/L]	Cd [µg/L]	Pb [µg/L]	IPM
FOLLE							
amont Grand Nant	0.32	0.90	2.54	11.90	0.01	0.16	0.71
MARAÎCHET							
route de Gratillet	0.69	0.94	4.13	3.62	0.01	0.10	0.57
LISSOLE							
amont busage	0.41	0.98	4.07	15.50	0.01	0.13	0.96
TERNIER							
amont Saint Julien	0.29	0.83	3.80	5.42	0.01	0.08	0.57
VOIRET							
embouchure	1.74	1.27	17.41	11.99	0.01	0.34	2.05

Le cuivre et le zinc sont aussi les métaux qui dépassent les exigences de l'OEaux dans les affluents de l'Aire. Leurs concentrations sont très élevées dans la Lissolle et le Voiret, cours d'eau situés en zones fortement urbanisées.

4.3.4. Micropolluants Organiques

L'analyse des micropolluants au sein du laboratoire du LPEE regroupe 4 types de substances : les phytosanitaires, les résidus médicamenteux, les substances de soins personnels et les benzotriazoles.

Concernant les phytosanitaires, 152 molécules actives ont été recherchées en 2016. Selon l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux), la concentration en phytosanitaires dans les cours d'eau ne doit pas dépasser 100 ng/L pour chaque substance. En outre, l'ordonnance du 26 juin 1995 sur les substances étrangères et les composants (OSEC) prévoit une concentration maximum de 500 ng/L pour la somme des phytosanitaires dans l'eau potable. Cette valeur peut être utilisée à titre indicatif.

La "stratégie MicroPoll" lancée en 2006 par l'OFEV (OFEV, 2009) a permis de mettre en évidence une quarantaine de substances spécifiques aux eaux usées (Bernard *et al.* 2007, Götz *et al.* 2010). Ainsi, dès 2011, le LPEE analyse des molécules organiques d'origines domestique et industrielle. La liste des molécules est composée de 43 micropolluants (annexe A1, tableau A10) et regroupe des substances pharmaceutiques, des substances de soins personnels et des benzotriazoles.

Le SECOE évalue la qualité de l'eau pour les différentes familles à l'aide d'indices d'évaluation (annexe A1). Ces indices qui s'inspirent du système modulaire gradué se basent sur une limite de qualité à une concentration de 100 ng/L, valeur définie par l'OEaux pour les phytosanitaires uniquement. Pour les autres micropolluants, cette valeur est utilisée par extension en attendant que le système d'évaluation de la qualité des eaux pour les micropolluants tenant compte de l'écotoxicologie des substances soit finalisé. Au vu de la modification de la législation en cours, qui s'inscrit dans la "stratégie MicroPol", deux documents techniques sont actuellement disponibles : la stratégie d'évaluation de la qualité des eaux à l'aide des composés traces organiques issus de l'assainissement communal éditée en 2011 (Götz *et al.*, 2010) et la stratégie pour les micropolluants de sources non ponctuelles (Wittmer *et al.*, 2014). Ces études serviront de base à l'OFEV pour la publication des exigences dans les textes de loi.

Ainsi, dans ce présent rapport, notre système d'évaluation basé sur les indices sera complété par le système d'appréciation écotoxicologique recommandé par l'OFEV. Dans cette approche, pour chaque substance, la concentration maximale environnementale mesurée (MEC) est comparée au critère de qualité environnementale (NQE-MA) afin d'obtenir un quotient de risque (RQ). Lorsque la valeur de ce quotient est supérieure ou égale à 1, un risque écotoxicologique est à suspecter. Le quotient de risque est expliqué en détail en annexe A1.4. Les critères suisses de qualité environnementale (NQE-MA) sont disponibles sur le site du centre ECOTOX:

http://www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/vorschlaege/index_FR.

a) Phytosanitaires dans l'Aire

TABLEAU 4 : INDICES PHYTOSANITAIRES DANS L'AIRE, EN 2016

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

Cours d'eau /Stations	Indice Fongicides	Indice Herbicides	Indice Insecticides
Aire			
pont de Certoux	0.01	0.52	0.02
amont Centenaire	0.11	0.30	0.37
aval ZIPLO	0.11	0.31	0.08
pont du Gué	0.07	0.33	0.02

TABLEAU 5 : CONCENTRATIONS MAXIMALES DES PRINCIPAUX PHYTOSANITAIRES MESURES DANS L'AIRE EN 2016 (N.D. : NON DETECTE)

Concentration [ng/L]	AMPA <i>Métabolite</i>	Dimethachlor <i>Herbicide</i>	Fluopyram <i>Fongicide</i>	Glyphosate <i>Herbicide</i>	Mecoprop <i>Herbicide</i>	Methoxyfénoside <i>Insecticide</i>	Napropamide <i>Herbicide</i>
Aire							
pont de Certoux	1500	n.d.	n.d.	249	123	n.d.	n.d.
amont Centenaire	340	230	266	509	159	1640	122
aval ZIPLO	358	290	206	580	191	666	116
pont du Gué	457	210	146	484	296	<10	59

TABLEAU 6 : DEPASSEMENTS ANNUELS DE LA NQE-MA ET RQ > 1

Station	Nombre de dépassements de NQE-MA	Nombre de dépassements de NQE-MA par substance	Quotient de risque par substance (RQ)
Aire			
pont de Certoux	7	Diuron (2) ; Imidacloprid (4) ; Thiacloprid (1)	Diuron (2.3) ; Imidacloprid (1.3) ; Thiacloprid (1.3)
amont centenaire	5	Diuron (3) ; Metazachlor (1) ; Methoxyfénoside (1)	Diuron (1.5) ; Metazachlor (3.1) ; Methoxyfénoside (4.6)
aval ZIPLO	4	Diuron (2) ; Metazachlor (1) ; Methoxyfénoside (1)	Diuron (1.5) ; Metazachlor (2.1) ; Methoxyfénoside (1.8)
pont du Gué	4	Diuron (3) ; Imidacloprid (1)	Diuron (2.2) ; Imidacloprid (1.8)

L'Aire est majoritairement impactée par des herbicides provenant de grandes cultures mais l'on retrouve également des traces d'autres activités comme l'arboriculture et la viticulture avec le méthoxyfénoside et le maraîchage avec le fluopyram. La majeure partie de la contamination a lieu entre le pont de Certoux et le pont du Centenaire. D'un point de vue écotoxicologique, et selon la

liste de l'OFEV, cinq substances présentent des RQ supérieurs à un et peuvent donc poser potentiellement des problèmes écotoxicologiques. Le nombre de dépassements des NQE-MA diminue de l'amont vers l'aval indiquant que selon ce système d'évaluation, les substances problématiques viennent principalement de France.

b) Phytosanitaires dans les affluents

TABEAU 7 : INDICES PHYTOSANITAIRES DANS LES AFFLUENTS DE L'AIRE, EN 2016

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Cours d'eau/Stations	Indice Fongicides	Indice Herbicides	Indice Insecticides		
FOLLE					
amont Grand Nant	0.01	0.49	0.09		
MARAÎCHET					
route de Gratillet	0.43	1.87	0.02		
LISSOLE					
amont busage	0.08	0.88	0.02		
TERNIER					
amont Saint Julien	0.05	0.15	0.02		
VOIRET					
embouchure	0.14	0.64	0.02		

TABEAU 8 : CONCENTRATIONS MAXIMALES DES PRINCIPAUX PHYTOSANITAIRES MESURES DANS LES AFFLUENTS DE L'AIRE EN 2016 (N.D. : NON DETECTE)

Concentration [ng/L]	AMPA <i>Métabolite</i>	Difenoconazole <i>Fongicide</i>	Glyphosate <i>Herbicide</i>	Lenacil <i>Herbicide</i>	Linuron <i>Herbicide</i>	Mecoprop <i>Herbicide</i>	Metazachlor <i>Herbicide</i>
FOLLE							
amont Grand Nant	1580	n.d.	394	n.d.	61	38	n.d.
MARAÎCHET							
route de Gratillet	3610	1230	17300	5280	288	82	1180
LISSOLE							
amont busage	1210	32	2860	962	144	80	461
TERNIER							
amont Saint Julien	469	n.d.	739	n.d.	n.d.	24	n.d.
VOIRET							
embouchure	745	54	859	155	547	520	76

Le ruisseau de Ternier et le Nant de la Folle sont principalement impactés par le glyphosate et son métabolite l'AMPA. Le Voiret, la Lissole et le Maraîchet sont, pour leur part, impactés par de nombreuses substances. Il s'agit principalement d'herbicides mais aussi de fongicides dans le cas du Maraîchet et du Voiret. Dans le cas de l'herbicide metazachlor, les concentrations dépassent très largement les critères de qualité environnementale (Tableau 9) indiquant un très probable impact écotoxicologique sur la faune et/ou la flore aquatique.

TABLEAU 9 : DEPASSEMENTS ANNUELS DE LA NQE-MA ET RQ > 1

Station	Nombre de dépassements de la NQE-MA	Nombre de dépassements de la NQE-MA par substance	Quotient de risque par substance (RQ)
FOLLE			
amont Grand Nant	4	Imidacloprid (4)	Imidacloprid (3.1)
MARAICHET			
route de Gratillet	10	Linuron (2) ; Metazachlor (8)	Linuron (1.2) ; Metazachlor (59)
LISSOLE			
amont busage	4	Metazachlor (4)	Metazachlor (23)
TERNIER			
amont Saint Julien	0	/	/
VOIRET			
embouchure	10	Diuron (5) ; Linuron (1) ; Metazachlor (1) ; Imidacloprid (1) ; Thiacloprid (2)	Diuron (1.3) ; Linuron (2.1) ; Metazachlor (3.8) ; Imidacloprid (1.1) ; Thiacloprid (2.8)

c) Micropolluants organiques dans L'Aire

TABLEAU 10: INDICES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES DANS L'AIRE EN 2016

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

Cours d'eau /Stations	Indice Pharmaceutiques	Indice Soins Personnels	Indice Benzotriazole
AIRE			
pont de Certoux	1.18	4.13	564
amont Centenaire	0.42	0.76	138
aval ZIPLO	0.42	0.76	127
pont du Gué	0.50	0.76	136

TABLEAU 11: CONCENTRATIONS MAXIMALES DES PRINCIPAUX MICROPOLLUANTS ORGANIQUES MESURES DANS L'AIRE EN 2016 (N.D.: NON DETECTE)

Concentration [ng/L]	Paracétamol (Anti-inflamm.)	Amoxicilline (antibiotique)	Diclofenac (Anti-inflamm.)	lomeprol (Agent de contraste)	Irbesartan (Anti-hypertenseurs)	Metformine (Anti-diabétique)	Benzotriazole (anticorrosif)	Acésulfame (édulcorant)
pont de Certoux	832	885	194	923	749	825	617	497
amont Centenaire	495	444	33	733	86	478	192	214
aval ZIPLO	598	408	37	438	82	433	234	208
pont du Gué	567	980	42	63	97	671	210	361

C'est la première année que le bassin versant de l'Aire est étudié sous l'angle des micropolluants d'origine domestique et des agents anti-corrosifs. Les indices de qualité obtenus pour les quatre stations de l'Aire sont insatisfaisants. A l'entrée du territoire, à la station du pont de Certoux, le suivi de la qualité de l'Aire en 2010 faisaient note des déversements réguliers d'eaux mélangées par le réseau d'assainissement de Saint-Julien. Ces remarques sont renforcées, en 2016, par les mesures tout au long de l'année de plusieurs médicaments, d'édulcorant et de bentozotriazole et ce, à des concentrations élevées. La metformine, un antidiabétique, et le paracétamol confirment par leurs concentrations qu'il s'agit d'eaux usées non traitées.

Les résultats obtenus pour les trois stations en aval mettent en évidence une dilution de cette pollution. On observe que les trois indices micropolluants gagnent un cran en qualité tout en restant insuffisants. Cet effet provient d'une part des pertes par infiltration dans la nappe superficielle, du fait que la couverture au-dessous du lit est très perméable (graviers), puis par la réalimentation du cours d'eau par la nappe phréatique à l'aval de Lully. Ce dernier est mis en évidence dans la figure 11 qui présente les charges du traceur d'eau usée non traitée utilisée par le LPEE, à savoir la metformine. Dans le cas de l'acésulfame, on observe que sa concentration n'est pas influencée, laissant supposer que l'acésulfame est déjà présent dans la nappe.

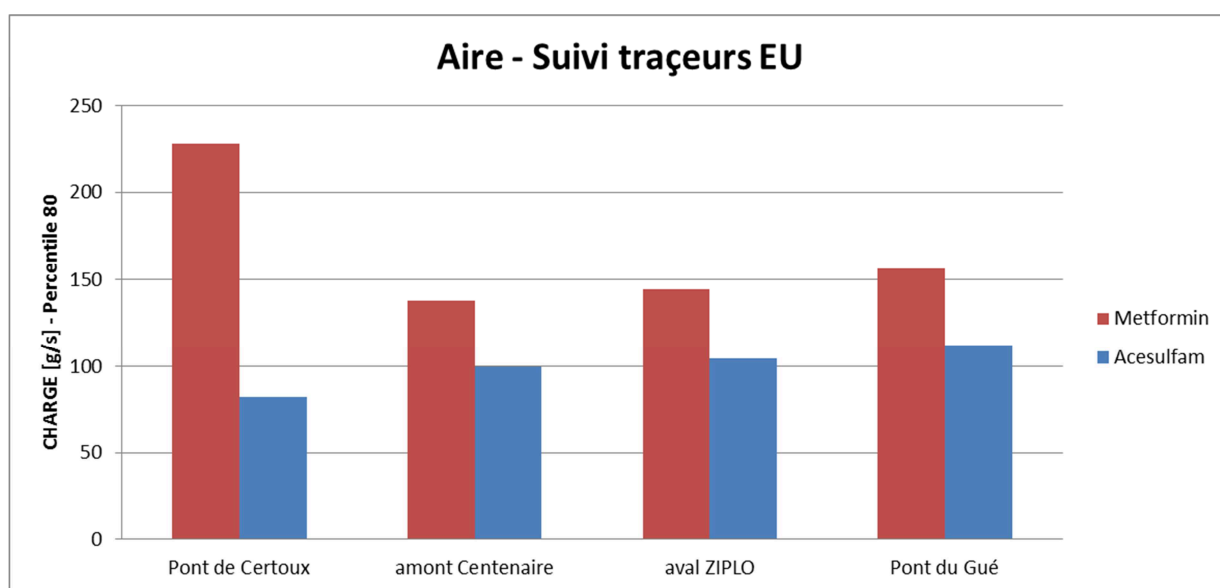


FIGURE 11 : CHARGE DE LA METFORMIN ET DE L'ACESULFAM DANS L'AIRE EN 2016

a) Micropolluants organiques dans les affluents

TABEAU 12 INDICES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES DANS LES AFFLUENTS DE L'AIRE EN 2016

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

Cours d'eau /Stations	Indice Pharmaceutiques	Indice Soins Personnels	Indice Benzotriazole
FOLLE			
amont Grand Nant	1.99	5.68	1045
MARAICHET			
route de Gratillet	0.08	0.24	48
LISSOLE			
amont busage	0.01	0.25	27
TERNIER			
amont Saint Julien	0.39	0.22	31
VOIRET			
embouchure	0.96	0.48	56

TABEAU 13: CONCENTRATIONS MAXIMALES DES AUTRES MICROPOLLUANTS MESURES DANS LES AFFLUENTS DE L'AIRE EN 2016

Concentration [ng/L]	Paracétamol (Anti-inflamm.)	Amoxicilline (antibiotique)	Diclofenac (Anti-inflamm.)	Iomeprol (Agent de contraste)	Irbesartan (Anti-hypertenseurs)	Metformine (Anti-diabétique)	Benzotriazole (anticorrosif)	Acésulfame (édulcorant)
FOLLE								
amont Grand Nant	165	202	401	733	1731	3150	914	568
MARAICHET								
route de Gratillet	234	n.d.	n.d.	117	n.d.	99	59	166
LISSOLE								
amont busage	26	29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	102	244
TERNIER								
amont Saint Julien	459	n.d.	n.d.	n.d.	57	3788	4771	1138
VOIRET								
embouchure	1149	33	23	2719	127	3417	261	973

Les trois indices micropolluants du ruisseau de la Folle mettent en évidence un fort impact dû aux eaux usées. Un large éventail de substances pharmaceutiques, d'anticorrosifs et deux édulcorants sont récurrents toute l'année dans le r. de la Folle. A noter que 17 substances pharmaceutiques sont détectées sur les 23 molécules analysées. Les anti-corrosifs sont également présents toute l'année. La STEP française de Neydens qui se déverse dans ce ruisseau en aval de Feigères ne semble pas être l'unique source. La détection du paracétamol et de la metformine, généralement dégradés en station d'épuration et utilisé, pour la dernière substance, en tant que traceurs par le LPEE, indique l'arrivée d'eaux usées non traitées. L'impact par les eaux urbaines est également visible à l'embouchure du Voiret. Dans ce ruisseau, la présence permanente de quelques substances et l'analyse ponctuelle de l'iomeprol, un agent de

contraste, à 2719 ng/L au mois de mars laisse supposer qu'il s'agit d'une situation due à de mauvais raccordements.

L'évaluation médiocre par l'indice pharmaceutique du r. Ternier est due aux prélèvements des mois de juillet et d'octobre. Le reste de l'année le r. Ternier est très peu impacté par les substances pharmaceutiques.

Quant au Maraîchet et la Lissolle, la qualité pour les indices micropolluants sont bons.

4.3.5. État sanitaire

L'interprétation des résultats bactériologiques doit tenir compte du fait qu'il est normal de retrouver des *Escherichia coli* dans un cours d'eau. C'est un milieu naturel, dans lequel vivent ou transitent des oiseaux aquatiques : animaux à sang chaud porteurs de bactéries fécales. De plus, il est important de rappeler que la norme appliquée pour déterminer l'état sanitaire, comporte un taux de sévérité élevé (voir calculs en annexe).

L'état sanitaire du bassin versant de l'Aire, basé sur la bactérie fécale *Escherichia coli* (*E.coli*), est présenté dans le tableau 14 ci-après.

TABLEAU 14: ETAT SANITAIRE ET VALEUR D'E.COLI DANS L'AIRE ET SES AFFLUENTS EN 2016

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

a) L'Aire

Cours d'eau / Stations	Valeur d'appréciation Nb. <i>E.coli</i> /mL	État sanitaire	Valeur Max. Nb. <i>E.coli</i> /mL (mois)
AIRE			
Thérens	30	Moyen	48 (janv.)
pont de Certoux	66	Médiocre	460 (oct.)
aval Lully	37	Moyen	41 (mars)
Les Adoits	30	Moyen	38 (fév.)
Le Paradis	40	Médiocre	48 (mai)
amont Centenaire	41	Médiocre	52 (mai)
aval Ziplo	55	Médiocre	66 (oct.)
pont du Gué	47	Médiocre	62 (mai)

En 2016, l'état sanitaire de l'Aire se situe entre moyen et médiocre. L'ensemble des valeurs enregistrées tout au long de l'année restent relativement peu élevées : les valeurs d'appréciation se situent entre 30 et 66.

Une valeur se démarque cependant à la station du pont de Certoux, où 460 *E.coli* /mL ont été enregistrées lors de la campagne d'octobre. Cette station présente une pollution bactérienne chronique. Déjà décrite dans le rapport de suivi de la qualité de l'Aire en 2010, elle serait principalement attribuable aux déversements réguliers d'eaux mélangées par le réseau d'assainissement de St-Julien.

b) Les affluents

Cours d'eau / Stations	Valeur d'appréciation Nb. <i>E.coli</i> /mL	État sanitaire	Valeur Max. Nb. <i>E.coli</i> /mL (mois)
Grand Nant			
amont Malchamps	15	Moyen	73 (mai)
La Folle			
amont Grand Nant	27	Moyen	97 (juin)
Le Maraîchet			
route de Gratillet	28	Moyen	58 (juil.)
La Lissole			
amont busage	4	Bon	150 (juin)
L'Arande			
ch. de Latoy	20	Moyen	31 (oct.)
Le Ternier			
amont Saint Julien	82	Mauvais	640 (mars)
Le Voiret			
embouchure	74	Médiocre	410 (fév.)

Le mauvais état sanitaire sur le Ternier est attribuable à un problème d'assainissement qui a eu lieu de janvier à mars. Suite à la résolution du problème, les valeurs sont revenues à la normale dès la campagne suivante, en avril.

Sur le Voiret, les fortes valeurs qui ont donné lieu à un état médiocre ont été enregistrées lors de fortes précipitations en début d'année, vraisemblablement causées par des débordements de déversoirs d'orage.

Enfin, les sévères conditions d'étiage observées en 2016 ont entraîné des assecs, entre juillet et octobre, sur l'Arande, le Ternier et la Lissole.

4.4. Indicateurs biologiques

Les indicateurs biologiques utilisés au SECOE pour le monitoring des rivières sont ceux mis à disposition des cantons par l'OFEV dans le cadre du système modulaire gradué (OFEFP, 1998). Il s'agit des indicateurs basés sur les diatomées benthiques : DI-CH (Hürlimann, J., Niederhauser P., 2007), sur le macrozoobenthos : IBCH (Stücki, P., 2010) et sur les poissons (Schager, E. et Peter, A., 2004).

4.4.1. Module Diatomées

La liste floristique des diatomées sert au calcul de l'indice DI-CH. D'autres métriques que la polluo-sensibilité peuvent être utilisées pour des études écologiques et de diagnostic des milieux aquatiques, comme, par exemple, les traits biologiques (Rimet, F., Bouchez, A., 2012):

1. les formes de vie (coloniales, pionnières, benthiques, planctoniques...);
2. la taille des cellules;
3. les associations écologiques.

Une association écologique est un ensemble de taxons présentant des adaptations leur permettant de se développer dans des conditions de milieux équivalentes. Passy (2007) propose 3 associations écologiques, basées sur la tolérance envers les nutriments et les perturbations physiques, dont les deux principales sont :

1. "Low profile guild" : ensemble des espèces de petites tailles, supportant une limitation des ressources (lumière, nutriments) et les perturbations physiques du milieu (hydrologie) (ex: *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Amphora*,...);
2. "High profile guild" : ensemble des espèces de taille généralement grande et/ou formant des colonies, vivant dans un environnement chargé en nutriment, avec un débit stable et une chaîne trophique bien établie (ex : *Diatoma*, *Gomphonema*, *Navicula*,...).

Depuis 2013, nous intégrons dans nos rapports d'état des cours d'eau le pourcentage d'espèces pionnières, de low et high profile guild.

Les résultats du DI-CH dans l'Aire et ses affluents ainsi que les autres analyses des communautés des diatomées sont présentés par station dans les tableaux 15 et 16 ci-après.

a) L'Aire

TABEAU 15 : RESULTATS DU DI-CH ET DES ANALYSES DES DIATOMÉES DANS L'AIRE. ETAT 2016

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Objectifs écologiques :	Atteints		Non atteints		

Cours d'eau /Stations	DI-CH MARS	DI-CH OCTOBRE	MOYENNE ANNUELLE DI-CH	MOYENNE ESPECES PIONNIERES %	MOYENNE "HIGH PROFILE GUILD"	MOYENNE "LOW PROFILE GUILD"
AIRE						
Thérans	4.59	à sec	4.59	11.23	13.35	15.25
pont de Certoux	4.67	à sec	4.67	1.2	12.02	2
aval Lully	5.11	5.73	5.42	28	5.50	33.57
Les Adoits	4.61	6.8	5.71	4.79	15.57	7.82
Le Paradis	4.9	5.47	5.19	13.65	6	27.25
amont Centenaire	4.61	5.53	5.07	30.92	6.70	48.43
aval Ziplo	4.54	5.47	5	41.72	2.06	44.38
pont du Gué	5.06	4.92	4.99	64.69	2.61	71.42

Aucune des stations de l'Aire n'atteint les objectifs écologiques pour les algues diatomées. La station "Les Adoits" subit, de plus, une pollution importante en octobre, démontrant l'impact non négligeable des apports élevés en substance nutritive provenant des installations agricoles situées en amont.

Globalement, l'indice diatomique indique une pollution chronique des eaux dans l'Aire, de Thérans au pont du Gué. Les résultats physico-chimiques confirment ce diagnostic biologique. Ils indiquent :

- une pollution aux eaux usées domestiques bien marquée dès le pont de Certoux (micropolluants domestiques – phosphates – *E.coli* (max. 460)) et qui se prolonge dans les stations aval jusqu'au pont du Gué.
- une pollution agricole visible dès le pont de Certoux avec des phytosanitaires en quantité moyenne. Elle devient plus conséquente dès les Adoits, avec de fortes concentrations en nitrates, en phosphates et des phytosanitaires que l'on mesure jusqu'au pont du Gué en concentrations moyennes.

Concernant le type de diatomées échantillonnées, celles appartenant au groupe des "LPG" sont majoritaires dans l'Aire, indiquant ainsi des conditions de vie peu stable : perturbation de la qualité/quantité de l'eau,...En octobre, l'espèce pionnière *Amphora pediculus* (Kützinger) Grunow représente 54% (aval Ziplo) et 67% (pont du Gué) de la population de diatomée du cours urbain de l'Aire. Les espèces pionnières sont les premières à recoloniser le milieu suite à une perturbation qu'elle soit physique (hydrologie) ou chimique (pollution).

b) Les affluents

TABEAU 16: RESULTATS DU DI-CH ET DES ANALYSES DES DIATOMÉES DANS LES AFFLUENTS DE L'AIRE. ETAT 2016

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Objectifs écologiques :	Atteints		Non atteints		

Cours d'eau /Stations	DI-CH MARS	DI-CH OCTOBRE	MOYENNE ANNUELLE DI-CH	MOYENNE ESPECES PIONNIERES %	MOYENNE "HIGH PROFILE GUILD"	MOYENNE "LOW PROFILE GUILD"
Grand Nant						
amont Malchamps	1.38	à sec	1.38	54.13	15.43	73.48
La Folle						
amont Grand Nant	4.60	5.10	4.85	41.33	3.95	77.77
Le Maraîchet						
route de Gratillet	4.58	4.35	4.46	33.34	9.61	36.14
La Lissole						
amont busage	5.04	à sec	5.04	12.47	16.13	15.70
L'Arande						
ch. de Latoy	4.93	à sec	4.93	16.95	4.14	17.70
Le Ternier						
amont Saint Julien	4.13	à sec	4.13	10.95	12.60	16.12
Le Voiret						
embouchure	6.06	à sec	6.06	53.24	3.14	53.24

La qualité de l'eau mesurée par l'indice diatomique suisse (DI-CH) est très bonne ou bonne dans le Grand Nant et le Ternier lors de l'unique campagne de mars, ainsi que dans le Maraîchet en octobre.

Dans la Folle, la Lissole et l'Arande, le DI-CH diagnostique une eau de moyenne qualité. La situation se péjore dans le Voiret où les diatomées indiquent une qualité de l'eau médiocre.

Les diatomées de type "LPG" sont globalement majoritaires dans les affluents de l'Aire et la qualité de l'eau, encore moyenne dans l'ensemble, ne leur permet pas de remplir suffisamment leur rôle de réservoir biologique pour ce bassin versant.

4.4.2. Module Macrozoobenthos

Les résultats de l'IBCH dans l'Aire et ses affluents ainsi que la diversité faunistique sont présentés par station dans les tableaux 17 et 18 ci-dessous.

a) L'Aire

TABEAU 17: RESULTATS DE L'IBCH ET DIVERSITE FAUNISTIQUE DE L'AIRE. ETAT 2016

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Objectifs écologiques :	Atteints		Non atteints		

Cours d'eau /Stations	IBCH MARS	IBCH JUIN	IBCH SEPTEMBRE	MOYENNE ANNUELLE IBCH	DIVERSITE FAUNISTIQUE
AIRE					
Thérens	12	10	à sec	11	23
pont de Certoux	9	6	à sec	7	28
aval Lully	16	12	12	13	39
Les Adoits	14	7	12	11	39
Le Paradis	16	7	14	12	42
amont Centenaire	10	9	11	10	34
aval Ziplo	16	10	9	11	38
pont du Gué	15	10	9	11	35

En moyenne annuelle, seules les stations aval Lully et Le Paradis, situées dans le tronçon renaturé, atteignent les objectifs écologiques de l'OEaux, les autres stations sont de qualité biologique moyenne ou médiocre.

Les notes de la campagne de mars sont dans l'ensemble bien meilleures que celles de juin et de septembre. Cela est dû principalement à la présence du plécoptère *Taeniopterygidae*, qui n'est plus échantillonné le reste de l'année. Les impacts agricoles, de l'assainissement et des assecs peuvent l'expliquer, mais le cycle de vie de certaines de ses espèces aussi (diapause

estivale). Les notes ne sont pas systématiquement robustes, en tout cas pour la campagne de mars, ce qui signifie que les taxons sensibles sont peu diversifiés.

Les bonnes notes obtenues aux stations renaturées "aval Lully" et "le Paradis" sont dues à leur diversité faunistique assez élevée : respectivement 39 et 42 taxons, diversités les plus élevées du bassin versant de l'Aire. En comparaison avec les données cantonales, l'embouchure de l'Allondon obtient la diversité faunistique la plus élevée : 48 taxons (base de données DGEau).

Aux stations renaturées "aval Lully" et "le Paradis", des espèces sensibles de plécoptères et de trichoptères sont recensées également. Les travaux de renaturation montrent déjà des résultats encourageants : en diversifiant les milieux et les écoulements, la macrofaune benthique s'installe dans ces nouveaux microhabitats, augmentant la biodiversité du cours d'eau.

b) Les affluents

TABLEAU 18 : RESULTATS DE L'IBCH ET DIVERSITE FAUNISTIQUE DANS LES AFFLUENTS DE L'AIRE, ETAT 2016

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Objectifs écologiques :	Atteints		Non atteints		

Cours d'eau /Stations	IBCH MARS	IBCH JUIN	IBCH OCTOBRE	MOYENNE ANNUELLE	DIVERSITE FAUNISTIQUE
Grand Nant					
amont Malchamps	17	15	à sec	16	35
La Folle					
amont Grand Nant	15	10	11	12	34
Le Maraîchet					
route de Gratillet	6	à sec	7	6	19
La Lissolle					
amont busage	7	à sec	à sec	7	17
L'Arande					
ch. de Latoy	16	14	à sec	15	36
Le Ternier					
amont Saint Julien	14	10	à sec	12	31
Le Voiret					
embouchure	5	5	à sec	5	12

Le Grand Nant, la Folle, le Ternier et l'Arande, tous situés dans la partie amont du bassin versant de l'Aire, avant la zone agricole de plaine, atteignent les objectifs écologiques de l'OEaux. Leurs notes biologiques sont robustes, c'est-à-dire que leur population est équilibrée et diversifiée.

Le Maraîchet, la Lissolle et le Voiret ont une qualité biologique médiocre : une faible diversité faunistique, respectivement 19, 17 et 12 taxons, et pas d'espèces sensibles. Ces affluents reçoivent des eaux pluviales de zones artisanales (Voiret, Lissolle), plusieurs déversoirs d'orage (Voiret, Lissolle) et des drainages agricoles (Maraîchet, Voiret, Lissolle). De plus, leur écomorphologie est peu naturelle. Ces facteurs sont limitants pour la biodiversité faunistique et le développement des espèces sensibles.

En résumé, dans l'Aire, les espèces sensibles de plécoptères, d'éphémères et de trichoptères sont présentes en tête de bassin, dans le Grand Nant, mais ne colonisent pas l'aval du cours d'eau. D'une manière générale, la communauté macrofaunistique n'est pas suffisamment robuste : mis à part le plécoptère *Taeniopterygidae*, les autres taxons sensibles sont très faiblement représentés, voire absents du cours aval. Le bon état écologique ne peut être atteint dans ces conditions. La typologie plus lenticue du cours aval peut, en partie, l'expliquer, mais la dégradation de la qualité de l'eau (agriculture, assainissement, eaux pluviales) est probablement le facteur limitant le développement et le maintien des espèces sensibles.

4.4.3. Etat des populations Ephémères-Plécoptères-Trichoptères (EPT)

Depuis 2011, le SECOE mandate le bureau Aquabug pour valoriser à l'espèce le matériel EPT issu des prélèvements IBCH. Son rapport est disponible au secteur de la protection des eaux, seules les conclusions sont reprises ci-dessous (Aquabug, 2017).

Parmi les 43 espèces d'éphémères, de trichoptères et de plécoptères déterminées dans l'Aire et ses principaux affluents, 5 espèces appartiennent à la liste rouge des espèces menacées de Suisse (Lubini *et al.* 2012). C'est un bon résultat, si l'on considère la qualité de l'eau encore insatisfaisante de l'Aire.

Parmi les 5 espèces sur liste rouge, on trouve *Habrophlebia eldae* et *Hydropsyche exocellata*, deux espèces de plaine en expansion, favorisées par le réchauffement climatique.

On trouve également *Lype reducta*, indicatrice de la présence de bois mort dans le court d'eau. Elle reflète la bonne qualité écologique liée à la dynamique du cours d'eau et aux échanges avec les milieux terrestres. C'est la première fois que cette espèce est mentionnée dans l'Aire.

On recense aussi *Micropterna lateralis* qui est caractéristique des sources et ruisseaux de source, des cours d'eau temporaires à faibles débits. Les adultes de cette espèce effectuent une diapause estivale pour attendre la fin de l'été pour pondre.

Malgré l'absence d'un état initial complet avant les travaux de renaturation, les données récoltées mettent en évidence l'arrivée de nouvelles espèces EPT dans les tronçons renaturés de l'Aire ainsi qu'une amélioration qualitative du milieu aquatique. Les deux figures ci-après illustrent ce propos.

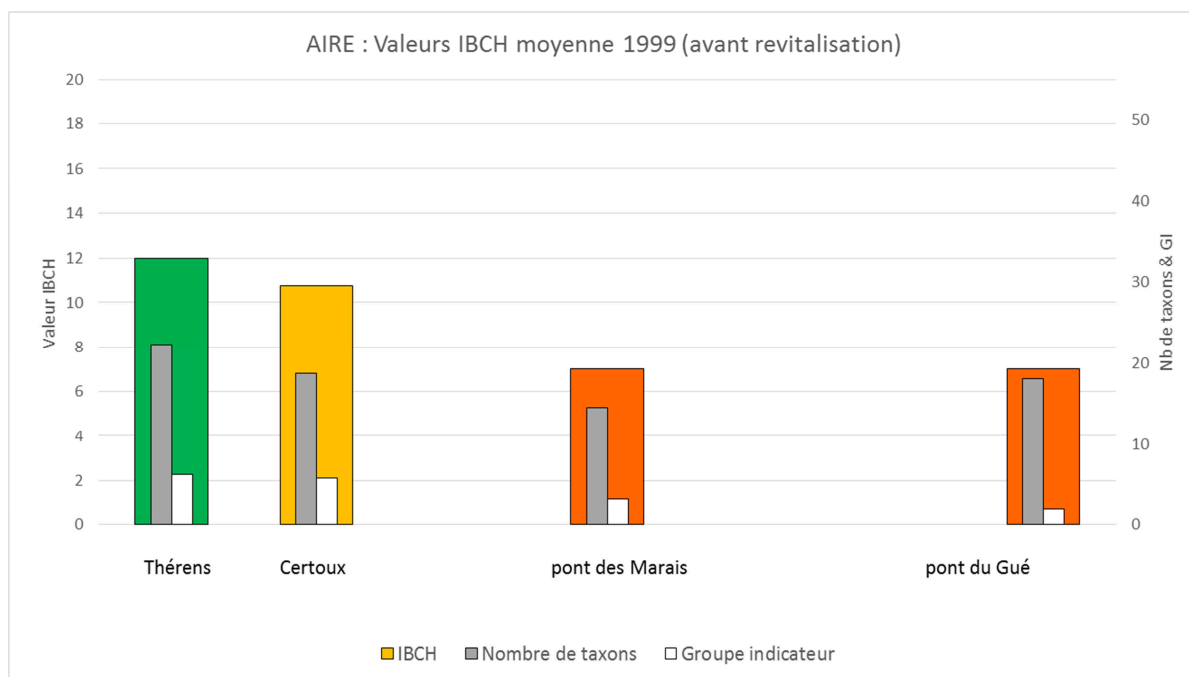


FIGURE 12 : MOYENNES DE L'IBCH, DES GROUPES INDICATEURS (GI) ET DU NOMBRE DE TAXONS EPT, DANS LES STATIONS DE L'AIRE, EN 1999

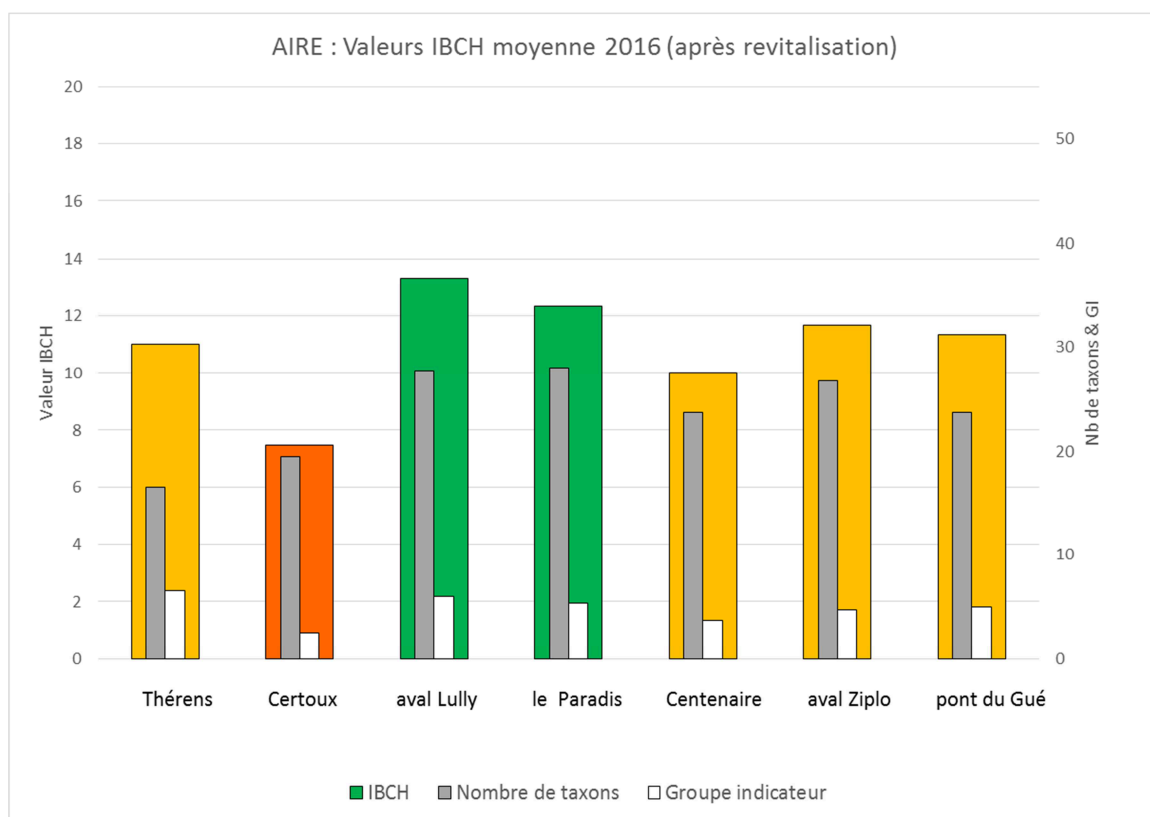


FIGURE 13 : MOYENNES DE L'IBCH, DES GROUPES INDICATEURS (GI) ET DU NOMBRE DE TAXONS EPT, DANS LES STATIONS DE L'AIRE, EN 2016

4.4.4. Module Poisson

La méthode d'évaluation de l'état écologique des cours d'eau employée dans le module Poisson niveau R prend en compte quatre paramètres :

Paramètre 1: Composition de l'ichtyofaune et dominance des espèces;

Paramètre 2: Structure de la population des espèces indicatrices
(classes d'âge, reproduction);

Paramètre 3: Densité de population des espèces indicatrices;

Paramètre 4: Déformations et anomalies.

L'évaluation de chaque paramètre se fait par une notation en deux à cinq classes correspondant chacune à un certain nombre de points. Plus la qualité en fonction du paramètre considéré est jugée mauvaise, plus le nombre de points attribués est élevé.

Les résultats des pêches électriques réalisées le 4 octobre 2016 sur 4 stations de référence sont utilisés pour l'évaluation de son état écologique vis-à-vis des poissons. Le tableau 19 ci-après présente les résultats.

TABEAU 19: ETAT ECOLOGIQUE DE L'AIRE MODULE POISSON, ETAT 2016.

Station			Aire Pont Rouge	Aire Amont Pont Centenaire	Aire Le Paradis	Aire Les Adoits
Km administratif			1.655	4.850	5.600	6.250
Paramètre évaluation						
Paramètre 1	a)	Composition de l'ichtyofaune	1	1	1	1
	b)	Dominance des espèces	1	1	1	1
		somme	2	2	2	2
Paramètre 2	a)	Structure de la population de truite fario	4	4	4	4
	b)	Autres espèces indicatrices	-	-	-	-
		moyenne	4	4	4	4
Paramètre 3	a)	Densité de population de truites fario	4	4	4	4
	b)	Densité de population des autres espèces indicatrices	-	-	-	-
		note globale	4	4	4	4
Paramètre 4		Déformations / Anomalies	0	0	0	0
NOTE GLOBALE			10	10	10	10

Les objectifs écologiques ne sont pas atteints sur l'Aire et les stations inventoriées présentent un état écologique médiocre.

La composition de l'ichtyofaune est modifiée par rapport à la zone piscicole considérée (zone à ombres). La truite de rivière (*Salmo trutta fario*) est la seule espèce indicatrice présente sur 2 des 4 stations pêchées. Les deux autres espèces indicatrices potentielles (chabot *Cottus gobio* et ombre *Thymallus thymallus*) sont absentes et le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*), qui avait été réintroduit au milieu des années 2000, n'a pas été retrouvé.

La dégradation de la qualité de l'eau sur le cours aval de l'Aire (agriculture, assainissement, eaux pluviales), ainsi que le réchauffement de l'eau en été (> 25°C) sur les tronçons renaturés, sont les facteurs limitant le développement de la population de truites de l'Aire.

A l'exception des quelques truites pêchées, le peuplement piscicole est composé des trois espèces tolérantes suivantes : le chevaine (*Squalius cephalus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*) et la loche franche (*Barbatula barbatula*).

La structure de la population de truites fario est évaluée comme très faible sur toutes les stations et seules 2 truitelles de l'année issues vraisemblablement du frai naturel ont été capturées (1 en amont du pont Rouge et 1 sur la station renaturée « Le Paradis »).

La densité de population de truites fario est comprise entre 0 et 170 individus par hectare sur les 4 stations échantillonnées, ce qui est très faible. Seule une petite partie des truites mises à l'eau au printemps subsiste en automne (repeuplement de 2'000 truitelles de 1 an et de 400 truites de « mesure » en mars-avril 2016 entre le pont de Briques et le pont de Lully).

Finalement, aucune déformation et/ou anomalies n'ont été relevées sur les poissons de l'Aire en 2016, ce qui ne met pas en évidence des problèmes majeurs de qualité des eaux ou de repeuplement. A noter que des lésions externes telles que les mycoses ont déjà été observées dans le passé chez les chevaines, notamment en amont du pont du Centenaire.

Compte tenu des facteurs limitants existant et de l'absence de poisson sur les petits affluents genevois (Maraîchet, Lissolle, Voiret), le tronçon aval de l'Aire présente le meilleur potentiel d'amélioration de la qualité piscicole. En effet, comme le montre la figure 14 ci-après, la température estivale à la station pont du Gué ne dépasse pas les 23°C, contrairement aux Adoits.

La diversification du peuplement piscicole et le développement naturel d'une population de truites sont liés à la remise à ciel ouvert de l'Aire dans le secteur Praille – Acacias – Vernets et à la reconnexion du cours d'eau au Rhône et à l'Arve. Le projet PAV a notamment pour objectif « le développement d'une faune piscicole typique et notamment des salmonidés ».

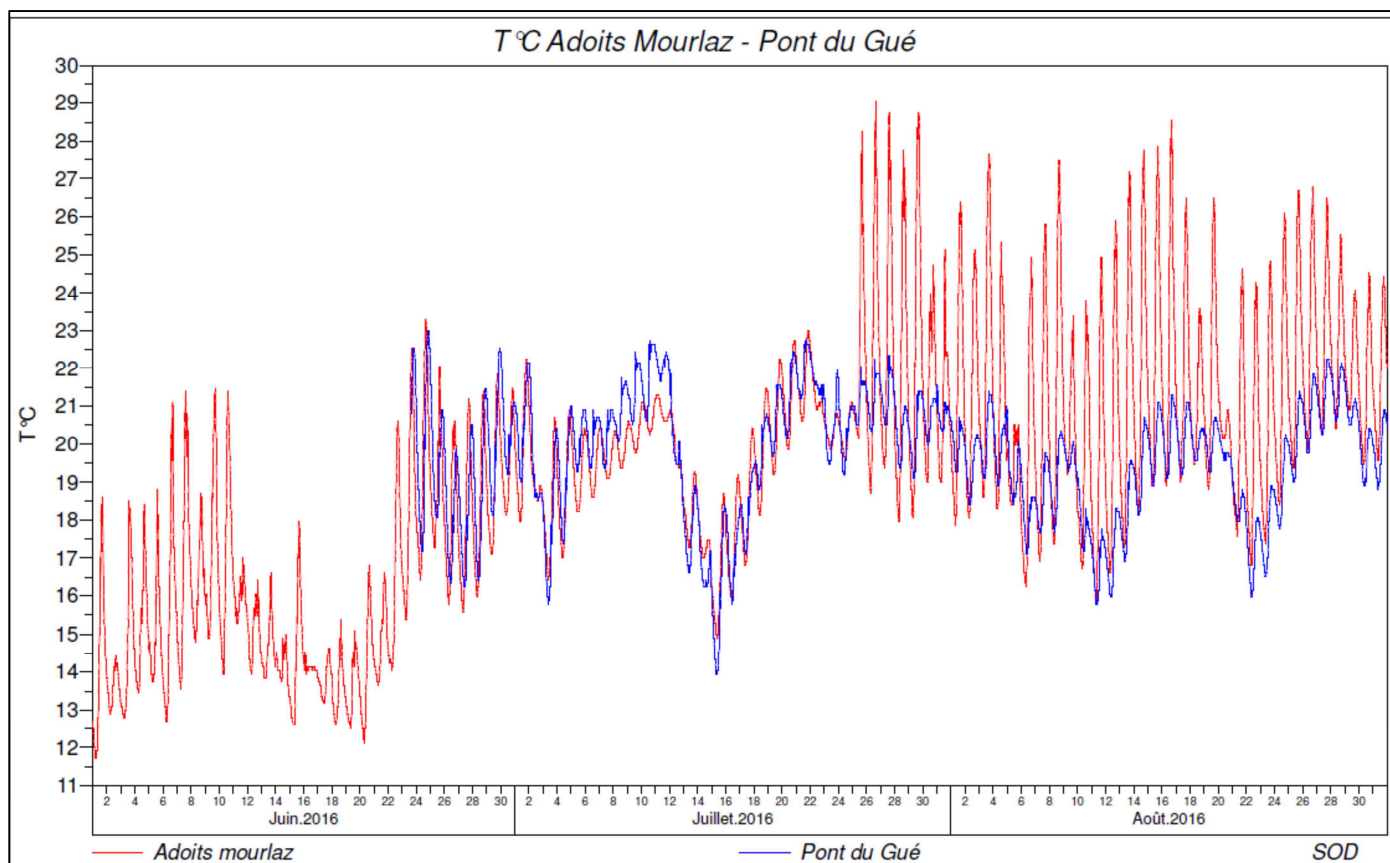


FIGURE 14: EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DE JUIN A AOÛT AUX STATIONS PONT DU GUE ET LES ADOITS

4.4.5. Les macrophytes (plantes aquatiques)

La méthode d'évaluation de l'état écologique des cours d'eau, définie à travers le module Plantes Aquatiques (Macrophytes), n'est pas encore validée en 2016.

De ce fait, la méthode appliquée en 2016 se base sur celle définie dans l'Etude de la végétation rivulaire des cours d'eau genevois (GREN, 2003b), présentée en Annexe A3.4.

Les résultats peuvent être comparés à ceux établis en 2006 avec la même méthodologie.

En 2016, l'Aire se découpe en 7 tronçons homogènes du point de vue de leur état écologique défini à l'aide des plantes aquatiques. La figure 15 ci-dessous présente le résultat de ces relevés macrophyte.

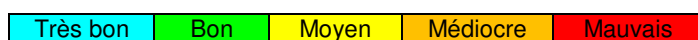
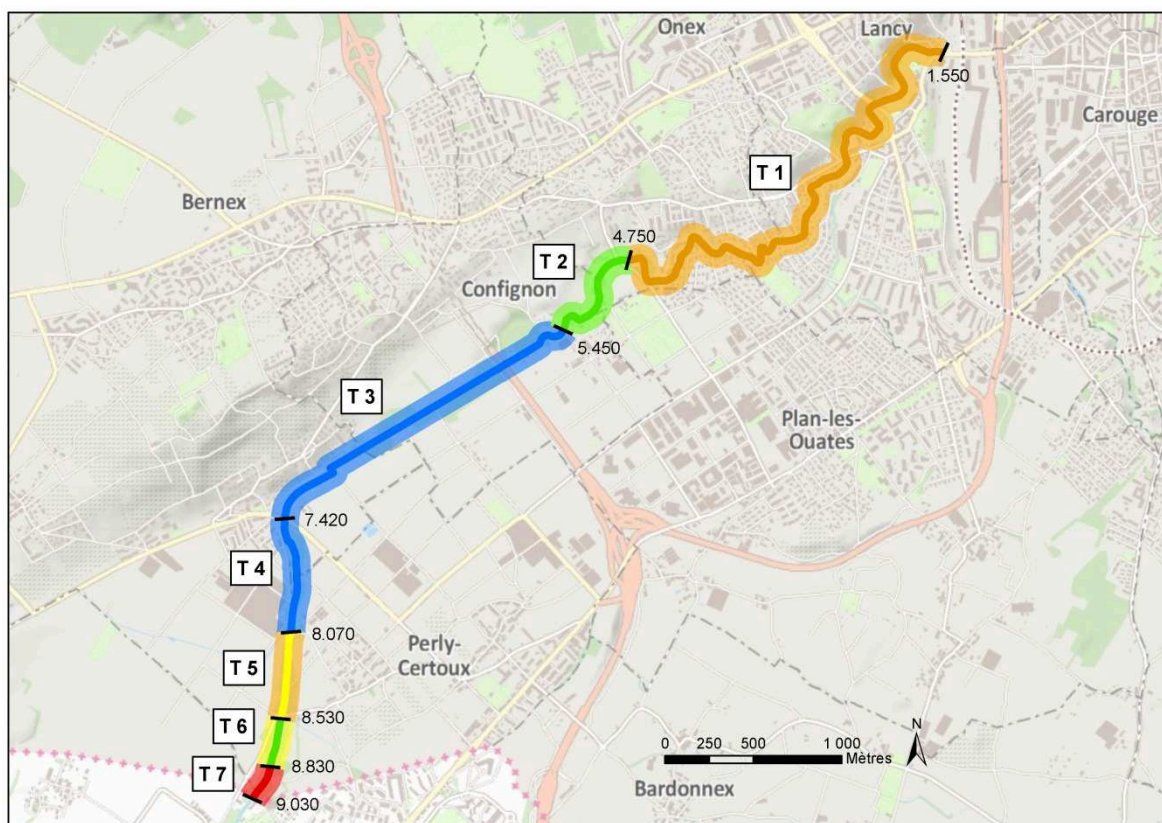


FIGURE 15: ETAT ECOLOGIQUE EVALUEE PAR LES MACROPHYTES DANS L'AIRE EN 2016.

Tronçon 1 (aval Pont Rouge – Centenaire)

Appréciation lit : médiocre (2/5)

Appréciation berges : médiocre (2/5)

Globalement, le potentiel naturel du tronçon est faible du fait des contraintes ombre-crue-pente de rive-substrat. Seules les renaturations réalisées à la Planche-d'Aire et au Barbolet diversifient localement les stations. Très peu de néophytes ont été relevés.

Tronçon 2 (Centenaire – Pont des Marais)

Appréciation lit : bon (4/5)

Appréciation berges : bon (4/5)

Ce tronçon, renaturé en 2002, possède un lit qui s'est restructuré avec, pour effet, des berges souvent perchées et raides ; ceci limite fortement le potentiel de développement de la végétation aquatique.

Le substrat est globalement plus fin que dans le tronçon aval qui est à dominance de graviers. Grâce à l'entretien régulier du cours d'eau, aucun néophyte n'a été observé.

Tronçon 3 (Pont des Marais – Pont de Lully)

Appréciation lit : très bon (5/5)

Appréciation berges : très bon (5/5)

Il est relevé un effet très positif de la renaturation sur tout le tronçon avec une diversification des milieux, y compris une zone alluviale de grand intérêt. Plusieurs espèces ont été plantées dans le cadre du chantier (liste inconnue).

Sur près de 2 km, la richesse est très intéressante avec 21 espèces recensées dans le lit et 32 sur les berges, dont 5 espèces menacées (Liste rouge genevoise : Lambelet-Haueter, 2006). Quelques néophytes sont présents mais peu abondants : *Elodea nuttallii* et *Impatiens glandulifera*.

Tronçon 4 (Pont de Lully – Tennis Perly)

Appréciation lit : très bon (5/5)

Appréciation berges : très bon (5/5)

Sur 650 m, la renaturation par décanalisation avec élargissement du tronçon est très positive pour la végétation aquatique. Les milieux favorables sont bien diversifiés et vont encore évoluer ces prochaines années. Plusieurs espèces ont été plantées dans le cadre du chantier (liste inconnue). La richesse est intéressante avec 8 espèces dans le lit et 20 espèces sur les berges dont 2 espèces menacées : *Veronica anagallis-aquatica* et *Carex acuta*. Concernant les néophytes, la présence régulière d'*Impatiens glandulifera* est notée.

Tronçon 5 (Tennis Perly – Pont de Perly)

Appréciation lit : moyen (3/5)

Appréciation berges : médiocre (2/5)

Seule la partie aval du tronçon a été renaturée (env. 20m). Le reste n'a pas été modifié et reste canalisé avec des seuils pavés et des berges stabilisées, donc de peu d'intérêt floristique. La valeur moyenne du lit n'est due qu'à la partie aval de petite taille. Il serait très profitable de continuer la décanalisation sur tout le tracé jusqu'au pont de Perly. Quelques *Impatiens glandulifera* (néophyte) ont été observées dans la partie aval.

Tronçon 6 (Pont de Perly – Bassin de Certoux)

Appréciation lit : bon (4/5)

Appréciation berges : moyen (3/5)

Le bassin de Certoux ne sera pas renaturé dans le cadre du projet de l'Aire (étape 4). Ce tronçon de 300m est une retenue artificielle mais avec des berges et un lit naturels et présentant une configuration intéressante avec un méandrage et des lits de crues en graviers.

Les îles en zones de sédimentation sont intéressantes avec un mélange de végétation alluviale et de milieux lentiques. La partie aval est largement envasée mais la partie amont est intéressante avec un tressage du cours d'eau, bien en lumière. La partie la plus en amont est largement boisée et trop ombragée. Une forte présence du néophyte *Impatiens glandulifera* dans les milieux pionniers ensablés ou envasés a été relevée.

Tronçon 7 (Bassin de Certoux - Frontière)

Appréciation lit : mauvais (1/5)

Appréciation berges : mauvais (1/5)

Le tracé est rectiligne, étroit, localement stabilisé en berge et surtout très ombragé avec un cordon boisé rivulaire continu. Les débits de crues sont limitants pour l'implantation de la végétation dans le lit, composé de cailloux grossiers. Localement, les berges érodées sont presque verticales et peu favorables à la végétation aquatiques. Peu de néophytes ont été relevés.

4.5. Synthèse des résultats 2016

TABLEAU 20: SYNTHÈSE DE LA QUALITÉ DE L'AIRE, EN 2016

TABEAU 21: SYNTHÈSE DE LA QUALITÉ DES AFFLUENTS DE L'AIRE, EN 2016

Très bon

Bon

Moyen

Médiocre

Mauvais

Atteints

Non atteints

Objectifs écologiques:

Cours d'eau/Stations	Majeurs	Métaux	Phyto	Pharma	Soins Perso	Benzotri azoles	E. coli	DI-CH	IBCH
GRAND NANT									
Amont Malchamps		-	-	-	-	-			
LA FOLLE									
Amont Grand Nant									
LE MARAICHET									
Route de Gratillet									
LA LISSOLE									
Amont busage									
L'ARANDE									
Ch. de Latoy		-	-	-	-	-			
LE TERNIER									
Amont Saint Julien									
LE VOIRET									
embouchure									

Les affluents de l'Aire sont pollués par l'agriculture et /ou les eaux usées domestiques (assainissement).

Seuls le Grand Nant, situé en tête de bassin et le Ternier, en amont de l'agglomération de Saint-Julien, atteignent les objectifs écologiques pour les deux bioindicateurs (DI-CH et IBCH).

De manière générale, soumis aux pressions anthropiques et artificialisés, le Maraîchet, la Lissolle et le Voiret ne peuvent jouer leur rôle de réservoir biologique de l'Aire.

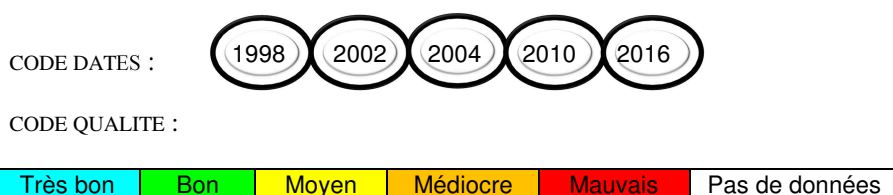
5. Evolution

5.1. Evolution physico-chimique et bactériologique











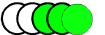
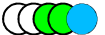
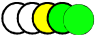
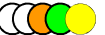






5.1.1. Module Analyses physico-chimiques – nutriments

Les tableaux 22 et 23 ci-après présentent l'évolution des paramètres physico-chimiques majeurs dans le bassin versant de l'Aire de 1998 à 2016.

TABLEAUX 22 ET 23: EVOLUTION DES PARAMETRES DE QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DANS LE BASSIN VERSANT DE L'AIRE



a) L'Aire

COURS D'EAU/Station	COD	N-NH4	N-NO2	N-NO3	Ortho-P
AIRE					
pont de Certoux					
amont Centenaire					
aval ZIPLO					
pont du Gué					

La qualité des eaux de l'Aire s'est améliorée pour l'azote ammoniacal, paramètre lié aux eaux usées, et ce dès l'entrée du cours d'eau en Suisse.

Les concentrations en nitrates sont, par contre, plus élevées en 2016 qu'elles ne l'étaient en 2010. Les intrants agricoles provenant de la plaine de l'Aire en sont les principaux responsables. Les concentrations en phosphates restent toujours élevées depuis 12 ans, au moins.

b) Les affluents

COURS D'EAU/Station	COD	N-NH4	N-NO2	N-NO3	Ortho-P
GRAND NANT					
amont Malchamps					
FOLLE					
amont Grand Nant					
TERNIER					
amont Saint-Julien					
MARAÎCHET					
route de Gratillet					
LISSOLE					
amont busage					
ARANDE					
ch. de Latoy					
VOIRET					
embouchure					

La qualité de l'eau du r. de la Folle s'est améliorée pour l'azote ammoniacal et les nitrites. La STEP de Neydens a optimisé l'épuration des eaux usées en 2014, ce qui pourrait expliquer cette amélioration des formes de l'azote. Le r. du Maraîchet s'est également amélioré en ce qui concerne les formes de l'azote. Le Ternier a subi une pollution aux eaux usées domestiques en 2016, la qualité de son eau s'est ainsi dégradée en 2016.

5.1.2. Métaux

Les tableaux 24 et 25 ci-après présentent l'évolution des métaux dans le bassin versant de l'Aire de 1998 à 2016.

TABLEAUX 24 ET 25: EVOLUTION DES PARAMETRES METALLIQUES DANS LE BASSIN VERSANT DE L'AIRE

CODE DATES :



CODE QUALITE :



a) L'Aire

COURS D'EAU/Station	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
AIRE					
pont de Certoux					
amont Centenaire					
aval ZIPLO					
pont du Gué					

La pollution métallique s'est améliorée pour le nickel, le cadmium et le plomb. Elle reste mauvaise pour le cuivre et le zinc, indicateurs de pollution agricole et urbaine (eaux de ruissellement).

b) Les affluents

COURS D'EAU/Station	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
FOLLE					
amont Grand Nant					
TERNIER					
amont Saint-Julien					
MARAÎCHET					
route de Gratillet					
LISSOLE					
amont busage					
VOIRET					
embouchure					

Les concentrations élevées en cuivre et/ou en zinc n'ont pas diminué dans les affluents de l'Aire depuis au minimum 6 ans.










5.1.3. Phytosanitaires

TABEAU 26: EVOLUTION DES INDICES DE QUALITE PHYTOSANITAIRE DANS L'AIRE ET SES AFFLUENTS

CODE DATES : 

CODE QUALITE :

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	Pas de données
----------	-----	-------	----------	---------	----------------

COURS D'EAU/Station	Phytosanitaires
AIRE	
pont de Certoux	
amont Centenaire	
aval ZIPLO	
pont du Gué	
FOLLE	
amont Grand Nant	
MARAÎCHET	
route de Gratillet	
LISSOLE	
amont busage	
TERNIER	
amont Saint Julien	
VOIRET	
embouchure	

L'indice phytosanitaire s'est dégradé depuis 2010 dans l'Aire au pont de Certoux et dans la Folle à la station amont Grand Nant. Il s'est légèrement amélioré au pont du Gué.

5.1.4. Etat sanitaire

Les tableaux 27 et 28 ci-après présentent l'évolution de l'état sanitaire dans le bassin versant de l'Aire de 1998 à 2016.

TABLEAUX 27 ET 28: EVOLUTION DE L'ETAT SANITAIRE DANS L'AIRE ET SES AFFLUENTS

CODE DATES :



CODE QUALITE :

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	Pas de données
----------	-----	-------	----------	---------	----------------

a) L'Aire

Cours d'eau / Stations	État sanitaire
AIRE	
Thérens	○ ○ ○ ● ●
pont de Certoux	● ● ● ● ●
aval Lully	○ ○ ○ ● ●
amont Centenaire	○ ○ ● ● ●
aval Ziplo	○ ○ ● ● ●
pont du Gué	○ ○ ● ● ●

Sur l'Aire, l'état sanitaire demeure médiocre depuis 2004, aux stations amont Centenaire, aval Ziplo et pont du Gué.

Une légère amélioration est observée aux stations Thérens et aval Lully, qui passent d'un état médiocre à moyen entre 2010 et 2016.

Enfin, au pont de Certoux, aucune réelle amélioration n'est observée depuis 20 ans : l'état sanitaire de ses eaux oscille entre mauvais et médiocre depuis 1998.

b) Les affluents

Cours d'eau / Stations	État sanitaire
Grand Nant	
amont Malchamps	○ ○ ○ ● ●
La Folle	
amont Grand Nant	○ ○ ○ ● ●
Le Maraîchet	
route de Gratillet	○ ○ ○ ● ●
La Lissole	
amont busage	○ ○ ○ ● ●
L'Arande	
ch. de Latoy	○ ○ ○ ● ●
Le Ternier	
amont Saint Julien	○ ○ ○ ● ●
Le Voiret	
embouchure	● ○ ● ● ●

Au niveau des affluents, une nette amélioration de l'état sanitaire est observée sur le Grand Nant, qui passe de mauvais à moyen et ce, avec un grand écart au niveau des valeurs d'appréciation : 170 *E.coli*/mL en 2010 et 15 *E.coli*/mL en 2016.

De façon moins marquée, une amélioration est également observée sur la Folle et l'Arande, dont l'état passe de médiocre à moyen.

De 2010 à 2016 le Maraîchet et la Lissole restent stables avec, respectivement, un état sanitaire moyen et bon.

L'état du Voiret s'est légèrement détérioré, passant de moyen à médiocre avec une valeur d'appréciation de 18 *E.coli*/mL en 1998 et de 74 *E.coli*/mL en 2016.

Enfin, le Ternier passe de médiocre à mauvais, principalement dû à un problème d'assainissement qui a été résolu en avril 2016.

5.2. Evolution biologique

5.2.1. Module Diatomées

Les tableaux 29 et 30 ci-après montrent l'évolution des moyennes annuelles du DI-CH de 1999 à 2016 dans le bassin versant de l'Aire.

TABLEAUX 29 ET 30: EVOLUTION DES MOYENNES ANNUELLES DU DI-CH DANS LE BASSIN VERSANT DE L'AIRE

CODE DATES :



CODE QUALITE :



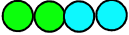





a) L'Aire

COURS D'EAU/Station	DI-CH
Aire	
Thérens	
pont de Certoux	
aval Ziplo	
pont du Gué/pont Rouge	

La qualité de l'eau de l'Aire telle que mesurée par les diatomées s'est globalement améliorée dans le cours de l'Aire depuis 1999, sauf à son entrée en Suisse, à la station Thérens. Cette dernière est impactée directement par les problèmes d'assainissement de l'agglomération de Saint-Julien.

Notons toutefois qu'aucune station ne satisfait aux objectifs écologiques de l'OEaux pour les diatomées benthiques. Les efforts visant à améliorer la qualité de l'eau (assainissement, intrants agricoles,...) doivent continuer.

b) Les affluents

COURS D'EAU/Station	DI-CH
GRAND NANT	
amont Malchamps	
FOLLE	
amont Grand Nant	
TERNIER	
amont Saint-Julien	
MARAÎCHET	
route de Gratillet	
LISSOLE	
amont busage	
VOIRET	
embouchure	

La qualité de l'eau s'est améliorée dans le Grand Nant et le Maraîchet où les objectifs écologiques pour les diatomées sont atteints.

Dans les autres affluents, la qualité de l'eau reste moyenne, une dégradation est observée dans la Lissolle et le Voiret.

5.2.2. Module Macrozoobenthos

Les tableaux 31 et 32 ci-après présentent les moyennes annuelles de l'IBCH dans le bassin versant de l'Aire.

TABLEAUX 31 ET 32: EVOLUTION DE L'IBCH DANS LE BASSIN VERSANT DE L'AIRE

CODE DATES



CODE QUALITE :










a) L'Aire

COURS D'EAU/Station	IBCH
Aire	
Thérens	
pont de Certoux	
aval Lully	
amont Centenaire	
aval Ziplo	
pont du Gué/pont Rouge	

Excepté à Thérens et au pont de Certoux, la qualité biologique s'est améliorée dans les stations de l'Aire depuis 1999.

Cependant, elle n'atteint les objectifs écologiques qu'à la station aval Lully, station renaturée depuis 2010.

b) Les affluents

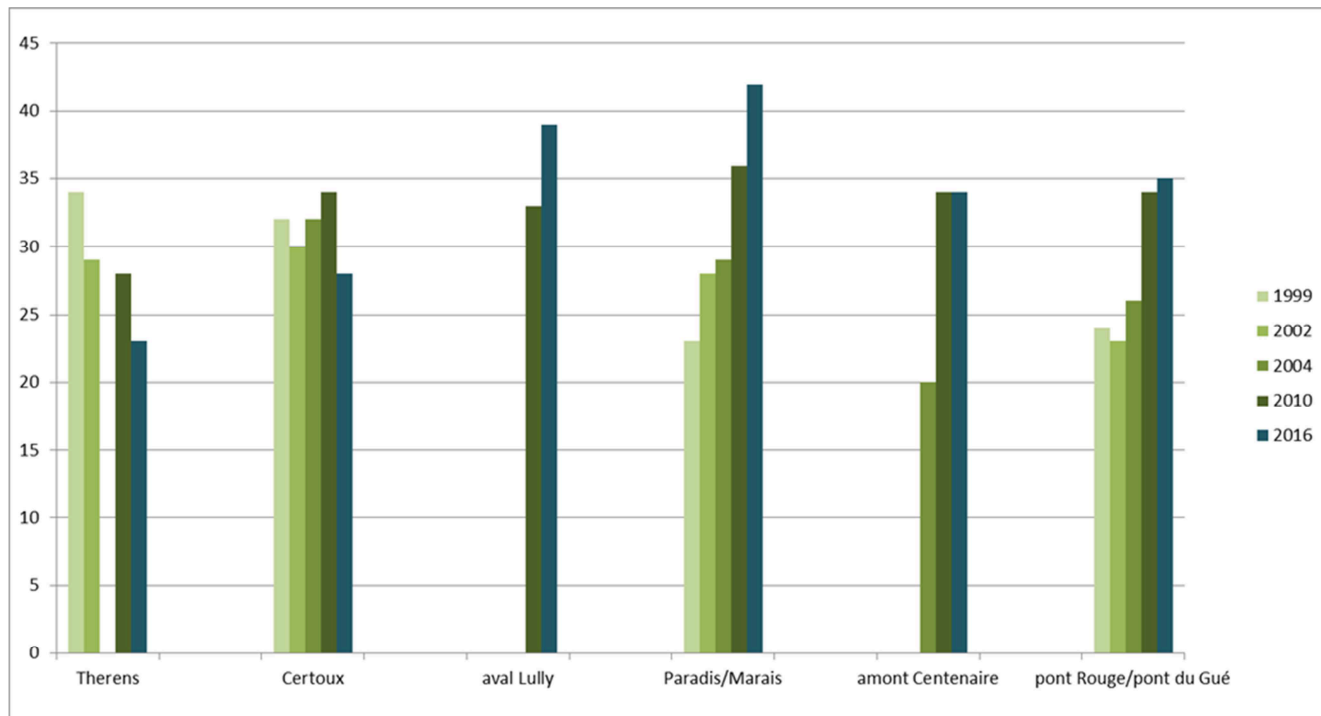
COURS D'EAU/Station	IBCH
GRAND NANT	
amont Malchamps	
FOLLE	
amont Grand Nant	
ARANDE	
ch. de Latoy	
TERNIER	
amont Saint-Julien	
MARAÎCHET	
route de Gratillet	
LISSOLE	
amont busage	
VOIRET	
embouchure	

La qualité biologique s'est améliorée depuis 1999 dans les affluents situés en tête de bassin, en territoire français ou sur la frontière franco-suisse. Le Grand Nant, la Folle, l'Arande et le Ternier atteignent les objectifs écologiques de l'OEaux et abritent des taxons de macrozoobenthos sensibles pouvant potentiellement coloniser le cours principal de l'Aire.

Les affluents situés dans la plaine de l'Aire demeurent de qualité biologique médiocre depuis 6 voire 17 ans (le Voiret).

La figure 16 ci-après montre l'évolution de la diversité faunistique dans l'Aire depuis 1999.

FIGURE 16: EVOLUTION DE LA DIVERSITE FAUNISTIQUE DANS L'AIRE DE 1999 A 2016

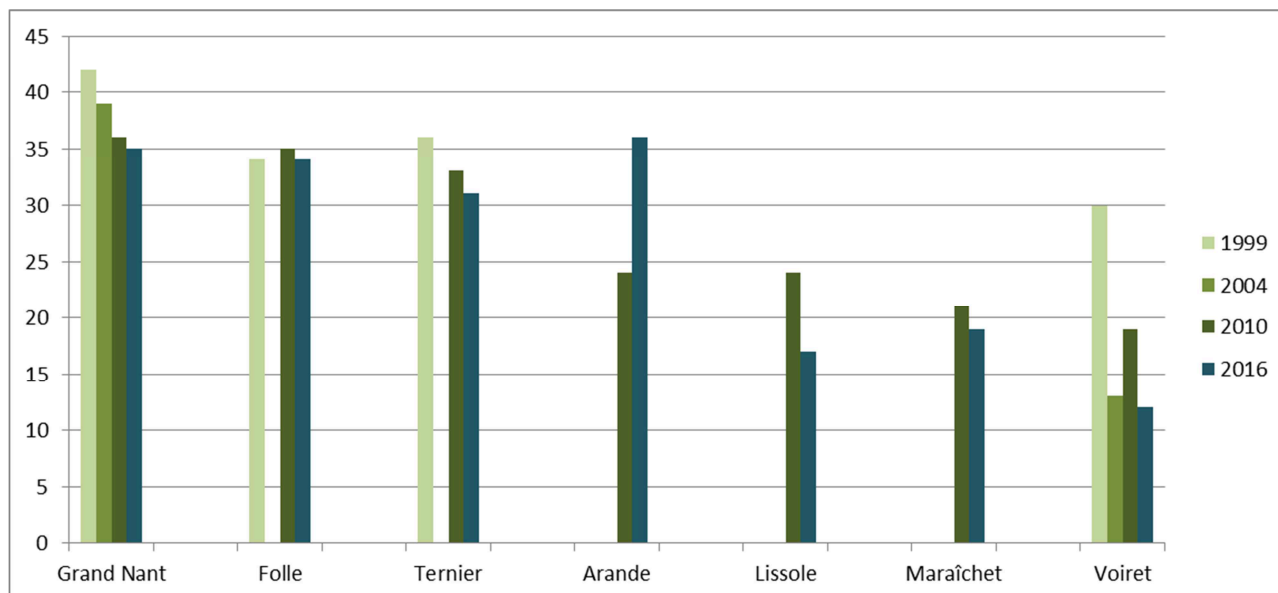


Les renaturations de la plaine de l'Aire ont permis une diversification des microhabitats et des écoulements. Ces habitats ont été rapidement colonisés (libellules, éphémères, trichoptères,...) et la diversité du macrozoobenthos s'est améliorée dans ces secteurs, permettant aux stations aval Lully et Le Paradis d'atteindre le bon état écologique. Plusieurs de ces taxons ont également colonisé les stations situées en aval (amont Centenaire et pont du Gué) qui voient également leur diversité faunistique augmenter depuis 2004.

Le nombre de taxons le plus élevé dans le canton de Genève a été échantillonné à l'embouchure de l'Allondon qui recense 48 familles de macrozoobenthos (état 2016). La station Le Paradis sur l'Aire renaturée compte déjà 42 familles. C'est un excellent résultat et cela montre qu'un milieu récemment crée peut être colonisé rapidement.

La figure 17 ci-après montre l'évolution de la diversité faunistique dans les affluents de l'Aire de 1999 à 2016.

FIGURE 17: EVOLUTION DE LA DIVERSITE FAUNISTIQUE DANS LES AFFLUENTS DE L'AIRE DE 1999 A 2016



Le Grand Nant, la Folle, et le Ternier qui atteignent les objectifs écologiques sont plus diversifiés que les autres affluents et ce depuis 17 ans. Le nombre de taxons n'y varie que peu d'une année à l'autre.

La diversité du macrozoobenthos s'est nettement améliorée dans l'Arande, alors qu'elle a chuté depuis 1999 dans le Voiret.

5.2.3. Module Poisson



Le tableau 33 ci-dessous présente l'évolution du module Poisson dans l'Aire.

TABEAU 33: EVOLUTION DU MODULE POISSON DANS L'AIRE DE 2010 A 2016

CODE DATES : 

CODE QUALITE :

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	Pas de données
----------	-----	-------	----------	---------	----------------

COURS D'EAU/Station	Module Poisson
Aire	
amont pont du Centenaire	
amont pont Rouge	

Le peuplement piscicole de l'Aire est suivi depuis 2000, mais le module Poisson, qui existe depuis 2004, n'a été appliqué aux résultats des pêches électriques de contrôle qu'en 2010.

Globalement, l'état écologique de l'Aire évalué par le peuplement piscicole était déjà médiocre en 2010 en raison d'un peuplement dominé par les mêmes espèces tolérantes (chevaine, loche franche et vairon). La truite de rivière, réintroduite depuis 2004 sous forme de truitelles et de poissons "de mesure" directement pêchables, était présente mais en faible densité.

Les étiages sévères et la température estivale relativement élevée (fréquemment supérieure à 19° C même dans la partie aval du cours d'eau) favorisent le développement de populations de cyprinidés et défavorise celui des salmonidés. La renaturation de l'Aire n'a pas encore permis d'atténuer ce phénomène mais l'évolution naturelle de la végétation riveraine (reformation d'un cordon boisé) devrait être bénéfique à terme.

Le développement naturel d'une population de truites sur la partie aval de l'Aire est lié à la remise à ciel ouvert de l'Aire dans le secteur Praille – Acacias – Vernets et à la reconnexion du cours d'eau à l'Arve et au Rhône.

5.2.4. Plantes aquatiques (macrophytes)















Le tableau 34 ci-dessous présente l'évolution des plantes aquatiques dans l'Aire.

TABEAU 34: EVOLUTION DES APPRECIATIONS PLANTES AQUATIQUES DANS L'AIRE

CODE DATES : 

CODE QUALITE :

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	Pas de données
----------	-----	-------	----------	---------	----------------

COURS D'EAU / Tronçon	Plantes Aquatiques	
	Lit	Berges
Bassin de Certoux - Frontière		
Pont de Perly – Bassin de Certoux		
Perly Tennis – Pont de Perly		
Pont de Lully – Perly Tennis		
Pont des Marais – Pont de Lully		
Centenaire – Pont des Marais		
Embouchure - Centenaire		

Les seules données anciennes comparables sur l'Aire datent de 2003/2006. Globalement, une évolution positive est relevée après 10 ans. Les tronçons renaturés montrent des résultats très intéressants en termes de diversité malgré un stade évolutif pas encore stabilisé. Une partie toutefois de cette amélioration est due à des plantations en fin de chantier. Le contraste avec les tronçons non modifiés est clair, raison pour laquelle la partie amont (tronçons 5 à 7) gagnerait également à être renaturée.

5.3. Synthèse de l'évolution 1998 – 2016

L'évolution des différents paramètres/indices dans le bassin versant de l'Aire est synthétisée dans les tableaux 35 et 36 ci-après et commentée.

a) L'Aire

TABLEAU 35: EVOLUTION DES DIFFERENTS PARAMETRES/INDICES DANS L'AIRE DE 1998 A 2016

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

Cours d'eau/Stations	Chimie	Métaux	Phyto sanitaires	Bactério	Macro invertébrés	Diatomées	Poisson	Macrophytes
AIRE								
Thérens	↔	↔	-	↗	↘	↔	-	-
pont de Certoux	↗	↘	↘	↗	↘	↗	-	↔
aval Lully (2010-2016)	↘	↔	-	↗	↗	-	-	↗
amont Centenaire	↗	↔	↔	↔	↗	-	↔	↗
aval Ziplo	↗	↔	-	↔	↗	↗		↗
pont du Gué/pont Rouge	↗	↔	↗	↔	↗	↔	↔	↗

Depuis 1999, globalement, la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau ainsi que la qualité biologique (macroinvertébrés et diatomées) s'est améliorée dans l'Aire. L'état de santé du cours d'eau est passé de mauvais à moyen.

L'Aire n'atteint pas encore le bon état écologique. Même si la renaturation a permis une amélioration de la diversité faunistique et floristique, la qualité de l'eau reste insuffisante pour le développement et le maintien des espèces sensibles.

b) Les affluents

TABLEAU 36: EVOLUTION DES DIFFERENTS PARAMETRES/INDICES DANS LES AFFLUENTS DE 1998 A 2016

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

Cours d'eau /Stations	Chimie	Métaux	Phytosanitaires	Bactériologie	Macroinvertébrés	Diatomées
GRAND NANT						
amont Malchamps		-	-			
FOLLE						
amont Grand Nant						
ARANDE						
ch. de Latoy		-	-			-
TERNIER						
amont Saint-Julien			-			
MARAÎCHET						
route de Gratillet			-			
LISSOLE						
amont busage			-			
VOIRET						
embouchure			-			

Une nette amélioration de la qualité biologique (macroinvertébrés) a eu lieu dans la Folle et l'Arande, l'amélioration de la qualité bactériologique et physico-chimique pourrait l'expliquer.

Dans le Maraîchet, la Lissole et le Voiret, la qualité biologique (macroinvertébrés) reste constante dans la médiocrité. La qualité de l'eau ne s'est améliorée que pour certains paramètres et l'écomorphologie de ses affluents est morcelée entre secteurs naturels, atteints et enterrés.

Des efforts concernant les intrants polluants et l'écomorphologie des affluents de l'Aire permettraient de restaurer une meilleure connectivité biologique du bassin versant et faciliteraient l'atteinte du bon état écologique.

6. Conclusion

Les analyses physico-chimiques, bactériologiques et biologiques effectuées dans le bassin versant de l'Aire en 2016 permettent de poser le diagnostic suivant : l'état de santé globale de la rivière reste insatisfaisant. L'Aire est dégradée par des polluants d'origine agricole (nitrates, phytosanitaires, cuivre) et par les eaux usées domestiques (nombreuses bactéries fécales et micropolluants). Certaines substances présentent un risque écotoxicologique pour les organismes aquatiques. Ces pollutions dégradent la qualité de l'eau principalement entre le pont de Certoux et la station "Le Paradis". Elles proviennent des installations agricoles de la plaine de l'Aire et des réseaux d'assainissement français et suisses.

Malgré cette qualité de l'eau non optimale et en deçà des exigences légales, les indicateurs biologiques basés sur les algues diatomées et le macrozoobenthos se sont, dans l'ensemble, améliorés, passant d'une qualité biologique médiocre à moyenne. Les améliorations les plus spectaculaires se sont produites dans les secteurs renaturés où le macrozoobenthos et les plantes aquatiques (macrophytes) se sont diversifiés, permettant d'atteindre, aux stations le Paradis et aval Lully, le bon état écologique.

Ces résultats biologiques sont très encourageants : ils montrent déjà l'impact positif de la renaturation terminée en 2015 sur la biodiversité aquatique. La colonisation par d'autres espèces devrait continuer ces prochaines années et la biodiversité totale s'en trouver améliorée.

Concernant l'état écologique de l'ichtyofaune, la truite de rivière est la seule espèce indicatrice présente, l'ombre et le chabot n'ayant pas été retrouvés, mais la densité et la structure de sa population est faible. La qualité de l'eau moyenne à médiocre, les conditions particulièrement sèches de 2016 et les températures régulièrement supérieures à 25°C dans la partie amont de l'Aire restent des facteurs limitants pour le maintien des salmonidés. Le secteur aval de la rivière et sa mise à ciel ouvert jusqu'à l'Arve prévue dans le cadre du PAV serait plus propice au développement de la truite.

Au niveau des affluents de l'Aire, seuls le Grand Nant et le Ternier, situés en amont de l'agglomération de Saint-Julien, atteignent les objectifs écologiques pour les algues diatomées et le macrozoobenthos (indices DI-CH et IBCH). Le Maraîchet, la Lissole et le Voiret reçoivent des eaux polluées par l'agriculture et/ou l'assainissement et une grande partie de leur tracé est enterré. Ainsi, ils ne peuvent, en l'état, jouer leur rôle de réservoir biologique.

Pour améliorer l'état écologique du bassin versant de l'Aire et atteindre les exigences et les objectifs légaux concernant la protection des eaux, les efforts entrepris ces dernières années ne devraient pas être relâchés :

- sensibilisation des maraîchers pour limiter les pollutions agricoles;
- identification des mauvais raccordements des réseaux d'eau usée en France et en Suisse;
- renaturation du secteur Frontière-Pont de Certoux et mise à ciel ouvert des affluents;
- connexion Aire-Arve-Rhône – projet Praille-Acacias-Vernets.

7. Liste des abréviations

AFNOR	Association française de normalisation
CQA	Critère de qualité aiguë
CQC	Critère de qualité chronique
DGEau	Direction générale de l'eau
DIAE	Département de l'intérieur, de l'agriculture et de l'environnement, actuellement DETA
DI-CH	Indice diatomique suisse (SMG)
DETA	Département de l'environnement, des transports et de l'agriculture
EPFL	Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
EPT	Ephémères, Plécoptères, Trichoptères
IBCH	Indice biologique suisse (SMG)
IPM	Indice de pollution métallique
LEaux	Loi fédérale sur les eaux
NQE	Norme de qualité environnementale
OEaux	Ordonnance fédérale sur la protection des eaux
OFEFP	Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, actuellement OFEV
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OSEC	Ordonnance sur les substances étrangères et les composants
PAV	Praille-Acacias-Vernets
PGEE	Plan général d'évacuation des eaux
PREE	Plan régional d'évacuation des eaux
ProtEaux	Secteur de la protection des eaux
SMG	Système modulaire gradué. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse - OFEV
SP	Soins personnels
SPAGE	Schéma de protection, d'aménagement et gestion des eaux
SECOE	Service de l'écologie de l'eau
STAP	Station de pompage
STEP	Station d'épuration

8. Références bibliographiques

- AQUABUG (2017) Surveillance des eaux de surface campagne IBCH 2016 : Aire et Drize. Valorisation du matériel EPT. Novembre 2017. 8 p.+annexes.
- BERNARD, M., ARNOLD, C., EDDER, P., ORTELLI, D. (2007) *Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut.*, Campagne 2006, 163-172
- BUERGE, I.J., BUSER, H.-R., KAHLE, M., MULLER, M.D., POIGER, T., (2009) Ubiquitous occurrence of the artificial sweetener acesulfame in the aquatic environment: An ideal chemical marker of domestic wastewater in groundwater, *Environ. Sci. Technol.*, 43, 4381-4385
- BÜRGI D, KNECHTENHOFER L, MEIER I, GIGER W, FRIEDLIPARTNER AG. (2007) Projekt BIOMIK: Biozide als Mikroverunreinigungen in Abwasser und Gewässern. Teilprojekt 1: Priorisierung von bioziden Wirkstoffen. Objekt-Nr. 04.102.
- CENTRE ECOTOX (2012) Centre Ecotox news. Journal du centre suisse d'écotoxicologie appliquée Eawag-EPFL, mai 2012. 12 p.
- CIPEL (2010) Plan d'action 2011-2020. Commission Internationale pour la protection des eaux du Léman. 57 p.
- CONSEIL FEDERAL SUISSE (1998) Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux). 28 octobre 1998, 62 art. + annexes. Berne.
- ECOTOX (2000) Qualité actuelle de l'Aire et de ses affluents et évolution physico-chimique et biologique. DIAE. 23 p. + annexes.
- GOTZ, C.W., HOLLENDER, J., KASE, R. (2010) Mikroverunreinigungen Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Dubendorf : Eawag,
- GOTZ, C.W., C. AGEGLLEN, *et al.* (2010) Mikroverunreinigungen – Beurteilung weitergehender Abwasserreinigungsverfahren anhand von Indikatorsubstanzen. 4/2010
- GREN (2003a) Etude écomorphologique. Rapport final pour le Service de l'écologie de l'eau. Octobre 2003. 14 p. + annexes.
- GREN (2003b) Etude de la végétation rivulaire des cours d'eau genevois. Rapport pour le DIAE. juin 2003. 44 p.+annexes.
- HÜRLIMANN, J. et NIEDERHAUSER, P. (2007) Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau : Diatomées - niveau R (région), Office fédéral de l'environnement, Berne., 60 p. + annexes.
- HÜTTE, M. et NIEDERHAUSER, P. (1998) Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse : Ecomorphologie niveau R (région). Informations concernant la protection des eaux n° 27, Office fédéral environnement, forêts, paysage, Berne. 38 p. + annexes
- HYDRO-GEO environnement (2017) Suivi de la qualité des eaux de l'Aire. campagne 2016. 16 p.+ annexes.
- LAMBELET-HAUETER, C., SCHNEIDER, C., MAYOR, R. (2006) Inventaire des plantes vasculaires du canton de Genève avec Liste Rouge. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève. 134 p.
- LIECHTI, P. (2010) Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques, nutriments. L'environnement pratique, n° 1005, 44 p. OFEV, Berne.

- LUBINI, V., KNISPEL, S., SARTORI, M., VICENTINI, H., WAGNER A. (2012) Listes rouges des Ephémères, Plécoptères, Trichoptères. Espèces menacées en Suisse, état 2010. OFEV, Berne et CSCF, Neuchâtel. L'environnement pratique n°1212 : 111p.
- OCHSENBEIN, U., MATTMANN, B., VON KÄNEL, A., ZEH, M., ZIMMERMANN, CH. and KIRCHHOFER, A. (2003) Gewässerbericht 1997-2000. Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern GSA, Gewässer- und Bodenschutzlabor GBL, Bern.
- OFEFP (1991) Recommandations pour l'évaluation de la qualité hygiénique des eaux de baignade de lacs et de rivières. L'environnement pratique-Information concernant la protection des eaux n°7, Berne, 33 p.
- OFEFP (1998) Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse, système modulaire gradué. Informations concernant la protection des eaux n° 26, Office fédéral environnement, forêts, paysage, Berne. 43 p.
- OFEV, (2009) Bulletin d'information n°6, Projet "Stratégie MicroPoll".
- PASSY, S. I., (2007) Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. In : Aquatic Botany 86 (2007) 171-178.
- REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE (2014) Planification stratégique cantonale. Mise en œuvre de la renaturation des eaux selon la LEaux 2011. Vision 2030. Décembre 2014. 20 p.
- REPUBLIQUE FRANCAISE (2009) Guide technique : Evaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole. Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'Aménagement du territoire. République française, mars 2009. 29 p. + annexes.
- RIMET, F., BOUCHEZ, A., (2012) Life forms, cell-sizes and ecological guilds of diatoms in European rivers . In : Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems (2012) 406, 01, 12 pages + annexes.
- SCHAGER, E. et PETER, A. et Göggel W. (2004) Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Poissons niveau R (région). L'environnement pratique n°44, OFEFP. 63 p.
- SECOE (2003) Qualité de l'Aire en 2002 : premiers effets de la suppression des stations d'épuration de la Plaine-de-l'Aire et de Saint-Julien en G. Rapport Service cantonal de l'écologie de l'eau, Dép. intérieur, agriculture et environnement. 16 p.
- SECOE (2006) Etude de l'Aire et ses affluents - Etat 2004 et évolution. Rapport Service de l'écologie de l'eau, Dép. du territoire. Août 2006, 46 p.
- SECOE (2011) Etude de la qualité des rivières genevoises. L'Aire et ses affluents. Etat 2010 et évolution depuis 1999. Service de l'écologie de l'eau, DETA. 2011. 52 p.+ annexes.
- STUCKI, P. (2010) Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Macrozoenthos – niveau R (region). L'environnement pratique n°1026, , Office fédéral environnement, forêt, paysage, Berne. 61 p.
- US EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, *Benzotriazoles Category justification and testing rationale*, [En ligne], <http://www.epa.gov/chemrtk/pubs/summaries/benzo/c13456.pdf> 25.10.2014.
- WITTMER, I., JUNGHANS M., SINGER H. et STAMM C. (2014) "Micropolluants – Stratégie d'évaluation pour les micropolluants organiques de sources non ponctuelles". Etude réalisée sur mandat de l'OFEV. Eawag, Dübendorf.

9. ANNEXE: méthodes d'analyses

Les méthodes utilisées pour l'évaluation de la qualité des cours d'eau genevois correspondent aux différentes recommandations et directives fédérales, notamment les "Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours en Suisse", regroupées sous le nom de Système modulaire gradué (SMG) de l'Office fédéral de l'environnement (OFEFP, 1998).

A1. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques d'eau sont effectuées sur des échantillons instantanés prélevés mensuellement. 20 paramètres classiques sont mesurés à l'aide de méthodes standards. De plus, 60 métaux sont analysés par ICP-MS.

Ces méthodes sont régulièrement vérifiées par comparaisons interlaboratoires et certaines font l'objet d'une accréditation (ISO 17025).

Les exigences pour les différents paramètres physico-chimiques de l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998 (CONSEIL FÉDÉRAL, 1998), sont présentées dans le tableau A1.

Tableau A1 : exigences de l'ordonnance OEaux pour la physico-chimie de l'eau

Paramètre	Concentration maximale admissible
Demande Biochimique en Oxygène (DBO ₅)	2 à 4 mg/l O ₂ 2 mg/l valable pour les eaux naturellement peu polluées
Carbone Organique Dissous (COD)	1 à 4 mg/l C 1 mg/l valable pour les eaux naturellement peu polluées
Ammonium (N-NH ₄ ⁺ +N-NH ₃)	T° > 10°C: 0.2 mg/l N T° < 10°C: 0.4 mg/l N
chrome (Cr)	2 µg/l
nickel (Ni)	5 µg/l
cuivre (Cu)	2 µg/l
zinc (Zn)	5 µg/l
cadmium (Cd)	0.05 µg/l
plomb (Pb)	1 µg/l
Pesticides organiques (produits phytosanitaires, visés à l'annexe 4.3 de l'Osubst, produits de conservation du bois, antifouling, etc.)	0,1 µg/l pour chaque substance. Sont réservées les autres exigences fixées sur la base de l'appréciation des différentes substances dans le cadre de la procédure d'autorisation.

A1.1 Le module Analyses physico-chimiques, nutriments du SMG

Ce module (LIECHTI, 2010) du SMG est dorénavant appliqué en lieu et place de l'Indice de pollution chimique IPC.

Six paramètres ont été retenus par le SECOE pour apprécier l'impact des activités humaines sur les eaux :

- Orthophosphates (Ortho-P)
- Phosphore total (P tot)
- Nitrates (N-NO₃)
- Nitrites (N-NO₂)
- Ammonium (N-NH₄)
- Carbone organique dissous (COD)

Les résultats des analyses chimiques sont combinés pour apprécier la qualité des échantillons d'eau au moyen d'indices pouvant ensuite être comparés aux exigences/objectifs dans un système comprenant 5 classes (tableau A2).

Tableau A2 : Classification de l'état chimique des eaux, au niveau R

Appréciation	Ortho-P [mg P/L]	P tot. [mg P/L]	Nitrates [mg N/L]	Nitrites* [mg N/L]	Ammonium** [mg N/L] (<10°C)	COD [mg/L]
Très bon	< 0.02	< 0.04	< 1.5	< 0.05	<0.08	< 2.0
Bon	0.02 < 0.04	0.04 < 0.07	1.5 < 5.6	0.05 < 0.1	0.08 < 0.4	2.0 < 4.0
Moyen	0.04 < 0.06	0.07 < 0.10	5.6 < 8.4	0.1 < 0.15	0.4 < 0.6	4.0 < 6.0
Médiocre	0.06 < 0.08	0.10 < 0.14	8.4 < 11.2	0.15 < 0.20	0.6 < 0.8	6.0 < 8.0
Mauvais	> 0.08	> 0.14	> 11.2	> 0.20	> 0.8	> 8

*Les valeurs de nitrites sont calibrées pour des valeurs de chlorures > 20mg/l.

** Les valeurs d'ammonium sont calibrées pour des températures < 10°C

Pour les nitrites, les limites proposées pour les classes "bon" et "moyen" sont valables lorsque les teneurs en chlorures varient entre 10 et 20 mg Cl/L ou si les chlorures ne sont pas déterminés. Le classement est décalé d'un cran vers le haut lorsque les teneurs en chlorures sont inférieures à 10 mg Cl/L et d'un cran vers le bas lorsqu'elles sont supérieures à 20 mg Cl/L.

L'ammonium comprend la somme des N-NH₄⁺ et des N-NH₃. Une plus grande sévérité s'impose pour les températures supérieures à 10 °C et un pH supérieur à 9, en raison de la protolyse du N-NH₄⁺ et de l'augmentation concomitante des teneurs en ammoniac (N-NH₃). Une longue exposition à des concentrations en ammoniac supérieures à 0.008 mg N/L peut s'avérer toxique pour les œufs et les alevins des poissons nobles ; il ne faudrait, dès lors, pas dépasser 0.02 mg N/L.

Les émissaires de marais et de lacs sont caractérisés par des concentrations élevées en COD d'origine naturelle. En automne, le COD peut également augmenter par suite de la décomposition des feuilles mortes tombées dans l'eau. L'OEaux en tient compte, en proposant une fourchette de 1 à 4 mg C/L. Dans les cas favorables, il faut donc adapter l'évaluation en adoptant des valeurs proportionnellement plus basses.

A1.2 L'indice de pollution métallique IPM

Élaboré par le SECOE sur le même principe que le module *Analyses physico-chimiques, nutriments* du SMG, l'Indice de Pollution Métallique (IPM) reprend les exigences de l'OEaux pour les métaux (hors mercure), les combine selon l'équation ci-dessous et propose un indice en classes selon les tableaux A3 et A4 pour aboutir à la grille d'appréciation présentée dans le tableau A5.

$$IPM = ([Cr]/5 + [Ni]/5 + [Cu]/2 + [Zn]/5 + [Cd]/0.05 + [Pb]/1) / 6$$

Avec [] = concentration correspondant au quantile représentatif (tableau A3)

Tableau A3 : Choix de l'indice utilisé pour la mise en valeur des résultats d'analyse à une station, en fonction du nombre d'échantillons

Type et nombre d'échantillons	Quantile représentatif	Remarques
8 – 11 échantillons continus journaliers 12 – 23 échantillons instantanés	80 %	Regroupement de mesures couvrant plus de 2 à 3 ans seulement si aucune tendance ne se dessine à long terme.
> 11 échantillons continus journaliers > 23 échantillons instantanés	90 %	Les valeurs de plus de 2-3 ans ne devraient pas être prises en compte pour le calcul du 90e centile, en particulier si les exigences relatives au nombre d'échantillons ne sont pas parfaitement remplies.

Tableau A4 : Classification de l'état chimique des eaux (niveau R)

Appréciation	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Conditions	$IPM < \frac{1}{2} O$ et $M < O$	$\frac{1}{2} O \leq IPM < O$ et $M < 2 * O$	$O \leq IPM < 1.5 * O$ et $M < 3 * O$	$1.5 * O \leq IPM < 2 * O$	$IPM \geq 2 * O$

M : valeur maximale mesurée, O : objectif qualité

Tableau A5 : Grille d'appréciation de la pollution métallique des cours d'eau (IPM)

Appréciation	Cr (µg/L)	Ni (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Cd (µg/L)	Pb (µg/L)	IPM
Très Bon	< 1	< 2.5	< 1	< 2.5	< 0.025	< 0.5	< 0.5
Bon	1 - 2	2.5 - 5	1 - 2	2.5 - 5	0.025 - 0.05	0.5 - 1	0.5-1
Moyen	2 - 3	5 - 7.5	2 - 3	5 - 7.5	0.05 - 0.075	1 - 1.5	1 - 1.5
Médiocre	3 - 4	7.5 - 10	3 - 4	5 - 10	0.075 - 0.10	1.5 - 2	1.5 - 2
Mauvais	> 4	> 10	> 4	> 10	> 0.10	> 2	> 2

A1.3 Indices des micropolluants organiques

Les 141 phytosanitaires et les 41 autres micropolluants (parmi lesquels les résidus pharmaceutiques et les soins personnels) recherchés en 2016 figurent dans les tableaux A9 et A10. Ils sont quantifiés au laboratoire de la protection des eaux du SECOE par chromatographie liquide ou gazeuse couplée à une détection par spectrométrie de masse (GC-MS/MS et LC-MS/MS). L'utilisation de détecteur MS-MS garantit l'identité des molécules détectées.

Le laboratoire participe régulièrement à des analyses inter laboratoires sur certains produits.

L'attribution des résultats d'une station à l'une des cinq classes d'appréciation est basée sur le calcul d'un indice de pollution par les micropolluants I_M développé par le SECOE.

$$I_M = \left(\frac{N_D}{N_T} \right) + \left(\frac{N_{50}}{N_T} \times 2 \right) + \left(\frac{N_{100}}{N_T} \times 5 \right) + \left(\frac{N_{500}}{N_T} \times 10 \right) + \left(\frac{N_{1000}}{N_T} \times 50 \right)$$

N_D = Nombre de composés détectés

N_{50} = Nombre de composés >50 ng/l

N_{100} = Nombre de composés >100 ng/l

N_{500} = Nombre de composés >500 ng/l

N_{1000} = Nombre de composés >1000 ng/l

N_T = Nombre total de composés recherchés sur l'année

L'appréciation de la pollution par les micropolluants organiques de type phytosanitaire et pharmaceutique est basée selon la grille A6 présentée ci-dessous.

Tableau A6 : Grille d'appréciation de la pollution par les micropolluants

Appréciation	I_M
Très Bon	< 0,1
Bon	[0,1 – 0,15[
Moyen	[0,15 – 0,30[
Médiocre	[0,30 – 0,50[
Mauvais	> 0,50

L'appréciation de la pollution par les micropolluants organiques de type soins personnels est présentée dans le tableau A7 ci-dessous.

Tableau A7 : Grille d'appréciation de la pollution par les micropolluants d'origine soins personnels en fonction de l'indice $I_{M \text{ Soins Personnels}}$

Appréciation	$I_{M \text{ Soins Personnels}}$
Très Bon	< 0,15
Bon	[0,15 – 0,35[
Moyen	[0,35 – 0,75[
Médiocre	[0,75 – 1,15[
Mauvais	> 1,15

Calcul de l'indice benzotriazoles I_t

Le calcul de l'indice benzotriazoles I_T diffère de I_M du fait du nombre restreint de molécule.

$$I_T = \frac{\sum C_B + \sum C_T}{\frac{N_{\text{tot}}}{2}}$$

$\sum C_B$: Somme des concentrations en benzotriazole

$\sum C_T$: Somme des concentrations en tolyltriazole

N_{tot} : Nombre total de composés recherchés sur l'année

L'appréciation de la pollution par les benzotriazoles est basée sur la grille du tableau A8 ci-dessous.

Tableau A8 : Grille d'appréciation de la pollution par les benzotriazoles en fonction de l'indice I_t .

Appréciation	I_t
Très Bon	< 49
Bon	[50 – 99[
Moyen	[100 – 199[
Médiocre	[200 – 399[
Mauvais	> 400

Tableau A9 : Liste des 141 phytosanitaires recherchés en 2016

Produit phytosanitaire	Application	Produit phytosanitaire	Application	Produit phytosanitaire	Application
Azoxystrobin	Fongicide	Bentazone	Herbicide	Prosulfocarb	Herbicide
Benalaxyl	Fongicide	Bromoxynil	Herbicide	Simazine	Herbicide
Benthiavalcarb-isopropyl	Fongicide	Chloridazon	Herbicide	Sulcotrione	Herbicide
Boscalid	Fongicide	Chlorpropham	Herbicide	Tebutam	Herbicide
Bupirimate	Fongicide	Chlortoluron	Herbicide	Terbumenton	Herbicide
Carbendazim	Fongicide	Clomazone	Herbicide	Terbutylazine	Herbicide
Chlorothalonil	Fongicide	Clopyralid	Herbicide	Terbutryn	Herbicide
Cyazofamid	Fongicide	Cycloxydim	Herbicide	Triclopyr	Herbicide
Cyflufenamid	Fongicide	Dicamba	Herbicide	Trifluralin	Herbicide
Cymoxanil	Fongicide	Dichlobenil	Herbicide	2,6-dichlorobenzamide	HMétabolite
Cyproconazole	Fongicide	Diflufenican	Herbicide	AMPA	HMétabolite
Cyprodinil	Fongicide	Dimefuron	Herbicide	Atrazine-deisopropyl	HMétabolite
Diethofencarb	Fongicide	Dimethachlor	Herbicide	Atrazine-desethyl	HMétabolite
Difenoconazole	Fongicide	Dimethenamid	Herbicide	Chloridazon-desphenyl	HMétabolite
Dimethomorph	Fongicide	Dinoterb	Herbicide	Diuron-desmethyl	HMétabolite
Epoxiconazole	Fongicide	Diuron	Herbicide	Metolachlor ESA	HMétabolite
Fenhexamid	Fongicide	Ethofumesate	Herbicide	Metolachlor OA	HMétabolite
Fludioxonil	Fongicide	Fluazifop-p-butyl	Herbicide	Terbutylazine-desethyl	HMétabolite
Fluopicolide	Fongicide	Flufenacet	Herbicide	Acetamiprid	Insecticide
Fluopyram	Fongicide	Flumioxazine	Herbicide	Aldicarb	Insecticide
Fluoxastrobine	Fongicide	Fluroxypyr	Herbicide	Buprofesine	Insecticide
Flusilazole	Fongicide	Foramsulfuron	Herbicide	Carbofuran	Insecticide
Iprovalicarb	Fongicide	Glufosinate	Herbicide	Chlorpyrifos-ethyl	Insecticide
Kresoxim-methyl	Fongicide	Glyphosate	Herbicide	Chlorpyrifos-methyl	Insecticide
Mandipropamide	Fongicide	Iodosulfuron-methyl	Herbicide	Clothianidine	Insecticide
Metaxyl	Fongicide	Ioxynil	Herbicide	Cypermethrin	Insecticide
Metrafenone	Fongicide	Isoproturon	Herbicide	Deltamethrin	Insecticide
Myclobuthanil	Fongicide	Lenacil	Herbicide	Diazinon	Insecticide
Napropamide	Fongicide	Linuron	Herbicide	Diflubenzuron	Insecticide
Penconazole	Fongicide	MCPA	Herbicide	Dimethoate	Insecticide
Procloraz	Fongicide	MCPB	Herbicide	Etoxazole	Insecticide
Propamocarb	Fongicide	Mecoprop	Herbicide	Fenoxycarb	Insecticide
Propiconazole	Fongicide	Mesotrione	Herbicide	Fipronil	Insecticide
Proquinazid	Fongicide	Metamitron	Herbicide	Imidacloprid	Insecticide
Pyraclostrobin	Fongicide	Metazachlor	Herbicide	Indoxacarb	Insecticide
Pyrimethanil	Fongicide	Metolachlor	Herbicide	Lindane	Insecticide
Quinoxifen	Fongicide	Metribuzine	Herbicide	Lufenuron	Insecticide
Spiroxamine	Fongicide	Metsulfuron-methyl	Herbicide	Methoxyfenoside	Insecticide
Tebuconazole	Fongicide	Monolinuron	Herbicide	Piperonyl-butoxyde	Insecticide
Thiabendazole	Fongicide	Monuron	Herbicide	Pirimicarb	Insecticide
Tolylfluorid	Fongicide	Nicosulfuron	Herbicide	Propoxur	Insecticide
Triadimefon	Fongicide	Orbencarb	Herbicide	Pymetrozine	Insecticide
Triadimenol	Fongicide	Oxadiazon	Herbicide	Spirodiclofen	Insecticide
2,4-D	Herbicide	Pendimethalin	Herbicide	Tebufenoside	Insecticide
Aclonifen	Herbicide	Pethoxamid	Herbicide	Teflubenzuron	Insecticide
Asulam	Herbicide	Propachlor	Herbicide	Thiacloprid	Insecticide
Atrazine	Herbicide	Propazine	Herbicide	Thiamethoxam	Insecticide

Tableau A10 Liste des 41 micropolluants organiques recherchés en 2016

Substance	Famille	Analyse
4-MBC	Soins Personnels	Quantitatif
Acesulfam	Traceur	Quantitatif
Amisulprid	Pharmaceutique	Quantitatif
Aspartam	Soins Personnels	Semi-Quantitatif
Atenolol	Pharmaceutique	Quantitatif
Benzothiazole	Industrie	Semi-Quantitatif
Benzotriazole	Industrie	Quantitatif
Butylparabene	Soins Personnels	Quantitatif
Caffeine	Traceur	Quantitatif
Carbamazepin	Pharmaceutique	Quantitatif
Carisoprodol	Pharmaceutique	Quantitatif
Cimetidine	Pharmaceutique	Quantitatif
Ciprofloxacin	Pharmaceutique	Semi-Quantitatif
Citalopram	Pharmaceutique	Quantitatif
Clarithromycine	Pharmaceutique	Semi-Quantitatif
DEET	Soins Personnels	Quantitatif
Diatrizoate	Pharmaceutique	Quantitatif
Diclofenac	Pharmaceutique	Quantitatif
Ethylparabene	Soins Personnels	Quantitatif
Fluoxetine	Pharmaceutique	Quantitatif
Gabapentine	Pharmaceutique	Quantitatif
Hydrochlorthiazide	Pharmaceutique	Semi-Quantitatif
Ibuprofene	Pharmaceutique	Quantitatif
Irbesartan	Pharmaceutique	Quantitatif
Isopropylparabene	Soins Personnels	Quantitatif
Metformine	Pharmaceutique	Quantitatif
Methylparabene	Soins Personnels	Quantitatif
Metoprolol	Pharmaceutique	Quantitatif
Naproxen	Pharmaceutique	Quantitatif
Norfloxacin	Pharmaceutique	Semi-Quantitatif
OMC	Soins Personnels	Quantitatif
Paracetamol	Pharmaceutique	Quantitatif
Propanolol	Pharmaceutique	Quantitatif
Propylparabene	Soins Personnels	Quantitatif
Sotalol	Pharmaceutique	Quantitatif
Sulfadimethoxine	Pharmaceutique	Semi-Quantitatif
Sulfamethoxazole	Pharmaceutique	Quantitatif
Tolyltriazole	Industrie	Quantitatif
Triclosan	Soins Personnels	Quantitatif
Trimethoprim	Pharmaceutique	Quantitatif
Venlafaxin	Pharmaceutique	Quantitatif

A1.4 Evaluation du risque environnemental

Le projet "Stratégie MicroPol" lancé en 2006 a abouti, entre autres, à la parution de deux documents techniques servant à l'évaluation de la qualité de l'eau de surface suisse vis-à-vis des micropolluants (Götz *et al.* 2010, Wittmer *et al.*, 2014). Ces documents, rédigés par le centre suisse d'écotoxicologie appliquée de l'Eawag (Centre Ecotox) en collaboration avec l'OFEV et les laboratoires cantonaux, proposent une stratégie basée sur des normes de qualité environnementale (NQE) selon la directive cadre de l'eau 2000/60/CE. Pour les substances dites prioritaires en Suisse (Götz *et al.* 2010), les critères de qualité ont été déterminés par le centre Ecotox à partir de données d'écotoxicité (EC_{50} , EC_{10} , NOEC) et des échanges avec les pays de l'Union européenne, ceci pour harmoniser les études et éviter les redondances. Le processus de détermination de l'ensemble des NQE est encore en cours et les valeurs de certaines substances sont disponibles sur la base de données : <http://www.centreecotox.ch/prestations-expert/criteres-de-qualite-environnementale/propositions-de-criteres-de-qualite/>.

A partir de 2015, cette dernière s'est bien enrichie, mais n'est pas encore achevée.

Les NQE en valeur annuelle moyenne (NQE-MA) sont désignées en Suisse selon le terme de critère de qualité (CQ). Le CQ aigu (CQA) permet d'estimer si une atteinte des organismes aquatiques est à craindre dans un délai de 24-96h. Le critère de qualité chronique (CQC) se prête à l'étude de contrainte à longue durée.

L'évaluation du risque liée aux substances chimiques se fait par comparaison d'une concentration environnementale avec le critère de qualité.

Si la concentration environnementale est supérieure à la CQC ($C_{env} > CQC$), un risque non tolérable est supposé exister pour les communautés aquatiques.

Dans le présent rapport, la concentration environnementale correspond à la concentration maximale mesurée au cours de l'année par paramètres.

Le tableau ci-dessous tiré du même rapport présente la proposition pour "l'appréciation sur des bases écotoxicologiques de l'état chimique des eaux au vu de leurs teneurs en micropolluants issus de l'assainissement urbain" qui répartit la qualité en cinq catégories :

Appréciation ¹⁰		Condition/Description		Respect du critère de qualité (CQC)
	Très bon	La concentration environnementale (C_{env}) est 100 fois inférieure à l'objectif de qualité (CQC)	$C_{env} < 0.01 \times CQC$	CQC respecté
		La concentration environnementale (C_{env}) est supérieure ou égale au centième de l'objectif de qualité mais inférieure à un dixième de ce seuil (CQC)	$0.01 \times CQC \leq C_{env} < 0.1 \times CQC$	
	Bon	La concentration environnementale (C_{env}) est supérieure ou égale au dixième de l'objectif de qualité mais inférieure à ce seuil (CQC)	$0.1 \times CQC \leq C_{env} < CQC$	
	Moyen	La concentration environnementale (C_{env}) est supérieure ou égale à l'objectif de qualité mais inférieure au double de ce seuil (CQC)	$CQC \leq C_{env} < 2 \times CQC$	CQC non respecté (dépassement du seuil)
	Médiocre	La concentration environnementale (C_{env}) est supérieure ou égale au double de l'objectif de qualité mais inférieure à dix fois ce seuil (CQC)	$2 \times CQC \leq C_{env} < 10 \times CQC$	
	Mauvais	La concentration environnementale (C_{env}) est supérieure ou égale à dix fois l'objectif de qualité (CQC)	$C_{env} \geq 10 \times CQC$	

A2. Analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques effectuées sur les échantillons d'eau prélevés mensuellement lors des campagnes d'analyses physico-chimiques, portent sur la recherche de la bactérie *Escherichia coli*, indicatrice de pollution fécale.

La méthode utilisée est celle habituellement appliquée pour la surveillance de la qualité hygiénique des eaux de baignade (OFEFP, 1991).

L'interprétation des résultats se base sur une adaptation de la Grille d'appréciation du canton de Berne (Ochsenbein *et al.* 2003) par le canton de Genève.

- Lorsqu'il y a 12 échantillons et plus, la **valeur d'appréciation** de l'état sanitaire correspond au 80 percentile de l'ensemble des résultats.
- En présence de moins de 12 échantillons, la **valeur d'appréciation** de l'état sanitaire correspond à deux fois la médiane de l'ensemble des résultats.
- En présence d'un seul échantillon, on applique la grille directement selon la valeur d'*E.coli*.

Les cinq classes d'état sanitaire sont décrites dans le tableau A11 ci-dessous.

Tableau A11 : Grille genevoise de l'état sanitaire des rivières.

Appréciation	UFC <i>E.coli</i> /mL	Catégorie
Très Bon	0	1
Bon	1 à 9	2
Moyen	10 à 39	3
Médiocre	40 à 80	4
Mauvais	> 80	5

Grille **genevoise*** de l'état sanitaire des rivières (adaptation de la Grille d'appréciation du canton de Berne (Ochsenbein *et al.*, 2003) par le canton de Genève (Service de l'écologie de l'eau).

*NB : Le passage d'un état sanitaire à l'autre, s'effectue à partir de 0.5.

Exemple : 39.2 *E.coli* /mL = Moyen tandis que 39.5 *E.coli* /mL = Médiocre

A3. Analyses biologiques

A3.1 Indice *Macrozoobenthos* (IBCH)

Le canton de Genève évalue l'état des cours d'eau au moyen de méthodes biologiques depuis 1984. Ces méthodes utilisent la faune invertébrée, visible à l'œil nu, vivant sur ou dans les substrats du fond des cours d'eau (macrofaune benthique ou macrozoobenthos). Elle est essentiellement composée de vers, de mollusques, de crustacés et d'insectes aquatiques.

Entre 1984 et 1993, c'est la méthode française *Indice de Qualité Biologique Globale - IQBG* qui a été appliquée, puis, entre 1994 et 2008, son évolution *Indice Biologique Global Normalisé - IBGN*. Depuis 2009, le SECOE applique la méthode suisse *Macrozoobenthos niveau R - IBCH* (Stücki, 2010), élaborée dans le cadre du *Système modulaire gradué pour l'analyse et l'appréciation des cours d'eau en Suisse*. Les détails de la méthode ne sont donc pas présentés ici.

Toutes ces méthodes ont en commun l'utilisation de deux caractéristiques écologiques : la diversité des organismes (nombre de taxons), corrélée positivement avec la qualité du milieu, et la présence d'organismes connus pour leur sensibilité à la pollution (groupe indicateur GI). Les taxons indicateurs sont répartis en 9 groupes en fonction de leur sensibilité à la dégradation du milieu (1 = très tolérant ; 9 = très sensible). La combinaison de ces deux valeurs produit un indice compris entre 1 (mauvais) et 20 (très bon).

Le calcul de la robustesse de l'indice permet d'en affiner l'interprétation. Elle est calculée en soustrayant l'indice IBCH avec celui obtenu en prenant le groupe indicateur le plus proche du premier dans la liste faunistique. L'interprétation est résumée dans le tableau A12 ci-dessous.

Tableau A12 : interprétation de l'indice IBCH en fonction de la valeur de la robustesse

Robustesse	
0	robuste
1	
2	
3	peu robuste
4	
5	
6	non représentatif
7	
8	

Le diagnostic permet une appréciation globale de la qualité du cours d'eau et des effets de perturbations du milieu sur les organismes, mais pas de désigner la cause précise de dégradations observées. Cette approche est donc complémentaire à l'analyse physico-chimique de l'eau, qui fournit des indications sur les causes potentielles de dégradation du milieu aquatique.

L'effet mémoire lié à la durée de vie des organismes permet de déceler des dégradations survenues durant une période de plusieurs semaines précédant le prélèvement.

Afin de cerner les impacts anthropiques et les éventuelles variations saisonnières (traitements agricoles, étiages,...), la méthode est appliquée 3 fois par an depuis 2013. L'appréciation de la qualité biologique globale se fait donc sur la base de trois résultats et de leur moyenne annuelle.

Dans l'attente d'une grille d'appréciation spécifique pour la Suisse, les valeurs indicielles, comprises entre 1 et 20, sont regroupées en 5 classes d'état selon l'échelle proposée pour l'hydroécocorégion Jura - Préalpes par l'annexe 2 de l'Arrêté du 25. 02. 2010 du Ministère français de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer (République française, 2009) (tableau A 13).

Tableau A13 : Classes de qualité biologique globale

IBCH	Appréciation
14 - 20	Très bon
12 – 13.9	Bon
9 – 11.9	Moyen
5 – 8.9	Médiocre
1 – 4.9	Mauvais

Pour les cours d'eau genevois, le service de l'écologie de l'eau a fixé comme objectif de qualité un IBCH égal ou supérieur à 12 en toute saison et en toute station, pour autant que les conditions naturelles le permettent.

Les listes faunistiques établies avant 2009 permettent également de calculer un indice IBCH a posteriori et d'estimer ainsi l'évolution de la qualité biologique à long terme.

A3.2 Indice diatomées suisse (DI-CH)

Les diatomées sont des algues brunes microscopiques vivant, entre autres, sur les pierres des cours d'eau. Elles sont utilisées depuis le début du 20^{ème} siècle comme bioindicateur de la qualité de l'eau des rivières. Les populations de diatomées intègrent la qualité physico-chimique globale de l'eau des stations étudiées sur environ quatre à six semaines.

Le SECOE utilise les indices diatomiques pour la surveillance des rivières depuis 1996. Depuis 2002, c'est la méthode DI-CH, élaborée dans le cadre du SMG qui est appliquée. En 2007, cette méthode a fait l'objet d'une mise à jour et d'une nouvelle publication (Hürlimann et Niederhauser, 2007). La valeur indicielle obtenue permet d'attribuer une station à une des 5 classes d'état définies par le SMG figurant dans le tableau A14.

En général, chaque station est analysée deux fois dans l'année : en février/mars (potentiel biologique de la station) puis août/septembre (état critique de la station). L'appréciation de la qualité biologique par les indices diatomiques se fait donc sur la base des deux campagnes d'analyses et de la moyenne annuelle. Seules les stations en classe bleue ou verte respectent les objectifs écologiques fixés par l'OEaux.

Tableau A14 : Classes d'Etat de l'indice diatomique suisse DI-CH

DI-CH	Etat
1.0 – 3.49	Très bon
3.5 – 4.49	Bon
4.5 – 5.49	Moyen
5.5 – 6.49	Médiocre
6.5 – 8.0	mauvais

A3.3 Module Poissons

L'appréciation des cours d'eau à partir des poissons au niveau R fait l'objet d'une publication dans le cadre du SMG (Schager E., Peter A. et Göggel W., 2004) et n'est donc pas décrite en détail ici.

Les paramètres suivants permettent l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau :

- composition de l'ichtyofaune et dominance des espèces;
- structure de la population des espèces indicatrices (classes d'âge, reproduction);
- densité de population des espèces indicatrices;
- déformations et anomalies.

L'évaluation de chaque paramètre se fait par une notation ; plus la qualité du paramètre considéré est jugée mauvaise, plus le nombre de points attribués est élevé. La qualification des tronçons se fait selon les 5 classes du SMG (tableau A15) :

Tableau A15 : Grille d'évaluation de l'état écologique au moyen du module "Poissons" du SMG

Notation	Etat écologique	Classe
0 - 1	très bon	1
2 - 5	bon	2
6 - 9	moyen	3
10 - 13	médiocre	4
14 - 17	mauvais	5

A3.4 Végétation aquatique

En l'absence d'une méthode validée du SMG Module Plantes Aquatiques, l'appréciation du cours d'eau à partir de la végétation aquatique se base sur l'Etude de la végétation rivulaire des cours d'eau genevois (GREN, 2003b).

La végétation rivulaire considérée comprend les espèces présentes dans la surface mouillée du lit mineur de la rivière (données « lit ») ainsi que dans la lit majeur et sur les berges végétalisées du cours d'eau (donnée « berge »). La limite d'investigation correspond globalement au niveau des hautes eaux moyennes.

La zone d'investigation ne comprend pas les milieux annexes aux cours d'eau comme, par exemple, les bras morts, les prairies marécageuses et les dépressions humides.

La végétation aquatique prise en compte dans cette étude comprend toutes les plantes vasculaires et characées présentes, caractérisées par un degré d'humidité moyenne des sols de 5 (Flora Helvetica 4^e ed.) ; ne sont pas considérées : les algues filamenteuses, les bryophytes et les saules (*généralement plantés ou bouturés lors des chantiers de renaturation*).

L'ensemble du linéaire est parcouru à deux saisons afin de recenser la flore précoce et vernale : mai et août 2016.

Une fiche descriptive synthétique, décrit chaque tronçon (*modèle version 2003*) :

L'appréciation de la valeur de la végétation aquatique non normée est basée sur quatre critères :

- richesse du tronçon (*nombre d'espèces*);
- taille des stations par espèce (*estimation du nombre de pieds*);
- présence d'espèces d'intérêt (*liste rouge*);
- présence de néophytes (*liste noire*).

La valeur de la végétation aquatique est définie par deux critères quantitatifs, nombre d'espèces et taille des stations, puis est adaptée en fonction de la longueur du tronçon et de la présence d'espèces particulières (*adaptation positive: présence d'espèces d'intérêt pour Genève, liste rouge / adaptation négative: présence d'espèces exotiques envahissantes*).

Cette évaluation est utilisée séparément pour le lit et pour les berges du cours d'eau.

La qualification des tronçons se fait selon les 5 classes (tableau A16) :

Tableau A16 : Grille d'évaluation de l'état écologique au moyen de la végétation aquatique :

Appréciation	Classe
très bon	5
bon	4
moyen	3
médiocre	2
mauvais	1

A4. Module Ecomorphologie

L'appréciation de l'état écomorphologique des cours d'eau est également intégrée au SMG (Hütte et Niederhäuser, 1998) et n'est donc pas décrite en détail ici.

Elle permet de décrire l'état physique et le degré d'aménagement du cours d'eau par tronçons homogènes sur la base de 4 critères :

- la variabilité de la largeur du lit mouillé;
- l'aménagement du fond du lit (quantitativement et qualitativement);
- le renforcement du pied de la berge (quantitativement et qualitativement);
- la largeur et la nature des rives.

Une pondération classe ensuite chaque tronçon homogène du cours d'eau dans une des quatre catégories suivantes :

naturel, semi naturel	peu atteint	très atteint	non naturel, artificiel
-----------------------	-------------	--------------	-------------------------

Le résultat des relevés écomorphologiques sert, entre autres, d'outil d'aide à la décision et de suivi dans le cadre du programme de renaturation des cours d'eau et des rives du canton.